TABLE DES MATIERES

PREFACE

D'un intérêt certain, le présent recueil d'exercices corrigés vient combler le vide dû au manque de livre de référence pour les classes de Tle C, D et E du programme en cours actuellement au Burkina Faso.

Son objectif est de permettre aux élèves de Tle de s'auto–évaluer en mesurant leurs productions aux corrigés qui y sont proposés.
Ainsi, force est de reconnaître que Dr GNABAHOU, Maître Assistant de Physique à l'Université de Koudougou a fait œuvre utile en produisant cet ouvrage pour favoriser l'apprentissage des Sciences Physiques.

C'est le lieu pour moi de le féliciter et d'exhorter tous les enseignants, quelles que soient leurs disciplines, à lui emboîter le pas car notre système éducatif a tout à gagner de ce genre de bonne initiative.

Les plus riches de ce monde ne sont plus ceux qui ont l'abondance des ressources naturelles, mais plutôt ceux qui possèdent les ressources intellectuelles et qui savent les mettre à la disposition de la postérité.

Courage et persévérance au Dr GNABAHOU.

Kuilbila SAM./–
Inspecteur de l'Enseignement Secondaire
Chevalier de l'Ordre National

Ce document a été conçu pour venir en aide aux élèves des classes de terminale C.D.E dans leur travail quotidien pour l'obtention du Baccalauréat.

Il comporte des exercices sur tous les chapitres de Physique et Chimie du programme officiel du baccalauréat série C.D.E. du Burkina Faso.

La plupart des exercices sont corrigés afin de permettre aux élèves de confronter leurs résultats à ceux proposés.

A la fin du document, des sujets de Baccalauréat avec corrigés ont été insérés permettant aux élèves de se mettre dans les conditions de l'examen en fin d'année.

Pour un bon usage de ce document, l'élève devra tout d'abord traiter les exercices désirés avant de consulter les corrigés proposés.

Comme toute œuvre humaine, ce document présente certainement des insuffisances, nous sommes par conséquent ouvert à toute critique constructive afin d'améliorer les prochaines éditions.

D'ailleurs à chaque édition nous apportons des corrections et nous ajoutons certains exercices pour que le document soit toujours à jour vis-à-vis des nouvelles connaissances.

Nous voudrions profiter de cette page pour renouveler nos remerciements :

- tout d'abord, à Monsieur le Directeur Régional du Ministère des Enseignements Secondaire Supérieur du Centre–Ouest, l'Inspecteur SAM Kuilbila qui nous a encouragé et prodigué de précieux conseils.
- à l'administration du Lycée Provincial de Koudougou, particulièrement au Proviseur du lycée, Monsieur BIYEN Azouma qui a permis le tirage de cet ouvrage.
- au collègue Parfait Ilboudo dont l'aide multiforme a permis la parution de ce document.
- au Laborantin du LPK, Monsieur ZIBA Mahamadou pour l'aide apportée à la saisie de l'ouvrage.
- enfin à tous ceux dont l'aide multiforme a permis la parution de ce document.

L'auteur

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1.0079																	2 He 4.0026
2	3 Li 6.941	4 Be 9.0122											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
3	11 Na 22.990	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 - 71 La-Lu	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 -103 Ac-Lr	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Uuu (272)	112 Uub (285)		114 Uuq (289)				

Lanthanides	57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
Actinides	89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

CHIMIE
ACIDO–BASICITE
Chap. I : SOLUTIONS AQUEUSES et pH

I-1

Le thiosulfate de sodium cristallisé est un solide blanc de formule $Na_2S_2O_3$, $5H_2O$. On dissout 4,96 g de thiosulfate de sodium solide dans une fiole jaugée de 200 mℓ, et l'on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

1) Calculer la concentration de la solution ainsi préparée.

2) En déduire les concentrations de la solution en ions sodium Na^+ et thiosulfate $S_2O_3^{2-}$.

3) Avec la solution obtenue, on souhaite préparer 100mℓ de solution de thiosulfate de sodium à 10^{-2} mol.ℓ^{-1}. Préciser la méthode à utiliser.

I-2

Dans une fiole jaugée de 250 mℓ, on met :

- 25 ml de solution de $NaC\ell$ à 0,8 mol.ℓ^{-1} ;
- 50 ml de solution de $CaBr_2$ à 0,5 mol.ℓ^{-1} ;
- 3.10^{-2} mol de chlorure de calcium ;
- 10,3 g de bromure de sodium solide.

On complète à 250 mℓ avec de l'eau distillée.

1) Déterminer la quantité de matière (en mol) et la concentration (en mol.ℓ^{-1}) de chaque ion.

2) Vérifier que la solution est électriquement neutre. On admettra qu'il ne se produit aucune réaction entre les différents ions présents.

I-3

On dispose d'une solution S_1 de nitrate de potassium à C_1 = 0,5 mol.ℓ^{-1}, d'une solution S_2 de nitrate de calcium à C_2 = 0,8 mol.ℓ^{-1}, d'une solution S_3 de chlorure de potassium à C_3 = 1 mol.ℓ^{-1} et de chlorure de magnésium cristallisés, de formule : $MgC\ell_2$, $6H_2O$.

On souhaite préparer un litre de solution contenant les ions $Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^+, NO_3^-$ et $C\ell^-$ tel que :

$[Mg^{2+}] = 0,2$ mol.ℓ^{-1} ; $[NO_3^-] = 0,25$ mol.ℓ^{-1}

$[Ca^{2+}] = 0,1$ mol.ℓ^{-1} ; $[K^+] = 0,25$ mol.ℓ^{-1}.

1) Déterminer les volumes des solutions et la masse de solide à mélanger pour préparer cette solution, que l'on complète à 1ℓ avec de l'eau distillée.

2) Calculer directement la concentration $[C\ell^-]$

3) Vérifier l'électroneutralité de la solution.

I-4

L'étiquette d'une eau minérale indique la composition suivante en mg.ℓ^{-1} : Ca^{2+} : 555 ; Mg^{2+} :110 ; SO_4^{2-} : 1479 ; Na^+ : 14 ; HCO_3^- : 403.

1) Ces valeurs correspondent, pour les ions sulfate et hydrogénocarbonate à $[SO_4^{2-}] = 15,4.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} ; $[HCO_3^-] = 6,61.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.

Calculer : $[Ca^{2+}]$, $[Mg^{2+}]$, $[Na^+]$.

2) Le sodium provient uniquement de l'hydrogénocarbonate de sodium, le magnésium de sulfate de magnésium.

a) Ecrire les formules :

- du sulfate de calcium et de l'hydrogénocarbonate de calcium ;
- du sulfate de magnésium ;
- de l'hydrogénocarbonate de sodium.

b) Calculer les quantités de matière de ces différents composés qu'il faudrait dissoudre dans 1ℓ d'eau pour reconstituer « artificiellement » cette eau naturelle.

3) Sans aucun calcul supplémentaire, proposer, en la justifiant brièvement, une valeur pour le pH de cette eau minérale.

I-5

1) On prépare une solution d'acide chlorhydrique en faisant dissoudre V_0 = 5,6 ℓ de chlorure d'hydrogène (volume gazeux mesuré dans les conditions normales de température et de pression) dans V = 500 cm^3 d'eau distillée. Calculer la concentration molaire C_1 de la solution ainsi préparée.

2) Quelle masse m de dichlorure de calcium $CaC\ell_2$ faut-il dissoudre dans V = 500 cm^3 d'eau distillée pour obtenir une solution de concentration $C_2 = 0,1$mol.ℓ^{-1}.

3) On prélève V_1 = 20 cm^3 de la solution de dichlorure de calcium (obtenue à la question précédente) et on complète par de l'eau distillée de façon à obtenir V_2 = 100 cm^3 d'une nouvelle solution.

a) Décrire le mode opératoire permettant de diluer la solution de dichlorure de calcium en utilisant une pipette jaugée et une fiole jaugée.

b) Calculer la concentration molaire de cette nouvelle solution en ions calcium et en ions chlorure.

Volume molaire V_M = 22,4 ℓ.mol^{-1}

I-6

1) Calculer la concentration molaire en ions hydronium d'une solution de pH = 2,6.

2) Même question pour une solution de pH = 2,60.

3) Compléter le tableau suivant concernant des solutions aqueuses à 25°C.

pH	2,7		4,65		
$[H_3O^+]$		$1,12.10^{-6}$			$3,8.10^{-3}$
$[OH^-]$				$1,88.10^{-4}$	

I-7

Une solution aqueuse à 25°C est telle que :

$[Ca^{2+}] = 0,32$ mg.ℓ^{-1} et $[C\ell^-] = 0,15$ mg.ℓ^{-1}.

1) Déterminer les concentrations molaires en ions calcium et ions chlorure.

2) En utilisant l'électroneutralité de la solution, montrer que la solution est basique.

3) En supposant le pH supérieur à 8, le calculer.

I-8

1) A 25°C, une solution d'hydroxyde de sodium a un pH qui vaut 11,8. En déduire les concentrations en ions H_3O^+ et OH^-.

2) Ecrire l'équation de sa dissolution.

3) Une solution d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$, encore appelée « eau de chaux », a une concentration en ions hydroxyde égale à $2,5.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}. Calculer son pH à 25°C et écrire l'équation de sa dissolution.

I-9

Calculer à 25°C, le pourcentage de molécules d'eau participant à la réaction d'autoprotolyse de l'eau pure.

Données : $M(H_2O)$ =18 g.mol^{-1} ; $\mu(H_2O)$ =1 kg.ℓ^{-1}

I-10

A 37°C le produit ionique de l'eau est égal à $2,4.10^{-14}$. Le pH du sang chez l'être humain est égal à 7,38 à cette température. Le sang est-il acide, neutre ou basique ?

I-11

On introduit une masse m = 200 mg de sodium métallique dans un bécher contenant 250 mℓ d'eau. Une réaction très vive a lieu entre les deux corps ; on observe un dégagement de dihydrogène.

1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique.
2) Donner un nom à la solution aqueuse obtenue.
3) Calculer le volume de dihydrogène dégagé.
4) Quel est le pH de la solution ?

I-12

1) Une solution S est telle que : $[H_3O^+] = 2,5.10^{-8}[OH^-]$ à 25°C

a) Calculer les concentrations en ions H_3O^+ et OH^-.

b) Que vaut le pH de la solution S ? Quelle est la nature de cette solution ?

2) A 70°C, le produit ionique de l'eau vaut $15,5.10^{-14}$.

a) A cette température une solution de pH = 6,6 est-elle acide, basique ou neutre ?

b) Quel est le pH de l'eau pure à cette température ?

c) Comment évolue le produit ionique de l'eau avec la température ?

I-13

L'hydroxyde de calcium a pour formule : $Ca(OH)_2$.

En solution aqueuse, il est entièrement dissocié en ion calcium et en ion hydroxyde. On considère une solution contenant 0,74 $g.\ell^{-1}$ d'hydroxyde de calcium.

1) Recenser les espèces présentes en solution.
2) Déterminer leur concentration.
3) En déduire le pH de cette solution.

I-14

On donne $Ke = 2,5.10^{-13}$ à 80 °C.

1) Une solution a, à 80 °C, un pH = 6,5. Est-elle acide ?

2) 200 mℓ d'une solution aqueuse contiennent 10^{-4} mol d'ions OH^-. Quel est son pH à 80°C

3) Le pH d'une solution aqueuse est 4,7 à 80°C, en déduire la concentration en ions OH^-

I-15

On dispose, à 25°C, de (4) solutions S_1, S_2, S_3 et S_4. S_1 a un pH = 11,6 ; S_2 est telle que : $[OH^-] = 3,0.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$; S_3 a été obtenue par dissolution de 2,0 g d'hydroxyde de sodium dans 10,0 ℓ d'eau pure ; S_4 résulte de l'addition de 400,0 mℓ d'eau pure à 100,0 mℓ de solution d'hydroxyde de sodium de pH = 12,0.

1) Calculer le pH de la solution S_2.

2) Déterminer la concentration en ions hydroxyde de S_3 et S_4. En déduire leur pH.

3) Classer les 4 solutions par basicité croissante.

I-16

Une solution de chlorure de sodium a un pH égal à 7,0 à 25°C.

1) Quelle est la nature de cette solution ? Justifier.

2) Calculer les concentrations molaires des ions hydronium et hydroxyde de cette solution.

3) On chauffe cette solution à 60 °C. Le produit ionique de l'eau vaut alors $9,6.10^{-14}$.

Calculer les nouvelles concentrations molaires des hydronium et hydroxyde en solution.

I-17

1) Rappeler les réactions qui se produisent éventuellem

a) lorsqu'on ajoute des ions argent à une solu contenant des ions chlorure ;

b) lorsqu'on ajoute de la poudre de fer à une solu diluée d'acide chlorhydrique ;

c) lorsqu'on ajoute de la poudre de cuivre à une solu diluée d'acide chlorhydrique.

2) Soit sept béchers contenant 200 mℓ de solution d'ac chlorhydrique à $1,0.10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$. On ajoute :

a) au 1^er^, du nitrate d'argent solide ;

b) au 2ème, du chlorure de sodium solide ;

c) au 3ème, de la poudre de fer ;

d) au 4ème, de la poudre de cuivre

e) au 5ème, 200 mℓ d'eau distillée ;

f) au 6ème, 200 mℓ de solution d'acide chlorhydrique $1,0.10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$.

g) Au 7ème, 200 mℓ de solution d'acide chlorhydriq $2,0.10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$.

– Indiquer, dans chaque cas : Ce que l'on observe ;

– Comment varie la quantité d'ions H_3O^+ et le pH ?

On admettra que les quatre premiers ajouts s'effectuent san variation de volume pour la solution.

Chap. II : ACIDES FORTS ET BASES FORTES

II-1

Pour chacune des assertions suivantes dites si elle est vrai 'V' ou fausse 'F'.

1) On dissout 240 mℓ de chlorure d'hydrogène dans d l'eau. On obtient 1ℓ de solution. Dans les conditions d l'expérience, le volume molaire est 24 $\ell.mol^{-1}$.

a) Il se forme des ions hydronium et chlorure au cours d la dissolution.

b) La dissolution est exothermique.

c) La quantité de soluté introduite dans l'eau est 10^{-3} mol

d) La molarité de la solution d'acide chlorhydrique formée est 10^{-2} $mol.\ell^{-1}$.

e) Le pH de la solution est 3.

2) On dissout 400 mg d'hydroxyde de sodium dans de l'eau. On obtient une solution de volume 1ℓ.

a) Il se forme des ions hydroxyde et sodium au cours de la dissolution.

b) la dissolution est endothermique.

c) La concentration des ions $[OH^-]$ est 10^{-3} $mol.\ell^{-1}$.

d) La concentration des ions $[H_3O^+]$ est 10^{-11} $mol.\ell^{-1}$.

e) Le pH de la solution est 12.

3) Le produit ionique de l'eau à 60 °C est $9,55.10^{-14}$.

a) Son pKe est 13,02.

Le pH de cette eau est donc :

b) 7 ; c) 6,51 ; d) $[H_3O^+] = 2,3.10^{-8}$ $mol.\ell^{-1}$.

e) $[OH^-] = 3,1.10^{-7}$ $mol.\ell^{-1}$

II-2

A 25°C, on dissout dans 5 ℓ d'eau, 1,5 ℓ de chlorure d'hydrogène HCℓ.

1) Déterminer la quantité de chlorure d'hydrogène mise en solution.

2) Ecrire l'équation bilan de la dissolution de HCℓ.

3) En déduire la concentration et le pH de la solution.

4) On ajoute 10 ℓ d'eau à la solution ci-dessus.

Calculer le nouveau pH de la solution.

Donnée : Le volume molaire sera pris dans les conditions de l'expérience à $V_M = 24,5$ ℓ.mol^{-1}.

II-3

On dispose d'une solution A de NaOH, de pH = 12.

1) Ecrire l'équation bilan de la dissolution de NaOH.

2) Quel volume d'eau faut-il ajouter à 50 mℓ de A pour obtenir une solution B de pH = 10,7 ?

3) Quelle masse d'hydroxyde de sodium solide aurait-il fallu dissoudre pour préparer directement le même volume de B ? Conclure.

II-4

Solutions	HCℓ	NaOH	Ba(OH)$_2$	HCℓO$_4$
C	$2,5.10^{-6}$			
[H$_3$O$^+$]		$3,2.10^{-13}$		
[OH$^-$]			$4,0.10^{-4}$	
pH				3,2
Nature				

On considère les solutions suivantes à 25°C, où C désigne la concentration en soluté apportée exprimée en mol.ℓ$^{-1}$. Compléter le tableau.

II-5

On dissout du chlorure d'hydrogène dans de l'eau pure de façon à obtenir un volume $V_1 = 200$ mℓ d'une solution S_1 d'acide chlorhydrique de concentration C_1. Son pH est égal à 1,5.

1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit lors de la dissolution du chlorure d'hydrogène.

2) Déterminer le volume $V_{HC\ell}$ de chlorure d'hydrogène gazeux nécessaire ainsi que la concentration C_1 de la solution S_1. On donne le volume molaire $V_M = 24$ ℓ.mol^{-1}.

3) On mélange $V'_1 = 10,0$ mℓ de la solution S_1 et $V'_2 = 5,0$ mℓ d'une solution S_2 d'acide nitrique, de concentration $C_2 = 10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$. On obtient une solution S_3 de volume 15,0 mℓ. Sachant que le fait de mélanger les deux solutions ne modifie pas leurs propriétés, déterminer la concentration en ion hydronium dans la solution S_3. En déduire son pH.

II-6

Une bouteille d'acide chlorhydrique possède une étiquette sur laquelle est écrit : Acide chlorhydrique, masse volumique ρ =1190 kg.m^{-3}, pourcentage en masse d'acide pur P = 37 %, masse molaire du chlorure d'hydrogène $M_{HC\ell}$ = 36,5 g.mol^{-1}. On en extrait $V_0 = 4,15$ mℓ et on complète à V =500 mℓ avec de l'eau distillée. Montrer que cette solution a pour concentration C = 0,100 mol.ℓ$^{-1}$.

II-7

L'hydroxyde de calcium est soluble dans l'eau à raison de 1,85 g.ℓ$^{-1}$ à 25 °C : on obtient alors une solution saturée en hydroxyde de calcium.

1) Quelle est la concentration de l'hydroxyde de calcium dissous ?

2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se déroule lors de la dissolution.

3) Le pH d'une telle solution étant de 12,7, montrer que l'hydroxyde de calcium est entièrement dissocié en solution aqueuse.

II-8

On dispose d'un volume $V_1 = 500$ mℓ d'acide bromhydrique HBr de concentration $C_1 = 0,81$g.ℓ$^{-1}$; le pH de la solution est égal à 2.

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction avec l'eau de l'acide bromhydrique.

2) Montrer que l'acide bromhydrique est un acide fort.

3) On dissout un volume V_2 de chlorure d'hydrogène (gaz) dans la solution précédente. Le pH de la solution S'obtenue est égal à 1,4. Déduire de cette mesure les concentrations des espèces présentes dans la solution S' et le volume de gaz chlorhydrique dissous. On donne : volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience $V_M = 22,4$ ℓ.

II-9

L'acide sulfurique peut être considéré, en 1ère approximation, comme un diacide fort. On dispose d'une solution commerciale d'acide sulfurique de densité d = 1,815 et contenant P = 90 % d'acide pur H_2SO_4 (pourcentage en masse).

1) Ecrire l'équation de la dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau.

2) On souhaite préparer V_A =1ℓ d'une solution A d'acide sulfurique de concentration C_A =1 mol.ℓ$^{-1}$. Quel volume V_0 de solution commerciale utiliser pour cela ?

3) La solution précédemment obtenue sert à préparer deux solutions plus diluées : 500 ml d'une solution B de pH_B = 1,5 et 250 mℓ d'une solution C de pH_C = 1. Quels volumes de A utiliser pour cela ?

4) On mélange B et C. Quel est le pH de la solution D obtenue ?

II-10

1) On mélange $V_A = 200$ mℓ d'une solution A d'acide chlorhydrique, de pH = 2,5 et $V_B = 300$ mℓ d'une solution B d'acide chlorhydrique, de pH inconnu. Le mélange final C a un pH = 2,8 ; en déduire le pH inconnu.

2) L'acide iodhydrique HI est, comme l'acide chlorhydrique HCℓ, un acide fort. On mélange $V_1 = 300$ mℓ d'acide iodhydrique de $pH_1 = 3$ et $V_2 = 700$ mℓ d'acide chlorhydrique de $pH_2 = 4$. Quel est le pH de la solution obtenue ?

II-11

1) On dissout 0,8 g d'hydroxyde de sodium dans 500 mℓ d'eau pure. A la solution obtenue, on ajoute 1ℓ d'une solution d'hydroxyde de sodium de pH = 12. Quel est le pH de la solution finale ?

2) L'hydroxyde de potassium, ou potasse, KOH donne avec l'eau une réaction totale. On mélange V_1= 400 mℓ d'une solution d'hydroxyde de potassium de $pH_1 = 11,5$ avec $V_2 = 200$ mℓ d'une solution d'hydroxyde de sodium de $pH_2 = 11$. Quel est le pH de la solution ainsi préparée ?

II-12

L'hydroxyde de calcium Ca(OH)$_2$ donne avec l'eau une réaction totale tant que la solution n'est pas saturée ; la solution obtenue est souvent appelée eau de chaux. On dissout une masse m = 0,5 g d'hydroxyde de calcium dans un volume V = 500 mℓ d'eau.

1) Ecrire l'équation de la réaction de Ca(OH)$_2$ avec l'eau.

2) Calculer la concentration de la solution A d'hydroxyde de calcium ainsi obtenue ; en déduire $[OH^-]$ et le pH de la solution A.

3) On ajoute, à A, un volume V' = 500 mℓ d'une solution B d'hydroxyde de sodium de pH inconnu. Le pH de la solution C obtenue est 12,2 ; en déduire le pH inconnu.

II-13

On mélange 4 ℓ de dihydrogène et 3,75 ℓ de dichlore puis on déclenche la réaction. Le gaz obtenu est le chlorure d'hydrogène.

1) a) Ecrire l'équation bilan de la réaction.

b) Quel volume de HCℓ obtient-on ?

2) On prépare 105 ℓ d'une solution d'acide chlorhydrique de pH = 3 en dissolvant tout le chlorure d'hydrogène obtenu dans l'eau.

a) Calculer les concentrations des ions en solution.

b) Calculer le volume molaire des gaz dans la question 1).

3) On ajoute 1 ℓ d'eau distillée à 250 mℓ de la solution précédente. Quelle est la nouvelle valeur du pH ?

4) Quel volume de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C = 10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}, doit-on ajouter à la dernière solution pour ramener le pH à 3 ?

II-14

Une solution d'éthanolate de sodium C_2H_5ONa est préparée en faisant réagir une masse m = 0,92 g de métal sodium avec un volume V_0 = 5,0 mℓ d'éthanol pur : un dégagement de dihydrogène accompagne la formation des ions $C_2H_5O^-$ et Na^+. Après oxydation totale du métal, on ajoute lentement de l'eau distillée jusqu'à obtenir un volume V_1 = 1,00 ℓ de solution S_1.

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction du sodium avec l'éthanol. En déduire que le sodium est le réactif en défaut.

2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit lorsqu'on ajoute l'eau.

3) Calculer, à 25°C, le pH de S_1. ρ (éthanol) = 0,79 g.mℓ^{-1}

II-15

La manipulation proposée a pour but de déterminer le produit ionique de l'eau à 37° C, en mesurant le pH de sept solutions d'hydroxyde de potassium maintenues à cette température.

Les solutions sont préparées en introduisant un volume V_i d'une solution S_o d'hydroxyde de potassium de concentration $C_o = 5{,}0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} dans une fiole jaugée de 100 mℓ et en complétant avec de l'eau distillée. Le pH est ensuite mesuré à 37°C, en commençant par la solution la plus diluée.

Les résultats obtenus lors d'une manipulation sont les suivants :

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
V_i (mℓ)	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0
pH	10,0	10,3	10,6	10,9	11,2	11,5

1) Avec quelles verreries doit-on mesurer V_i ?

2) Pourquoi mesure-t-on d'abord le pH des solutions les plus diluées ?

3) Etablir un tableau contenant V_i, pH, C_i et $-\log C_i$, C_i étant la concentration de la solution S_i.

4) Tracer le graphe pH = f (–log C_i) ; en déduire le produit ionique de l'eau à 37°C et le pH de l'eau pure à cette empérature.

II-16

On dispose de trois solutions d'acides forts :

– Solution A d'acide chlorhydrique de concen molaire C_1 inconnue.

– Solution B d'acide sulfurique de concen molaire $C_2 = 1{,}5.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}.

– Solution C d'acide bromhydrique de concent massique 6,48 g.ℓ^{-1}.

1) On prélève 100 mℓ de la solution A et on y ajout solution aqueuse de nitrate d'argent $(Ag^+ + NO_3^-)$ en e on obtient un précipité blanc de masse m =172,2 mg.

a) Ecrire l'équation de la réaction de précipitation.

b) Calculer la valeur de la concentration C_1 de l' chlorhydrique.

2) Calculer le pH de chacune des solutions A, B et C.

3) Dans un bécher on mélange un volume V_1 = 20 mℓ solution A, un volume V_2 = 25 mℓ de la solution B volume V_3 = 15 mℓ de la solution C.

a) Calculer les concentrations de toutes les espè chimiques présentes dans le mélange.

b) A l'aide d'un pH-mètre, on mesure le pH du mélange

c) Quelle est l'indication du pH mètre.

II-17

On considère les trois solutions suivantes :

– Solution S_1 d'hydroxyde de sodium (NaOH) molarité $C_1 = 8.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.

– Solution S_2 de dihydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de molarité $C_2 = 2.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.

– Solution S_3 de chlorure de sodium NaCℓ d molarité $C_3 = 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.

1) Calculer le pH de chacune des solutions S_1, S_2 et S_3.

2) Décrire deux expériences prouvant que la solutio d'hydroxyde de sodium contient des ions OH^- et des ions Na^+.

3) On obtient une solution A en mélangeant un volume V_1 = 50 mℓ de la solution S_1, un volume V_2 = 100 mℓ de la solution S_2 et un volume V_o = 100 mℓ d'eau.

a) Calculer la concentration des espèces chimiques présentes dans la solution A.

b) En déduire le pH_A de la solution A.

c) Dans la solution A, on ajoute 0,2 g d'hydroxyde de sodium en pastilles et on obtient une solution A'. Calculer la nouvelle concentration des ions Na^+ dans la solution A'.

4) On obtient une solution B en mélangeant V_1 = 50 mℓ de la solution S_1, V_2 = 100 mℓ de la solution S_2 et V_3 = 100 mℓ de la solution S_3.

a) Calculer la concentration molaire des espèces chimiques présentes dans la solution B.

b) En déduire le pH_B de la solution B.

II-18

Dans un volume V_1 = 50 mℓ d'une solution de sulfate de cuivre II de concentration molaire $C_1 = 1{,}2$ mol.ℓ^{-1}, on verse un volume V_2 = 80 mℓ d'une solution aqueuse de soude de concentration molaire $C_2 = 1{,}0$ mol.ℓ^{-1}.

1) Quelle réaction chimique observe-t-on ?

2) Quelle masse de précipité lavé et séché recueille-t-on ?

II-19

On prépare deux mélanges notés S_1 et S_2, chaque mélange étant complété à 2ℓ par de l'eau distillée. S_1 est obtenue en mélangeant :

- 100 mℓ d'une solution d'acide perchlorique de concentration massique $C_m = 0,63$ g.ℓ^{-1}
- 100 mℓ d'une solution d'acide sulfurique (diacide fort) de concentration $C = 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.
- Un volume $V = 0,112$ ℓ de gaz HCℓ.

S_2 a été préparée en mélangeant :

- Une masse $m_1 = 0,46$ g d'hydroxyde de sodium en pastille.
- Un volume $V_2 = 100$ mℓ d'une solution d'hydroxyde de calcium de molarité $C_2 = 2.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.
- Un volume $V_3 = 100$ mℓ de chlorure de sodium de molarité $C_3 = 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.

A) 1) Ecrire les deux équations bilans des réactions du chlorure d'hydrogène et de l'hydroxyde de calcium avec l'eau.

2) Recenser les espèces chimiques dans le mélange S_1 et déterminer leurs concentrations.

3) Quel est le pH du mélange S_1. On admettra qu'il ne se produit aucune réaction entre les différentes espèces introduites.

4) Quel volume du mélange S_1 faut–il prélever pour préparer par dilution 1ℓ de solution S_1' de pH = 6 ?

B) 1) Déterminer le pH de la solution S_2.

2) On ajoute à un volume $V_2 = 100$ mℓ de solution S_2, un volume $V' = 100$ mℓ d'une solution S' d'hydroxyde de potassium de pH inconnu, le pH du mélange S_2' obtenu est alors pH = 13. Quelle est la masse d'hydroxyde de potassium qui a été utilisée pour préparer 1ℓ de solution S'.

3) Recenser les espèces chimiques présentes dans la solution S_2' et déterminer leurs concentrations.

4) Vérifier l'électroneutralité de la solution S_2'.

Le volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience est $V_M = 22,4$ ℓ.mol^{-1}.

II-20

On fait réagir 0,46 g de sodium pur avec 100 mℓ d'éthanol absolu. On admettra qu'il n'y a pas de variation sensible du volume au cours de la réaction.

1) Ecrire l'équation de la réaction du sodium et l'éthanol.

2) Calculer la concentration de la solution alcoolique d'éthanolate de sodium ainsi préparée.

3) Avec beaucoup de précautions, on ajoute la solution d'éthanolate à de l'eau distillée afin d'obtenir 500 mℓ de solution. Ecrire l'équation de la réaction accompagnant cette dissolution. Pourquoi faut-il procéder avec précaution ? Calculer le pH de la solution obtenue.

4) On fait à présent réagir 0,46 g de sodium pur avec 500 mℓ d'eau distillée. Ecrire l'équation de la réaction. Calculer le pH de la solution ainsi préparée.

Chap. III : ACIDES FAIBLES ET BASES FAIBLES

III-1

Un corps pur A est en solution à 25°C. Lors de la dilution de sa solution, la valeur de son pH augmente.

Le corps A est-il un acide ou une base ?

Situer la valeur de son pH par rapport à 7.

III-2

On considère les espèces chimiques suivantes : C_6H_5COOH, HF, NH_3, $C_2H_5O^-$, HCOOH, HNO_3, $CH_3)_2NH$.

1) Préciser leur nom.

2) Former les couples acide/base auxquels appartiennent ces espèces.

3) Ecrire les équations des réactions de ces espèces avec l'eau.

III-3

On dispose de six solutions A, B, C, D, E, et F obtenues respectivement par dissolution dans l'eau de :

Nitrate de potassium (A) ; Cyanure de potassium (B)
Carbonate de sodium (C) ; Bromure d'ammonium (D)
Fluorure de calcium (E) ; Ethanoate d'ammonium (F)

1) Ecrire la formule chimique des composés solides utilisés pour préparer ces solutions.

2) Indiquer, lorsque c'est possible, la nature, acide ou basique, de chaque solution.

3) Ecrire les équations des réactions de ces composés avec l'eau.

III-4

On dispose de 500 mℓ d'une solution S_1 de chlorure d'ammonium à 0,100 mol.ℓ^{-1} avec laquelle on prépare, 250,0 mℓ d'une solution S_2 à $1,00.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} par dilution.

On mesure le pH de S_2 et l'on trouve pH = 5,1.

1) Décrire complètement la préparation de S_1 à partir de chlorure d'ammonium solide.

2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ion ammonium avec l'eau.

3) Déterminer la concentration de toutes les espèces présentes dans la solution S_2. En déduire que l'ion ammonium est un acide faible.

III-5

On mesure le pH de 100 mℓ d'acide méthanoïque à 10^{-2} mol.ℓ^{-1} : on trouve pH = 2,9. On ajoute alors 900 mℓ d'eau distillée à la solution précédente, on trouve pH = 3,4.

1) Ecrire l'équation d'ionisation de l'acide méthanoïque. L'ionisation est-elle totale ? Justifier.

2) Calculer, dans les deux cas, les concentrations des espèces présentes.

3) Quelle est, dans les deux cas, la quantité d'acide ionisé ? En déduire l'effet de la dilution sur l'équilibre d'ionisation de l'acide méthanoïque.

III-6

On appelle coefficient de protonation d'une base B, le rapport β de la quantité de molécules protonées, c'est-à-dire ayant fixé un proton, à la quantité totale de molécules mises en solution. On mesure le pH de 50,0 mℓ d'une solution S_1 d'éthylamine à $1,00.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}. On trouve $pH_1 = 11,3$.

On ajoute alors 450 mℓ d'eau distillée à S_1, et l'on mesure le pH de la solution S_2 obtenue ; on trouve : $pH_2 = 10,7$.

1) L'éthylamine est-elle une base forte ? Justifier la réponse.

2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'éthylamine avec l'eau. Identifier le couple acide /base mis en jeu.

3) Déterminer les concentrations des espèces dans la solution S_1. En déduire le coefficient de protonation β_1.

4) Même question avec la solution S_2.

5) Comparer β_1 et β_2. Conclure.

III-7

Le volume molaire de l'ammoniac est 24,5 ℓ.mol^{-1}, à 25°C et sous la pression normale.

Le ballon utilisé pour l'expérience du jet d'eau a un volume de 1ℓ ; il a été rempli, sous la pression normale et à 25 °C, avec de l'ammoniac NH_3 sec. A la fin de l'expérience, on obtient 0,8 ℓ de solution, tout le gaz étant supposé dissous.

1) Calculer la quantité d'ammoniac dissous dans la solution et la concentration totale en espèces azotées.

2) Le pH de la solution est égal à 10,95. En déduire les concentrations de toutes les espèces présentes dans la solution.

3) On ajoute, sans dilution sensible, $1,6.10^{-2}$ mol d'acide chlorhydrique : le pH est alors égal à 9,4. Déterminer à nouveau les concentrations de toutes les espèces en solution.

4) Pour les deux solutions, déterminer la valeur de

l'expression : $R = \dfrac{[H_3O^+][NH_3]}{[NH_4^+]}$; Conclure.

III-8

1) Soit une solution S_1 d'acide chlorhydrique de concentration molaire 10^{-1} $mol.\ell^{-1}$. Le pH-mètre affiche sensiblement pH = 1 à 25 °C. On veut préparer, à partir de S_1, deux solutions S_2 et S_3 ayant respectivement pour concentrations 10^{-2} $mol.\ell^{-1}$ et 10^{-3} $mol.\ell^{-1}$.

a) Quel est le matériel utilisé ? Comment procède-t-on ?

b) Quel est le pH de chacune des solutions S_2 et S_3 ? Justifier.

2) On recommence la même expérience à partir d'une solution S'_1 d'un acide AH de concentration 10^{-1} $mol.\ell^{-1}$. Le pH-mètre donne à 25 °C les valeurs de pH suivantes :

Solutions	S'_1	S'_2	S'_3
pH	2,9	3,4	3,9

a) En comparant les pH des solutions S_1 et S'_1, que peut-on conclure sur l'acide AH ?

b) En utilisant les résultats expérimentaux précédents, donner l'allure des courbes pH = f (– log C) pour chacun des deux acides (C étant la concentration molaire des solutions). Préciser cette allure lorsque la dilution augmente, les concentrations des solutions acides devenant faibles. Quelle réflexion vous suggère la comparaison de ces deux courbes?

3) a) Déterminer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution S'_1 d'acide AH

b) Sachant que le degré d'ionisation α de l'acide AH est le rapport du nombre de moles d'acide ionisées au nombre de moles d'acide AH mises en solution, calculer sa valeur pour les trois solutions S'_1 , S'_2, S'_3. Interpréter qualitativement, la variation observée.

III-9

1) Une solution aqueuse d'éthylamine $C_2H_5NH_2$ de concentration molaire volumique $C = 0,1$ $mol.\ell^{-1}$ a un pH = 11,8. Déterminer la proportion n_1 des molécules d'éthylamine ayant réagi avec l'eau et la quantité d'éthylamine présente dans 30 cm^3 de cette solution.

2) A 30 cm^3 de cette solution, on ajoute 10 cm^3 d'une solution de chlorure d'éthylammonium (le composé solide a pour formule $C_2H_5NH_3C\ell$) de concentration 0,2 $mol.\ell^{-1}$. Le pH vaut alors 11,0. Déterminer la concentration molaire volumique de ce mélange en éthylamine ainsi que la quantité d'éthylamine n_2 présente dans cette solution. Comparer ce dernier résultat à celui de la question précédente. Quelle réaction s'est produite ?

III-10

Toutes les solutions sont à la température de 25°C.

1) a) Quelle masse de cristaux de chlorure d'ammonium $NH_4C\ell$ faut-il dissoudre pour obtenir 500 cm^3 de solution aqueuse de concentration molaire $C = 0,100$ $mol.\ell^{-1}$?

b) La mesure du pH de la solution précédente donne 5,1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui s'est produite lors de la dissolution des cristaux et qui justifie le pH acide mesuré.

c) Déterminer les concentrations molaires des différentes espèces en solution.

2) a) On place dans un bécher un volume $V = 20,0$ cm^3 de la solution de chlorure d'ammonium de concentration molaire $C = 0,100$ $mol.\ell^{-1}$. Quelle est la quantité d'ions ammonium présente dans ce bécher ?

b) On place dans un 2nd bécher, un volume $V' = 5,0$ cm^3 de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C' = 0,200$ $mol.\ell^{-1}$. Evaluer la quantité d'ions OH^- présents dans ce second bécher.

3) On mélange le contenu des deux béchers précédents. La mesure du pH du mélange donne 9,2.

a) Déterminer la quantité d'ions NH_4^+ et OH^- dans le mélange.

b) En déduire qu'une réaction a eu lieu lors du mélange.

c) Ecrire son équation-bilan. Cette réaction est-elle partielle ou pratiquement totale ?

III-11

Toutes les solutions sont à la température de 25 °C.

1) Dans l'eau pure, on fait barboter du chlorure d'hydrogène, puis on ajuste avec de l'eau, le volume à 200 cm3. Soit S la solution obtenue. Le pH de cette solution est égal à 3,0. Calculer les concentrations des divers ions dans la solution. Déterminer le volume de chlorure d'hydrogène dissous, mesuré dans les conditions normales de température et de pression.

2) A 10 cm^3 de la solution S, on ajoute 40 cm^3 de solution de chlorure de sodium. Le pH de cette nouvelle solution S_1 est 3,7. Comparer la quantité d'ions H_3O^+ présents dans les 50cm^3 de S_1 avec la quantité d'ions H_3O^+ apportés par les 10 cm^3 de S. Interpréter le résultat.

3) A 10 cm^3 de la solution S, on ajoute 40 cm^3 de solution d'éthanoate de sodium à 10^{-2} $mol.\ell^{-1}$. Le pH du mélange S_2 obtenu est égal à 6,4.

a) Comparer la quantité d'ions H_3O^+ dans les 50 cm^3 de S_2 avec la quantité d'ions H_3O^+ apportés par les 10 cm^3 de S. Interpréter qualitativement le résultat et écrire l'équation chimique correspondante.

b) Quelles sont les espèces chimiques présentes dans la solution ?

c) Déterminer la concentration de chacune d'elles.

III-12

On considère deux solutions S_1 et S_2 de même concentration. S_1 est obtenu par dilution dans 500 mℓ d'eau d'un volume $V_0 = 0,112$ ℓ de gaz $HC\ell$. S_2 est une solution d'acide méthanoïque de $pH_2 = 2,9$.

1) **a)** Ecrire l'équation de la réaction de $HC\ell$ avec l'eau.

b) Ecrire l'équation de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.

2) **a)** Déterminer la concentration C_1 et le pH de S_1.

b) Comparer pH_1 et pH_2. Conclure.

3) On prépare deux solutions S et S'. S est obtenu en ajoutant 20 mℓ d'eau distillée à 20 mℓ de la solution S_2 d'acide méthanoïque : le pH du mélange S est pH = 3,1. S' est obtenu en ajoutant 20 mℓ de solution d'hydroxyde de sodium de concentration 10^{-2} mol.ℓ^{-1} à 20 mℓ de solution S_2. le pH de la solution S'est pH = 7,7.

a) Calculer les concentrations des espèces chimiques dans le mélange S.

b) Calculer les concentrations des espèces chimiques dans le mélange S'.

c) En comparant pour chaque mélange le nombre de moles initiales d'acide méthanoïque dans les 20 mℓ de S_2 et le nombre de moles d'acide méthanoïque dans les solutions S et S', déduire dans chaque cas, s'il y a eu réaction chimique ou pas.

III-13

On prépare 200,0 mℓ de solution S_1 de sulfite de sodium à $1,00.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} par dissolution de sulfite de sodium heptahydraté Na_2SO_3, 7 H_2O. On mesure le pH de la solution obtenue, et on trouve pH = 9,6.

1) Déterminer la masse de solide à peser pour préparer cette solution.

2) **a)** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ion sulfite avec l'eau.

b) Identifier le couple acide / base auquel participe l'ion sulfite.

c) L'acide conjugué de SO_3^{2-} est également la base conjuguée d'un acide. Donner la formule de cet acide.

3) En diluant dix fois S_1, on prépare une solution S_2.

Un échantillon de S_2 est donné à trois élèves : Ariane, Thierry et Adama, qui en mesurent le pH. Ariane trouve 6,8, Thierry trouve 9,9 et Adama trouve 9,1.

Quelle est la bonne valeur ? Justifier la réponse.

III-14

Au cours d'un T.P, il est demandé de mesurer et de comparer les valeurs du pH de solutions d'acide chlorhydrique et d'acide éthanoïque de différentes concentrations molaires.

1) On dispose au départ d'une solution de concentration C = $1,0.10^{-1}$ mol.ℓ^{-1}, d'une pipette graduée de 1 à 10 mℓ et d'une fiole jaugée de 50 mℓ. Comment procéderiez-vous pour préparer 50 mℓ d'une solution de concentration molaire $5,0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} ?

2) Avec un pH-mètre convenablement étalonné, on obtient les valeurs suivantes :

C (mol.ℓ^{-1})	5.10^{-2}	10^{-2}	5.10^{-3}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
pH ($HC\ell$)	1,3	2,0	2,3	3,0	4,0	5,0
pH (CH_3COOH)	3,1	3,4	3,6	3,9	4,4	5,2
−log (C)						

a) Compléter le tableau.

b) Sur un même graphique, tracer les courbes représentant les variations du pH en fonction de −logC avec l'échelle : 40 mm pour représenter 1 unité de −logC ou de pH.

c) A partir de l'une des courbes que vous désignerez, définissez et justifier le caractère acide fort de l'un des acides. Peut-on prévoir le pH de sa solution de concentration 5.10^{-4} mol.ℓ^{-1} ?

d) A partir de l'autre courbe, que pouvez-vous dire du caractère de l'autre acide et pourquoi ?

3) Déterminer les concentrations des espèces chimiques présentes dans les solutions d'acide éthanoïque de concentration : 10^{-2} et 10^{-4} mol.ℓ^{-1}

4) Calculer la valeur du coefficient de dissociation pour une solution de concentration C = $1,0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} puis pour une solution de concentration C = $1,0.10^{-4}$ mol.ℓ^{-1}.

5) Qu'en déduisez-vous sur le comportement de l'acide éthanoïque quand la concentration diminue ?

III-15

1) Un bécher contient une solution B de benzoate de sodium C_6H_5COONa de volume V_B = 25 mℓ et de concentration $C_B = 1,0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}. On mesure le pH et on trouve $pH_B = 8,1$.

a) Ecrire l'équation bilan qui traduirait la dissolution totale du benzoate de sodium dans l'eau.

b) Pourquoi la mesure du pH permet-elle d'affirmer que l'ion benzoate est une base faible dans l'eau ? Justifier.

c) Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau.

d) Recenser les espèces chimiques dans la solution B et déterminer leur concentration.

1) On ajoute à cette solution B un volume V_A = 20 mℓ de solution A d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 1,0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}. Le pH du mélange C vaut alors $pH_C = 3,7$.

a) Déterminer les nombres de mol d'ion hydronium et d'ion benzoate initialement présents respectivement dans les solutions A et B avant le mélange.

b) Déterminer les nombres de mol d'acide benzoïque, d'ion hydronium et benzoate dans le mélange C.

c) En comparant les nombres de mol d'acide benzoïque formé et les nombres de mol d'ion benzoate et hydronium ayant disparu, déduire qu'une réaction chimique s'est produite.

d) Calculer la proportion α_1 d'ion benzoate et celle α_2 d'ion hydronium ayant réagi. Pourquoi α_1 est −elle différente de α_2 ?

e) Ecrire l'équation bilan de cette réaction chimique.

Chap. IV : LA CLASSIFICATION DES COUPLES ACIDE / BASE DANS L'EAU

IV-1

Le pKa du couple NH_4^+ / NH_3 est 9,2 et celui du couple $C_2H_5NH_3^+$ / $C_2H_5NH_2$ est 10,7.

1) Sur un axe gradué en pH, placer les domaines de prédominance des entités acides et basiques de ces deux couples.

2) On prépare une solution de chlorure d'ammonium $NH_4^+ + C\ell^-$ de concentration $1,0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} en soluté apporté, ainsi qu'une solution de chlorure d'éthylammonium $C_2H_5NH_3^+ + C\ell^-$ de même concentration. Quelle est la solution la plus acide ? Justifier la réponse.

IV-2

Le couple HF / F^- a un $pKa_1 = 3,2$; le couple C_6H_5COOH / $C_6H_5COO^-$ a un $pKa_2 = 4,2$.

1) Comparer la force des acides HF et C_6H_5COOH.

2) Comparer la force des bases F^- et $C_6H_5COO^-$

3) On prépare deux solutions de même concentration, l'une de HF et l'autre de C_6H_5COOH. Quelle est celle qui a le pH le plus élevé ?

4) On prépare deux solutions de même concentration, l'une de fluorure de sodium et l'autre de benzoate de sodium. Quelle est celle qui a le pH le plus élevé

IV-3

On prépare trois solutions, notées S_1, S_2, S_3, en dissolvant dans de l'eau pure trois bases qui seront notées B_1, B_2, B_3.

S_1 est une solution de la base B_1 de concentration $c_1 = 5,0.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$. S_2 est une solution de la base B_2 de concentration $c_2 = 5,0.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$. S_3 est une solution de la base B_3 de concentration $c_3 = 1,6.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$.

Les pH de ces solutions, mesurés à 25 °C, ont respectivement pour valeur : $pH_1 = 9,8$; $pH_2 = 11,2$; $pH_3=11,2$.

1) En rappelant la définition d'une base selon Brönsted, dire comment on notera la forme acide pour les couples acide / base précédents.

2) Définir « base forte », « base faible ».

3) Vérifier que l'une des trois bases est forte.

4) Comment peut-on comparer, en solution aqueuse, la force relative de deux bases faibles ?

5) Classer selon leur force, après justification ne nécessitant pas de calcul, les deux bases faibles.

6) Calculer le pKa du couple auquel appartient B_2.

IV-4

Une solution d'acide benzoïque a pour concentration $C = 10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$. Le pKa du couple acide benzoïque/ion benzoate est 4,2.

1) En considérant que l'acide est peu dissocié c'est à dire que $[H_3O^+] << C$, montrer que $pH = \frac{1}{2}(pKa - \log C)$. Calculer le pH.

2) Déterminer le pH de la solution en ne considérant pas l'approximation faite à la question 1). Conclure.

IV-5

Une solution contenant divers couples acido-basiques, dont le couple NH_4^+ / NH_3 de $K_A = 6,3.10^{-10}$, a un pH = 10,5.

1) Quelle est l'espèce prédominante du couple NH_4^+ / NH_3 dans cette solution ?

2) Déterminer le rapport $[NH_3]/[NH_4^+]$.

IV-6

Une solution d'acide acétique de concentration C a un pH = 3,9. Le pKa du couple auquel appartient l'acide acétique est 4,8.

1) Ecrire l'équation de la dissolution de l'acide acétique dans l'eau.

2) Montrer que $C = 10^{(pKa - 2pH)} + 10^{-pH}$

3) Calculer C.

IV-7

Un bécher contient V = 100 mℓ de solution de benzoate de sodium de concentration $C = 1,0.10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$. On mesure le pH et on trouve pH = 8,1.

1) Ecrire l'équation bilan qui traduirait la dissolution totale du benzoate de sodium dans l'eau.

2) Pourquoi la mesure du pH permet-elle d'affirmer que l'ion benzoate est une base faible dans l'eau ? Justifier. Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau.

3) On ajoute à cette solution un volume V' = 5,0 mℓ de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C' = 1,0.10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$. Le pH vaut alors 5,5. En déduire quelle est l'espèce du couple acide benzoïque / ion benzoate qui prédomine. Couple acide / base auquel appartient l'acide benzoïque : pKa = 4,2.

IV-8

On considère trois solutions aqueuses obtenues par dissolution des acides A_1, A_2 et A_3, toutes trois à $1,0.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$. La mesure, dans un ordre quelconque, du pH de ces trois solutions a donné les valeurs : 3,0 ; 3,6 et 6,1. La constante d'acidité de A_1 vaut $6,3.10^{-5}$; le pKa du couple A_3/B_3 vaut 9,2.

1) Que peut-on dire de l'acide A_2 ? Justifier.

2) Calculer le pKa du couple A_1/B_1. A_1 est-il plus fort que A_3 ?

3) Attribuer à chacune des solutions son pH.

4) Classer les bases conjuguées B_1, B_2 et B_3 par basicité croissante.

IV-9

Le pKa du couple $HCOOH/HCOO^-$ est 3,80, celui du couple $C_2H_5NH_3^+/C_2H_5NH_2$ est 10,7.

1) Sur un axe gradué en pH, placer les domaines de prédominance des espèces acide et basique de ces deux couples.

2) L'acide formique HCOOH et l'éthylamine $C_2H_5NH_2$ peuvent-ils être les espèces prédominantes de la même solution ?

3) Décrire la suite de manipulations à réaliser pour vérifier que l'éthylamine est une base plus forte que l'ion formiate.

IV-10

On considère trois solutions aqueuses obtenues par dissolution des bases B_1, B_2 et B_3, toutes trois à $1,0.10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$. La constante d'acidité du couple A_1 / B_1 vaut $Ka_1 = 2,0.10^{-10}$; celle du couple A_2/B_2 vaut $Ka_2 = 2,5.10^{-11}$ et le pKa du couple A_3/B_3 vaut $pKa_3 = 11,6$.

1) Calculer le pKa des couples A_1/B_1 et A_2/B_2.

2) Placer les pKa des trois couples considérés sur un axe gradué en pH. En déduire la base la plus forte et la base la plus faible.

3) La mesure du pH des trois solutions a donné les valeurs suivantes : 11,8 ; 10,9 ; 11,3. Attribuer à chaque solution son pH.

IV-11 Extrait BAC 2006 Série C-E

L'acide benzoïque est un solide de formule C_6H_5COOH. A 25 °C, sa solubilité dans l'eau est de 2,40 $g.\ell^{-1}$.

1) Ecrire l'équation-bilan de la dissolution de l'acide benzoïque dans l'eau.

2) Une solution saturée d'acide benzoïque a un pH = 2,95. La réaction de l'acide benzoïque avec l'eau étant la réaction prépondérante, déterminer $[C_6H_5COO^-]_{aq}$.

3) Exprimer la solubilité s de l'acide benzoïque en mol.ℓ$^{-1}$. Sachant que s = $[C_6H_5COOH]_{aq}$+ $[C_6H_5COO^-]_{aq}$ déterminer $[C_6H_5COOH]_{aq}$.

4) Vérifier alors que le pKa = 4,2 pour l'acide benzoïque.

5) L'expérience montre que, dans toute solution aqueuse saturée d'acide benzoïque, $[C_6H_5COOH]_{aq}$ a la valeur calculée à la « question 3) », quel que soit le pH de la solution. Dans une solution dont le pH est maintenu constant, on dissout de l'acide benzoïque jusqu'à saturation.

a) Exprimer $[C_6H_5COO^-]_{aq}$ dans cette solution en fonction du pH.

b) En déduire la solubilité totale de l'acide benzoïque dans une solution de pH = 5,5. Exprimer la réponse en mol.ℓ$^{-1}$, puis en g.ℓ$^{-1}$.

6) Le pH de la solution précédente est ramené à 2,2 sans variation de volume. Qu'observe-t-on ?

IV-12.

On dissous du gaz ammoniac dans V litre d'eau.

1) Ecrire l'équation de la réaction.

2) Calculer le pH de la solution ainsi préparée sachant que le pKa du couple NH_4^+ / NH_3 est pKa = 9,3 et que α = 2 % des molécules NH_3 sont ionisées.

3) Calculer la concentration des ions ammonium et en déduire la concentration initiale de l'ammoniac.

4) On ajoute à V_B = 10 mℓ de la solution aqueuse de NH_3, V_A mℓ d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 5.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$. Pour quelle valeur de V_A le pH du mélange est-il égal à 9,3 ?

IV-13

Sept béchers contiennent respectivement un même volume V = 100 mℓ de solutions différentes, mais de même concentration c = $1{,}0.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

On numérote chaque bécher et on mesure le pH. Toutes les mesures sont effectuées à la température de 25°C.

N° bécher	1	2	3	4	5	6	7
pH	2,9	7,0	5,6	11,3	10,6	3,1	12

Chaque solution a été préparée par dissolution dans l'eau distillée de l'un des sept composés suivants :

A : Chlorure de sodium ; C : Acide benzoïque ; B : Chlorure d'ammonium ; D : Méthylamine ; E : Hydroxyde de sodium ; F : Ammoniac ; G : Acide méthanoïque.

1) Identifier la solution se trouvant dans chaque bécher en complétant le tableau ci-dessus par les lettres A, B, C, D, E, F et G. Justifier votre choix.

2) Ecrire les équations des réactions qui se produisent lors de la dissolution des composés suivants :

Le chlorure d'ammonium ; le méthylamine ; l'hydroxyde de sodium.

3) On considère la solution B.

a) Des deux espèces NH_4^+ et NH_3 déterminer sans calcul celle qui est en quantité prépondérante. Justifier votre réponse.

b) On verse dans la solution B une certaine quantité de soude, le pH de la solution devient 11.

Même question qu'au **3) a)**.

Données à 25 °C :

- pKa = 9,2 pour le couple auquel appartient l'ammoniac.
- pKa = 10,6 pour le couple auquel appartient la méthanamine.
- pKa = 4,2 pour le couple auquel appartient l'acide benzoïque.
- pKa = 3,7 pour le couple auquel appartient l'acide méthanoïque.

IV-14

Le pH d'une solution aqueuse S_1 de fluorure d'hydrogène HF est égal à 2,65. Le pKa du couple acide / base vaut 3,18. Soit C_o la concentration initiale de l'acide fluorhydrique.

1) Calculer les valeurs numériques de C_0 et de α (coefficient de dissociation) pour cette solution S_1.

On met 1 mℓ de la solution S_1 dans une fiole jaugée de 2 ℓ et on complète avec de l'eau distillée. On obtient ainsi une solution S_2.

2) Calculer la concentration C de S_2.

3) On ajoute quelques gouttes des indicateurs colorés suivants dans S_2.

En déduire le domaine possible des valeurs du pH ainsi que celle de $[H_3O^+]$ et du coefficient de dissociation α de la solution S_2. Comparer α(S_1) et α(S_2) ; conclure.

Indicateurs colorés	Dans S_2
Rouge de bromocrésol	orangé
Vert de bromocrésol	vert
Bleu de bromothymol	jaune

On donne le tableau suivant pour les indicateurs colorés précédents.

Indicateurs colorés	Couleur forme acide	Limite zone de virage	Couleur forme basique
Rouge de bromocrésol	jaune	5,2 – 6,8	rouge
Vert de bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	bleu
Bleu de bromothymol	jaune	6 – 7,6	bleu

4) Calculer le pH de la solution S_2. Cette valeur du pH est-elle située dans le domaine précédent ?

IV-15

L'hélianthine est un indicateur coloré d'acido-basicité. Il peut être considéré comme un acide faible dont le couple acide / base est noté en abrégé HIn / In$^-$, et a un pKa = 3,8

1) Ecrire l'équation chimique traduisant la réaction de l'hélianthine avec l'eau.

2) Définir la constante d'acidité Ka du couple HIn /In$^-$. La calculer.

3) On admet que la couleur d'une solution contenant quelques gouttes d'hélianthine apparaît :

Rouge : couleur de sa forme acide si [HIn] > 5[In$^-$] ;

Jaune : couleur de sa forme basique si [In$^-$] > 5[HIn].

Quelles sont les valeurs du pH qui délimitent la zone de virage de cet indicateur coloré ?

IV-16

L'étiquette d'un flacon contenant une solution S_0 d'acide méthanoïque de commerce porte les indications suivantes :

- Masse d'acide pur = 80 %
- Densité de la solution : d = 1,18

1) Calculer la molarité C_0 de la solution S_0.

2) On prélève un volume v = 5 mℓ de S_0 que l'on complète à l'eau distillée pour obtenir 1 ℓ de solution S ; donner la molarité C de la solution S.

3) On mesure le pH de la solution S et on trouve 2,4. Calculer les concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques de la solution S. En déduire le pKa du couple acide méthanoïque / ion méthanoate.

4) On verse dans la solution S quelques gouttes d'indicateur coloré HIn. Le couple HIn / In^- a un pKa = 5,1. La forme acide HIn de cet indicateur est rouge, la forme basique In^- est jaune. Une solution contenant quelques gouttes de cet indicateur coloré apparaît rouge si $[HIn] > 10 [In^-]$ et jaune si $[In^-] > 10 [HIn]$.

a) Quelles sont les valeurs du pH délimitant la zone de virage de cet indicateur ?

b) Quelle couleur prend alors la solution ?

IV-17

L'acide lactique $CH_3–CH(OH)–COOH$, produit dans la cellule musculaire au cours de l'effort, réagit avec le milieu aqueux cellulaire.

La base conjuguée de l'acide lactique est l'ion lactate $CH_3–CH(OH)–COO^-$. La constante du couple acide lactique /ion lactate est telle que pKa = 3,9.

1) a) Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide lactique avec l'eau.

b) Considérant qu'une espèce chimique X est majoritaire par rapport à une autre Y lorsque les concentrations vérifient $[X] \geq 100[Y]$, quel doit être le pH minimal d'une solution pour que l'ion lactate soit majoritaire ?

2) On étudie un effort musculaire et on observe qu'il en résulte un accroissement de la concentration de l'ion lactate. Cette concentration passe de $1,1.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} en début d'effort à $30,5.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} en fin d'effort, tandis que le pH de la cellule reste voisin de 7,4.

a) Quelles sont les concentrations molaires volumiques de la forme acide du couple acide lactique / ion lactate en début et en fin d'effort ?

b) Quelle est par litre de solution la quantité totale d'acide lactique produite au cours de l'effort ?

c) Quelle est la quantité d'ions H_3O^+ libérée par litre de solution par l'action de cette quantité d'acide lactique avec le milieu aqueux cellulaire ?

d) Quel serait le pH d'une solution aqueuse contenant cette quantité d'ions H_3O^+ par litre de solution ?

3) Comment expliquez-vous que le pH d'une cellule musculaire reste voisin de 7,4 ?

IV-18

1) On dispose d'une solution commerciale d'acide sulfurique de densité d = 1,8 et contenant 49 % en masse d'acide pur. Calculer la concentration molaire C_0 de la solution commerciale.

2) On désire préparer un volume V = 300 mℓ d'une solution S de concentration $C = 3.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} à partir de la solution commerciale. On considère l'acide sulfurique comme un diacide fort en première approximation.

a) Quel volume V_0 de la solution commerciale aurait-il fallu pour cela ? En déduire le volume d'eau à compléter.

b) Calculer le pH de la solution S.

3) En réalité, le pH de la solution est égal a 1,42. On explique cela par le fait que la seconde acidité de l'acide sulfurique est faible ; l'ion HSO_4^- obtenu lors de l'ionisation totale de H_2SO_4 n'est pas un acide fort : il n'est que partiellement dissocié dans l'eau.

a) Ecrire les équations des différentes réactions chimiques.

b) Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution.

c) Calculer la constante d'acidité Ka et la constante pKa du couple acide–base présent dans la solution S.

IV-19

L'ion éthylammonium $C_2H_5NH_3^+$ est un acide dont la base conjuguée est l'éthylamine $C_2H_5NH_2$.

On dispose de trois solutions aqueuses A, B et C de même concentration $C = 10^{-1}$ mol.ℓ^{-1} :

- A est une solution de chlorure de sodium ;
- B est une solution de chlorure d'éthylammonium ;
- C est une solution d'hydroxyde de sodium.

1) Les mesures de pH, à 25°C, de ces trois solutions prises dans un ordre quelconque sont : 5,9 ; 7,0 ; 13,0.

En indiquant, sans calcul, les raisons de votre choix, attribuer à chacune des solutions la valeur de son pH.

2) On ajoute 100 cm^3 de solution C à 100 cm^3 de solution A. Le pH de la solution obtenue est 12,7.

Montrer que cette valeur de pH permet de conclure à une simple dilution.

3) Maintenant, on ajoute 100cm^3 de solution C à 100cm^3 de solution B. Le pH de la solution obtenue est 11,7.

Comparer la quantité n_0 d'ions OH^- apportés par les 100 cm^3 de solution C à la quantité n d'ions OH^- présents dans le mélange. Peut-on dire qu'il y a eu réaction lors du mélange des solutions B et C ? Si oui, écrire l'équation de la réaction.

4) Déduire de ce qui précède l'équation-bilan de la réaction d'ionisation dé l'éthylamine en solution aqueuse. Calculer le pKa du couple ion éthylammonium / éthylamine.

IV-20

I) On veut préparer deux solutions aqueuses, l'une de chlorure d'ammonium, l'autre d'ammoniac, de même concentration molaire volumique 10^{-1} mol.ℓ^{-1}. Ces solutions sont respectivement notées (A) et (B).

1) Quelle masse de chlorure d'ammonium anhydre doit-on dissoudre dans l'eau pour préparer un litre de solution (A) ?

2) Pour préparer la solution d'ammoniac, on dispose d'une solution mère de concentration 1 mol.ℓ^{-1}. Calculer le volume de cette solution mère à prélever pour obtenir 200 mℓ de solution B.

II) On mélange un volume v_A = 10 mℓ de la solution (A) et un volume v_B = 20 mℓ de la solution (B). Le pH du mélange est égal à 9,6.

1) a) Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange en négligeant les espèces ultra minoritaires.

b) Exprimer le rapport de la concentration de la base à la concentration de son acide conjugué en fonction des volumes v_A et v_B mélangés.

2) On admettra que le résultat précédent reste valable tant que 0,1 < [Base]/[Acide] < 10.

Différents mélanges des solutions (A) et (B) sont réalisés. On mesure à chaque fois leur pH.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

v_A mℓ	20	20	20	20	5	10	15
v_B mℓ	5	10	15	20	20	20	20
pH	8,7	9	9,18	9,3	9,9	9,6	9,43

a) Pour chaque mélange, calculer le rapport de la concentration de la base à la concentration de son acide conjugué, soit : [Base]/[Acide]

b) Tracer sur papier millimétré la courbe :

$pH = f\left(\log\left(\frac{[Base]}{[Acide]}\right)\right)$ En abscisses : 1 cm → 0,1 unité de log ; En ordonnées : 1 cm → 0,1 unité de pH. On placera pH = 8,5 à l'origine des axes.

3) Utiliser la courbe pour trouver :

a) La relation entre le pH et log([Base]/[Acide]).

b) La constante d'acidité Ka du couple ion ammonium / ammoniac.

IV-21

1) Quelle masse de chlorure d'ammonium anhydre doit-on dissoudre dans l'eau pour préparer un litre d'une solution (A) de concentration $C_0 = 10^{-1}$ mol.ℓ$^{-1}$?

2) Pour préparer une solution (B) d'ammoniac de même concentration, on dispose d'une solution mère de concentration 1 mol.ℓ$^{-1}$. Calculer le volume de cette solution mère à prélever pour obtenir 200 mℓ de (B).

On mélange un volume $V_A = 10$ mℓ de la solution (A) et un volume $V_B = 20$ mℓ de la solution (B).

3) a) Déterminer les concentrations des deux espèces NH_3 et NH_4^+ dans le mélange.

b) Déterminer le pH de ce mélange, sachant que le pKa du couple NH_4^+/NH_3 est pKa = 9,3.

4) On considère les solutions aqueuses suivantes, toutes de même concentration $C_0 = 10^{-1}$ mol.ℓ$^{-1}$

C est une solution aqueuse de $(CH_3)_3NHC\ell$; D est une solution aqueuse de $NH_4C\ell$.

On donne : pKa = 9,8 pour le couple $(CH_3)_3NH^+/(CH_3)_3N$.

a) Sur un axe gradué en pH placer les domaines de prédominance des deux espèces de chaque couple.

b) Dans quel domaine de pH les espèces NH_3 et $(CH_3)_3NH^+$ peuvent–elles être majoritaires dans une solution ?

c) Des deux solutions C et D, quelle est celle qui a été préparée avec l'acide le plus fort ? Justifier.

d) Des deux solutions C et D, quelle est celle qui aura le pH le plus élevé ? Justifier.

5) On considère maintenant une solution d'ammoniac de concentration $Cb = 10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

Quel volume Va de chlorure d'hydrogène gazeux faut–il dissoudre dans un volume Vb = 20 mℓ de la solution d'ammoniac pour obtenir un mélange de pH = 4.

Chap. V : REACTIONS ACIDES FORTS ET BASES FORTES

V-1

On mélange $V_B = 20$ cm^3 d'une solution de potasse KOH à $C_B = 10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$ et $V_A = 5$ cm^3 d'une solution de bromure d'hydrogène HBr de concentration C_A inconnue ; le pH du mélange est égal à 11.

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit.

2) En déduire les concentrations en H_3O^+, OH^-, K^+, Br^-.

3) Calculer C_A.

4) Quel volume V_A' de solution d'acide bromhydrique faut-il ajouter aux 5 cm^3 déjà versés pour atteindre le point d'équivalence ?

5) Quel est le pH de la solution d'acide bromhydrique utilisée ?

V-2

A $V_a = 50$ mℓ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2{,}0.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$, on ajoute $V_b = 50$ mℓ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 1{,}0.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

1) Donner l'équation-bilan de la réaction qui a lieu.

2) Atteint-on l'équivalence acido-basique à la suite de cette addition ? Préciser si la solution obtenue est acide, basique ou neutre.

3) Déterminer le pH de la solution.

4) Calculer la concentration des différentes espèces présentes dans cette solution. Conclure.

V-3

L'étiquette d'un flacon d'un produit d'entretien porte l'indication : « solution d'hydroxyde de sodium à 20% ». Pour en faire la vérification, on effectue les expériences suivantes (la solution du flacon sera notée S_0).

1) On prépare, à partir de S_0, 1000 mℓ de solution S_1 de concentration C_1, 100 fois plus petite que celle de S_0.

a) Calculer le volume de solution S_0 nécessaire.

b) Décrire le mode opératoire et le matériel utilisé.

2) On prélève un volume $V_1 = 10$ mℓ de la solution S_1 que l'on titre à l'aide d'une solution A d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 0{,}1$ mol.ℓ$^{-1}$ grâce à un indicateur coloré.

a) L'équivalence acido-basique est obtenue lorsque l'on a versé un volume $V_a = 6{,}0$ mℓ de la solution A.

Ecrire l'équation du titrage. En déduire la concentration C_1 de la solution S_1.

b) Préciser les coordonnées du point d'équivalence.

La masse volumique de la solution S_0 est 1220 kg.m^{-3}. En déduire le pourcentage en masse d'hydroxyde de sodium dans S_0 et comparer avec l'indication de l'étiquette.

V-4. Extrait BAC 2007 Série C–E 1er Tour

Dans Va = 30 mℓ d'une solution d'acide bromhydrique (HBr) de concentration Ca = 10^{-2} moℓ.ℓ$^{-1}$, on verse un volume v de solution d'éthanolate de sodium (C_2H_5–ONa) dans l'éthanol de concentration Cb = $1{,}5.10^{-2}$ moℓ.ℓ$^{-1}$. On précise que l'ion éthanolate est une monobase forte. On ajoute quelques gouttes de bleu de bromothymol.

1) a) Ecrire les équations de dissolution de cet acide et de cette base. Recenser les espèces chimiques dans le mélange (sans tenir compte de la présence de l'indicateur).

b) Calculer la valeur de v quand l'équivalence est atteinte. Quel est le pH de la solution ? Quelle est la coloration de la solution ?

2) Calculer la valeur de v quand le pH du mélange est égal à 2,5. Quelle est la coloration de la solution ?

3) Quel volume minimal d'éthanolate de sodium doit-on verser pour que la solution obtenue soit de couleur bleue ?

4) Quel est le pH de la solution lorsque $v = 25$ mℓ ?

Préciser la nature de la solution. On donne le tableau suivant pour le bleu de bromothymol.

pH	0 6,0	7,1	14
couleur	jaune	vert	bleu

On admet que la présence de l'éthanol dans le mélange n'affecte pas la zone de virage ainsi que la couleur de l'indicateur coloré.

V-5

On introduit dans un bécher 10,0 mℓ d'une solution d'acide nitrique, 20 mℓ d'eau distillée, puis on ajoute à la burette V_B (mℓ) d'une solution d'hydroxyde de potassium, de concentration $C_B = 2{,}00.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$, en relevant le pH après chaque ajout. Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus :

V_B	0	1	2	3	4	5	6	6,5
pH	1,80	1,90	2,05	2,15	2,30	2,50	2,70	2,90
V_B	7	7,5	8	8,5	9	10	11	12
pH	3,25	6,95	10,75	11,05	11,2	11,4	11,5	11,6

1) Avec quel matériel mesure-t-on :

a) Les 10,0 mℓ de solution d'acide nitrique ?

b) Les 20 mℓ d'eau distillée ?

2) Pourquoi ajoute-t-on de l'eau distillée ? Cet ajout modifie-t-il le volume équivalent ? Justifier.

3) Quel réglage préalable faut-il faire avant de mesurer le pH d'une solution ?

4) Ecrire l'équation-bilan du dosage.

5) Tracer le graphe pH = f (V_B). En déduire le volume équivalent V_{B_E} .

6) Déterminer alors les concentrations molaire et massique de la solution d'acide nitrique.

7) Choisir, dans la liste ci-dessous, un indicateur coloré adapté pour ce dosage. Justifier la réponse.

Indicateurs	Zones de virages
a) Rouge de méthyle	4,2 – 6,2
b) Rouge neutre	6,8 – 8,0
c) Jaune d'alizarine	10,1 – 12,1

V-6

L'étiquette d'une bouteille contenant une solution S_0 d'acide chlorhydrique porte les indications suivantes :

– Acide chlorhydrique, masse volumique : $\mu = 1190$g.ℓ$^{-1}$.

– Pourcentage en masse d'acide chlorhydrique : 37 %.

On introduit $V_0 = 4{,}2$ mℓ de S_0 dans une fiole jaugée de volume V = 500 mℓ contenant environ 100 mℓ d'eau distillée et l'on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

1) Décrire le prélèvement des 4,2 mℓ de solution S_0.

2) Pourquoi a-t-on introduit de l'eau distillée dans la fiole jaugée avant d'introduire la solution d'acide chlorhydrique ?

3) Déterminer l'ordre de grandeur de la concentration de la solution S ainsi préparée.

4) Afin de vérifier cette concentration, on dose S par une solution B d'hydroxyde de potassium de concentration $C_B = 4{,}00.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

Dans 20,0 mℓ de cette dernière solution, on verse V_S (mℓ) de la solution S et l'on mesure le pH après chaque ajout. On obtient les résultats suivants :

V_S	0	1	2	3	4	5	6	7
pH	12,6	12,5	12,45	12,35	12,25	12,1	11,95	11,7
V_S	8	8,5	9	10	11	12	13	
pH	11,15	3,60	2,72	2,30	2,10	2,0	1,90	

a) Faire un schéma du dispositif utilisé pour le dosage.

b) Construire la courbe pH = f (V_S). Déterminer le volume équivalent V_{S_E} .

c) En déduire la concentration de la solution S. Conclure.

5) Choisir, dans la liste ci-dessous, un indicateur coloré adapté pour ce dosage, indiquer l'évolution de teinte lors du virage. Justifier la réponse.

Indicateurs	Zone de virage et couleurs
a) Hélianthine	Rouge 3,1 – 4,4 jaune
b) Bleu de bromophénol	Jaune 3,0 – 4,6 bleu
c) Bleu de bromothymol	Jaune 6,0 – 7,6 bleu

V-7

Une solution S ne contient que de l'acide chlorhydrique et du chlorure de sodium dissous. Afin de déterminer la concentration de chacun des ions présents dans cette solution, on réalise deux dosages.

1) On prélève 5,0 mℓ de S que l'on fait réagir avec du nitrate d'argent en excès. Le précipité obtenu est filtré, rincé, séché, puis pesé. Sa masse vaut m = 61 mg.

a) De quel ion cette manipulation permet-elle de déterminer la concentration ?

b) Ecrire l'équation-bilan de la précipitation. En déduire la concentration, dans la solution S, de l'ion ainsi dosé.

c) On laisse le précipité à la lumière. Qu'observe-t-on ? Justifier.

2) On dose 20,0 mℓ de solution S par une solution B d'hydroxyde de potassium de concentration : $C_B = 5{,}00.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$ en présence de phénolphtaléine comme indicateur. L'équivalence est obtenue pour $V_{B_E} = 18{,}8$ mℓ.

a) Faire un schéma annoté du dispositif de dosage.

b) Quelle évolution de teinte observe-t-on ?

c) De quel ion cette manipulation permet-elle de déterminer la concentration ? Ecrire l'équation-bilan du dosage. En déduire la concentration de cet ion dans la solution S.

3) Déterminer la concentration des ions hydroxyde présents dans la solution S prise à 25 °C.

4) En déduire la concentration des ions sodium dans la solution S.

V-8

On dispose des solutions aqueuses suivantes :

– Solution S_1 d'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 4.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

– Solution S_2 de chlorure de calcium $CaC\ell_2$ de concentration $C_2 = 2.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

– Solution S_3 d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de concentration $C_3 = 3.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

1) Calculer le pH de chaque solution.

2) On prépare une solution S en mélangeant $V_1 = 50$mℓ de S_1, $V_2 = 30$ mℓ de S_2 et $V_3 = 20$ mℓ de S_3.

Calculer le pH de la solution S obtenue.

3) On verse dans la solution quelques gouttes d'hélianthine. On donne ci-dessous les couleurs de l'hélianthine en fonction du pH.

Rouge 3,1 orange 4,4 jaune → pH

a) Quelle est la coloration de la solution S ?

b) Quel volume minimal V_4 d'hydroxyde de sodium de concentration massique $C_4 = 2\ \text{g}.\ell^{-1}$ doit-on verser dans la solution S pour obtenir un mélange de couleur jaune ?

c) Quel devrait être le volume minimal du dihydroxyde de calcium (solution S_3) à ajouter à la solution S pour obtenir un mélange de couleur jaune ?

V–9

L'acide sulfurique, de formule H_2SO_4, peut être considéré comme un diacide fort, c'est-à-dire qu'il libère deux ions H^+ pour donner deux ions H_3O^+ lors de sa mise en solution dans l'eau. Un litre d'une solution S d'acide sulfurique a été préparé en diluant un volume $V_0 = 5{,}0$ mℓ d'une solution commerciale, notée S_0. On dose un volume $V = 10{,}0$ mℓ de S par une solution B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0{,}100\ \text{mol}.\ell^{-1}$; l'équivalence est obtenue pour un volume $V_B = 16{,}6$ mℓ.

1) Ecrire l'équation-bilan de la dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau. En déduire une relation entre $[H_3O^+]$ et la concentration C de la solution H_2SO_4.

2) Décrire précisément la préparation de S à partir de S_0.

3) Quel test simple permet de vérifier la présence d'ions sulfate dans la solution S ? Ecrire son équation-bilan.

4) Déterminer la concentration des ions H_3O^+ dans la solution S ; en déduire la concentration C de la solution S, puis la concentration C_0 de S_0.

5) L'étiquette du flacon contenant la solution S_0 porte :

– Densité par rapport à l'eau d = 1,81.

– Pourcentage en masse d'acide sulfurique : 90 %. Les résultats trouvés sont-ils en accord avec ces indications ?

V-10

L'éthanol, de formule C_2H_5OH, réagit avec le sodium (réaction 1). L'ion éthanolate $C_2H_5O^-$ formé au cours de cette réaction réagit avec l'eau (réaction 2).

– Dans 20 mℓ d'éthanol pur on introduit 1,0 g de sodium ; une réaction assez vive, exothermique se produit, accompagnée d'un dégagement gazeux important.

– Quand tout le sodium a disparu, on refroidit le mélange réactionnel. On le verse dans une fiole jaugée de 200 mℓ contenant déjà un peu d'eau distillée. On complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. Soit S la solution homogène ainsi obtenue.

– On dose une prise d'essai de 10,0 mℓ de la solution S par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $1{,}0.10^{-1}\ \text{mol}.\ell^{-1}$.

Données : Masse volumique de l'éthanol : $\rho = 790\ \text{g}.\ell^{-1}$.

I) 1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction 1. Cette réaction peut-elle être considérée comme une réaction acido-basique ? Justifier la réponse.

2) Montrer que l'éthanol est introduit en excès par rapport au sodium.

3) En déduire la quantité (en mol) d'ions éthanolate formée lors de la réaction 1.

4) L'ion éthanolate est une base forte ; donner la définition d'une base forte. Ecrire l'équation-bilan de la réaction 2 et montrer que cette réaction est une réaction acido-basique.

II) 1) Le volume de la solution d'acide chlorhydrique versé pour atteindre l'équivalence est 21,4 mℓ.

Par quelle méthode peut-on repérer cette équivalence ?

2) Faire un schéma annoté du dispositif utilisé pour réaliser le dosage de la solution S.

3) Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage.

4) Déduire du volume d'acide chlorhydrique versé à l'équivalence la quantité (en mol) d'ions hydroxyde présents dans les 200 mℓ de la solution S.

5) Montrer que ce résultat est en accord avec la réponse donnée à la question Partie I. 3).

Chap. VI : REACTIONS ACIDES FAIBLES–BASES FORTES ET ACIDES FORTS–BASES FAIBLES

VI-1

On considère le dosage d'un volume V_A d'une solution d'acide faible AH de concentration C_A par une solution de soude de concentration C_B.

1) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.

2) Définir l'équivalence de ce dosage. Comment la repère-t-on expérimentalement ?

3) Quelle relation peut-on écrire à l'équivalence ? Justifier.

4) Que vaut le pH à la demi-équivalence ? Le justifier.

5) La solution à l'équivalence est-elle acide, basique ou neutre ? Justifier la réponse.

VI-2

Choisir la (ou les) bonne(s) réponse (s) et la (ou les) justifier brièvement.

Lors du dosage d'un acide faible par une base forte :

1) Au point d'équivalence à 25 °C, le pH est-il :

a) égal au pKa ? **b)** supérieur à 7 ? **c)** inférieur à 7 ?

2) La quantité d'ions OH^- versés à l'équivalence est-elle :

a) Egale à la quantité d'ions H_3O^+ existant dans la solution initiale ?

b) Egale à la quantité d'acide introduit dans la solution initiale ?

3) L'ajout d'eau distillée à la solution d'acide faible prélevée pour un dosage :

a) Ne change pas le volume de base versé à l'équivalence ;

b) Diminue le pH initial de l'acide ;

c) Augmente le pH à l'équivalence ;

d) Ne modifie pas le pH à la demi-équivalence.

4) Si le graphe pH = f (V_B) du dosage d'un monoacide AH par la soude présente deux points d'inflexion pour V_{B1} et V_{B2} ($V_{B1} < V_{B2}$) :

a) L'acide dosé est faible ; **b)** $V_{B2} = 4\ V_{B1}$.

VI-3

Dans un bêcher A on verse 10 cm^3 d'une solution d'acide chlorhydrique, dans un bêcher B, 10 cm^3 d'une solution d'acide éthanoïque. Dans une burette graduée on verse une solution d'hydroxyde de sodium à $10^{-2}\ \text{mol}.\ell^{-1}$.

1) Décrire un mode opératoire de dosage pH-métrique de chacune des deux solutions acides.

2) Les dosages ont leurs résultats regroupés dans le tableau suivant ;

v(mℓ)	0	2	4	6	8	9	9,4	9,8	10	10,2	10,4	10,6	11	12	13
pH_1	1,9	2	2,2	2,4	2,8	3,2	3,4	4,6	7	9,1	9,7	9,9	10,4	10,7	12,1
pH_2	3,3	4,4	4,7	4,9	5,3	5,7	5,9	6,2	8,2	9,1	9,7	9,9	10,4	10,7	10,9

a) Vers quelle limite doit tendre les deux graphes ?

b) L'une des mesures est aberrante, laquelle ? Citer une cause ayant conduit à cette aberration. Corriger la valeur de la mesure aberrante.

c) Tracer dans le même repère les courbes $pH_1 = f(v)$ et $pH_2 = f(v)$. Echelles : 1cm par unité de pH ; 1cm pour 1mℓ.

3) a) Identifier la courbe correspondant au dosage de la solution du bêcher A et celle correspondant au dosage de la solution du bêcher B. Justifier la réponse.

b) Exploiter les graphiques obtenus pour déterminer la concentration de chacune des deux solutions A et B, et la valeur approchée du pKa du couple acide éthanoïque / ion éthanoate.

4) Les affirmations suivantes sont-elles justes ou fausses?

a) Au cours du dosage lorsque le nombre de mol de NaOH versé dans le bêcher B est égal à la moitié du nombre de mol de CH_3COOH contenu dans ce bêcher alors la solution obtenue est une solution tampon.

b) La concentration molaire volumique des ions chlorures ne varie pas au cours du dosage.

c) Le nombre de mol d'ion éthanoate contenu dans le bêcher varie au cours du dosage.

5) Ecrire les équations bilans des réactions qui se déroulent :

a) Dans le bêcher A au cours du dosage.

b) Dans le bêcher B au cours du dosage.

VI-4

La Phénolphtaléine (P.P) est un indicateur coloré qui met en jeu le couple acide / base HInd / Ind^- dont le pKi est 8,9. HInd est incolore et Ind^- est rose. Une solution aqueuse de phénolphtaléine apparaît :

$$\text{incolore si : } \frac{[HInd]}{[Ind^-]} > 8 \text{ et rose si : } \frac{[Ind^-]}{[HInd]} > 10.$$

1) Quelles sont les valeurs du pH qui délimitent la zone de virage de la phénolphtaléine ?

2) On ajoute quelques gouttes de (P.P) à une solution aqueuse S d'ammoniac. Quelle doit être la concentration molaire minimale C d'ammoniac dans S pour que la solution prenne la teinte rose de la (P.P) ?

3) Quel volume V_{HCl} de chlorure d'hydrogène doit-on ajouter au minimum à V_B = 1 ℓ de solution aqueuse S' d'ammoniac de concentration molaire C_B = 0,1 mol.ℓ$^{-1}$ (additionnée de quelques gouttes de P.P) pour que la solution prenne la teinte de la forme acide de la (P.P) ?

Données : Volume molaire V_M = 24 ℓ.mol^{-1}. Le pKa du couple NH_4^+ / NH_3 est 9,2.

VI-5

On dispose des solutions suivantes et leur concentration :

- A : acide éthanoïque ; $C_A = 2.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.
- B : éthanoate de sodium ; $C_B = 10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$
- C : acide chlorhydrique ; $C_C = 5.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$
- D : hydroxyde de sodium ; $C_D = 2{,}5.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$

On donne pKa = 4,8 pour le couple acide éthanoïque, ion éthanoate.

1) On dose un volume V_B = 10 mℓ de la solution d'éthanoate de sodium par la solution C d'acide chlorhydrique.

a) Ecrire l'équation de la réaction ayant lieu lors du dosage.

b) Définir l'équivalence, et déduire le volume de solution C versé pour atteindre l'équivalence.

c) Déterminer le pH du mélange obtenu à l'équivalence.

2) On désire préparer une solution tampon de pH = 4,8 à partir des solutions A, B, C, D. On effectue les combinaisons suivantes.

A et B	A et C	A et D	B et C	B et D	C et D

a) Compléter le tableau par « vrai » si la combinaison correspondante permet de préparer la solution tampon et par « faux » si la combinaison ne le permet pas.

b) Choisir deux des combinaisons possibles et calculer les volumes des deux solutions à mélanger dans chaque cas pour préparer un volume V = 100 mℓ de la solution tampon.

VI-6

On dispose de trois solutions aqueuses : une solution S_1 d'un acide A_1H ; une solution S_2 d'un acide A_2H ; une solution S_3 d'un acide A_3H.

On mesure le pH de ces trois solutions (voir tableau). On réalise ensuite trois dosages en faisant réagir V_a = 10 mℓ de chacune des solutions S_1, S_2, S_3 avec une même solution de soude de concentration C_B. Les volumes respectifs V_{B1}, V_{B2} et V_{B3} de solution de soude versés à l'équivalence sont donnés dans le tableau.

Solutions	S_1	S_2	S_3
pH initial de la solution	$pH_1 = 3{,}9$	$pH_2 = 3$	$pH_3 = 3$
Volume de soude à l'équivalence (mℓ)	$V_{B1} = 1$	$V_{B2} = 16$	$V_{B3} = 1$
pH des solutions diluées	4,9	4	5

1) Des résultats de ces deux séries de mesures, déduire quel est des trois acides A_1H, A_2H, A_3H le plus fort. Justifier la réponse.

2) On dilue 100 fois chacune des solutions. On mesure le pH des solutions diluées. Les valeurs sont indiquées dans le tableau. L'un des trois acides A_1H, A_2H, A_3H est un acide fort. Lequel ? Justifier la réponse.

3) Calculer la concentration molaire initiale de la solution d'acide fort. En déduire les concentrations initiales des deux autres acides.

VI-7

Un laborantin a préparé 4 solutions notées : 1, 2, 3 et 4 de même concentration molaire volumique C = 10^{-1} mol.ℓ$^{-1}$:

(1) : chlorure d'hydrogène ; (2) : hydroxyde de sodium ;
(3) : composé X ; (4) : composé Y.

Il a oublié de coller les étiquettes indiquant la nature des composés X et Y sur les flacons contenant les solutions 3 et 4. Afin d'identifier les composés X et Y on effectue les tests décrits ci-après :

1) Pour la solution 3, la mesure du pH donne : pH = 2,4. Pour la solution 4, la mesure du pH donne pH = 11,9. En déduire la nature des composés X et Y : acide fort ou faible, base forte ou faible ; justifier les réponses.

2) Dans 10 cm^3 de solution 3 on verse goutte à goutte la solution 2. La variation du pH du mélange en fonction du volume V de solution 2 versée est donnée dans le tableau suivant :

V (cm^3)	0	1	2	3	4	5	6	8
pH	2,4	2,7	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,3
V (cm^3)	9	9,5	10	10,5	11	12	15	20
pH	4,7	5,1	8,2	11,4	11,7	12	12,3	12,5

a) Déterminer graphiquement :

- le volume de solution 2 versé à l'équivalence,
- le pH à l'équivalence,
- le pKa du couple auquel appartient le composé X.

b) Identifier le composé X. on donne :

- Acide méthanoïque /ion méthanoate : pKa = 3,7 ;
- Acide éthanoïque / ion éthanoate : pKa = 4,8.

Comparer, en justifiant la réponse, la force de X à celle de l'acide de l'autre couple.

c) Ecrire l'équation de la réaction support du dosage.

3) On mélange 30 cm^3 de solution 4 avec 20 cm^3 de solution 1. La solution S obtenue a un pH égal à 10,5.
Ecrire l'équation bilan de la réaction d'une base faible notée B avec l'eau. A partir du calcul des concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution S, déterminer le pKa du couple acide/base auquel le composé Y appartient. Identifier le composé Y. On donne :

$C_2H_5\text{-}NH_3^+/C_2H_5\text{-}NH_2$: pKa = 10,8 ; NH_4^+/NH_3 : pKa = 9,2

VI-8

Le degré d'acidité d'un vinaigre est la masse (exprimée en grammes) d'acide acétique présent dans 100 g de vinaigre.
On dispose d'une bouteille de vinaigre à 5° dont on admet que le seul acide qu'il contient est l'acide acétique. On dilue dix fois cette solution afin de disposer de 100,0mℓ de solution, notée S.
On dose 10,0 mℓ de S, additionnés de 20 mℓ d'eau distillée, par une solution de soude de concentration $C_B = 5{,}00.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$. On relève le pH après chaque ajout, ce qui permet d'avoir le tableau suivant :

V_B (mℓ)	0	2	4	6	8	10	12	14
pH	3	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,5
V_B (mℓ)	15	15,3	15,6	16	17	18	20	22
pH	6,1	7	10	10,5	11	11,25	11,5	11,7

1) Quelle verrerie a-t-on utilisé et quel mode opératoire a-t-on suivi :

- pour préparer 100,0 mℓ de S ? – pour réaliser le dosage?

2) a) Pourquoi ajoute-t-on 20 mℓ d'eau distillée ?

b) Cet ajout modifie-t-il :

- le volume à l'équivalence ? – le pH initial ? –le pH à la demi-équivalence ? – le pH à l'équivalence ?

Justifier soigneusement les réponses.

3) a) L'observation du graphe montre que les intervalles de mesure sont irréguliers. Pourquoi a-t-on fait ce choix ?

b) Déterminer le volume équivalent de ce dosage. En déduire la concentration de la solution S, puis celle du vinaigre.

c) En déduire alors la masse d'acide acétique présent dans 100 g de vinaigre, en admettant que celui-ci a une densité par rapport à l'eau égale à 1,0. Interpréter le résultat trouvé.

VI-9

Dans un laboratoire, on dispose de cinq béchers contenant cinq solutions aqueuses différentes A, B, C, D et E de même concentration C =10^{-2} mol.ℓ$^{-1}$ et de même volume V= 20cm^3. A : ammoniac ; B : chlorure d'ammonium ; C : hydroxyde de sodium ; D : chlorure de sodium ; E : acide chlorhydrique.

1) L'étiquette collée sur chaque bécher n'est plus lisible. On numérote chaque flacon et on mesure le pH de chaque solution. Les résultats sont consignés dans suivant :

N°	1	2	3	4	5
pH	2,0	7,0	5,6	12,0	10,6
Solutions					

a) Attribuer, en justifiant brièvement votre choix, à chacune des solutions A, B, C, D et E la valeur de pH qui lui correspond.

b) Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution A et en déduire le pKa du couple acide / base correspondant.

2) Soient v et v' les volumes de la solution E d'acide chlorhydrique qu'il faut verser respectivement dans 10 cm^3 de la solution A et dans 10 cm^3 de la solution C pour obtenir l'équivalence :

a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique qui se produit dans chaque cas.

b) Calculer et comparer les valeurs de v et v' à l'équivalence.

c) Calculer et comparer les valeurs du pH des solutions obtenues à l'équivalence.

d) Quel volume de la solution E faut-il verser dans 10 cm^3 de la solution A pour obtenir un mélange de pH = 9,2 ?

3) Calculer le pH de la solution obtenue en mélangeant les solutions des béchers n°2 et n°4.

VI-10

On considère les solutions S_1 et S_2 de deux monoacides que l'on note respectivement A_1H et A_2H. La mesure du pH de ces solutions donne la même valeur 2,4 à 25 °C.

1) De chaque solution, on prélève 10 mℓ que l'on dilue avec de l'eau distillée jusqu'à 50 mℓ. Le pH de la solution diluée de S_1 est 3,1 celui de la solution diluée de S_2 est 2,65.

a) Montrer que l'une des solutions S_1, S_2 est une solution d'acide faible et l'autre une solution d'acide fort.

b) Ecrire alors les équations de dissolution dans l'eau des deux acides A_1H et A_2H.

c) Calculer la concentration de la solution initiale de l'acide fort.

2) On dose par pH-métrie des volumes égaux des solutions S_1 et S_2 à l'aide d'une même solution d'hydroxyde de sodium. La solution S_2 nécessite un volume de solution d'hydroxyde de sodium 25 fois plus grand que celui nécessité par la solution S_1.

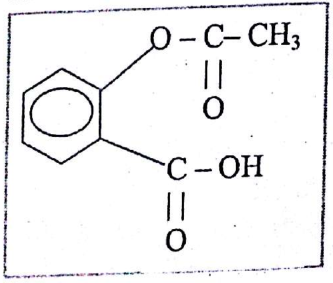
a) Calculer la concentration de l'acide faible dans la solution initiale.

b) Ecrire les équations des réactions entre les deux acides et la solution d'hydroxyde de sodium.

c) A pH = 2,4 calculer la concentration de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution initiale d'acide faible.

d) Calculer le pKa de l'acide faible.

VI-11



L'acide acétylsalicylique est le composant actif des comprimés d'aspirine. L'acide acétylsalicylique, connu sous le nom commercial d'aspirine a la formule ci–contre.
Ce corps possède la fonction acide carboxylique et la

fonction ester.

1) Déterminer la formule brute et la masse molaire de l'aspirine.

2) On se propose de déterminer la masse d'acide contenue dans un comprimé d'aspirine. Pour cela, on dissout un comprimé d'aspirine (non effervescent) dans V = 250 mℓ d'eau distillée. Le mélange obtenu est agité à l'aide d'un agitateur magnétique pendant une vingtaine de minutes jusqu'à la dissolution aussi complète que possible de l'aspirine. On dose V_a = 100 mℓ de la solution A d'aspirine à l'aide d'une solution B d'hydroxyde de sodium décimolaire. Dans les conditions expérimentales du dosage, l'ester ne réagit pas avec la solution d'hydroxyde de sodium. Le dosage suivi au pH-mètre a donné les résultats suivants :

V_B (mℓ)	0	0,5	1	2	4	5	6	7	9	10
pH	2,77	3,1	3,3	3,4	3,45	3,5	3,55	3,6	3,8	4,1
V_B(mℓ)	10,5	10,8	11	11,3	12	13				
pH	4,7	6,1	8	11	11,9	12,1				

a) – Faire le schéma du dispositif expérimental.

– Construire la courbe pH = f (V_B), Echelles :

en ordonnée : 1 cm pour une unité de pH ; en abscisse : 1 cm pour 1 mℓ.

b) L'acide acétylsalicylique est-il un acide fort ou faible ? Justifier la réponse.

c) Ecrire l'équation-bilan de la réaction acide-base qui se produit lors du dosage.

d) Déduire de la courbe obtenue :

- les coordonnées du point équivalent.
- la concentration molaire Ca de la solution d'aspirine.

e) Déterminer graphiquement le pKa du couple acide/base ainsi mis en évidence.

f) Calculer le nombre de moles et la masse d'acide acétylsalicylique dans un comprimé d'aspirine.

g) Calculer les concentrations molaires de toutes les espèces présentes dans la solution qui a été dosée. En déduire le pKa. Comparer la valeur calculée du pKa à celle déterminée graphiquement.

h) On dispose de trois indicateurs colorés dont on précise les zones de virage.

Indicateurs	Hélianthine	Rouge de phénol	Phénolphtaléine
Zone virage	3,1 – 4,4	6,8 – 8,4	8,2 – 10

Représenter ces zones de virage sur le graphe pH = f (V_B)
Quel(s) indicateur(s) coloré(s) peut-on utiliser pour suivre le dosage à défaut de pH-mètre ? Justifier votre réponse.

VI-12 ✓

Un comprimé de solutricine contient principalement de l'acide ascorbique ou vitamine C, de formule $C_6H_8O_6$.

On dissout ce comprimé dans environ 50 mℓ d'eau et l'on dose la solution obtenue par une solution de soude de concentration $C_B = 5{,}00.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

Le suivi pH-métrique de ce dosage donne les résultats suivants :

V_B(mℓ)	0	1	2	3	4	4,5	5
pH	3,5	3,9	4,2	4,5	4,7	5,1	5,3
V_B(mℓ)	5,5	6	6,5	7	8	9	11
pH	8,2	9,3	9,9	10,2	10,6	10,8	11,0

1) Tracer la courbe pH = f(V_B).

a) Déduire de la courbe que l'acide ascorbique est un acide faible. Ecrire l'équation de sa dissolution dans l'eau.

b) Déterminer le volume équivalent.

c) Déterminer le pKa de l'acide ascorbique.

2) Déterminer la quantité, puis la masse d'acide ascorbique contenue dans un comprimé de solutricine.

3) Ecrire l'équation de la réaction ayant lieu lors d dosage.

4) Parmi les indicateurs ci-après, indiquer celui (ceux) que l'on peut utiliser pour ce dosage. Justifier votre réponse.

Indicateurs	Zones de virages et couleurs
Rouge de crésol	Jaune 7,2 – 8,8 rouge
Phénolphtaléine	Incolore 8,2 – 10,0 rose
Bleu de thymol	Jaune 8,0 – 9,6 bleu

VI-13

L'acide benzoïque est un acide faible de solubilité à 25°C, s = 2,4 g.ℓ$^{-1}$. Le couple acide benzoïque ion benzoate a pour pKa = 4,2.

1) Donner les formules brutes de l'acide benzoïque et de l'ion benzoate. Vérifier que la masse molaire de l'acide benzoïque est M = 122 g.mol^{-1}.

2) Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau. Donner l'expression de la constante d'acidité de cet acide.

3) On dissout une masse m d'acide benzoïque dans la quantité d'eau nécessaire pour obtenir 100 mℓ de solution S, et on se propose de vérifier si cette solution est saturée. Pour cela, on effectue un dosage de la solution S par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C = 20,0 mmol.ℓ$^{-1}$

Pour une prise d'essai de 10,0 mℓ de la solution S, l'équivalence est obtenue pour un volume de solution alcaline versé V_{eq} = 8,0 mℓ.

a) Ecrire l'équation de la réaction ayant lieu lors du dosage.

b) Définir l'équivalence acido-basique.

c) Calculer la concentration de la solution S puis la masse m d'acide dissous. S est-elle saturée ?

d) On se place à l'équivalence. Connaissant les forces des acides des couples en présence, déterminer si, à l'équivalence, le pH de la solution est supérieur, inférieur ou égal à 7,0.

4) On réalise une solution en mélangeant 50 mℓ de la solution S et 20 mℓ de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration C = 20,0 mmol.ℓ$^{-1}$.

Faire un bilan de matière et déterminer la valeur du pH de la solution obtenue.

VI-14 Extrait BAC 2007 Série C-E 2nd Tour

Un indicateur coloré est un composé organique de formule assez complexe qui se comporte comme un acide faible dont la base conjuguée présente une couleur différente. Par soucis de simplification on convient de représenter un indicateur coloré par le symbole HIn.

Le vert de bromocrésol est un indicateur coloré dont le couple HIn/In$^-$ a un pKa = 4,8. La forme acide du couple HIn est jaune tandis que la forme basique In$^-$ est bleue. Une solution contenant cet indicateur coloré apparaît jaune si [HIn] > 10[In$^-$] et bleue si 4[HIn] < [In$^-$].

1) Ecrire l'équation de la réaction entre HIn et l'eau.

2) Déterminer les valeurs du pH délimitant la zone de virage de l'indicateur coloré.

3) Au cours d'une expérience réalisée en classe on introduit dans un bécher un volume V_b = 20 mℓ d'une solution de dihydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de concentration $C_b = 10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$ en présence de quelques gouttes de vert de bromocrésol. On verse progressivement dans le bécher une solution d'acide chlorhydrique de concentration $Ca = 2.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

a) Calculer le volume d'acide chlorhydrique à verser pour atteindre l'équivalence acido–basique.

b) Déterminer le volume V_1 d'acide chlorhydrique versé correspondant au début du virage.

c) Déterminer le volume V_2 d'acide chlorhydrique versé correspondant à la fin du virage.

d) Que conseillez-vous pour ce dosage avec le vert de bromocrésol ?

4) Au cours d'une autre expérience, on met dans un bécher 500 mℓ d'une solution d'acide éthanoïque de concentration $C = 10^{-1}$ mol.ℓ$^{-1}$ puis on ajoute quelques gouttes du vert de bromocrésol. Le pKa du couple CH_3COOH/CH_3COO^- vaut 4,8 à 25°C.

a) Quelle masse minimale m_0 d'hydroxyde de sodium solide faut–il alors ajouter à la solution contenue dans le bécher pour observer un début de virage du vert de bromocrésol ?

b) Quelle serait la masse d'hydroxyde de sodium solide à ajouter à la solution initiale d'acide pour atteindre l'équivalence acido–basique ?

VI-15 Extrait BAC 2005 Série D

On prépare deux solutions basiques : une solution A d'hydroxyde de sodium de concentration 10^{-3} mol.ℓ$^{-1}$; une solution B d'aniline (ou phénylamine) $C_6H_5NH_2$ de même concentration que la précédente.

1) Les pH de ces solutions valent respectivement 11 et 7,8. Comment s'explique une telle différence ?

2) Soient V et V' les volumes d'une même solution C d'acide chlorhydrique qu'il faut verser respectivement dans 10 mℓ de A et dans 10 mℓ de B pour obtenir l'équivalence.

a) Que signifie dans ce contexte, le mot équivalence ?

b) Les valeurs de V et V' sont-elles égales ? Pourquoi ?

c) A l'équivalence, les deux solutions obtenues ont-elles le même pH ? Pourquoi ?

3) **a)** Ecrire l'équation-bilan de l'action de la phénylamine sur l'eau.

b) Quels sont les couples acide/base mis en jeu ?

4) Si la concentration de la solution chlorhydrique est 10^{-3} mol.ℓ$^{-1}$, quel volume de cette solution faut-il verser dans 10 mℓ de la solution d'aniline précédente pour que le pH du mélange soit égal au pKa du couple auquel appartient l'aniline ?

VI-16. Extrait BAC 2004 série D

1) Un litre de solution aqueuse a été obtenu en dissolvant dans l'eau une certaine quantité d'acide méthanoïque HCOOH

a) Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau. Quelle est la base conjuguée de cet acide ?

b) Le pH de la solution est 2,7. Sachant que le pKa du couple acide/base est 3,8 calculer :

- le rapport entre la concentration de la forme basique du couple et celle de la forme acide.
- Les concentrations molaires volumiques de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution.
- la concentration molaire volumique de la solution d'acide méthanoïque.

2) On ajoute à la solution précédente une masse m d'hydroxyde de sodium pur. On négligera la variation de volume.

a) Ecrire l'équation de la réaction.

b) Quelle doit être la valeur de m pour que le pH de cette nouvelle solution soit égal à 3,8 ? Quelles propriétés remarquables cette solution possède-t-elle ?

VI-17. Extrait BAC 2005 série C-E X

Un laborantin a préparé deux solutions acides S_1 et S_2.
L'une contient de l'acide méthanoïque, l'autre de l'acide chlorhydrique. Les étiquettes des flacons portant les indications du nom de l'acide et de sa concentration se sont décollées et ont été perdues.

1) Pour retrouver ces indications, on procède à quelques expériences :

- On mesure le pH de chacune des solutions :
  Pour S_1 : $pH_1 = 2,5$; Pour S_2 : $pH_2 = 2$.
- On dose un volume Va = 25 mℓ de chaque solution, à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 5.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$;
  - pour S_1, l'équivalence est atteinte après addition d'un volume V_{b_1} = 30 mℓ ;
  - pour S_2, l'équivalence est atteinte après addition d'un volume V_{b_2} = 5 mℓ.

a) Calculer les concentrations initiales C_1 et C_2 des solutions S_1 et S_2.

b) Identifier ces solutions en justifiant votre réponse.

2) Déterminer le pKa du couple acide méthanoïque/ion méthanoate.

3) Quel volume de la solution de soude faudrait-il ajouter à 20 mℓ de la solution méthanoïque pour atteindre la demi-équivalence ? quel serait le pH de la solution obtenue ?

VI-18.

On dispose de trois solutions S_1, S_2 et S_3 :

- S_1 est une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_1 inconnue ;
- S_2 est une solution d'ammoniac de concentration C_2 ;
- S_3 est une solution d'acide chlorhydrique de concentration C_3.

On mesure à 25 °C le pH de ces trois solutions et l'on trouve respectivement les valeurs : $pH_1 = pH_2$ pour S_1 et S_2 et pH_3 pour S_3

Solutions	C en mol.ℓ$^{-1}$	pH
S_1	C_1	$pH_1 = 11,1$
S_2	$C_2 = 1,0.10^{-1}$	$pH_2 = 11,1$
S_3	$C_3 = 0,5.10^{-1}$	$pH_3 = 1,3$

1) Comparer qualitativement les concentrations C_1 et C_2. Déterminer la concentration C_1.

2) **a)** Montrer que S_2 est une solution de base faible.

b) Faire l'inventaire et déterminer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution S_2

d'ammoniac. Calculer le pKa_2 du couple NH_4^+/NH_3.

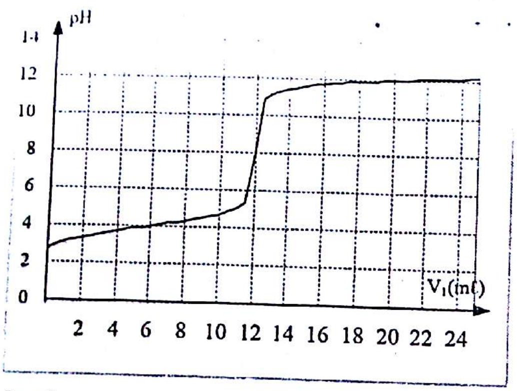
3) On veut préparer 50 mℓ d'une solution tampon, dont le pH est égal au pKa du couple NH_4^+/NH_3, à partir de deux des trois solutions précédentes.

a) Donner, en justifiant votre choix, la nature et les volumes des deux solutions à utiliser. Quelles sont les propriétés d'une telle solution ?

b) Recenser les espèces chimiques présentes dans cette solution tampon et déterminer leur concentration.

VI-19

En cas de mauvaise conservation du lait, il se forme de l'acide lactique. Pour que le lait soit consommable, il ne doit pas contenir plus de $2{,}4.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} d'acide lactique par litre. Au-delà de 5 g.ℓ^{-1}, le lait caille.



1) L'acide lactique a pour formule: $CH_3-CH(OH)-COOH$.
Quels sont les groupes fonctionnels présents dans cette molécule ? Ecrire l'équation–bilan du dosage de l'acide lactique par la soude.

2) On dose un échantillon de 20,0 mℓ par une solution de soude de concentration égale à $5{,}0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}. La courbe des variations du pH en fonction du volume V_1 de soude versé est donnée ci–dessous.

a) Faire un schéma annoté du montage du dosage.

b) Définir le point d'équivalence. Déterminer les coordonnées de ce point.

c) Déterminer graphiquement la valeur du pKa du couple acide lactique/ion lactate.

d) Calculer la concentration de l'acide lactique du lait étudié. Donner l'état du lait : est–il consommable ou caillé ?

3) On recommence le dosage en diluant un échantillon de 20,0 mℓ dans 200 mℓ d'eau.
On détermine l'équivalence en utilisant un indicateur coloré.
La solution de soude possède la même concentration que précédemment.

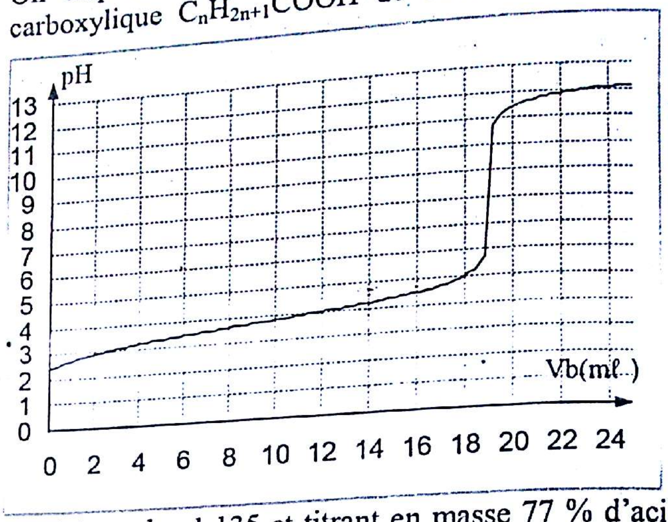
a) Quels indicateurs colorés parmi ceux proposés ci–dessous doit–on choisir pour effectuer ce dosage ?

– Hélianthine :	3,1 – 5,4
– Vert de bromocrésol :	3,8 – 5,4
– Rouge de méthyle :	4,2 – 6,2
– Bleu de bromothymol :	6,0 – 7,6
– Naphtolphtaléine :	7,5 – 8,6
– Phénolphtaléine :	8,2 – 10.

b) Pourquoi l'eau ajoutée au lait n'est–elle pas gênante pour le dosage ? Pourquoi a–t–on ajouté de l'eau ?
Le virage de l'indicateur a lieu pour 12,9 mℓ. Calculer la concentration en acide lactique du lait étudié. Ce résultat est–il en accord avec celui de la question 2) d.

VI-20

On dispose d'un flacon contenant une solution d'acide carboxylique $C_nH_{2n+1}COOH$ de concentration C_0 dont la densité est d = 1,135 et titrant en masse 77 % d'acide pur. Avec une pipette on prélève un volume V_0 = 5 mℓ de cette solution que l'on étend à un litre avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée de 1ℓ. On prélève ensuite Va = 20mℓ de la solution ainsi diluée que l'on dose avec une solution d'hydroxyde sodium de concentration molaire volumique $Cb = 1{,}0.10^{-1}$ mol.ℓ^{-1}.
La courbe des variations du pH = f(Vb) est donnée ci-dessous.



1) Déduire de cette courbe :

a) Les coordonnées du point d'équivalence E.

b) La concentration molaire volumique Ca de la solution diluée ainsi dosée et le pKa du couple $C_nH_{2n+1}COOH$ / $C_nH_{2n+1}COO^-$.

2) a) Calculer la masse molaire de l'acide carboxylique. En déduire sa formule semi-développée et son nom.

b) Ecrire l'équation de la réaction de cet acide carboxylique avec l'eau.

c) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui s'est produite au cours du dosage.

3) Pour le volume Vb = 12 mℓ d'hydroxyde de sodium versé au cours du dosage, calculer les concentrations des différentes espèces dans le mélange.

4) On désire préparer un volume V = 315 mℓ de solution tampon de pH = 3,7 avec un volume V_1 de la solution acide de concentration Ca et un volume V_2 de solution saline $C_nH_{2n+1}COONa$ de concentration $Cb = 5{,}0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}.

a) Qu'est-ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés ?

b) Déterminer les valeurs de V_1 et V_2.

VI-21 Extrait BAC 2014 série D

On considère une solution aqueuse S_0 d'acide méthanoïque de concnetration C_0 = 0,2 mol/L.

1) Dans un volume V_0 = 100 cm^3 de S_0, on dissout sans variation de volume une masse m d'hydroxyde de sodium. Le pH de la solution S_1 obtenue vaut 3,8 à 25°C.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui s'est produite.

b) Donner les expressions des concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans S_1 et en déduire la valeur de m. On admettra que $[H_3O^+] \ll [Na^+]$.

2) On ajoute à la solution S_1 un volume V inconnu de solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire Ca

= 0,1 mol/L de manière a obtenir une solution S_2. Calculer la valeur V afin que le pH de S_2 soit égal à 3,5 à 25°C.

3) Dans un volume Ve = 100 cm^3 d'eau distillée, on ajoute un volume V' = 3,3 cm^3 de la solution d'acide chlorhydrique de concentration Ca = 0,1 mol/L.

a) Calculer le pH de la solution S_3 ainsi préparée.

b) Comparer les pH des solutions S_2 et S_3. En déduire la propriété remarquable de la solution S_1 qui est ainsi mise en évidence.

Données : Masses atomiques molaires en g/mol: M(Na) = 23 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1. pKa (acide méthanoïque/ ion méthanoate) = 3,8.

VI-22 Extrait BAC 2008 Série CE 1er Tour

Toutes les opérations sont effectuées à 25°C.

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un élève de terminale désire identifier dans l'eau, la nature de deux acides de formules chimiques A_1H et A_2H.

Il prépare à cet effet deux solutions S_1 et S_2 par dissolution dans l'eau respectivement des composés A_1H et A_2H.

1) Il procède ensuite à quelques expériences en :

– mesurant le pH de chaque solution Pour S_1 il lit pH_1 = 2,5 ; Pour S_2 il lit pH_2 = 2.

– dosant de façon pH-métrique un volume V_a = 25 ml de chaque solution à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 5.10^{-2}$ mol.L^{-1}. L'équivalence acido-basique est atteinte après addition d'un volume V_{b1} = 30 ml pour S_1 et V_{b2} = 5 ml pour S_2.

a) Calculer les concentrations molaires initiales C_{a1} et C_{a2} respectivement de S_1 et S_2.

b) Identifier en la justifiant la nature (acide fort ou acide faible) de A_1H et A_2H dans l'eau.

c) Ecrire alors les équations-bilan de dissolution des deux acides dans l'eau.

2) Déterminer le pKa du couple acide/base dont l'acide est faible.

3) Calculer le pH du mélange obtenu lors du dosage de S_2 :

a) Pour V_b = 2 ml ;

b) Pour V_b = 7 ml

4) Les allures des courbes de dosage (C_1) et (C_2) présentent-elles des différences ? Si oui en relever deux.

CHIMIE ORGANIQUE
Chap. VII : ALCOOL ALDEHYDE CETONE ACIDE CARBOXYLIQUE

VII-1

Ecrire les formules semi–développées des composés suivants :

a) 2,4-diméthylpentan-1-ol ; b) 4,4-diméthylhexan-3-ol c)2-phénylpropan-2-ol ; d) 2,3-diméthylbutan-2,3-diol e) 4-éthyl-3-méthylheptan-2-one ; f) 2-méthylbutanal g) 2,3-diméthylpentanal ; h) 3-méthylbutan-2-one.

Indiquer, parmi ces composés, ceux qui sont chiraux, en repérant leur(s) atome(s) de carbone asymétrique(s).

VII-2

Nommer les composés suivants et repérer les atomes de carbone asymétriques :

a) $CH_3–CH_2–CH(CH_2OH)–CH_2–CH_3$

b) $(CH_3)_2CH–CHO$

c) $CH_3(CH_2)_4–CO–CH_2–CH_3$

d) $(C_2H_5)_3C–CO–CH_3$

e) $CH_3–CH_2–CH(CO_2H)\text{--}CH(C_2H_5)–CH_2–CH_3$

f) $(CH_3)_2CH–CH_2–CO_2H$

g) $CH_3–CH(CH_3)–CO–CH_3$

h) $CH_3–CO–CH(C_2H_5)–CH_2–CH(C_2H_5)–CH_3$

VII-3

1) La combustion complète de 5,6 g d'un composé organique A de formule brute C_xH_y produit de l'eau et un volume V = 8,96 ℓ de dioxyde de carbone. La densité de vapeur du composé A est d = 1,931.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction.

b) Déterminer la formule brute du composé A.

2) Donner les formules semi-développées des isomères de A et les nommer.

3) Par hydratation de A on obtient un composé B.

a) Quelles sont les formules semi développées possibles des isomères de B, les nommer.

b) Définir le terme : « molécule chirale ».

c) Parmi les isomères de B, y a t-il une molécule chirale ? Si oui l'identifier et donner les formules spatiales des deux énantiomères correspondants.

VII-4

1) Déterminer les formules semi-développées et les noms des alcools de formule brute $C_4H_{10}O$ et les alcènes de formule brute C_4H_8.

2) Un composé organique A de formule brute $C_4H_{10}O$ donne par déshydratation un corps B de formule brute C_4H_8. L'hydratation du corps B donne de façon prépondérante le composé C. Le composé C par oxydation ménagée conduit à un composé D qui donne un précipité jaune avec la D.N.P.H et est sans action sur la liqueur de Fehling. D'autre part, l'oxydation ménagée du composé A conduit à un produit E qui réagit positivement avec la D.N.P.H et le réactif de Schiff.

a) Donner les formules semi-développées et les noms des composés : A, B, C, D et E.

b) Qu'obtient-on par oxydation ménagée des composés D et E ?

VII-5

1) On dispose de deux alcènes, le but-1-ène et le but-2-ène. Ecrire les formules semi-développées correspondantes.

2) a) Par hydratation du but-1-ène, on obtient un mélange de deux composés organiques C_1 et C_2 qui ont la même fonction chimique. Nommer cette fonction chimique et écrire la formule semi–développée de chaque composé.

b) L'un des composés, noté C_2, est obtenu de façon prépondérante. Ce composé C_2 existe sous deux configurations possibles. Donner leurs représentations spatiales conventionnelles. Quelle propriété présente la molécule du composé C_2 ? Quelle particularité stéréochimique présente C_2.

VII-6

Un hydrocarbure possède une composition en masse de 85,71 % de carbone. Sa densité de vapeur est d = 2,413.

1) Déterminer sa formule brute. Déterminer ensuite les formules semi-développées possibles avec leur nom sachant que cet hydrocarbure est un alcène.

2) Cet alcène ne possède pas de chaîne alkyle ramifiée et son hydratation conduit à un alcool de formule brute $C_5H_{12}O$ possédant un atome de carbone asymétrique.

- Etablir la formule semi-développée de cet alcool.
- Donner son nom et sa classe.
- Donner les représentations spatiales des deux configurations correspondant à chaque énantiomère.

3) Au cours de l'hydratation de l'alcène, il peut se former également un autre alcool, le pentan-3-ol. Montrer que cette remarque permet de déterminer la formule semi développée de l'alcène dont on donnera le nom.

VII-7

Le 2-méthylbutanal et la 3-méthylbutan-2-one sont deux isomères de formule brute $C_5H_{10}O$.

1) Donner leur formule semi-développée.

2) Quel type général d'isomérie existe-t-il entre ces deux dérivés ? Plus particulièrement, peut-on considérer qu'il s'agit d'une isomérie de chaîne ? Justifier la réponse.

3) Quelle particularité présente l'atome de carbone d'indice de position 2 du 2-méthylbutanal ? Quelle conséquence cette particularité entraîne-t-elle sur le nombre de stéréoisomères isolables de cet aldéhyde ? Donner leur représentation conventionnelle et préciser la nature de l'isomérie qui les relie.

4) La 3-méthylbutan-2-one peut être obtenue par oxydation ménagée d'un alcool. Donner la formule semi-développée cet alcool.

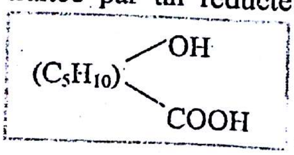
5) Cet alcool peut-il donner lieu à la stéréo-isomérie ? Dans l'affirmative préciser la nature de la stéréoisomérie mise en jeu et représenter conventionnellement les stéréoisomères.

VII-8

Une molécule A de formule brute $C_6H_{12}O_3$ contient une fonction alcool et une fonction acide carboxylique.

1) Où se trouve obligatoirement une fonction acide carboxylique dans une molécule ?

2) Cette molécule est schématisée ci–contre :



La molécule A, qui possède un carbone asymétrique, est traitée par un réducteur qui transforme la fonction acide carboxylique en fonction alcool. On obtient la molécule B.

a) Ecrire la demi-équation du couple redox RCOOH / RCH_2OH.

La molécule B ne possède plus de carbone asymétrique.

b) Proposer les formules semi-développées possibles pour la molécule A. Représenter la molécule B correspondante.

VII-9

1) Le propène de formule C_3H_6 est un hydrocarbure insaturé. Donner sa formule semi–développée.

2) L'hydratation du propène conduit à deux composés possédant la même fonction.

a) Quel en est le groupement fonctionnel ?

b) Cette réaction est réalisée en présence de faibles quantités d'acide sulfurique. Quel est le rôle joué par cet acide ?

c) Quels sont les formules semi-développées et les noms des deux isomères formés ? Lequel obtient-on majoritairement ?

3) Dans un bécher, on ajoute une solution acidifiée orange de dichromate de potassium à l'un des deux isomères précédemment formés puis isolés. Au bout d'un certain temps, on constate que la coloration initialement orangée devient verte. On extrait par un solvant le composé organique formé. On le soumet à deux tests : le premier utilisant la 2,4-D.N.P.H. se révèle positif, le second utilisant la liqueur de Fehling est négatif. Quelle est la formule semi-développée du composé organique ayant réagi avec la solution de dichromate de potassium ?

VII-10

On mélange une masse m = 50 g de dichromate de potassium de formule $K_2Cr_2O_7$ avec 100 mℓ d'eau distillée et 25 mℓ d'acide sulfurique concentré. On obtient une solution oxydante dont on ajuste le volume à V = 140 mℓ avec de l'eau distillée.

1) Calculer la concentration molaire en ions $Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)}$.

2) On veut réaliser l'oxydation ménagée de 0,5 mℓ de butan-1-ol. On utilise 0,5 mℓ de la solution de dichromate de potassium. Montrer que l'oxydant est en défaut si on veut atteindre le stade de l'acide butanoïque.

Quel(s) produit(s) peut-on envisager obtenir ? Peut-on exclure la formation d'acide butanoïque ? Expliquer.

3) On oxyde maintenant 0,5 mℓ de butan-1-ol à l'aide de 4 mℓ de solution oxydante. Expliquer pourquoi on n'obtiendra plus de butanal mais exclusivement de l'acide butanoïque.

On donne masse volumique du butan-1-ol : $\rho = 0,8\ g.m\ell^{-1}$.

VII-11

1) La combustion complète de 3,6 g d'un composé organique B de formule brute C_xH_yO donne de l'eau et un volume v = 4,48 ℓ de dioxyde de carbone. La densité de vapeur de ce composé est 2,48.

a) Donner l'équation de cette combustion.

b) Quelles sont les valeurs de x et de y ?

c) Quelle est la formule brute du composé ?

2) Quelques expériences réalisées avec le composé B ont permis d'établir sa structure. Si on verse quelques gouttes de la substance B dans un tube à essai contenant de la 2,4 - dinitrophénylhydrazine (D.N.P.H.), on obtient un précipité jaune. Quelles sont les formules semi-développées que l'on peut envisager pour le liquide B ? Indiquer également les noms des produits correspondant à chaque formule.

3) Une solution de dichromate de potassium en milieu acide est réduite par le composé B. A quelle famille de produits organiques B appartient-il ? Indiquer le (ou les) nom(s) que l'on peut retenir.

4) Le corps B est en fait l'isomère à chaîne linéaire. Indiquer la formule semi-développée et le nom du corps organique C obtenu dans la réaction de B, avec la solution de dichromate de potassium. Ecrire l'équation de la réaction permettant d'obtenir le composé C.

5) Le liquide B provient de l'oxydation ménagée d'un composé A. Préciser sa fonction, sa formule semi-développée et son nom.

VII-12

Un composé organique A de formule brute C_xH_y contient en masse 85,71% de carbone. Sa densité de vapeur est d = 2,413.

1) Ecrire les formules semi-développées des isomères de A tout en précisant leur nom.

2) On considère un des isomères A' à chaîne ramifiée du composé A. L'hydratation de A' conduit à deux composés B et C que l'on sépare. B est un mélange équimolaire de deux énantiomères tandis que C ne présente pas d'énantiomères. L'oxydation ménagée de B donne un composé B' qui donne un précipité jaune avec la DNPH mais est sans action sur le réactif de Schiff. L'oxydation ménagée de C n'est pas possible.

a) Qu'est ce que des molécules énantiomères ?

b) Donner les formules semi-développées de A', B, B' et C.

c) Donner une représentation spatiale des énantiomères présents dans le mélange B.

d) Ecrire l'équation-bilan de l'oxydation ménagée de B en B' sachant que l'oxydant utilisé est une solution de dichromate de potassium acidifié.

VII-13

On veut établir la structure d'un composé organique A de formule brute $C_4H_8O_2$.Ce composé comporte une fonction aldéhyde et une fonction alcool.

1) Quelles sont les formules semi-développées possibles de A. Le composé A est dédoublable en deux énantiomères. Par une réaction d'hydrogénation, on transforme la fonction aldéhyde en fonction alcool primaire et on constate alors que le nouveau composé obtenu est indédoublable.

2) Quelle est la formule semi-développée de A.

VII-14

Un mélange éthanol, éthanal est oxydé de façon ménagée par l'oxygène de l'air en présence de cuivre. Le mélange est intégralement transformé en acide éthanoïque.

On considère 34 g de mélange. La réaction étant supposée totale il faut verser 75 mℓ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 1,00 mol.ℓ^{-1} pour doser le dixième de la solution obtenue. Quelle est la composition du mélange de départ ?

VII-15

1) Soit un composé organique mono-oxygéné (A) sur lequel on effectue les réactions suivantes :

a) (A) réagit sur une solution diluée, acide, de dichromate de potassium ; la solution obtenue (S) est verte.

b) Les vapeurs obtenues en chauffant (S) donnent un précipité jaune orangé dans une solution de 2,4-dinitrophénylhydrazine (D.N.P.H.).

c) Ces mêmes vapeurs condensées dans une solution de nitrate d'argent ammoniacal provoquent la formation d'un miroir d'argent.

d) Les tests b) et c) sont négatif si (A) donne alors un produit unique (B). Le composé (A), seul, n'a aucune action sur la D.N.P.H.

Interpréter chacun de ces résultats expérimentaux et conclure sur la fonction chimique rencontrée dans (A).

2) On fabrique un litre de solution aqueuse de (B), de concentration 15,3 g.ℓ^{-1}. Cette solution (S') colore en jaune le bleu de bromothymol. Pourquoi ?

A 50,0 cm^3 de solution (S'), contenant 2 gouttes de solution de bleu de bromothymol, on doit ajouter 37,5 cm^3 de solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique 0,200 mol.ℓ^{-1} pour obtenir la coloration verte.

En déduire la concentration molaire volumique de (B) dans (S') ainsi que la masse molaire moléculaire de (B).

3) La chaîne carbonée de B est saturée, ramifiée et acyclique. Déterminer la formule brute de (B) et montrer qu'il existe trois isomères possibles (B_1), (B_2) et (B_3) pour (B) et (A_1), (A_2) et (A_3) pour (A). Donner les formules semi-développées et les noms de ces isomères.

VII-16

I) La combustion complète d'une mole d'un alcène (A) de formule C_nH_{2n}, exige un volume de 134,4 ℓ de dioxygène (O_2). Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire est 22,4 ℓ.

1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction et en déduire la formule brute de cet alcène.

2) Quelles sont les formules semi-développées possibles pour cet alcène ainsi que les noms correspondants ?

II) Par hydratation de l'alcène (A), on obtient un mélange de deux composés différents (B) et (C) de même formule brute que l'on sépare par distillation.

1) Montrer que l'on peut éliminer une des formules développées possibles pour A.

2) (B) est oxydé par l'ion dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide, il donne un composé (D) qui donne un précipité jaune avec la D.N.P.H. et qui rosit le réactif de Schiff. A quelle famille appartient (D) ? En déduire la classe de l'alcool (B).

3) L'oxydation ménagée de (C) n'étant pas possible, quelle est la classe de l'alcool (C) ? En déduire la seule formule semi–développée possible pour l'alcène (A). Ecrire les formules semi–développées et donner les noms des composés (B), (C), et (D).

VII-17

Le 2-méthylbutanal noté A et la 3-méthylbutan-2-one notée B sont deux isomères de formule brute $C_5H_{10}O$.

1) a) Donner la formule semi-développée du 2-méthylbutanal. Marquer d'un astérisque le carbone asymétrique et encadrer le groupement fonctionnel. Donner le nom de la fonction.

b) Quelle propriété optique confère à la molécule la présence d'un carbone asymétrique ?

c) Donner les représentations spatiales des deux énantiomères.

d) Le 2-méthylbutanal est oxydé par les ions dichromate ($Cr_2O_7^{2-}$) en milieu acide : la solution prend la teinte verte des ions Cr^{3+}. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

e) Le produit organique obtenu à la question d) par oxydation réagit avec le chlorure de thionyle ou le pentachlorure de phosphore pour donner un dérivé chloré ; donner le nom et la formule semi-développée de ce dérivé chloré.

2) La 3-méthylbutan-2-one a pour formule :

$CH_3–COCH(CH_3)–CH_3$

a) Encadrer le groupement fonctionnel. Donner le nom de la fonction.

b) Ce composé est obtenu par oxydation d'un alcool ; donner le nom et la formule de cet alcool.

c) Cet alcool, lui-même, peut être obtenu de façon majoritaire par hydratation d'un hydrocarbure : donner le nom et la formule semi-développée de cet hydrocarbure.

3) Citer un test d'identification commun aux deux isomères A et B et citer un test permettant de les différencier en précisant avec lequel des deux composés le test est positif.

VII-18

On considère les hydrocarbures A, non cycliques de formule brute C_4H_8.

1) a) À quelle famille appartiennent-ils ?

2) Mis en solution aqueuse en présence d'un catalyseur acide, l'isomère A_1 ayant une double liaison en bout de chaîne carbonée s'hydrate : on obtient la solution aqueuse S_1. Ecrire le bilan des réactions d'hydratation de l'isomère initial A_1 non ramifié.

Nommer les deux corps obtenus. Des deux corps différents obtenus, préciser lequel est formé majoritairement.

3) Mis en solution aqueuse en présence d'un catalyseur acide, l'isomère A_2 comportant une double liaison au milieu de la chaîne carbonée s'hydrate : on obtient la solution aqueuse S_2. On ajoute à cette solution S_2, une solution de dichromate de potassium en milieu acide : on obtient un corps C qui donne un précipité jaune en présence de dinitrophénylhydrazine (D.N.P.H.), mais ne rosit pas le réactif de Schiff.

a) Quelle est la nature de C ? En déduire la classe de B corps présent dans la solution S_2. C étant le seul corps obtenu, donner la formule et le nom de B.

b) B possède-t-il des stéréo-isomères ?

c) Ecrire les deux équations de demi-réaction des couples redox $Cr_2O_7^{2-}$ / Cr^{3+} et C/B.

d) En déduire l'équation-bilan de la réaction de l'ion dichromate sur B.

VII-19

On dispose de quatre flacons contenant respectivement un alcool, un aldéhyde, une cétone, un acide carboxylique.

1) Pour déterminer leur contenu, on réalise les tests suivants (voir tableau) :

Donner les fonctions des corps A, B, C, D et justifier.

2) L'action du dichromate de potassium en milieu acide sur B conduit à la formation de C et de A. B est un corps saturé contenant trois atomes de carbones. Donner les formules semi–développées et les noms des corps A, B, C.

3) On fait agir A sur B. Ecrire l'équation de la réaction et donner les noms des produits obtenus. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

Réactifs \ Corps	A	B	C	D
$Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide	Solution orange	Solution verte	Solution verte	Solution orange
D.N.P.H.	Solution jaune	Solution jaune	Précipité jaune	Précipité jaune
Réactif de Schiff	Solution incolore	Solution incolore	Solution violette	Solution incolore
Liqueur de Fehling	Solution bleue	Solution bleue	Précipité rouge brique	Solution bleue

4) Par action du pentachlorure de phosphore $PC\ell_5$ ou du chlorure de thionyle $SOC\ell_2$ sur A, on obtient un corps E.

a) Donner la formule développée et le nom de E.

b) Ecrire l'équation de la réaction de E sur B.

c) Comparer cette dernière réaction à celle de A sur B.

VII-20

1) On possède cinq flacons contenant les produits notés A, B, C, D et E, tous différents. On ne connaît pas le nom des cinq produits, mais on sait que :

- chaque produit est un corps pur et sa molécule ne contient que trois atomes de carbone, des atomes d'hydrogène, des atomes d'oxygène ;
- la chaîne carbonée ne comporte pas de liaison multiple ;
- parmi ces cinq produits, il y a deux alcools.

On réalise une oxydation ménagée des produits A et B par le dichromate de potassium en milieu acide et on obtient les résultats suivants : A conduit à C ou D, alors que B conduit uniquement à E. Cette expérience est-elle suffisante pour reconnaître les cinq produits A, B, C, D, et E ? Justifier la réponse (un seul argument suffit).

2) Pour préciser les résultats précédents, on utilise le réactif de Tollens (nitrate d'argent ammoniacal). On constate que C est oxydé. Décrire l'expérience.

3) Identifier les cinq produits, donner leur nom et leur formule semi-développée. Ecrire, en justifiant les coefficients, l'équation de la réaction d'oxydoréduction, par le dichromate de potassium en milieu acide, qui fait passer du produit A au produit D. Le couple oxydant réducteur mis en jeu dans le dichromate de potassium est $Cr_2O_7^{2-}$ / Cr^{3+}.

VII-21 **Extrait BAC 2005 Série D**

Soit un corps A de formule $C_nH_{2n}O$.

1) La combustion complète de 1 g de A donne 2,45 g de dioxyde de carbone.

a) Ecrire l'équation–bilan de cette réaction.

b) En déduire la formule brute de A.

2) a) Avec la 2,4–DNPH, A donne un précipité jaune orangée. Quelles sont les hypothèses sur la nature du composé A ?

b) Le composé A donne un dépôt d'argent avec le nitrate d'argent ammoniacal. Conclure.

3) En milieu acide, A est oxydé par le permanganate de potassium et donne l'acide-2-méthylpropanoïque B.

a) En déduire la formule semi–développée et le nom de A.

b) Etablir l'équation-bilan permettant d'obtenir B à partir de A. Indiquer le changement de couleur observé. Pour la solution oxydante on donne le couple redox MnO_4^-/M_n^{2+}.

4) On fait agir du chlorure de thionyle ($SOC\ell_2$) sur B. On obtient un composé C. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction et donner le nom de C.

VII-22

On dispose de cinq flacons contenant, chacun, l'un des cinq composés organiques dont les molécules sont données ci-dessous : **a)** : CH_3COOH ; **b)** : $CH_3CH_2COCH_3$; **c)** : $C_2H_5CH(OH)CH_3$; **d)** : CH_3CH_2CHO ; **e)** : $C_2H_5C(CH_3)_2OH$.

1) Nommer les corps a, b, c, d, e et préciser la fonction organique qui les caractérise.

2) On réalise sur trois des flacons (voir tableau) une série d'expériences qui se révèlent soit positives (existence d'une réaction caractéristique), soit négatives (absence de réaction caractéristique).

Flacons \ Réactifs	$Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide	2,4 -DNPH
Flacon 1	négative	positive
Flacon 2	négative	négative
Flacon 3	positive	positive
Flacons \ Réactifs	**La liqueur de Fehling**	**Le chlorure d'éthanoyle**
Flacon 1	négative	négative
Flacon 2	négative	positive
Flacon 3	positive	négative

En justifiant brièvement votre réponse, identifiez les composés organiques appartenant à ces trois flacons.

3) a) Qu'appelle-t-on une molécule chirale ? Quelle propriété physique particulière possède une substance chirale ?

b) Parmi les cinq composés organiques représentés, quels sont ceux qui présentent une chiralité ? Justifier votre choix.

c) Donner une représentation spatiale de chacun des énantiomères.

Chap. VIII : ESTERIFICATION HYDROLYSE SAPONIFICATION

ESTERIFICATION ET HYDROLYSE

VIII-1

1) Ecrire les formules semi–développées des composés suivants :

a) propanoate d'éthyle ; **b)** 3-méthylbutanoate de propyle ;
c) benzoate de 1-phényléthyle ; **d)** méthanoate de butyle ;
e) éthanoate de phénylméthyle.

2) Nommer les composés suivants :

a) $CH_3–CH_2–COO–CH_3$

b) $C_6H_5–CH_2–COO–CH(CH_3)–CH_3$

c) $H–COO–CH_2–CH_2–CH(CH_3)–CH_3$

d) $CH_3–CH(CH_3)–CH_2–COO–CH(CH_3)–CH_2–CH_3$

VIII-2

Donner la formule, puis le nom des composés A à F intervenant dans les réactions suivantes :

1) $A + CH_3–CH_2–OH \leftrightarrows$
……………..$H_2O + CH_3–CH(CH_3)–COO–CH_2–CH_3$

2) $B + CH_3–(CH_2)_4–OH \leftrightarrows$
……………..$H_2O + CH_3–COO–(CH_2)_4–CH_3$

3) $C + D \leftrightarrows CH_3–COO–CH(CH_3)–CH(CH_3)–CH_3 + H_2O$

4) $E + F \rightleftharpoons C_6H_5-COO-CH_3 + H_2O$

VIII-3

Pierre et Anne savent qu'en partant d'un mélange d'une mole d'acide carboxylique et d'une mole d'alcool primaire, on obtient 2/3 mole d'ester et 2/3 mole d'eau, selon une réaction d'équilibre chimique.

Ils décident de préparer du propanoate d'éthyle le plus rapidement possible et avec le meilleur rendement possible.

Ils émettent quelques propositions. Parmi celles-ci, dites celles qui paraissent exactes, celles qui vous paraissent erronées. Justifier vos réponses.

I) 1) Anne pense qu'il faut utiliser de l'acide propanoïque et de l'éthanol.

2) Pierre pense, lui, qu'il faut utiliser de l'acide éthanoïque et du propan-1-ol.

3) Anne propose de mélanger au départ ½ mole d'alcool et ½ mole d'acide. Elle espère ainsi obtenir 1/3 mole d'ester et 1/3 mole d'eau.

4) Pierre propose, lui, un mélange contenant ½ mole d'alcool et 2 moles d'acide. Anne, qui se range à son avis, affirme : nous obtiendrons ainsi 4/3 mole d'ester.

5) Tous deux pensent accélérer la réaction en chauffant le mélange et en usant d'un catalyseur convenable.

6) Pierre fait qu'en partant de ½ mole d'alcool et ½ mole de chlorure d'acyle, ils obtiendront l'ester avec un très bon rendement.

II) Si on mélange ½ mole d'alcool et ½ mole de chlorure d'acyle comme le souhaite Pierre, quel alcool et quel chlorure d'acyle faut-il mettre en présence pour obtenir du propanoate d'éthyle ? Quelle masse de cet ester peut-on alors théoriquement obtenir ?

VIII-4

Un ester a pour formule brute $C_4H_8O_2$.

1) Quelles sont les formules semi-développées possibles pour cet ester ? Dans chaque cas, le nommer et écrire l'équation-bilan de la réaction d'estérification permettant de l'obtenir.

2) Soit B l'acide carboxylique et C l'alcool utilisés pour la synthèse de A. Déterminer les formules de A, B et C, sachant que l'oxydation ménagée de C par un excès de permanganate de potassium en milieu acide conduit à B.

VIII-5

L'analyse d'un ester E conduit aux pourcentages massiques suivants : 58,8 % de carbone, 31,4 % d'oxygène et 9,8 % d'hydrogène.

1) Déterminer la masse molaire de E ; en déduire sa formule brute.

2) Quelles sont les formules semi-développées possibles pour cet ester ?

3) $V_a = 10{,}0$ mℓ d'une solution contenant $C_m = 5{,}0$ g.ℓ^{-1} de l'acide faible correspondant à cet ester sont dosés par une solution de soude à $C_b = 6{,}0.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}. Le virage de l'indicateur se produit pour $V_b = 11{,}25$ mℓ de soude versée.

a) Quel indicateur coloré (hélianthine ou phénolphtaléine) peut-on utiliser pour ce dosage ?

b) Quelle est la masse molaire de l'acide dosé ?

c) Quelles sont les formules semi–développées de l'acide et de l'ester étudiés ?

VIII-6

On hydrate le 2-méthylpropène, en présence d'acide sulfurique. Montrer que l'on peut prévoir théoriquement la formation de deux alcools.

1) Préciser le nom et la classe de chacun d'eux.

2) En réalité un seul alcool est essentiellement obtenu. Nous allons déterminer lequel. On introduit dans un tube une masse m = 3,7 g de cet alcool et une masse m' = 3,0 g d'acide éthanoïque (ou acide acétique). Le tube est scellé et chauffé.

a) Quelles sont les caractéristiques de la réaction qui se produit ?

b) Après plusieurs jours, l'acide restant est isolé puis dosé avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C = 2{,}00$ mol.ℓ^{-1}. Il faut utiliser un volume $V = 23{,}8$ cm^3 de cette solution pour atteindre le point d'équivalence. Quel est le pourcentage d'alcool estérifié ? Quel est cet alcool ? On rappelle que la limite d'estérification, pour un mélange équimoléculaire acide éthanoïque alcool, est environ 66 % si l'alcool est primaire, 60 % si l'alcool est secondaire, 2 à 10 % si l'alcool est tertiaire. (Dans cet exercice, on négligera l'apport d'ions H_3O^+ dû à l'ajout des quelques gouttes d'acide sulfurique.)

VIII-7

Une méthode de contrôle d'une réaction d'hydrolyse consiste à mesurer le pH du milieu, à intervalles de temps réguliers.

1) Comment évolue le pH en fonction du temps.

2) A un certain instant, on trouve pH = 2,2. Par ailleurs, une mesure de la concentration molaire volumique de l'acide formé a donné $C_A = 3.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}. L'acide formé est faible et sera noté AH, sa base conjuguée sera notée A^-. Calculer la constante d'acidité et le pK_A de cet acide.

3) L'acide AH est dérivé d'un acide carboxylique R—COOH dans lequel on a remplacé un atome d'hydrogène par un atome de chlore. La masse molaire de l'acide AH est $M = 108{,}5$ g.mol^{-1}.

a) Donner la formule brute et les formules des deux énantiomères de AH sachant qu'il possède un carbone asymétrique.

b) Donner le nom de AH.

VIII-8

On réalise, à 200 °C, l'hydrolyse du butanoate d'éthyle en partant du mélange de 5 mol d'eau et de 1 mol d'ester. L'état d'équilibre du système, atteint au bout de 24 h, est déterminé par dosage de l'acide formé. Le volume total du mélange à l'équilibre est de 180 mℓ. On en prélève un échantillon de 10,0 mℓ que l'on refroidit, puis que l'on dose avec une solution B de soude à 2,00 mol.ℓ^{-1}. L'équivalence est atteinte pour $V_{BE} = 17{,}6$ mℓ.

1) Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse.

2) Pourquoi refroidit-on l'échantillon dosé ?

3) Déterminer la quantité d'acide présent à l'équilibre dans un échantillon ; en déduire la quantité d'ester présent à l'équilibre et le rendement de cette hydrolyse.

4) Comparer celui-ci à celui de l'hydrolyse d'un mélange équimolaire d'eau et d'éthanoate d'éthyle ; Justifier le résultat obtenu dans cette expérience.

n rappelle qu'à partir d'un mélange équimolaire de actifs, le rendement de l'hydrolyse d'un ester est de 33 % orsqu'il se forme un alcool primaire.

III-9

On cherche à déplacer la limite de l'équilibre 'estérification hydrolyse par excès d'un constituant.
On mélange 6,00 g d'acide éthanoïque et 9,20 g d'éthanol uxquels on ajoute 2 gouttes d'acide sulfurique concentré. e mélange est chauffé, au bain-marie pendant une demi-eure environ. On refroidit le mélange et on le dose en résence de phénolphtaléine par de l'hydroxyde de sodium e concentration égale à 2,00 mol.ℓ^{-1}. Il faut en verser 9,5 m^3 pour atteindre l'équivalence.

) Quelle est la composition du mélange au bout de la emi-heure avant le dosage sachant qu'une goutte a un olume de 0,050 cm^3 et que l'acide sulfurique utilisé a une oncentration de 10 mol.ℓ^{-1} ?

) Quel est le pourcentage d'acide estérifié ?

/III-10

'acétate d'isoamyle de formule:
CH_3–COO–$(CH_2)_2$–CH$(CH_3)_2$ est présent, entre autres, lans les bananes et utilisé comme arôme artificiel de ce ruit. Sa masse volumique est égale à 0,87 g.cm^{-3}.
On mélange 10,0 cm^3 de cet ester avec 5,0 cm^3 d'eau, 0,5 m^3 d'acide sulfurique et on chauffe jusqu'à ce que 'équilibre chimique soit atteint. On dose alors les acides résents dans le mélange par une solution aqueuse de soude le concentration C_B = 2 mol.ℓ^{-1}. Le volume de soude nécessaire est V_B = 22,0 cm^3. Par ailleurs, on mesure le volume de solution de soude nécessaire pour réagir avec 0,5 m^3 d'acide sulfurique et on trouve V_B = 9,0 cm^3.

1) a) Ecrire l'équation bilan de la réaction d'hydrolyse de 'ester.

b) Nommer les corps organiques obtenus et donner leur formule.

2) Parmi les propositions suivantes, identifier celles qui sont exactes et celles qui sont erronées, justifier :

a) En chauffant un mélange équimolaire d'eau et d'ester, on obtient plus d'alcool et d'acide qu'en opérant à froid et ceci plus rapidement.

b) En utilisant un grand excès d'eau, on hydrolyse presque totalement l'ester.

c) En utilisant 0,33 mol d'ester et 6,0 g d'eau, on obtiendrait 0,50 mol d'acide et 0,50 mol d'alcool.

3) Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide acétique avec la soude.

4) Calculer la quantité d'acide acétique formé et en déduire le rendement de la réaction. Conclure.

VIII-11 X

Un alcool saturé A, à chaîne carbonée linéaire, a pour formule brute $C_5H_{12}O$.

1) Quels sont les isomères possibles (en se limitant aux alcools à chaîne carbonée linéaire) ? Donner leurs formules semi développées et leurs noms.

2) On oxyde de façon ménagée une masse m = 0,80 g de A par une solution acidifiée de permanganate de potassium de concentration 0,50 mol.ℓ^{-1}. On obtient un composé organique B qui réagit à chaud avec la liqueur de Fehling pour donner, en particulier, un précipité rouge brique.

a) Quels sont la formule et le nom de ce précipité ?

b) Préciser la fonction chimique de B, les formules semi-développées et les noms de A et B.

c) Ecrire l'équation bilan de l'oxydation ménagée de A en B par la solution acidifiée de permanganate de potassium.

d) Quel volume minimal de solution oxydante de concentration 0,50 mol.ℓ^{-1} a-t-on utilisé pour oxyder m = 0,80 g de A ? *Données : M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16.*

3) Cette question peut être traitée (en grande partie) sans que la formule de l'alcool soit connue. On notera cette formule R–OH.
On introduit 2,0.10^{-2} mol de A ainsi que 0,92 g d'acide méthanoïque dans un tube scellé qui est dans une étuve. Après 20 minutes, on dose l'acide méthanoïque restant à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 1,0 mol.ℓ^{-1}. L'équivalence est obtenue après addition de 12 mℓ de solution d'hydroxyde de sodium.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'alcool A. Nommer le corps organique formé.

b) Déterminer le pourcentage d'alcool A qui a réagit avec l'acide méthanoïque au bout de 20 minutes. Conclure.

VIII-12

La réaction entre un corps A et de l'eau donne de l'acide 2-méthylpropanoïque et un alcool B. La formule brute de A est : $C_7H_{14}O_2$.

1) Nommer le groupe fonctionnel du corps A. Quel est le nom de la réaction ?

2) L'oxydation ménagée de B donne un corps C qui réagit positivement à la DNPH mais est sans action sur la liqueur de Fehling.
Quelles indications donnent les deux tests sur le corps C ?
Qu'en déduisez-vous pour le corps B ?

3) Ecrire l'équation de la réaction entre A et l'eau. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

4) Donner les formules semi-développées de l'alcool B et du corps A, ainsi que le nom de l'alcool.

VIII-13

1) Le corps de formule semi-développée :
CH_3–COO–$(CH_2)_2$–CH$(CH_3)_2$ est un ester à goût et odeur de banane utilisé dans l'aromatisation de boisson.

a) Quel alcool et quel acide doit-on utiliser pour réaliser la synthèse de cet ester (les nommer et écrire leur formule semi-développée) ?

b) Ecrire l'équation bilan de la synthèse.

2) A un volume V = 20 cm^3 d'alcool de masse volumique μ = 0,80 kg.dm^{-3}, on ajoute la quantité d'acide nécessaire pour réaliser un mélange équimolaire. On obtient une masse de 14 g d'ester. Quel est le pourcentage d'alcool estérifié ?

VIII-14

Une masse m = 5,8 g d'un ester à odeur fruitée est traitée à chaud sous reflux par V = 9,0 mℓ d'une solution d'acide sulfurique à 1,0 mol.ℓ^{-1}.
Après 10 h, l'équilibre est atteint; le mélange est refroidi, puis dosé à l'aide d'une solution de soude à C_0 = 4,0 mol.ℓ^{-1} en présence de phénol phtaléine. Le volume versé à l'équivalence est $V_{éq}$ = 13,9 mℓ.

1) Sachant que, dans une solution d'acide sulfurique de concentration C, $[H_3O^+]$ = 2C, déterminer le volume v de

soude de concentration C_0 qui permet de doser 9,0 mℓ d'acide sulfurique à 1,0 mol.ℓ$^{-1}$.

2) Déterminer la quantité d'acide carboxylique formée à l'équilibre.

3) 75,4 % de l'ester a été hydrolysé ; en déduire sa masse molaire, puis sa formule brute sachant qu'il ne présente ni cycle, ni insaturation.

4) Cet ester comporte le même nombre d'atomes de carbone dans ces deux chaînes ; quelles formules semi-développées peut-on lui attribuer ?

VIII-15

On se propose de comparer plusieurs méthodes de préparation d'un ester : l'acétate d'amyle.
On dispose des réactifs suivants :

- acide éthanoïque (acétique) ;
- pentan-1-ol (alcool amylique primaire) ;
- un dérivé chloré ($SOC\ell_2$ ou $PC\ell_5$).

1) On peut d'abord faire réagir l'acide et l'alcool.

a) Indiquer les formules semi–développées de l'alcool et de l'acide utilisés. Ecrire l'équation de la réaction. Comment s'appelle l'acétate d'amyle dans la nomenclature systématique ?

b) On laisse réagir, dans une étuve, un mélange de 0,50 mol d'alcool et 0,50 mol d'acide. Au bout d'une journée la composition du mélange n'évolue plus ; on constate qu'il contient encore 0,17 mol d'acide. Calculer la quantité n_1 d'alcool estérifié exprimé en mol. En déduire les pourcentages d'alcool et d'acide estérifié. Pourquoi la composition du mélange reste–t–elle constante ?

c) On laisse réagir dans les mêmes conditions 0,50 mol d'alcool et 2,0 mol d'acide. Au bout d'une journée, la composition du mélange n'évolue plus ; celui–ci contient alors 1,54 mol d'acide. Calculer la quantité n_2 d'alcool estérifié exprimée en mol. En déduire les pourcentages d'alcool et d'acide estérifiés.

d) Au vu des résultats précédents (1.b et 1.c), préciser comment varient les pourcentages d'alcool et d'acide estérifiés lorsqu'on change les concentrations initiales d'alcool et d'acide.

2) a) À partir des réactifs fournis au début de l'exercice, quel dérivé de l'acide peut–on préparer ? On donnera le nom et la formule semi–développée (l'équation de la réaction de préparation n'est pas demandée).

b) Ecrire l'équation d'une des deux réactions de préparation de l'acétate d'amyle utilisant l'un des dérivés ci–dessus.

c) Quel pourcentage d'alcool peut-on alors estérifier par ce procédé ?

VIII-16

On désire préparer du propanoate de 1-méthylpropyle.

1) Ecrire la formule semi développée de ce produit. Quelle est sa fonction chimique ?

2) Sachant que la réaction qui a permis de l'obtenir est lente et limitée, répondre aux questions suivantes.

a) Nommer les réactifs nécessaires.

b) Ecrire l'équation bilan de la réaction en utilisant les formules semi développées.

c) Indiquer un moyen pour :

– rendre cette réaction plus rapide

–déplacer l'équilibre chimique dans le sens de la formation du propanoate de 1-méthylpropyle.

–rendre cette réaction rapide et totale. Quels sont alors les réactifs nécessaires ; donner leurs noms et leurs formules semi-développées.

3) On considère l'alcool A qui a servi à la préparation du propanoate de 1-méthylpropyle.

a) Donner les formules semi-développées et les noms des alcools isomères de A.

b) La molécule A est–elle chirale ? Pourquoi ? Si oui donner la représentation conventionnelle des deux énantiomères correspondants.

4) Après chauffage à reflux de 74 g d'un mélange équimolaire des deux réactifs demandés à la question 2)a), on parvient à extraire 39 g de propanoate de 1-méthylpropyle du mélange réactionnel.
Avait-on atteint l'équilibre avant de procéder à l'extraction ? Justifier la réponse.

SAPONIFICATION

VIII-17

1) Qu'est-ce qu'une réaction de saponification ? Ecrire son équation-bilan pour l'acétate d'éthyle en nommant les produits obtenus.

2) Quelles sont ses caractéristiques ? Les comparer à celles de l'hydrolyse d'un ester.

VIII-18

1) A partir de quels composés naturels synthétise-t-on les savons ? Donner leur formule générale.

2) Quelle réaction permet de préparer les savons ?
Ecrire son équation-bilan générale.

3) Comment s'appelle le trialcool formé ?

VIII-19

On réalise la saponification de 15,0 mℓ d'acétate de pentyle par de la soude en excès. En fin de réaction, l'alcool formé est récupéré, séché, puis pesé ; on obtient ainsi m = 8,1 g.

1) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction. Nommer l'alcool formé.

2) Déterminer la masse maximale d'alcool que pourrait donner cette réaction. En déduire son rendement. *Donnée : μ (ester) = 0,87 g.mℓ$^{-1}$.*

VIII-20

On prépare, à partir d'un alcool et d'un acide à chaîne carbonée saturée, un ester E de masse molaire 88 g.mol^{-1}.

1) Quelle est sa formule brute ? En déduire toutes les formules semi-développées possibles et les noms.

2) Pour identifier cet ester, on en saponifie 4,40 g ; on obtient deux composés A et B. Par distillation, on récupère une masse m (B) = 2,98 g. B peut facilement être oxydé en cétone par une solution de permanganate de potassium.

a) Quelle est la nature chimique de B ?

b) Quelle quantité en obtient-on ? En déduire sa masse molaire, sa formule brute et sa formule semi–développée.

c) Identifier alors l'ester E et écrire l'équation-bilan de sa saponification.

d) Quelles sont les propriétés d'une réaction de saponification.

VIII-21

On traite 8,00 g d'un triglycéride X, à chaud, par une solution d'hydroxyde de sodium contenant 2,00 g de ce composé. Une fois la réaction achevée, on dose l'hydroxyde de sodium restant et on constate qu'il reste 0,809 g de ce réactif non entré en réaction.

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre le triglycéride X et l'hydroxyde de sodium. Quel est le nom de cette réaction ? Quelles sont ses propriétés ?

2) Déterminer la masse molaire M du triester constituant le triglycéride X.

3) Calculer la masse de glycérol formée lors de la saponification de 1,0 tonne du corps X.

4) On réalise l'hydrolyse, en présence d'un excès d'eau, de 1,0 tonne de X.

Ecrire l'équation bilan de cette réaction ? Quelle masse d'acide gras est–elle formée par cette hydrolyse supposée complète ?

5) Le triglycéride X est un triester du glycérol et d'un seul acide gras.

Quelle est la masse molaire M' de cet acide ? Quelle est la formule de cet acide sachant que c'est un acide gras saturé ?

VIII-22

1) L'acide butyrique est un acide gras de formule : $CH_3–CH_2–CH_2–COOH$

a) Donner le nom de cet acide en utilisant la nomenclature officielle. Identifier son groupe fonctionnel.

b) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide butyrique et le propan-1-ol. Nommer les produits de la réaction.

c) Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

2) La butyrine est un corps gras présent dans le beurre. Elle peut être considérée comme résultant de la réaction entre le glycérol ou propan-1,2,3-triol et l'acide butyrique. Sa formule semi-développée est représentée ci-contre.

a) Entourer et nommer les groupes fonctionnels dans cette molécule.

b) On fait réagir, à chaud, une solution d'hydroxyde de sodium (soude) en excès sur la butyrine. Ecrire l'équation bilan de la réaction. Quel nom donne-t-on à cette réaction ? Nommer les produits obtenus.

$CH_2–O–C(O)–CH_2–CH_2–CH_3$
|
$CH–O–C(O)–CH_2–CH_2–CH_3$
|
$CH_2–O–C(O)–CH_2–CH_2–CH_3$

c) Après refroidissement, on verse le milieu réactionnel dans une solution saturée de chlorure de sodium. Il y a formation d'un solide appelé savon.

Donner la formule de ce savon.

Quelle masse de savon peut-on fabriquer, au maximum, à partir de 30,2 g de butyrine ?

On donne : Masse molaire de la butyrine : $M_1 = 302\ g.mol^{-1}$

Masse molaire du savon : $M_2 = 110\ g.mol^{-1}$

VIII-23

Données : Masses molaires en $g.mol^{-1}$ *: de l'oléine : 884, de l'oléate de sodium : 304, de la soude : 40.*

Partie A

L'huile d'olive contient principalement de l'oléine, qui est le triester du glycérol et de l'acide oléique.

1) Ecrire la formule semi-développée du glycérol.

2) L'acide oléique a comme formule $C_{17}H_{33}COOH$. Sa chaîne carbonée est linéaire et présente une double liaison entre les atomes de carbone 9 et 10 qui adoptent la configuration Z. Donner sa formule semi-développée en faisant apparaître la stéréochimie.

Partie B

On introduit 10,0 g d'oléine pure dans un réacteur de 100 mℓ. On ajoute une solution obtenue en dissolvant 10 g de soude dans 35 mℓ d'un mélange à volumes égaux d'eau et d'éthanol. On agite le mélange et on le chauffe pendant 45 mn. Le mélange réactionnel chaud est ensuite versé rapidement sur une solution concentrée de chlorure de sodium agité pendant 5 mn puis laisser au repos.

Ce nouveau mélange est filtré, le filtrat obtenu est lavé à l'eau glacée séché et pesé : on obtient une masse de 9,8 g.

1) Comment appelle-t-on la réaction entre le triester et la soude ? Ecrire son équation-bilan et nommer le produit sec obtenu.

2) Quelle masse de savon peut-on obtenir théoriquement sachant que l'hydroxyde de sodium est en excès ?

3) Calculer le rendement de cette préparation.

VIII-24

Données : Formule de l'acide oléique : $C_{17}H_{33}COOH$.

Masse molaire de l'oléine : $M = 884\ g.mol^{-1}$.

De nombreux lipides sont des glycérides, c'est–à–dire des esters du glycérol et des acides gras.

1) Ecrire la formule semi–développée du glycérol ou propan–1,2,3–triol.

2) L'acide oléique est le plus abondant des acides gras. Il forme avec le glycérol un triester (triglycéride), l'oléine des huiles végétales. Ecrire la formule semi–développée de l'oléine.

3) On fait réagir une certaine quantité d'huile de masse m $= 10^3$ kg avec un excès de soude ; il se forme du glycérol et un autre produit S.

a) Ecrire l'équation–bilan de la réaction chimique.

b) Comment nomme–t–on ce type de réaction ? Donner deux caractéristiques importantes de celle–ci.

c) On récupère le produit S et on le purifie. Quelle est la masse du produit S obtenue ? S a–t–il un comportement acide, neutre ou basique vis–à–vis de l'eau ?

PHYSIQUE
MECANIQUE
Chap. I : LES ELEMENTS DE CINEMATIQUE

I-1

Donnée : $4\pi^2 = 40$. Répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes et justifier.

1) Le vecteur accélération du centre d'inertie d'un solide animé d'un mouvement uniforme est nul.

2) Le mouvement du centre d'inertie d'une voiture se déplaçant sur une route en « montagne russe » n'est jamais un mouvement uniforme.

3) Le vecteur vitesse du centre d'inertie d'un solide animé d'un mouvement uniformément varié, peut éventuellement changer de sens.

4) Soit un disque de diamètre 2 cm en rotation autour d'un axe. La valeur de sa vitesse de rotation est constante et égale à 10 $tr.s^{-1}$.

La valeur de l'accélération tangentielle d'un point de la périphérie du disque est égale à 80 $m.s^{-2}$.

I-2

Une automobile de longueur $\ell = 5$ m, roulant à la vitesse Va = 90 $Km.h^{-1}$ arrive derrière un camion de longueur L = 10m, roulant à une vitesse Vc = 72 $Km.h^{-1}$. Les deux véhicules conservent des vitesses constantes. L'automobile va donc doubler le camion. En admettant que le dépassement commence quand l'avant de l'automobile est à la distance $d_1 = 20$m de l'arrière du camion et se termine quand l'arrière de l'automobile est à la distance $d_2 = 30$m de l'avant du camion. Calculer :

1) La durée du dépassement.

2) La distance parcourue sur la route par l'automobile pendant le dépassement.

I-3

Le mouvement d'un mobile sur un axe orienté $(O, \vec{i})$ a pour équation horaire $x = 2t^2 - 4t + 4$ en unité S.I.

1) Quelle est la nature du mouvement ?

2) Déterminer l'équation horaire de la vitesse.

3) A quelle date le mobile change t-il de sens ? Vous préciserez le sens du vecteur vitesse avant et après ce changement. Quelle est alors sa position ?

4) Donner les caractéristiques du vecteur accélération.

I-4

Un automobiliste roule sur un tronçon d'autoroute rectiligne à la vitesse de 144 $km.h^{-1}$. Soudain, un obstacle fixe apparaît sur la voie à une distance D = 130 m. Le conducteur freine immédiatement et réduit sa vitesse à 108 $km.h^{-1}$ au bout d'une durée 0 = 1s.

1) Calculer la valeur de la décélération supposée constante.

2) Si l'on suppose que la décélération de l'automobile reste constante, à quelle distance d de l'obstacle la voiture va-t-elle s'arrêter ?

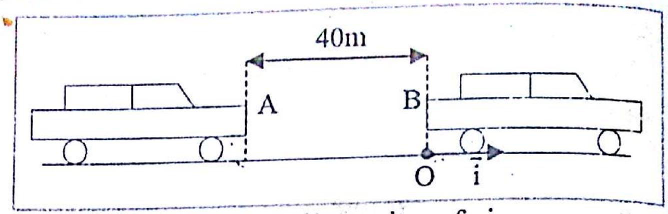
3) On envisage maintenant cette éventualité : le conducteur ne réagit pas tout de suite et commence à freiner 1s après l'apparition de l'obstacle. Il impose alors au véhicule la décélération calculée au 1). A quelle distance de l'obstacle, l'automobile va-t-elle s'arrêter ?

4) Après l'obstacle, le conducteur maintient sa vitesse constante à 108 km/h et doit négocier un virage de rayon R = 150m. Déterminer les caractéristiques du vecteur accélération pendant le virage.

5) Calculer la durée du virage s'il se réduit à un quart de cercle.

I-5

Sur une route, deux voitures roulent sur une même file avec une vitesse de 40 m/s. Le pare–chocs avant A de la seconde voiture est à 40 m derrière le pare–chocs arrière B de la première voiture.



Le conducteur de la première voiture freine, soumettant son véhicule B à une décélération constante de -5m/s^2. Le deuxième conducteur, distrait, commence à freiner 2s après le premier et son véhicule subit la même décélération.

En prenant comme origine des dates (t = 0) l'instant où débute le freinage du premier véhicule B et comme origine des espaces sa position établir pendant les deux secondes :

1) Les équations horaires des véhicules A et B.

2) Un choc a t–il lieu pendant les deux secondes ?

3) Etablir pour t > 2s les équations horaires des deux véhicules.

4) Un choc a t–il lieu après les deux secondes, si oui à quelle date et quel lieu. On conservera les mêmes repères d'espace et de temps.

I-6

Une automobile démarre lorsque le feu passe au vert avec une accélération a = 2,5 $m.s^{-2}$ pendant une durée 0 = 7,0 s ensuite le conducteur maintient sa vitesse constante.

Lorsque le feu passe au vert, un camion, roulant à la vitesse v = 45 $km.h^{-1}$, est situé à une distance d = 20 m du feu, avant celui-ci. Il maintient sa vitesse constante. Dans un 1er temps, le camion va doubler l'automobile, puis dans une 2ème phase, celle-ci va le dépasser. En choisissant :

– Comme origine des dates, l'instant où le feu passe au vert.

– Comme origine des espaces, la position du feu tricolore,

déterminer :

1) Les dates des dépassements.

2) Les abscisses des dépassements.

3) Les vitesses de l'automobile à ces instants.

I-7

Un voyageur arrive sur le quai de la gare à l'instant où son train démarre ; le voyageur, qui se trouve à une distance d = 25 m de la portière, court à la vitesse constante $v_1 = 24$ $km.h^{-1}$. Le train est animé d'un mouvement rectiligne d'accélération constante a = 1,20 $m.s^{-2}$.

1) Le voyageur pourra-t-il rattraper le train ?

2) Dans le cas contraire, à quelle distance ℓ minimale de la portière parviendra-t-il ?

I-8

Les équations paramétriques du mouvement d'un mobile se déplaçant dans un plan muni d'un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ sont :

$\begin{cases} x = 5t \\ y = 3t^2 - 4t \end{cases}$ On utilise les unités SI.

1) Rechercher l'équation cartésienne de la trajectoire.

2) a) Calculer l'abscisse du mobile lorsque celui-ci repasse par l'ordonnée y = 0.

b) Calculer la vitesse du mobile en ce point.

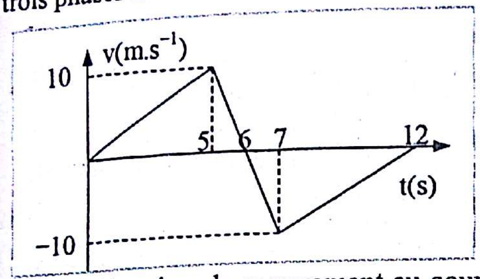
3) Déterminer les coordonnées du mobile à l'instant t = 4 s. Quelle est alors sa vitesse ?

4) Déterminer l'accélération du mobile aux points O, A, B dont les abscisses sont : $x_0 = 0$; $x_A = 2$ m et $x_B = 4$ m. Conclusion.

I-9

La représentation graphique de la vitesse v = f(t) d'un mobile en mouvement rectiligne uniforme sur un axe (O,x) est donnée sur la figure.

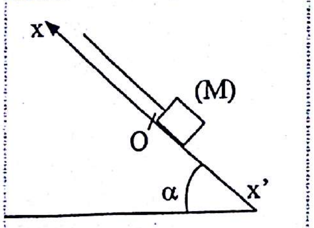
1) a) Calculer les accélérations du mobile au cours des trois phases du mouvement.



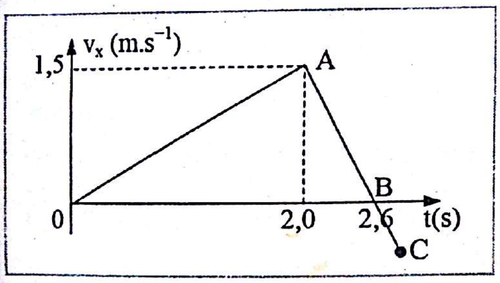
b) Tracer la représentation graphique a = g(t) de l'accélération a en fonction du temps, avec t ∈ [0; 12s]

2) Etablir les équations horaires du mouvement au cours des trois phases, sachant qu'à l'instant t = 0, le mobile se trouve à l'origine O du repère.

I-10



Un mobile M peut glisser le long de la ligne de plus grande pente x'Ox d'un plan incliné faisant un angle α par rapport au plan horizontal. Il est attaché à un fil inextensible tendu parallèle à x'Ox. A l'instant $t_0 = 0$, le mobile M est au repos au point O, origine de l'axe, et on applique au fil une traction qui fait gravir à M le plan incliné. On étudie le mouvement de M. On mesure $v_x = f(t)$ qui est le segment de droite OA de la figure.



Au temps $t_1 = 2,0$ s, le fil de traction casse. On obtient alors la demi-droite ABC qui coupe l'axe des temps au point B d'abscisse $t_2 = 2,6$ s

1) Déduire du graphique, sans calcul, la nature du mouvement de M et le sens du déplacement entre les dates : $[t_0, t_1]$; $[t_1, t_2]$ et $t > t_2$. On précisera sur un schéma les sens des vecteurs vitesse et accélération.

2) Calculer la valeur de l'accélération de M pour $t < t_1$, puis pour $t > t_1$.

3) Quelle distance M a-t-il parcourue avant que le fil ne casse ?

I-11

1) Une automobile décrit une trajectoire rectiligne dans un repère $(O, \vec{i})$. Son accélération est constante.

A l'instant $t_0 = 0$ s, l'automobile part d'un point M_o.

A l'instant $t_1 = 3$ s, l'automobile passe par le point M_1 d'abscisse $x_1 = 59$ m à la vitesse algébrique $V_{1x} = 6$ m.s^{-1}. Elle arrive ensuite au point M_2 d'abscisse $x_2 = 150$ m à la vitesse algébrique $V_{2x} = 20$ m.s^{-1}.

a) Etablir l'équation horaire du mouvement de l'automobile.

b) A quel instant t_2 l'automobile passe-t-elle par le point M_2 ?

c) Calculer la longueur ℓ du trajet effectué par l'automobile pendant la phase d'accélération dont la durée est fixée à 20 s.

2) A la date T = 1 s, une moto se déplaçant sur la même droite à la vitesse constante $V_x' = 20$ m.s^{-1} passe par le point M' d'abscisse x' = –5 m. Pendant toute la durée du mouvement fixée à 20 s, la moto va d'abord dépasser l'automobile ; ensuite l'automobile va rattraper la moto.

Déterminer :

a) l'équation horaire du mouvement de la moto dans le repère $(O, \vec{i})$.

b) les dates des dépassements.

c) les abscisses des dépassements.

d) la vitesse de l'automobile au moment où elle rattrape la moto.

e) la distance d parcourue par la moto entre les dates T = 1 s et la date où elle dépasse l'automobile.

I-12

Une rame de métro effectue un trajet entre deux stations. Partant de la première station, le conducteur lance sa rame avec une accélération de valeur $a_1 = 0,85$ m.s^{-2}. Au bout d'une durée θ_1, lorsqu'il juge la vitesse suffisante pour pouvoir atteindre l'autre station, le conducteur coupe définitivement le courant. Différentes causes ralentissent le mouvement qui s'effectue alors avec une décélération constante de valeur absolue : $|a_2| = 0,05$ m.s^{-2}.

La rame s'arrête à la deuxième station séparée de la première par la distance d = 1500 m. Calculer :

1) Les durées θ_1 et θ_2 des deux phases du parcours.

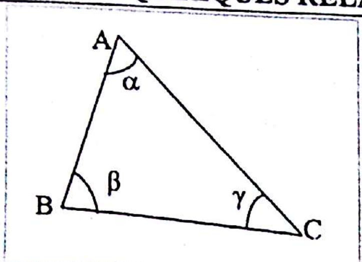
2) Les longueurs ℓ_1 et ℓ_2 de ces deux phases.

3) La vitesse maximale de la rame entre les deux stations.

4) Sans justifier le tracé et en utilisant les résultats des trois premières questions, représenter graphiquement les fonctions: v = g(t), équation des vitesses ; a = h(t), équation des accélérations.

Chap II : LES LOIS DU MOUVEMENT DE NEWTON

QUELQUES RELATIONS UTILES



1) Relation dans un triangle quelconque

On considère le triangle quelconque suivant :

On a :

$\alpha + \beta + \gamma = 180°$

$$\frac{\sin\alpha}{BC} = \frac{\sin\beta}{AC} = \frac{\sin\gamma}{AB}$$

$AB^2 = AC^2 + BC^2 - 2AC\times BC\times\cos\gamma$

$AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2\,AB\times BC\times\cos\beta$

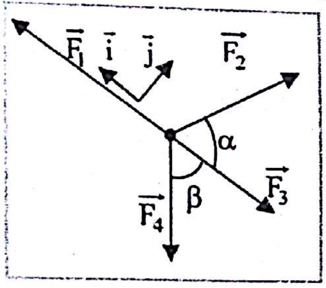
$BC^2 = AB^2 + AC^2 - 2AB\times AC\times\cos\alpha$

Remarques

Les relations ci-dessus sont utiles pour effectuer la somme de trois vecteurs.

Si le nombre de vecteurs dépasse trois, il faut choisir convenablement deux axes perpendiculaires et procéder par projection.

2) Projection dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$



On considère dans le plan les vecteurs : $\vec{F_1}, \vec{F_2}, \vec{F_3}, \vec{F_4}$ comme l'indique la figure.

Déterminons le vecteur $\vec{F}$ tel que : $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} + \vec{F_4}$

Pour cela on choisit deux axes $\vec{i}$ et $\vec{j}$ tel que $\vec{i}$ colinéaire à $\vec{F_1}$ et de même sens et $\vec{j} \perp \vec{i}$.

Soit F_x et F_y les composantes respectives de $\vec{F}$ sur $\vec{i}$ et $\vec{j}$.

On a : $F_x = F_1 - F_2\cos\alpha - F_3 - F_4\cos\beta$; $F_y = F_2\sin\alpha - F_4\sin\beta$.

On déduit le module de $\vec{F}$: $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

La direction de $\vec{F}$ fait l'angle θ avec $\vec{i}$ tel que : $\text{Tan}\,\theta = \dfrac{F_y}{F_x}$.

II-1

La cabine d'un ascenseur de masse M = 1600 kg s'élève directement, du rez-de-chaussée au dernier étage d'une tour, sur une hauteur H.

1) La montée comporte trois phases :

- Durant t_1 = 2,8 s, le mouvement est uniformément accéléré ;
- Durant t_2 = 8,0 s, le mouvement est uniforme sur une distance d_2 = 52 m ;
- Durant t_3 = 3,5 s, le mouvement est uniformément retardé jusqu'à l'arrêt.

Calculer la hauteur H.

2) Calculer la tension du câble de traction au cours de chacune des trois phases de la montée.

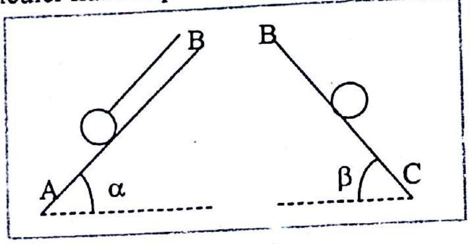
II-2

Un skieur de masse M = 60 kg monte une pente rectiligne AB, tiré par un câble parallèle à la ligne de plus grande pente Le mouvement, d'abord uniformément accéléré avec une accélération a = 0,20 $m.s^{-2}$, devient ensuite uniforme.

1) Calculer la tension du câble dans les deux phases du mouvement, sachant que les résistances diverses à l'avancement ayant pour origine les frottements sont équivalentes à une force constante d'intensité f = 50 N, parallèle à la ligne de plus grande pente. on donne α = 30°.

2) Partant sans vitesse initiale de B, le skieur descend une piste rectiligne BC de longueur ℓ = 32m et d'inclinaison β.

a) Quelle serait la vitesse v du skieur au point C s'il n'existait aucune force de résistance à l'avancement ? La calculer numériquement. *On donne β = 30°.*



b) En réalité le skieur arrive en C avec une vitesse v' = 57,6 $km.h^{-1}$. Calculer l'intensité f' de la force de résistance à l'avancement.

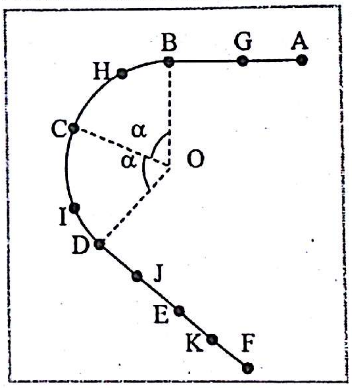
II-3

Un solide assimilable à un point matériel décrit une trajectoire **horizontale** ABCDEF qui comprend :

- un segment de droite AB
- un arc de cercle BCD de centre O et de rayon r, d'angle au centre 2α tel que α = 40°.
- un segment de droite DEF.

Partant de A, la valeur du vecteur vitesse du mobile est constante le long du trajet ABD puis elle augmente de façon uniforme le long du trajet DE, enfin elle diminue de façon uniforme entre E et F.

1) Représenter, sur un schéma, la direction et le sens du vecteur accélération aux différents points G, H, I, J, K de la trajectoire. On justifiera chaque fois brièvement le schéma qui est proposé.



2) Sachant que la valeur du vecteur vitesse double entre les points D et E, trouver la valeur du vecteur accélération supposée constante entre ces 2 points distants de 20 m. *On donne : $v_D = 2{,}5\ m.s^{-1}$.*

3) a) Donner les caractéristiques (direction, sens, valeur) du vecteur $\vec{F}$, somme vectorielle des forces qui s'exercent sur le mobile, aux points H et G. Faire les applications numériques correspondantes pour m = 100 g, r = 10 m, v (vitesse entre A et D) = 2,5 $m.s^{-1}$.

c) Quel temps met le mobile pour passer du point B au point D ?

II-4. Extrait BAC 2004 Série D

Un objet de masse m = 20 kg glisse le long d'une ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α = 30° par rapport à l'horizontale. La somme $\vec{R}$, supposée constante, des forces de contact reparties en surface et exercées par le plan sur l'objet, fait un angle β avec la normale au plan.

1) Exprimer le vecteur accélération du mobile en fonction de α, β, m, R et g.

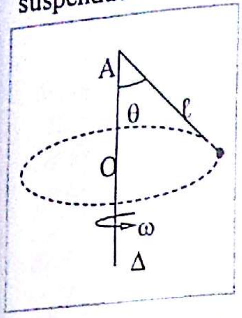
2) Lâché sans vitesse initiale, ce mobile parcourt une distance $d = 5$ m en une durée $t = 1,7$ s. Calculer l'accélération a du mouvement.

3) a) Exprimer l'angle β en fonction de α, a et g et le calculer.

b) Déterminer l'expression de la valeur de $\vec{R}$ en fonction de m, g, a et α. La calculer.

II-5

Une boule métallique M ponctuelle de masse $m = 30$ g est suspendue à l'extrémité d'un fil inextensible de longueur $\ell = 1$m et de masse négligeable L'autre extrémité du fil est fixée en un point A d'un axe vertical Δ. L'axe Δ tourne sur lui-même à la vitesse angulaire ω constante. Pour une valeur suffisante de ω le fil s'incline d'un angle θ et M décrit dans un plan horizontal un mouvement circulaire uniforme de centre O. $g = 10\ m.s^{-2}$. .

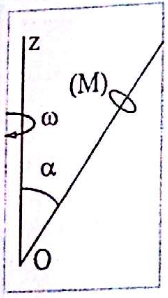


1) Etablir la relation liant ω à θ.

2) Quelle est la valeur minimale ω_0 de ω en dessous de laquelle $\theta = 0$?

3) Calculer la tension du fil pour $\theta = 30°$ et pour les deux valeurs de ω : $\omega_1 = 6\ rad.s^{-1}$ et $\omega_2 = 2\ rad.s^{-1}$.

II-6



Une tige rigide inclinée d'un angle $\alpha = 15°$ par rapport à l'axe vertical Oz tourne avec une vitesse angulaire $\omega = 15\ rad.s^{-1}$ autour de Oz. Un petit anneau M de masse m peut coulisser sans frottement sur la tige. Déterminer la distance OM d'équilibre du petit anneau sur la tige.

II-7

Dans les régions montagneuses il existe des grues pour aider les poids lourds à grimper certaines pentes très raides.

On considère une remorque avec son chargement de masse totale $M = 30$ tonnes sur une pente faisant un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontal. Cette remorque est tractée par une grue avec un câble parallèle à la ligne de plus grande pente comme le montre la figure. Donnée $g = 10\ N.kg^{-1}$.

L'opération de remorquage se déroule en deux étapes.

De A à B la grue exerce sur le câble de traction une tension $T_1 = 19.10^4$ N pendant 10 s.

De B jusqu'au sommet C de la pente cette tension devient $T_2 = 16.10^4$ N. L'ensemble des forces de frottement est supposé contant et de valeur $f = 10^4$ N.

1) a) Déterminer l'intensité de la résultante des forces qui s'opposent à la montée de la remorque.

b) Quelle est la nature du mouvement de la remorque de A à B ?

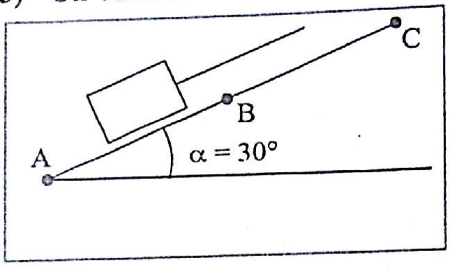
c) Déterminer la vitesse de la remorque au bout des 10 s.

d) De quelle hauteur h_1 la remorque est–elle montée pendant les 10 s ?

2) a) Quelle est la nature du mouvement de B à C ?

b) Déterminer la durée du trajet BC sachant que la longueur de la pente est AC = 650 m.

3) On considère maintenant cette éventualité : au passage en B le câble de traction se rompt.



a) A partir de cet instant quel temps met la remorque pour repasser au point A.

b) Quelle est sa vitesse au passage en A.

II-8

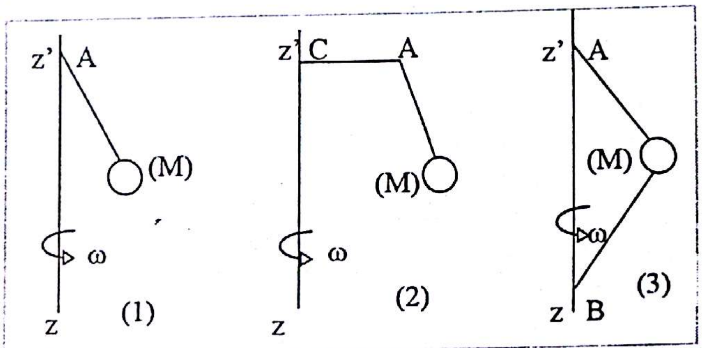
On prendra $g = 10\ m.s^{-2}$. Une barre verticale zz' tourne sur elle-même à vitesse angulaire constante.

1) Un pendule AM est entraîné par cette tige ; AM = 1,5 m. La masse du point matériel est M = 0,5 kg. A partir de quelle vitesse angulaire M décolle-t-il de zz' ?

Quel est l'angle entre AM et zz' et la tension du fil pour une vitesse de 1 $tr.s^{-1}$? (Figure 1).

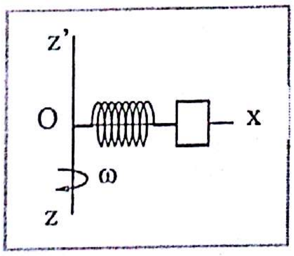
2) A la tige z'z est soudée une tige CA horizontale de longueur CA = 1 m. Le pendule AM précédent est fixé au point A. Pour quelle vitesse de rotation le fil AM fait-il un angle de 45°avec la verticale avec AM = 1,5 m ? (figure 2).

3) Soient deux points A et B de zz' tels que AB = 2,4 m.



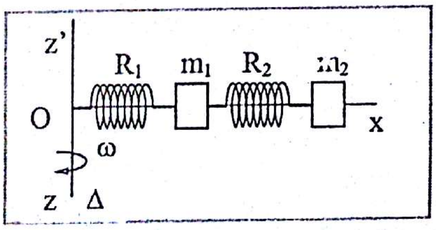
M est relié à ces deux points par deux fils souples, inextensibles de longueur égale. AM = BM = 1,5 m. La masse de M est toujours 0,5 kg. Quelles sont les tensions de AM et BM lorsque zz' tourne à 6 $rad.s^{-1}$? (Figure 3).

II-9



On dispose de deux ressorts R_1 et R_2 identiques, de masse négligeable, de longueur au repos $\ell_0 = 20$ cm, de raideur $k = 10N.m^{-1}$. On prendra $g = 10\ m.s^{-2}$.

1) A un axe verticale zz' est soudée une tige Ox horizontale. Sur cette tige Ox on enfile le ressort R_1 fixé par l'une de ses extrémités à O, par l'autre à une masse $m_1 = 20$ g, ponctuelle. On suppose que m_1 peut glisser le long de Ox sans frottement. Quel est l'allongement de R_1 lorsque le système tourne à 10 $rad.s^{-1}$ autour de zz'.



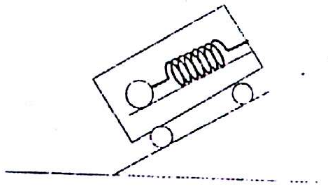
2) A la suite de R_1 et m_1 on enfile le ressort R_2 l'une de ses extrémités est fixée à m_1, l'autre à une masse ponctuelle m_2 = 20 g, m_2 glisse aussi sur Ox sans frottement. Quels sont les allongements de R_1 et R_2 lorsque l'ensemble tourne à 10 rad.s^{-1} ?

3) Reprenons la question 1) en supposant maintenant que la tige Ox est inclinée de $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale et vers le bas. On calculera l'allongement de R_1 et la réaction exercée par la tige sur m_1.

4) Le ressort R_1 et m_1 tournent autour de zz' (la tige Ox est retirée). Le ressort décrit un cône de demi-angle au sommet α. Calculer la vitesse de rotation ω et l'allongement du ressort sachant que $\alpha = 60°$.

II-10

1) On considère un ressort R, de masse négligeable, à spires non jointives, de longueur à vide ℓ_0, suspendu verticalement par une de ses extrémités O. Lorsqu'il est tendu sous l'action du poids d'une bille B de masse m, sa longueur à l'équilibre est ℓ_1. Déterminer la constante de raideur k du ressort. *On donne : $\ell_0 = 20$ cm ; $m = 0,2$ kg ; g = 10 N.kg^{-1} ; $\ell_1 = 24$ cm.*



2) Le ressort R et la bille B sont maintenant placés sur une tige horizontale où ils peuvent se déplacer sans frottement. Ce dispositif est placé horizontalement et fixé à une paroi verticale d'un véhicule en mouvement rectiligne. Calculer la tension, l'allongement ou la compression (à préciser) du ressort R en cm dans les cas suivants : (voir figure).

a) Le véhicule se déplace à vitesse constante sur un plan horizontal.

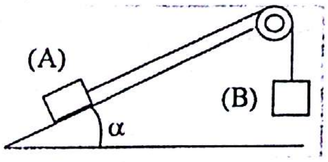
b) Le véhicule aborde une côte à 10 % à une vitesse constante $V_1 = 2$ m.s^{-1}.

c) Le véhicule accélère dans la montée et acquière une vitesse $V_2 = 20$ m.s^{-1} au bout de 36 s.

d) A l'instant où la vitesse V_2 est atteinte, le véhicule ralentit et s'immobilise sur une distance d = 100 m. Les forces de freinage sont supposées équivalentes à une force unique, d'intensité constante et parallèle à la ligne de plus grande pente.

On calculera ces forces de freinage, la masse totale du véhicule étant de 1000 kg.

II-11 Extrait BAC 2005 Série C-E



On considère le dispositif ci-dessous : Le fil et la poulie sont sans masse. Le fil est inextensible et la poulie tourne sans frottement. On effectue alors les expériences suivantes :

– On place sur le plan incliné une mince plaque de verre parfaitement polie et on lâche le système sans vitesse. Le corps A se déplace sur cette plaque à partir d'un point O. On constate alors que A met un temps t = 2 s pour monter d'une hauteur de 4 m.

– On enlève la plaque de verre et on recommence l'expérience. A met maintenant 2,25 s pour monter à la même hauteur.

1) Déterminer la valeur de l'accélération a dans chaque cas en supposant que les mouvements sont rectilignes uniformément variés.

2) Faire une étude dynamique du système et en déduire :

a) La valeur de la masse de B.

b) La force de frottement.

c) Les tensions des fils dans chaque cas.

3) Dans le cas où on a enlevé la plaque de verre, le fil casse quand le corps A est monté de 2 m.

a) Décrire le mouvement ultérieur de A.

b) Au bout de combien de temps, compté à partir de la cassure du fil le corps A repasse-t-il au point O?

On donne : masse de A : m = 1 kg ; $\alpha = 30°$; g = 10 m.s^{-2}.

II-12

Partie I

1) On considère un ressort R de raideur k à spires non jointives de longueur à vide ℓ_0. Ce ressort s'allonge de $\Delta\ell$ = 10 cm quand on lui accroche une masse de 180 g. On prendra g = 10N.kg^{-1}. Quelle est la raideur k de ce ressort ?

2) On accroche une des extrémités de ce ressort au plafond d'un ascenseur et à l'autre extrémité une masse m = 100 g.

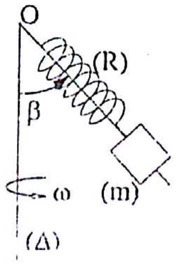
L'ascenseur doit monter du sous-sol au dernier étage d'un immeuble. L'ascension comporte trois (03) phases.

- Durant la $1^{ère}$ phase, partant du repos, sa vitesse passe à 4 m.s^{-1} sur une hauteur de 5 m. Cette $1^{ère}$ phase dure 5s.
- La $2^{ème}$ phase dure 10 s et le mouvement de l'ascenseur est rectiligne et uniforme.
- L'ascenseur s'immobilise enfin au dernier étage en ayant parcouru une hauteur de 20 m à la $3^{ème}$ phase.

Quelle est la distance séparant le sous–sol du dernier étage de l'immeuble?

3) Déterminer la tension du ressort et son allongement au cours de chacune des trois phases.

Partie II



1) Le ressort R précédent est fixé maintenant par une de ses extrémités O à un axe vertical (Δ), à l'autre extrémité est toujours accrochée la masse m = 100 g. L'axe est entrainé dans un mouvement de rotation uniforme à la vitesse angulaire ω, le ressort s'écarte de la verticale d'un angle α.

a) Exprimer la longueur ℓ du ressort en fonction de k. ℓ_0. m, et ω.

b) Exprimé également α en fonction de m, k, ℓ_0, ω, et g.

c) Application numérique : Calculer ℓ et ω.

On donne ℓ_0 = 25,0 cm ; $\alpha = 18°$.

2) On considère le même dispositif, mais cette fois, le ressort R et la masse m sont enfilés sur une tige. La masse m est conçue pour que l'ensemble (ressort masse) puisse coulisser sans frottement sur cette tige. La tige est soudée sur l'axe (Δ) en faisant un angle β (Figure). Les autres données restent inchangées.

a) Déterminer la réaction de la tige sur la masse coulissante. On exprimera sa valeur algébrique en fonction de m, g, ℓ, ω et β.

b) En déduire alors son expression algébrique en fonction de m, ℓ, ω, β et α.

c) Discuter alors le sens de la réaction en fonction de β.

II-13 Extrait BAC 2006 Série CE

Un corps peut glisser en suivant la plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α. La réaction $\vec{R}$ somme des forces de contact du sol sur le corps, comporte une composante $\overrightarrow{R_N}$ normale au plan et une composante $\overrightarrow{R_t}$ parallèle au plan incliné et de sens opposé au vecteur vitesse du corps.

On montre expérimentalement que lorsqu'il y a mouvement $\frac{R_t}{R_N} = f$, où f est le coefficient de frottement qui dépend de l'état des surfaces en contact. S'il n'y a pas mouvement : $\frac{R_t}{R_N} < f$.

1) Exprimer l'accélération du corps en fonction de α, f et g (intensité de la pesanteur).

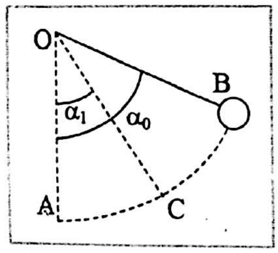
2) Calculer la valeur α_m minimale pour que le mouvement soit uniforme. AN : $g = 9,8\ N.kg^{-1}$; $f = 0,25$.

3) Calculer l'accélération pour $\alpha = 3\alpha_m$.

4) Calculer l'angle $\beta = (\overrightarrow{R_N}, \vec{R})$ et la norme de $\vec{R}$ sachant que la masse du corps vaut m = 500 g.

Chap.III : LE TRAVAIL ET L'ENERGIE CINETIQUE

III-1



Un pendule est constitué par une bille de rayon négligeable et de masse m = 200 g suspendue à un point fixe O par un fil inextensible et de longueur ℓ = 80 cm. On prendra $g = 9,8\ m.s^{-2}$. On écarte la bille de sa position d'équilibre jusqu'en B. Le fil fait alors avec la verticale un angle $\alpha_0 = 60°$.

On abandonne la bille sans vitesse initiale au point B.

1) Déterminer la vitesse de la bille au passage par la position d'équilibre A.

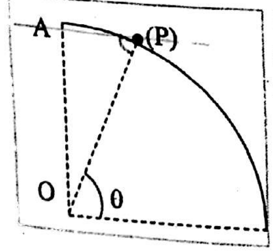
2) Quelle est alors la tension T ?

3) Déterminer la vitesse de la bille au passage par le point C, le fil faisant avec la verticale un angle $\alpha_1 = \frac{\alpha_0}{2}$. En déduire la tension T du fil.

4) Calculer les valeurs numériques des accélérations normales et tangentielles en B et en A.

5) Quelle est la nature du mouvement de B à A ?

III-2



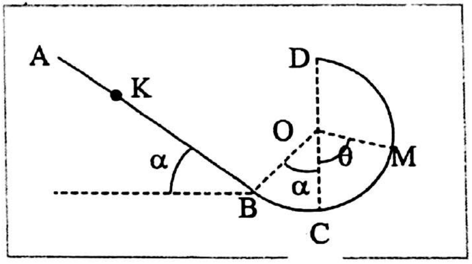
Un solide de petite dimension P de masse m assimilable à un point matériel est placé au sommet A d'une sphère de rayon r = 1 m. On déplace légèrement le point matériel de sorte qu'il quitte la position A avec une vitesse que l'on considère comme nulle, puis glisse sans frottement le long de la sphère (voir figure).

1) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, la position du point étant repérée par l'angle θ, exprimer la valeur du vecteur vitesse de P, en fonction de θ avant qu'il quitte la sphère.

2) En utilisant la relation fondamentale de la dynamique, exprimer en fonction de θ la valeur de la réaction exercée par la sphère sur le point P.

3) En déduire l'angle θ lorsque le point quitte la sphère. Quelle est sa vitesse en ce point ? *On donne $g = 10\ m.s^{-2}$*.

III- 3



Une piste verticale est constituée d'une partie rectiligne AB de longueur ℓ = 1 m, inclinée d'un angle α = 60° sur l'horizontale et d'une partie circulaire BCD raccordée tangentiellement en B à la partie AB. Le rayon de la partie circulaire est r = 20 cm. Un solide ponctuel de masse m = 200 g, de dimensions négligeables, est abandonné en A sans vitesse initiale. $g = 10\ N.kg^{-1}$.

1) On néglige les frottements sur les pistes A B C D. Calculer la vitesse du solide lors de son passage en B, C, D.

2) Le solide est lâché d'un point K situé entre A et B à une distance AK = x.

a) Exprimer la vitesse V_D du solide en D en fonction de r, α, x, ℓ et g.

b) Donner l'expression de la réaction R_D exercée par la piste sur le solide au point D en fonction de r, α, g et x, m, ℓ

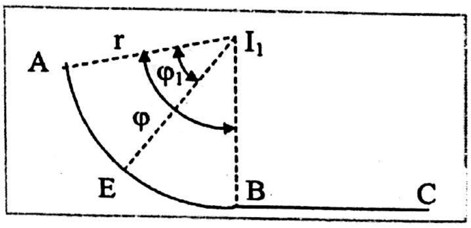
c) Quelles valeurs faut-il donner à x pour que le solide puisse atteindre le sommet D de la trajectoire circulaire ?

3) En fait sur la partie rectiligne AB existe des forces de frottements assimilables à une force $\vec{f}$ constante. Le solide lâché du point A sans vitesse initiale arrive au point B avec une vitesse $V_1 = 2\ m.s^{-1}$ et s'engage dans la partie circulaire.

a) Calculer l'intensité f de la force de frottement.

b) Le solide décolle de la partie circulaire en un point M situé au-dessus du plan horizontal passant par O et repéré par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OM})$. Déterminer la valeur de l'angle θ lorsque le solide quitte la sphère.

III- 4



Un cube M de masse m = 1 kg, assimilable à un point matériel, glisse sur une piste formée de 2 parties AB, BC. AB et BC sont dans un même plan vertical. AB représente $\frac{1}{6}$ de circonférence de centre I_1, et de rayon r = 15 m. Le point I_1 est situé sur la verticale de B. BC est une partie rectiligne de longueur ℓ = 15 m. Le cube est lancé en A, vers le bas, avec une vitesse initiale $V_A = 6\ m.s^{-1}$.

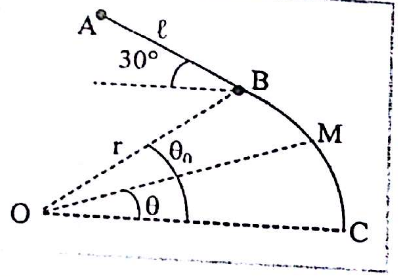
1) On néglige les frottements. Calculer la vitesse en un

point E défini par l'angle $\varphi_1 = (\overrightarrow{I_1A}, \overrightarrow{I_1E}) = \frac{\pi}{6}$. Quelle est la valeur de la réaction $\vec{R}$ de la piste sur le cube en ce point ?

2) En fait, sur le trajet ABC existent des forces de frottement assimilable à une force $\vec{f}$ tangente à la trajectoire, d'intensité supposée constante. Le mobile arrive en C avec une vitesse $\overrightarrow{V_C}$. Calculer l'intensité f sachant que $V_C = 12{,}5\ m.s^{-1}$.

III-5

Une glissière est formée de deux parties : AB est un plan incliné de 30° par rapport à l'horizontale, de longueur AB = ℓ = 1 m ; BC est une portion de cercle, de centre O de rayon r = 2 m et d'angle au sommet $\theta_o = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OB}) = 60°$.



Dans tout le problème, on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$ et on considérera les frottements comme négligeables.

1) Un solide ponctuel, de masse m = 100 g, quitte A sans vitesse initiale. Exprimer et calculer la vitesse V_B en B.

Le solide aborde la partie circulaire de la glissière avec la vitesse V_B.

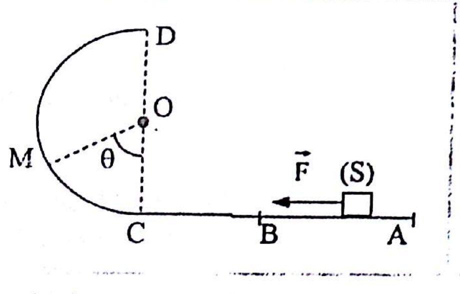
2) Exprimer, pour un point M du cercle tel que $(\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OM}) = \theta$, la vitesse V_M en fonction de V_B, r, g et θ.

3) Quelle est, au point M, la réaction R de la glissière sur l'objet ? Exprimer R en fonction de V_B, r, g, θ et m.

4) Montrer que le solide quitte la piste circulaire en un point N et calculer $\theta_1 = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{ON})$.

III-6

On étudie le mouvement d'un solide ponctuel S dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Ce solide, de masse m, est au repos en A initialement. On le lance sur la piste ACD, en faisant agir sur lui, le long de la partie AB de sa trajectoire, une force $\vec{F}$ horizontale et d'intensité F constante.



On pose AB = ℓ. La portion AC de la trajectoire est horizontale et la portion CD est un demi-cercle de centre O et de rayon r ; Ces deux portions sont dans un même plan vertical. On suppose que la piste ACD est partiellement lisse et que la résistance de l'air est négligeable.

1) Déterminer, en fonction de F, ℓ, et m, la valeur V_B de la vitesse de S en B.

2) Au point M défini par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OM})$, établir, en fonction de F, ℓ, m, r, θ et g (g étant l'accélération de la pesanteur), l'expression de :

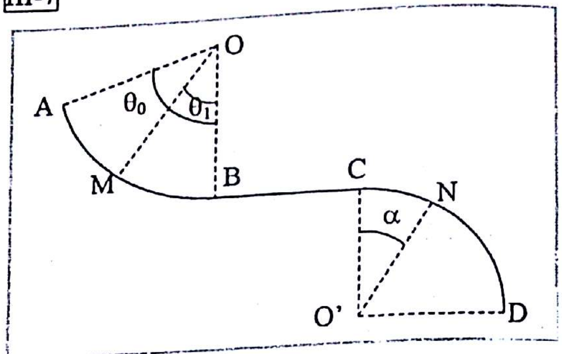
a) La valeur V de la vitesse de S.

b) L'intensité R de la réaction $\vec{R}$ de la piste.

3) De l'expression de R, déduire, en fonction de m, g, r et ℓ, la valeur minimale F_0 de F pour que S atteigne D.

Calculer F_0 sachant que : $M = 0{,}5\ kg$; $r = 1\ m$; $\ell = 1{,}5\ m$; $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

III-7



Une piste ABCD est formée de trois (3) parties AB, BC et CD situées dans un même plan vertical.

– AB est une portion de cercle de centre O, de rayon r = 3m, d'ouverture $\theta_0 = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OA}) = 60°$.

– BC est une partie rectiligne de longueur BC = ℓ = 4 m.

– CD représente un quart de circonférence de rayon r'.

Une bille ponctuelle de masse m = 200 g est abandonnée du point A avec une vitesse initiale $V_A = 2\ m.s^{-1}$. On prendra $g = 9{,}8\ N.kg^{-1}$.

1) Calculer la valeur de la vitesse V_M de la bille et la réaction R_M de la piste en un point M défini par l'angle $\theta_1 = \frac{\theta_0}{2} = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OM})$, en supposant les frottements négligeables.

2) Déterminer les expressions des composantes de l'accélération $\vec{a}$ de la bille en M dans le repère de Frénet.

3) En réalité, sur le tronçon ABC, les forces de frottement équivalent à une force unique $\vec{f}$ d'intensité constante. Les frottements sont nulles sur la partie CD. Le mobile arrive en C avec la vitesse $V_C = 4\ m.s^{-1}$.

Calculer l'intensité f de la force de frottement.

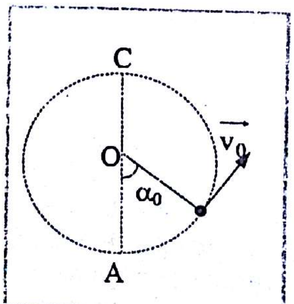
4) La bille aborde la partie CD avec la vitesse V_C.

a) Déterminer l'expression de la vitesse V_N en fonction de V_C, g, r', α et celle de la réaction R_N de la piste en un point N défini par l'angle $\alpha = (\overrightarrow{O'C}, \overrightarrow{O'N})$ en fonction de V_C, m, g, r' et α.

b) Quelle doit être la valeur minimale du rayon r' de la portion CD pour que la bille décolle dès le point C ?

c) Pour quelle valeur de α la bille quitte-t-elle la sphère lorsque le rayon r' de la portion CD est de 3 m ?

III-8



Une boule de plomb quasi ponctuelle de masse m = 200 g est suspendue à l'extrémité d'un fil souple inextensible, de masse négligeable et de longueur ℓ = 80 cm. L'autre extrémité du fil est fixée à un point O. On note A, la position de la boule située à la verticale de O. On néglige les frottements ; on donne $g = 9{,}8\ N.kg^{-1}$. Le fil est écarté de la position d'équilibre verticale d'un angle $\alpha_0 = 60°$. A partir de cette position B, la boule est lancée vers le haut avec un vecteur vitesse $\overrightarrow{v_0}$ (voir figure). Le système décrit dans le plan vertical un mouvement circulaire.

1) Exprimer la vitesse V_C de la boule et la tension T_C du fil au sommet C de la trajectoire en fonction de v_0, m, g, ℓ, α_0.

2) Quelle doit être la valeur minimale de v_0 pour que la boule arrive au sommet C de la trajectoire ?

3) La boule est lancée du point B avec la vitesse initiale $v_0 = 8\ m.s^{-1}$.

a) Calculer la vitesse de la boule :

- au passage par le sommet C de la trajectoire.
- au passage par la position d'équilibre A.

b) Calculer la tension du fil :

- au début du mouvement.
- au passage par le sommet C de la trajectoire.
- au passage par la position d'équilibre A.

c) Calculer les valeurs numériques des accélérations normale et tangentielle de la boule:

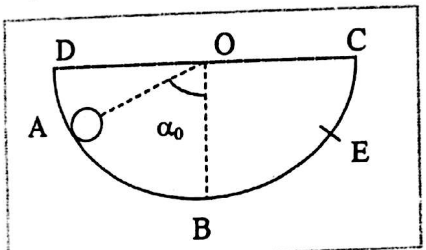
- au début du mouvement en B.
- au sommet C de la trajectoire.

III-9

Un solide de petite dimension, considéré comme un point matériel, de masse m = 20 g, glisse sans frottement à l'intérieur d'une demi sphère de centre O et de rayon r = 8 cm, en un lieu où $g = 9,8\ N.kg^{-1}$. Au cours de son mouvement, la position du solide est repérée par l'angle α que fait la verticale passant par O avec OA (voir figure).

1) On lâche le solide sans vitesse initiale d'un point A caractérisé par l'angle $\alpha_0 = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB}) = 30°$.

a) Représenter clairement les forces appliquées au solide au point A.



b) Donner les caractéristiques du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_B}$ du solide au passage par le point B. Donner les caractéristiques du vecteur accélération $\vec{a}$ du solide au passage par le point B. Préciser ses composantes normale et tangentielle.

c) Calculer l'intensité de la réaction $\vec{R}$ de la demi-sphère sur le solide en B.

2) On veut que le solide atteigne le point C situé dans le plan horizontal passant par le point O.

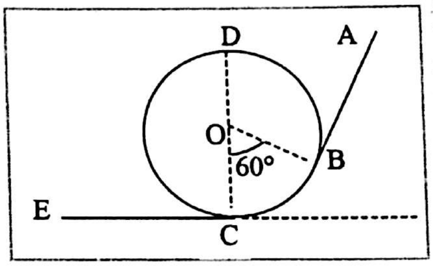
a) Avec quelle vitesse minimale doit-on le lancer depuis le point A pour qu'il atteigne C ?

b) En réalité $v_A = 2,0\ m.s^{-1}$; que se passe-t-il ?
Etablir l'équation horaire du mouvement du solide au-delà du point C. De combien s'élèvera-t-il au-dessus du plan horizontal passant par le point C ?

3) Le solide, lancé du point A avec une vitesse initiale $v_A = 1\ m.s^{-1}$, atteint un point E situé entre B et C puis rebrousse chemin. Calculer l'angle $\alpha = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OE})$ que fait la verticale passant par O avec OE.

III-10

Un mobile que l'on peut assimiler à un point matériel de masse 50 kg est astreint à se déplacer sur une piste ABCDE située dans le plan vertical. La partie rectiligne AB est tangente à la partie circulaire BDC et le rayon OB fait avec la verticale OC un angle de 60°. *On donne OB = r = 2 m.*



1) Le mobile part de A situé à 11 m au-dessus du plan CE. Calculer la vitesse du mobile lors de son passage au point C.

2) Calculer sa vitesse quand il arrive au point D.

3) Calculer la réaction de la piste sur le mobile en D.

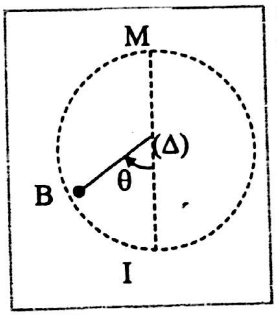
4) De quelle hauteur faudrait-il le lâcher pour qu'il perde contact avec la piste en arrivant en D ?

5) Le mobile étant parti de A, situé à 11 m au-dessus du plan CE, fait un tour complet. Il aborde alors la partie rectiligne CE ; quelle force de freinage doit-on exercer sur la partie CE pour qu'il s'arrête en 6 m ?

Donnée : $g = 10\ m.s^{-2}$.

III-11

On considère un fil à plomb de longueur ℓ = 0,75 m constitué par une bille (B) supposée ponctuelle et de masse m = 5 kg. fixée à l'extrémité d'un fil inextensible de masse négligeable. Ce fil à plomb est relié à un axe Δ. *On prendra $g = 9,8\ m.s^{-2}$.* On fait tourner le fil à plomb dans le plan vertical autour de l'axe Δ placé horizontalement.



1) Déterminer la vitesse angulaire minimale, exprimée en nombre de tours par seconde, que doit avoir la bille B en passant par le point le plus bas I de la trajectoire pour atteindre le point M, point le plus haut de la trajectoire que peut décrire la bille B et que le fil reste constamment tendu tout au long de sa trajectoire.

2) On met l'ensemble en mouvement de rotation continue autour de l'axe Δ. Sachant qu'au bout de 10 s, il a effectué 30 tours et que si N est la vitesse angulaire moyenne de l'ensemble sur 30 tours, on a : $N = \frac{N_{max} + N_{min}}{2}$.

a) Déterminer la valeur des vitesses angulaires maximales N_{max} et minimale N_{min}.

b) Déterminer les tensions du fil lorsqu'il passe par la verticale puis quand il est horizontal.

Chap. IV : LES MOUVEMENTS DANS LE CHAMP DE GRAVITATION

FORCES ET CHAMPS DE GRAVITATION

IV-1

Répondre par vrai ou faux puis justifier.

1) Comme à distance identique, le champ gravitationnel créé par la terre est plus intense que celui créé par la lune, la terre exerce sur celle-ci une attraction plus forte que celle qu'elle subit de sa part.

2) L'intensité du champ gravitationnel diminue de 50 % à la distance $z = (\sqrt{2} - 1)R_T$ de la surface de la Terre.

IV-2

1) Comparer la valeur du champ de gravitation à la surface de Vénus à celle à la surface de la terre.

2) Comparer la masse de Mars à celle de la Terre.

3) La recherche de vie sur Mars a été confiée à des sondes Viking. Parmi les propositions suivantes cochez la bonne réponse :

a) Lorsqu'une sonde Viking est à égale distance de la Terre et de Mars les champs de gravitation g_T de la terre et g_M de Mars vérifient la relation $g_T = g_M$; $g_M = 1{,}524\ g_T$; $g_M = 0{,}11\ g_T$

b) Le poids d'une sonde Viking à la surface de la Terre P_{terre} et à la surface de Mars P_{Mars} vérifient la relation : $P_{Mars} = 0{,}11\ P_{terre}$; $P_{terre} = 2{,}64\ P_{Mars}$; $P_{Mars} = 0{,}38\ P_{terre}$; $P_{terre} = P_{Mars}$

c) La masse d'une sonde Viking est la même sur Terre et sur Mars ; plus grande sur Terre que sur Mars ; plus petite sur Terre que sur Mars.

d) Il existe entre Mars et la Terre un point M où les champs de gravitation martien et terrestre se compensent : M est équidistant des 2 planètes ; M plus proche de Mars ; M plus proche de la Terre.

Satellites du Soleil Données	Venus	Terre	Mars
Distance du soleil (u.a : unité astronomique) 1ua = $1{,}5.10^8$ km	0,723	1	1,524
Masse ($M_T = 6.10^{24}$ kg)	0,82 M_T	M_T	…
Rayon de la planète R_T = 6400 km	0,95 R_T	R_T	0,53R_T
Champ à la surface (N.kg^{-1})	…	9,8	3,7

IV-3

Pour évaluer la constante de gravitation G, Cavendish, en 1798, mesure la force qui s'exerce entre deux sphères A et B : l'une de platine de masse $m_A = 50$ g, l'autre de plomb de masse $m_B = 30$ kg. La distance entre les centres des sphères est r = 15 cm.

1) a) Calculer la valeur de la force d'interaction.

b) Comparer ce résultat aux poids respectifs de chacune des sphères. Commenter.

2) a) Calculer la valeur du champ de gravitation g(A) créé en A par la sphère B.

b) Comparer à la valeur $g_0 \approx 9{,}8\ m.s^{-2}$ du champ de gravitation terrestre.

IV-4

La Terre est à répartition sphérique de masse.

Données : $R_T = 6380$ km ; masse $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg.

1) A une altitude $z \ll R_T$ au-dessus du sol, établir la relation donnant la valeur de g (z) du champ en fonction de g_0, R_T et z.

2) Calculer la hauteur maximale z_m si l'on veut que la variation relative $\dfrac{g_0 - g(z)}{g_0}$ ne dépasse pas 0,1 %.

3) a) Calculer l'angle θ entre les deux directions du vecteur champ de gravitation $\overrightarrow{g_0}$ pour deux points situés sur la Terre et distants de 10 km.

b) A quelle distance doit-on placer une pièce de 10 F (diamètre D = 23 mm) pour la voir sous cet angle ?

4) Estimer le domaine d'uniformité du champ terrestre.

IV-5

En mars 1979, la sonde Voyager 1 s'approchant de Jupiter à une altitude z_1 mesure le champ gravitationnel g_1 créé par cette planète. Quelque mois plus tard, Voyager 2 mesure à l'altitude z_2 un champ gravitationnel g_2. En déduire :

1) La valeur de la masse M de Jupiter.

2) Le rayon R de cette planète supposée sphérique.

3) L'intensité g_0 du champ gravitationnel à sa surface.

4) La masse volumique moyenne de Jupiter. Commenter les résultats obtenus. $z_1 = 278\ 000$ km ; $g_1 = 1{,}04\ N.kg^{-1}$; $z_2 = 650000$ km ; $g_2 = 0{,}243\ N.kg^{-1}$.

IV-6

On donne :

- masse de la Lune : $M_L = 7{,}35.10^{22}$ kg
- masse du Soleil : $M_S = 1{,}99.10^{30}$ kg ;
- distance entre les centres d'inertie :
  - de la Terre et de la lune : $D_L = 3{,}85.10^8$ m
  - de la Terre et du Soleil : $D_S = 1{,}50.10^{11}$ m.

Quelles sont les positions relatives de la Terre, de la lune et du Soleil, pour que le champ gravitationnel créé par la Lune et le Soleil au centre d'inertie de la Terre :

1) soit minimal ?

2) soit maximal ?

Dans les deux cas, calculer la valeur du champ résultant. Conclure

IV-7

On considère un satellite artificiel S de la Terre se déplaçant dans le même plan que la lune autour de la terre sur une orbite circulaire de rayon r = 36000 km. On donne : Masse de la terre : $M_T = 5{,}93.10^{24}$ kg ;. Masse de la Lune : $M_L = 7{,}35.10^{22}$ kg ; Distance Terre –Lune (entre les centres des deux planètes) d = 384000 km.

Constante de la gravitation $G = 6{,}67.10^{-11}$ S.I.

1) Reproduire le schéma (figure) et représenter :

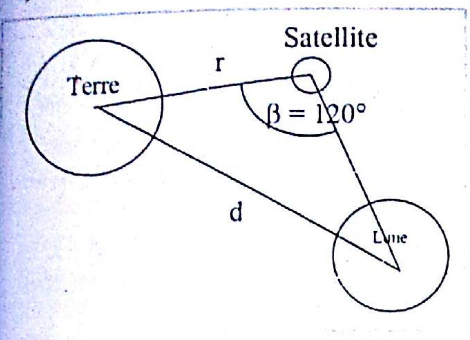
a) Le champ gravitationnel $\overrightarrow{g_T}$ créé par la Terre sur le satellite qui sera considéré comme un point matériel.

b) Le champ gravitationnel $\overrightarrow{g_L}$ créé par la lune sur le satellite.

2) Donner l'expression de g_T et g_L faire l'application numérique.

3) On suppose maintenant que la Terre la Lune et le satellite sont alignés. Le satellite gravitant toujours sur l'orbite de rayon r. Quelle doit être la position du satellite pour que le champ g_{TL} résultant de l'action de la Terre et de la Lune sur lui soit :

a) Maximal.
b) Minimal.



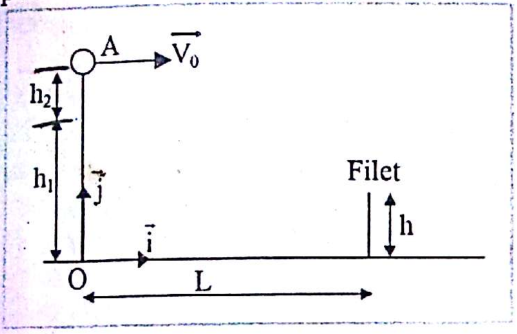
c) Déterminer alors $g_{TL\ (max)}$ et $g_{TL\ (min)}$. Conclure.

4) Quel doit être le rayon de l'orbite du satellite autour de la Terre, pour que l'action du champ gravitationnel de la Terre et de la Lune se compensent exactement ; la Terre, la Lune et le satellite étant toujours alignés.

MOUVEMENT D'UN POINT MATERIEL DANS LE CHAMP DE GRAVITATION

IV-8

Dans tout l'exercice, on considérera la balle comme un point matériel et on négligera l'action de l'air.



Pour effectuer un service, un joueur de tennis lance une balle verticalement vers le haut à partir d'un point situé à h_1 = 1,60 m au-dessus du sol ; il la frappe avec sa raquette lorsqu'elle atteint le sommet A de sa trajectoire situé à h_2 = 0,40 m plus haut. Elle part alors avec une vitesse $\vec{V_0}$ horizontale et doit passer au-dessus d'un filet de hauteur h = 0,90 m. La distance du joueur au filet est L = 12 m.

1) Avec quelle vitesse le joueur lance-t-il la balle verticalement ?

2) Etablir, dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, l'équation de la trajectoire de la balle après le choc avec la raquette.

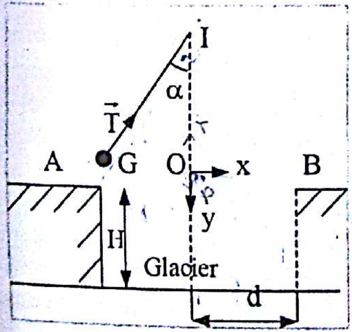
3)

a) Quelle doit être la valeur de v_0 pour que la balle passe par le point B situé à 10 cm au-dessus du filet ?

b) Quelle est, lors de ce passage, la direction du vecteur vitesse de la balle ?

IV-9

Un alpiniste mal assuré sur un rocher A désire « penduler » pour gagner une plate-forme B plus confortable. Pour cela, il se laisse partir « dans le vide », sans vitesse initiale, suspendu à sa corde fixée en un point I par son compagnon de cordée. *On donne $g = 10\ m.s^{-2}$.*



On néglige l'action de l'air sur l'alpiniste. L'alpiniste a une masse de 80 kg ; son centre d'inertie est le point G ; IG = ℓ = 10 m. On néglige la masse de la corde devant la masse de l'alpiniste.

L'angle que fait la corde avec la verticale a pour valeur α = 40° lorsque l'alpiniste se laisse « penduler ».

1) Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{v_0}$ du point G de l'alpiniste lorsque celui-ci passe par la verticale de I en O ? Déterminer v_0 numériquement.

2) Quelle est la tension de la corde quand G est en O ? Déterminer sa valeur numérique.

3) Au moment où l'alpiniste passe par la verticale, son piolet mal fixé quitte le sac. Il tombe jusqu'au glacier situé à H = 250 m plus bas. On suppose que le centre d'inertie G' du piolet commence son mouvement en O avec $\vec{v_0}$.

a) Etablir l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G' du piolet dans le repère (Ox, Oy).

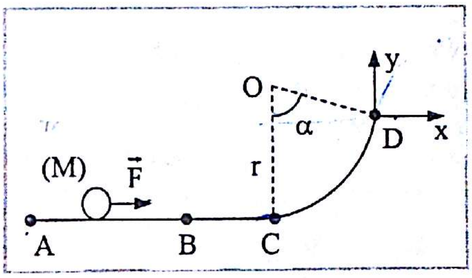
b) A quelle distance d de la verticale passant par O, le centre d'inertie G' du piolet touche-t-il le glacier ?

IV-10

On négligera les frottements et on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$.

La piste de lancement d'un projectile M est située dans un plan vertical ; elle comprend une partie rectiligne horizontale ABC et une portion circulaire CD, centrée en O, de rayon r = 1 m, d'angle au centre α = 60°.

Le projectile M, assimilable à un point matériel de masse m = 0,5 kg, est lancé sans vitesse initiale, suivant AB, avec une force constante $\vec{F}$, horizontale, s'exerçant entre A et B sur la distance AB = 1 m.



1) Quelle intensité minimum faut-il donner à $\vec{F}$ pour que le projectile quitte la piste en D ?

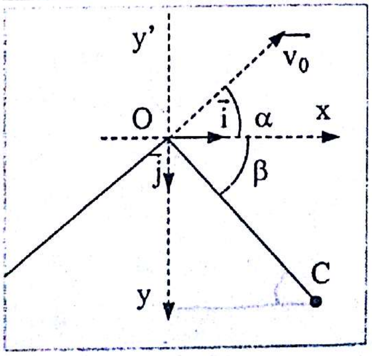
2) **a)** Avec quelle vitesse $\vec{v_D}$ le projectile quitte-t-il la piste en D quand F = 150 N ?

b) Donner l'équation de sa trajectoire dans un repère orthonormé d'origine D $(D, \vec{i}, \vec{j})$, $\overrightarrow{Dx}$ parallèle à ABC.

c) En déduire la hauteur maximum atteinte au-dessus de l'horizontale ABC ?

3) Quelle est l'intensité de la force exercée par le projectile sur la piste lorsqu'il la quitte, en D, avec la vitesse $\vec{v_D}$ précédente ?

IV-11



Un skieur parcourt une côte inclinée d'un angle α = 40° sur l'horizontale. Au sommet O de cette côte, sa vitesse a pour valeur v_0 = 12 $m.s^{-1}$. Après le point O se présente une descente inclinée d'un angle β = 45° sur l'horizontale. Le skieur accomplit un saut et reprend contact avec la piste en un point C. Déterminer :

1) La nature de la trajectoire du saut du skieur.

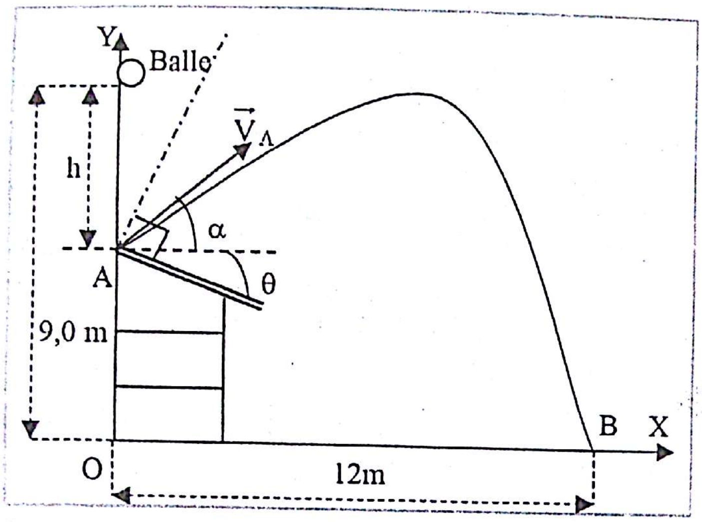
2) Les coordonnées du point C dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ indiqué sur la figure.

3) La longueur OC.

4) La durée du saut. *On prendra* $g = 10\ m.s^{-2}$ *et on négligera la résistance de l'air.*

IV-12

Un élève lâche une balle de tennis, sans vitesse initiale, de sa fenêtre située à une hauteur h = 6,0 m au dessus de la verrière oblique d'un magasin. La balle rebondit sur la verrière en un point A, symétriquement par rapport à la normale à la verrière en ce point, sans changement de valeur de sa vitesse. Elle atteint le sol en un point B, à 9,0 m sous la fenêtre et à 12 m du pied du mur de l'immeuble.



1) Déterminer la valeur V_A de la vitesse de la balle en A.

2) Etablir l'équation de la trajectoire de la balle dans le repère (Ox, Oy).

On considérera que la vitesse $\vec{V_A}$ fait l'angle α avec l'horizontal après le rebond. On rappelle que :

$$\frac{1}{\cos^2\alpha} = 1 + \tan^2\alpha$$

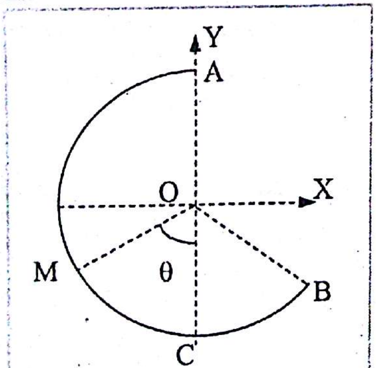
3) Déterminer α ainsi que l'angle θ que fait la verrière avec le plan horizontal.

4) Déterminer l'énergie cinétique de la balle en A et en B.

5) Déterminer la hauteur maximale atteinte au dessus du sol après le rebond.

On donne: masse de la balle : m = 57,0g.

IV-13



Un point matériel M de masse m = 100 g est lancé du point B vers le point A, sur une trajectoire circulaire (C) de rayon r = 2 m, avec une vitesse V_B = 10 m.s^{-1}. L'arc de cercle (C) de B à A représente $\frac{5}{8}$de ce cercle et les frottements sont négligeables. $g = 10\ m.s^{-2}$.

1) Déterminer la vitesse V_C du mobile au point C.

2) Etablir l'expression littérale de la vitesse V_M, du mobile, en fonction de V_B, g, r, et θ lors de son passage au point M, tel que l'angle ($\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OM}$) = θ.

3) Etablir l'expression de l'accélération normale a_n et de l'accélération tangentielle a_t en M. En déduire la nature du mouvement et l'expression de la réaction R du support en M en fonction de V_B, m, r, g et θ.

4) Faire les applications numériques au passage en A en calculant les valeurs de V_A et R_A.

5) Quelle devrait être la vitesse minimale du mobile en B pour qu'il parvienne en A tout en restant en contact avec l'arc de cercle ?

6) Arrivé en A avec la vitesse calculée à la question 4), le mobile quitte la trajectoire circulaire, il n'est alors soumis qu'à son propre poids.

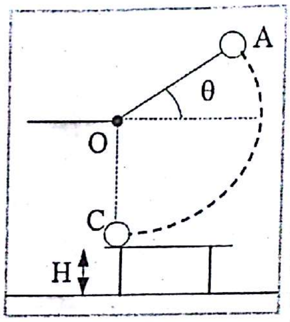
a) Etablir l'équation de la trajectoire du point matériel M dans le repère (OX, OY).

b) Le point matériel M repasse t–il par le point B ?

IV-14

Une tige T, de longueur ℓ et de masse négligeable est mobile autour d'un axe horizontal qui passe par O. A l'extrémité A de cette tige, on fixe une bille de masse m_1 = 4x supposée ponctuelle. La tige étant inclinée d'un angle θ = 30° vers le haut par rapport au plan horizontal, on l'abandonne sans vitesse initiale. On néglige les frottements et la résistance de l'air.

1) Quelle est la vitesse de la bille A au passage par la position d'équilibre? *On donne OA=ℓ =20 cm ; g=10m.s^{-2}.*

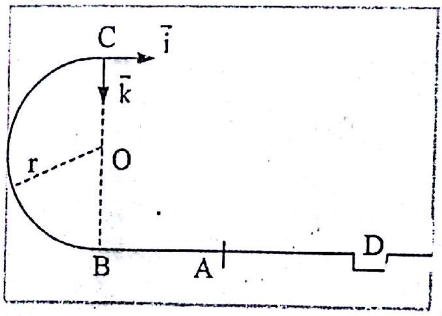


2) Lors de son passage en cette position, la bille A, rencontre une bille C ponctuelle de masse m_2 = 6x placée sur le bord d'une table. Quelles sont les vitesses de A et C considérées colinéaires après un choc parfaitement élastique ?

3) La bille C se trouve, avant le choc, à la hauteur H du sol. Etudier la nature du mouvement de C après le choc. Etablir l'équation de la trajectoire de C après le choc. A quelle distance de la verticale de O, touchera-t-elle le sol ? *On donne H = 1 m.*

IV-15

Soit une piste de mini-golf situé dans un plan vertical, représenté sur le schéma ci-dessous. La forme de la piste BC est celle d'un demi-cercle, de centre O, de rayon r. On considérera tous les frottements comme négligeables et la balle de golf sera assimilée à un point matériel.



Données : r = 30 cm ; BA = 0,9 m ; AD = 1 m. La balle est frappée en A par le club, ce qui la lance de A vers B avec une vitesse initiale $\vec{v_A}$ horizontale. Pour que le point soit gagné, il faut que la balle retombe dans le trou de centre D.

1) Déterminer la direction et le sens du vecteur $\vec{v_C}$ au point C.

2) Déterminer les caractéristiques de la réaction de la piste sur la balle en B et C.

3) Etablir l'équation de la trajectoire de la balle le repère $(C, \vec{i}, \vec{k})$ après le passage en C avec la vitesse initiale $\overrightarrow{v_C}$.

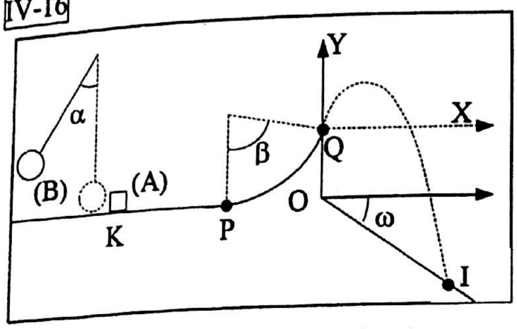
4) Donner l'expression littérale et la valeur v_C de $\overrightarrow{v_C}$ pour que la balle retombe en D, à la distance L de B.
Déterminer la valeur numérique de v_C dans ce cas.

5) Déterminer la relation existant entre les intensités v_C et v_B des vitesses aux points C et B.

6) Donner la nature du mouvement entre A et B.
En déduire la relation entre les intensités des vitesses v_A et v_B aux points A et B.

7) Calculer la norme de la vitesse de lancement $\overrightarrow{v_A}$ à communiquer à la balle pour réussir ce point.

IV-16



Un pendule B quasi ponctuel de masse M = 100 g et de longueur ℓ = 80 cm, écarté d'un angle α par rapport à la verticale est lâché sans vitesse initiale. La boule passe par la verticale avec une vitesse v = 2,5 $m.s^{-1}$. Les frottements sont négligés.

1) a) Calculer la valeur de l'angle α.

b) Exprimer la tension du fil, lorsque le fil fait avec la verticale un angle θ. On donnera l'expression littérale avant l'application numérique pour $\theta = 30°$.

2) La boule B heurte un mobile A de masse m = 50 g initialement au repos en lui communiquant toute son énergie. A glisse sur un rail horizontal de longueur KP = 50 cm prolongé d'un rail circulaire PQ situé dans un plan vertical, de rayon r = 40 cm et d'angle au centre β = 25°. A est quasi ponctuel, sa vitesse en Q est $V_Q = 1{,}2$ $m.s^{-1}$.
Calculer les vitesses de A aux points K et P, sachant qu'il est soumis à une force de frottement parallèle à son mouvement et de valeur égale à 10 % de son poids.

3) a) Donner les composantes de $\overrightarrow{V_Q}$ dans le repère ($\overrightarrow{OX}, \overrightarrow{OY}$).

b) Le mobile A quitte la glissière en Q et atterrit en I sur un plan faisant un angle ω = 45° vers le bas avec l'horizontale. O est la projection de Q sur le plan horizontal (Voir figure). Trouver les coordonnées du point I et en déduire la distance OI. *On donne* $g = 10$ $m.s^{-2}$.

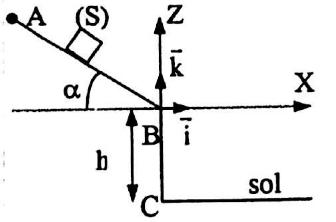
IV-17

On prendra g = 9,8 $m.s^{-2}$ et la résistance de l'air sera supposée négligeable.
Un solide S, assimilable à un point matériel de masse m = 200 g, est abandonné, sans vitesse initiale, en un point A d'un plan incliné d'un angle α = 20° par rapport au plan horizontal.

1) Dans un premier temps, les frottements étant supposés négligeables, montrer que le solide S est animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré. Calculer son accélération et sa vitesse au point B. (AB = 1,0 m).

2) En réalité, à cause des frottements, le solide S, toujours abandonné au point A sans vitesse initiale, passe en B avec une vitesse $v_B = 2{,}0$ $m.s^{-1}$.En déduire la valeur, supposée constante, des forces de frottements sur le trajet AB.

3) L'extrémité B du plan incliné se trouve à une hauteur h = BC = 1,0 m au dessus du sol horizontale. Le solide S passe au point B à l'instant t = 0.

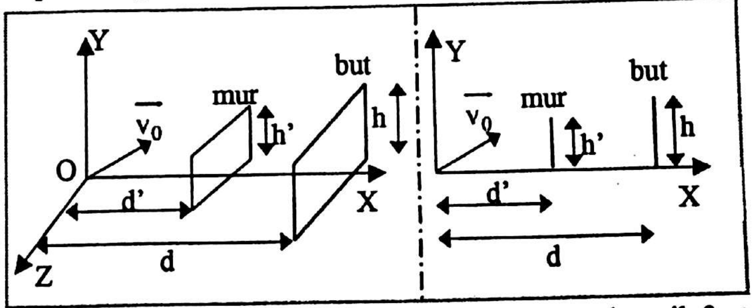


a) Etablir, dans le repère $(B, \vec{i}, \vec{k})$, l'équation de la trajectoire de S pour t > 0, en fonction de v_B, g et α.

b) Déterminer numériquement la position du point d'impact P du solide S sur le sol avec $v_B = 2{,}0$ $m.s^{-1}$.

IV-18

On néglige l'action de l'air sur le mouvement du ballon et on prendra $g = 9{,}81 m/s^2$



Lors d'un match de football, pour marquer un but, il faut que le ballon passe dans un cadre rectangulaire.
Ce cadre est constitué de deux montants verticaux réunis au sommet par une barre transversale qui est à une hauteur h = 2,44 m du sol.
XOY est le plan vertical et XOZ le plan horizontal. Pour simplifier, on remplacera le ballon par un point matériel dont la masse m = 430 g. Le ballon est posé au point O sur le sol horizontal face au cadre à une distance d = 25 m. (figure).

1er Cas : tir sans obstacle.

Un joueur, non gêné par un adversaire, tire le ballon avec une vitesse initiale $\vec{V_0}$ contenue dans le plan vertical XOY. Sa direction fait un angle α = 30° avec le plan horizontal.

1) Montrer que la trajectoire du ballon est dans le plan vertical.

2) Etablir l'équation de la trajectoire du mouvement du ballon dans le système d'axes indiqué.

3) Entre quelles valeurs doit se situer la norme de $\vec{V_0}$ pour que le but soit réussi ?

2ème Cas : tir avec obstacle.

Le joueur effectue à nouveau son tir mais on place un mur en face du ballon à une distance d' = 9,15 m. La direction du mur est parallèle à l'axe OZ et sa hauteur h' = 1,75 m. Le joueur tire sur le ballon et lui communique une vitesse $\vec{V_0}$, de valeur $V_0 = 16{,}83$ m/s et faisant un angle α = 30°avec le sol horizontal.

1) Montrer que :

a) Le ballon n'est pas arrêter par le mur.

b) Le point d'impact du ballon sur le sol est M_1 (25m ; 0 ; 0)

2) Quelle est la durée du trajet du mouvement du ballon entre O et le but.

3) Le gardien de but est au point M_2 (25m ; 0 ; 3,66m), il voit le ballon lorsque ce dernier passe au dessus du mur.
A partir de cet instant, à quelle vitesse, supposée constante, doit-il se déplacer suivant une direction parallèle à OZ pour empêcher le ballon de rentrer dans le but ?

LE MOUVEMENT DES SATELLITES ET DES PLANETES

IV-19

La Terre tourne uniformément autour de son axe, sa période de rotation propre étant proche de 24 heures. La circonférence de la Terre, que l'on considérera ici comme parfaitement sphérique, est égale à 4.10^4 km.
Donnée : Constante de gravitation : $G = 6,67.10^{-11}$ *S.I.*
Répondre par vrai ou faux puis justifier.

1) La Terre tourne autour de son axe à une vitesse angulaire d'environ 15 degrés par heure.

2) La valeur du champ de gravitation pour un point quelconque à la surface de la Terre est : $g_o = \frac{GM_T}{R_T^2}$.

3) A une hauteur de $1,28.10^4$ km, le champ de gravitation a une valeur $g_h = g_0/16$.

4) Dans le référentiel géocentrique, l'accélération d'un point à la surface de la Terre a pour valeur $\frac{2\pi v^2}{C}$, v étant la vitesse du point dans le référentiel géocentrique, C la circonférence de la Terre.

IV-20

On suppose que la Terre a une distribution de masse à symétrie sphérique de centre O. On suppose également que la Lune, satellite naturel de la Terre, est assimilée à un point matériel de masse M_L.
Dans le référentiel géocentrique, la Lune n'est soumise, en première approximation, qu'à la force de gravitation terrestre et décrit une trajectoire circulaire de centre O.
Soit d la distance du centre de la Terre au centre de la Lune.

1) Montrer que le mouvement circulaire de la Lune est uniforme.

2) Exprimer la vitesse v de la Lune en fonction de G, M_T et d.

3) En déduire la période T_L de révolution de la Lune en fonction de G, M_T et d.

4) Montrer que la troisième loi de Kepler T_L^2 / d^3 = cste, est bien vérifiée dans ce cas. Exprimer cette constante en fonction de G et M_T. Calculer sa valeur numérique.

5) Sachant que la période T_L vaut *27j 7h 30 mn*, en déduire une valeur approchée de la distance du centre de la Terre au centre de la Lune. *Données :* $G = 6,67.10^{-11}$ *S.I.;* $M_T = 6,0.10^{24}$ *kg ;*

IV-21

La Terre est considérée comme une sphère homogène de masse M, de rayon R = 6380 km et de centre O. Elle est animée d'un mouvement de rotation uniforme autour de l'axe des pôles.
On considère un satellite, de masse m, sur une orbite circulaire à l'altitude Z = 400 km autour de la Terre.
L'orbite est dans le plan de l'équateur.
On donne : $G = 6,67.10^{-11}$ *S.I ;* $M = 6.10^{24}$ *kg.*

1)

a) Quel est le référentiel à utiliser pour l'étude du mouvement du satellite ?

b) Montrer que le mouvement circulaire du satellite est uniforme.

c) Déterminer la vitesse v, la vitesse angulaire ω et la période T du satellite.

d) Le satellite se déplace vers l'Est. Calculer l'intervalle de temps qui sépare deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur. *On donne : durée d'un jour sidéral 86164 s.* On rappelle que la vitesse d'un point de l'équateur est dirigée vers l'est.

e) Répondre à la même question, si le satellite se déplace vers l'ouest.

2) On veut que le satellite précédent devienne géostationnaire.

a) Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire ? Préciser son sens de rotation et le plan contenant son orbite.

b) Déterminer sa vitesse angulaire ω' et le rayon r de son orbite.

IV-22

Dans tout le problème on négligera la résistance de l'air et les frottements de toutes sortes. L'accélération de la pesanteur est $g_0 = 9,8$ m.s^{-2} à la surface de la terre dont le rayon R = 6400 km.

A) Une fusée destinée au lancement d'un satellite artificiel de la terre est propulsée par les combustions successives de trois étages.
La masse initiale totale de la fusée et du combustible est de 200 t et la poussée (force motrice) est supposée constante et égale à $2,8.10^6$ N pendant toute la durée de la combustion du premier étage. A chaque instant, l'accélération peut être calculée comme si la masse était invariable, mais en donnant à la masse sa valeur à l'instant considéré.

1) Exprimer l'accélération de la pesanteur g_h à l'altitude h en fonction de go, R et h.

2) Quelle est l'accélération de la fusée à l'instant de son départ de la terre ?

3) Quelle est l'accélération à la fin de la combustion des 140 t de combustible du premier étage ? On admettra qu'à l'altitude atteinte l'accélération de la pesanteur a encore pratiquement la même valeur qu'au sol.

4) Cette première phase durant 140 s et la vitesse atteinte étant de 5100 km.h^{-1}, quelle devrait être l'accélération du mouvement uniformément varié qui porterait la fusée, partant du repos, à la même vitesse, au bout d'une même durée. Quelle distance aurait parcouru la fusée, en supposant le mouvement rectiligne ?

B) Les deux autres étages ayant également fonctionné, la fusée se trouve à une altitude de 400 km. On l'assimilera à un point matériel.

1) Déterminer la direction et le module de la vitesse que doit avoir alors le satellite pour que sa trajectoire ultérieure soit une orbite circulaire centrée sur la terre.

2) Quelle est alors l'énergie cinétique du satellite de masse 400 kg ?

3) Quelle est la durée d'une révolution du satellite sur cette orbite et la vitesse angulaire de son mouvement ?

C) En réalité on veut avoir un satellite géostationnaire.

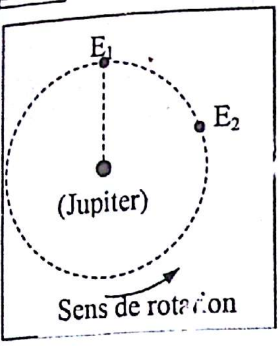
1) Qu'est-ce qu'un satellite géostationnaire ?

2) Quelle doit être son orbite ?

3) Quelle doit être la vitesse angulaire de son mouvement ?

4) Quel est le rayon de l'orbite convenable ?

IV-23



On considère la planète Jupiter et ces quatre satellites : Lo, Europe, Ganymède, et Callisto. *Données : Constante de la gravitation G = 6,67. 10^{-11} S.I ; Masse de Jupiter $M_J = 1,9.10^{27}$ kg ; Rayon de Jupiter R_J = 7,15.10^4 km ; Période de rotation de Jupiter sur elle-même (ou rotation propre) T_J = 9h [illegible] mn ; Masse du satellite Europe (noté E) M_E ; Rayon de l'orbite du satellite Europe R_E = 6,7.10^5 km. Période de révolution du satellite Europe autour de Jupiter T_E = 3j 13h 14 min. Tous les corps sont supposés à répartition de masse sphérique. On supposera que chaque satellite n'est soumis qu'à l'influence de Jupiter.*

I) 1) a) Représenter sur un schéma la force gravitationnelle $\vec{F}_{J\to E}$ exercée par Jupiter sur Europe, et celle $\vec{F}_{E\to J}$ exercée par Europe sur Jupiter.

b) Donner l'expression vectorielle de $\vec{F}_{J\to E}$, les centres des 2 astres étant séparés d'une distance d. On considérera le vecteur unitaire $\vec{u}_{EJ}$ orienté de Europe vers Jupiter.

2) a) Définir un mouvement uniforme.

b) Le mouvement du satellite Europe (noté E) sur Jupiter est étudié dans le référentiel « Jupitocentrique ».

– Par analogie avec le référentiel géocentrique, donner les caractéristiques d'un référentiel « Jupitocentrique ».

– Montrer que le mouvement du satellite Europe en orbite circulaire est uniforme dans le référentiel Jupitocentrique.

c) – Comparer les vecteurs vitesses $\vec{V_1}$ et $\vec{V_2}$ et accélération $\vec{a_1}$ et $\vec{a_2}$ du satellite aux points E_1 et E_2.

– Reproduire le schéma et y tracer ces vecteurs (avec les mêmes échelles en E_1 et E_2).

II) 1) Etablir que la valeur de la vitesse d'un satellite de Jupiter est telle que : $V^2 = \frac{GM_J}{r}$ ou r désigne le rayon de l'orbite du satellite.

2) En déduire l'expression de la période T de révolution du satellite en fonction de G, M_J, et r.

3) a) Montrer que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est constant pour les différents satellites de Jupiter.

b) La période de révolution de Lo autour de Jupiter est T_{Lo} = lj 18h 18 min. Thébé, un autre satellite de Jupiter, possède une orbite de rayon moitié de celui de l'orbite de Lo. Déterminer la période de révolution T_{Th} de Thébé autour de Jupiter.

4) Par analogie avec la définition d'un satellite géostationnaire, définir un satellite jupitostationnaire. Europe est-il « jupitostationnaire » ? Justifier sans calcul à l'aide des données fournies.

IV-24

1) Rappeler la loi de la gravitation universelle. *On notera G la constante de gravitation et $G = 6,67.10^{-11}$ $N.m^2.kg^{-2}$.*

2) La Terre est assimilée à une sphère homogène de masse M_T, de centre T et de rayon R_T = 6380 km. On admettra que la force de gravitation, qu'elle exerce sur les objets situés à une distance r > R_T de son centre T, est la même que si toute la masse M_T était concentrée en T. Un satellite artificiel de la Terre, de masse m, est en orbite circulaire à l'altitude h = 300 km au dessus de la Terre.

a) Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. Déterminer l'expression de sa vitesse en fonction de r = R_T + h, G et M_T. Pourquoi le mouvement du satellite est-il indépendant de sa masse ?

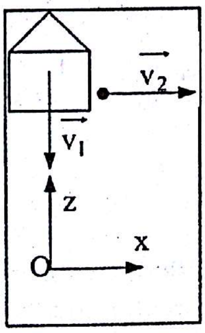
b) On sait que v = 7740 $m.s^{-1}$. Calculer la masse de la Terre.

3) Pendant cette phase, le champ de pesanteur est supposé uniforme (g = 10 $m.s^{-2}$). L'axe des z est choisi parallèle à $\vec{g}$ et de sens opposé. Le sol terrestre supposé horizontal est pris comme plan xOy des coordonnées. On suppose que le satellite, freiné par un parachute, descend d'un mouvement vertical rectiligne uniforme, de vitesse v_1 = 10 $m.s^{-1}$. Le satellite étant arrivé au point M_o de coordonnées (x_o = 0, y_o = 0, z_o = 3,0 km), à un instant pris comme origine des temps, une balise radio est éjectée horizontalement du satellite dans le plan xOy avec le vecteur vitesse $\vec{v_2}$ (v_2 = 2 $m.s^{-1}$) par rapport au satellite : cela signifie qu'au point M_o, la balise radio a, par rapport à la Terre, le vecteur vitesse initial $\vec{V_o} = \vec{v_1} + \vec{v_2}$. Le mouvement du satellite est supposé non modifié par l'éjection de la balise. Celle-ci tombe dans le champ de pesanteur terrestre, les frottements de l'air étant supposés négligeables.

a) On appelle z_S l'altitude instantanée du satellite, x_B, y_B et z_B les coordonnées instantanées de la balise. Déterminer les équations horaires z_S (t), x_B (t), y_B (t) et z_B (t).

b) Lequel des deux objets, le satellite ou la balise, touchera le sol le premier ? Quel est l'intervalle de temps qui sépare les deux arrivées ?

IV-25



La terre est assimilée à une sphère homogène de masse M_T de centre T et de rayon R_T. Données : *R_T = 6380 km ; champ de gravitation à la surface de la Terre g_0 = 9,8 N/kg ; Période de rotation de la Terre sur elle–même T = 86164 s.* Pour lancer un satellite et le mettre sur orbite autour de la Terre, on utilise une fusée. Cette fusée de centre d'inertie I, de masse totale m = 300 tonnes, est propulsée verticalement à partir du sol terrestre. Ses moteurs exercent une force de poussée de valeur $F = 4{,}3.10^6$ N.

1) Dans un référentiel à préciser, établir l'expression de l'accélération initiale de la fusée juste après son décollage si on néglige l'effet des forces de frottement. Calculer sa valeur numérique.

2) La fusée amène le satellite sur son orbite circulaire.

a) Dans quel référentiel étudiera t–on le mouvement du satellite ?

b) Quelle différence y a t–il entre le référentiel terrestre et le référentiel géocentrique ?

c) Faire une figure et représenter le vecteur champ de gravitation $\vec{g}$ en I.

d) Exprimer le champ de gravitation g(h) à l'altitude h en fonction de g_0. Application numérique pour h = 820 km.

3) Montrer que le mouvement circulaire du satellite est uniforme.

4) Etablir l'expression de la vitesse du satellite sur son orbite et celle de sa période, en fonction de g_0, R_T et h.

5) La fusée peut libérer plusieurs types de satellites artificiels, les données relatives à 2 de ces satellites figurent dans le tableau :

	Météosat	Spot
Altitude h en km	35800	820
Période T en minutes	1436	?
Vitesse v en m/s	?	?

a) Calculer les valeurs manquantes du tableau.

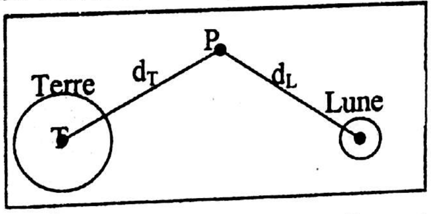
b) L'un de ces satellites est dit géostationnaire.

– Qu'est ce qu'un satellite géostationnaire ?

– Indiquer lequel et justifier la réponse.

IV-26

Le satellite SoHO (Solar and Heliospheric Observatory) fait partie d'un vaste programme international de recherche sur les relations Terre-Soleil. Il a été lancé, en décembre 1995, en direction du " point de Lagrange 1 ", une zone située à $1{,}5.10^6$ km du centre de la Terre, où les forces d'attraction de notre globe et celles du Soleil s'équilibrent.



On considère que la Terre, la Lune et le Soleil sont des corps à répartition sphérique de masse.

– Distance moyenne Terre - Lune ou rayon de l'orbite lunaire : $D_{TL} = 3{,}85.10^8$ m.

– Distance moyenne Terre-Soleil ou rayon de l'orbite terrestre : D_{TS}.

– Période de révolution de la Terre autour du Soleil : T = 365 jours.

– On appelle M_T, M_L et M_S les masses respectives de la Terre de centre T, de la Lune de centre L et du Soleil de centre O et on considère que $M_T = (9)^2M_L$.

– Constante de gravitation : $G = 6{,}75\ 10^{-11}$ N.m².kg⁻².

I) 1) Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet ponctuel P de masse m situé à la distance d_T du centre de la Terre et celle de la force gravitationnelle exercée par la Lune sur ce même objet P, d_L étant la distance de P au centre de la Lune. On définira dans chaque cas le vecteur unitaire nécessaire.

2) Montrer que le " point neutre N " (point où les forces gravitationnelles exercées par la terre et la Lune se compensent) est nécessairement situé, d'une part sur la droite joignant le centre de la Terre et le centre de la Lune et, d'autre part entre ces deux points.

3) Montrer que la distance d (distance du centre de la Terre au " point neutre N ") est égale aux neuf dixièmes de la distance Terre – Lune. Calculer d.

II) On considère maintenant un satellite de masse m. Il évolue sur une orbite circulaire de centre O, centre du Soleil, de rayon r. On veut étudier le mouvement de ce satellite.

1) Dans quel référentiel faut-il faire l'étude ?

2) Montrer que, si ce satellite n'est soumis qu'à la force gravitationnelle exercée par le Soleil, alors son mouvement circulaire est uniforme. Établir l'expression de la valeur v de sa vitesse.

3) Établir l'expression de sa période en fonction de G, Ms et r.

4) SoHO est un satellite du Soleil tel qu'à chaque instant, le centre du Soleil, SoHO (assimilé à un point) et le centre de la Terre sont alignés.

a) Quelle est la période de SoHO ?

b) Peut-on dire que SoHO placé au point de Lagrange 1 n'est soumis qu'à la force gravitationnelle exercée par le Soleil ? Justifier clairement la réponse.

Chap. V : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTRIQUE

FORCES ET CHAMPS ELECTRIQUES

V-1

Deux charges électriques $q_A = 1\mu C$ et $q_B = 8\mu C$ sont placées en deux points A et B distants de d = 20 cm.

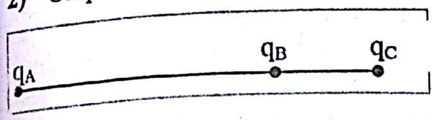
1) a) Représenter sur un schéma les champs électriques $\overrightarrow{E_A}$ et $\overrightarrow{E_B}$ créés respectivement par les deux charges q_A et q_B au point M milieu de AB.

b) Déterminer le champ résultant en M.

c) En quel (s) point (s) de la droite (AB) a–t–on $E_A = E_B$.

d) En déduire le point N où le champ résultant est nul.

2) On place en un point C de la droite (AB) à une distance BC = 10cm (figure) une charge q_C inconnue. Quelle est la charge q_C sachant que le champ électrique résultant de l'action des trois charges en M est nul.



V-2

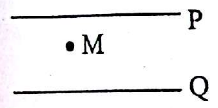
Une petite boule de masse m = 1,00 g est suspendue par un fil de longueur L = 2,00 m entre les plaques verticales A et B d'un condensateur plan. Les plaques n'étant pas mises sous tension, le fil est vertical. On établit une tension U_{AB} = 1,25 kV entre les plaques. On constate alors que la boule s'écarte de sa position d'équilibre, vers la plaque A, d'une distance d = 21 mm.

La distance entre les deux plaques est D = 14,6 cm.

1) Calculer la valeur F de la force électrique.

2) Calculer la charge électrique q de la boule. On admet que la boule chargée ne perturbe pas la répartition des charges électriques sur les plaques.

V-3



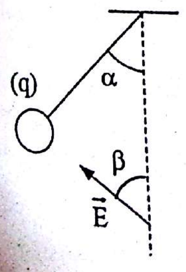
On considère une goutte d'huile M, de rayon r, de masse m, en équilibre entre deux plaques P et Q chargées, horizontales et distantes de d = 32 mm. La différence de potentiel entre les deux plateaux est U_{PQ} = 3350 V.

1) Etablir l'expression de la masse de la goutte. Calculer sa valeur. Données : ρ_{huile} = 0,85 g.cm^{-3} ; r_{huile} = 1,8.10^{-3} mm ; g = 9,8 m.s^{-2}.

2) Compléter le schéma en précisant le signe des plaques, le champ électrique et les forces mises en jeu.

3) Déterminer le signe et la valeur de la charge q.

V-4



Un pendule électrostatique de masse m = 0,1g porte une charge q = 50 nC. Il est placé dans un champ électrique uniforme d'intensité E = 10^4 V.m^{-1}.

Les lignes de champ font avec la verticale l'angle β = 30°. Le pendule s'écarte de la verticale d'un angle α.

1) Déterminer la valeur de l'angle α.

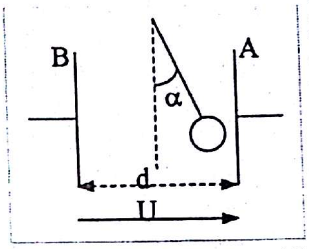
2) Déterminer la valeur de la tension du fil. On donne g = 9,81 N.kg^{-1}.

V-5

Un pendule électrostatique est en équilibre entre deux plateaux A et B conducteurs, verticaux et parallèles. Ceux-ci portent respectivement la charge $Q_A = -Q_B$. La distance entre ces plateaux est d = 10 cm et l'aire de leurs surfaces en regard S = 250 cm^2. Le fil isolant, de masse négligeable, fait avec la verticale l'angle α = 6,5°. La sphère de masse m = 1,2 g porte la charge négative q = –75 nC. On néglige l'action de l'air.

1) Déterminer les caractéristiques de la force électrique $\vec{F}$ agissant sur le pendule.

2) Déterminer les caractéristiques du champ électrique $\vec{E}$ existant entre les plateaux.



3) Quels sont le signe et la valeur de la tension $U_{AB} = V_A - V_B$ entre les plateaux ?

4) A quel potentiel sont l'ensemble des points situés à la distance d' = 4cm de l'armature A si on considère que l'armature de référence est B et qu'il est au potentiel V_B = 0V.

5) Calculer la valeur de la charge portée par chaque armature.

6) La tension appliquée par le générateur double : quelle est la valeur de l'angle α ?

7) Les deux plateaux étant isolés du générateur on les écarte de telle sorte que d = 15 cm. Quelle est alors la valeur de l'angle α ? La tension a même valeur que pour la question 3). On donne : ε_0 = 8,85.10^{-12} SI.

V-6

Un générateur maintient entre deux plaques métalliques horizontales A et B d'une « chambre » dans laquelle on insuffle des gouttes d'huile électrisées de masse volumique ρ, une ddp ($V_A - V_B$). On appelle d la distance entre les deux plaques.

- Dans un 1er temps, on n'établit pas cette ddp. Avec un microscope M, on observe une gouttelette sphérique d'huile qui tombe verticalement. A cause d'une force verticale $\vec{f}$ qui s'oppose à l'avancement (résistance de l'air), la goutte se déplace à vitesse constante v_1 (distance ℓ_1 franchie en Δt_1). Algébriquement, f s'exprime par : $f = -6\pi\eta rv$ avec η coefficient de viscosité de l'air, r rayon de la goutte en mètre, v la vitesse atteinte (en m.s^{-1}), f en Newton.
- Dans un 2ème temps, on applique la ddp et on constate que la goutte se déplace toujours vers le bas à vitesse constante de valeur v_2 (distance ℓ_2 franchie en Δt_2).

Données : $V_B - V_A$ = + 2000V ; d = 4 cm ; e = 1,6.10^{-19}C ; ρ = 930 kg.m^{-3} ; η = 1,81.10^{-5}Pa.s ; g = 9,8 N.kg^{-1} ; ℓ_1 = 1,15 mm ; Δt_1 = 10 s ; Δt_2 = 10 s ; ℓ_2 = 1,85 mm.

On ne tiendra pas compte de la poussée d'Archimède.

1) Exprimer la masse d'une goutte d'huile en fonction de ρ et r. En déduire une expression du poids de la goutte.

2) Si, dans les deux phases de l'expérience, la goutte se déplace à vitesse constante, que peut-on dire de l'ensemble des forces qu'elle subit ?

3) Etude de la 1ère phase

Dresser le bilan des forces appliquées à la goutte.

Exprimer le rayon r en fonction de v_1 et des données nécessaires. Faire l'application numérique.

4) Etude de la $2^{ème}$ phase

a) Représenter sur un schéma le champ électrique $\vec{E}$ imposé. Quelle est sa norme.

b) Par analyse des données, préciser le sens de la force électrique subie par une goutte qui possède la charge q à priori inconnue.

c) Dresser le bilan des forces appliquées à la goutte.

d) Exprimer la charge q en fonction de r, v_1 et v_2 et des données nécessaires. Faire l'application numérique. Conclure.

V-7

On veut superposer au champ de gravitation qui s'exerce sur des gouttes d'huiles électrisées négativement un champ électrique uniforme. On utilise pour cela un dispositif constitué de deux plaques métalliques planes et parallèles, reliées à une source de tension continue.

1) a) Représenter sur un schéma la disposition des plaques et les lignes de champ créés pour s'opposer à l'effet de la gravitation sur les gouttes d'huile.

b) La tension entre les plaques distantes de 7 mm est de 245 V. Calculer la valeur du champ électrique $\vec{E}$.

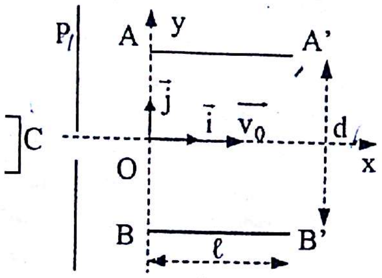
2) L'une des gouttes, de rayon $r = 0,88.10^{-6}$ m et de masse volumique $\rho = 0,8$ kg.dm^{-3}, reste alors en équilibre.

a) Calculer la valeur de la force électrique exercée sur la goutte.

b) Calculer la valeur de la charge électrique portée par la goutte. Donnée : $g = 9,8$ m.s^{-2}.

MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTRIQUE UNIFORME

V-8



Des électrons sont émis par une cathode C avec une vitesse initiale nulle. Ils sont alors accélérés sous une différence de potentiel U et ils arrivent en P avec une vitesse $\vec{v_0}$ parallèle à Ox. Le poids des électrons a un effet négligeable.

1) Déterminer l'expression de la valeur de la vitesse $\vec{v_c}$ des électrons en P en fonction de U, de leur masse m et de la charge élémentaire e. Les électrons venant de P pénètrent en O avec la vitesse $\vec{v_0}$ à l'intérieur d'un condensateur plan constitué de deux armatures planes AA' et BB', parallèles à Ox et perpendiculaire à Oy. On désigne par ℓ la longueur des armatures et d leur écartement. On applique entre AA' et BB' une différence de potentiel U' et l'on suppose que les effets de bord sont négligeables : si x < 0 ou x > ℓ, le champ électrique est nul ; si 0 ≤ x ≤ ℓ, le champ électrique est uniforme. Soit $\vec{F}$ la force électrostatique qui s'exerce sur un électron lorsqu'il se trouve à l'intérieur du condensateur.

2) Exprimer le vecteur $\vec{F}$ dans la base orthonormée $(\vec{i}, \vec{j})$ en fonction de U', d et e. Le potentiel de AA' est supérieur à celui de BB' et U' est une grandeur positive.

3) x et y étant les coordonnées d'un électron dans le repère xOy, déterminer l'expression de y en fonction de U', e, d, x, m et v_0 *pour* $0 \leq x \leq \ell$.

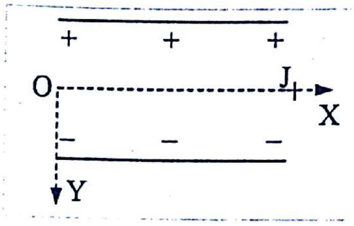
4) Donner l'expression de y en fonction de U, U', d et x.

Données : U = 500 V ; U' = 100 V ; ℓ = 0,1 m ; d = 0,5m.

5) Calculer la déviation angulaire des électrons à la sortie du condensateur (x = ℓ).

V-9 **Extrait BAC 2004 Série C-E**

On considère un condensateur plan constitué de deux armatures A et B métalliques, planes et horizontales comme l'indique la figure ci-contre.



1) Une boule chargée, de masse m = 10 g est lancée du point O avec une vitesse $\vec{V_0}$ parallèle à (Ox) et de même sens. La boule porte la charge q égale à celle de 3125.10^9 électrons. *Données : $g = 10\ N.kg^{-1}$; $e = 1,6.10^{-19}$ C.*

a) Quelle doit être l'intensité E du champ électrique entre les armatures pour que la boule se déplace selon (Ox).

b) En déduire la nature du mouvement de la boule.

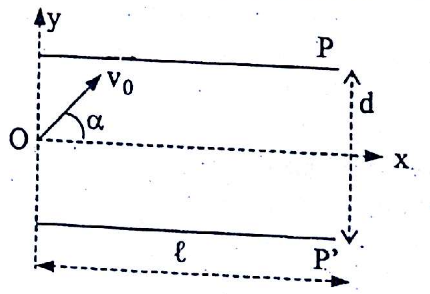
2) Dans une deuxième expérience, le champ électrique entre les armatures a maintenant une intensité E = 1500 V.m^{-1}. Un électron pénètre dans l'espace compris entre les armatures à partir du point O avec une vitesse $\vec{V_0}$ telle que $(\vec{V_0}, \vec{Ox}) = \alpha$ (Angle en dessous de Ox), et de valeur $V_0 = 12000$ km.s^{-1}. L'électron passe par le point J situé sur Ox. *On donne : (OJ) = 11,4 cm ; masse de l'électron : $m_e = 9,11.10^{-31}$ kg.*

a) Quelle est la nature de la trajectoire de l'électron ? Reproduire le schéma et représenter cette trajectoire approximativement.

b) Calculer la valeur de l'angle α.

c) Calculer le temps t mis par l'électron entre les points O et J ainsi que la valeur de sa vitesse en J.

V-10



Un faisceau de particule α (noyaux d'hélium ${}^4_2He^{2+}$), de masse m pénètre en O entre les plaques P et P' d'un condensateur plan (ℓ = 20 cm ; d = 10 cm).

Le vecteur vitesse $\vec{v_0}$ fait un angle α = 25° avec l'axe (Ox) ; sa valeur v_0 est égale à $2,0.10^5$ m.s^{-1}.

La tension $U_{PP'} = U$ appliquée entre les plaques est égale à + 400 V. Le champ électrique $\vec{E}$ est uniforme entre les plaques. L'origine du temps t = 0 sera prise lorsque la particule pénètre en O.

Données : $m = 6,68.10^{-27}$kg ; $e = 1,6.10^{-19}$ C.

1) Compléter le tableau en donnant l'expression littérale des différentes grandeurs en fonction de U, d, e, m, α et v_0.

	Axe (Ox)	Axe (Oy)
Champ électrique	$E_x = …..$	$E_y = …..$
Force électrique	$F_x = ….$	$F_y = ….$
Accélération	$a_x = ….$	$a_y = ….$
Vitesse initiale	$v_{0x} = ….$	$v_{0y} = ….$

2) Calculer les valeurs numériques des grandeurs du tableau précédent en précisant les unités.

3) Les équations horaires de la trajectoire s'écrivent :

$$x = v_0(\cos\alpha)t\ ;\ y = -\frac{eUt^2}{md} + v_0(\sin\alpha)t$$

a) Vérifier que cette solution correspond aux conditions initiales.

b) Retrouver l'équation de la trajectoire.

c) On pose : $y = Ax^2 + Bx$ avec x et y en m. Déterminer les valeurs numériques de A et de B.

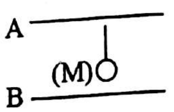
d) Calculer la valeur numérique maximale de y.

La particule α frappe-t-elle l'armature P ?

e) Calculer la valeur de l'ordonnée y_S du point S de sortie du champ électrique.

V-11

On prendra $g = 10\ m.s^{-2}$. Une sphère conductrice M, assimilable à un point matériel de masse m = 2 g et portant une charge q positive, est suspendue en un point fixe O, par l'intermédiaire d'un fil isolant, inextensible de masse négligeable et de longueur ℓ = 10 cm. Ce pendule ainsi constitué est placé entre deux armatures métalliques A et B planes et horizontales, distantes de d = 20 cm. Le point de suspension O est situé à 5 cm au dessous de l'armature supérieur A. On applique entre les deux armatures une tension U_{AB} = 2000 V créant entre A et B un champ électrique uniforme $\vec{E}$.



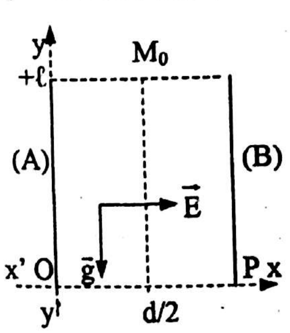
1) Donner les caractéristiques de la force électrostatique et de la force de pesanteur s'exerçant sur la sphère M.

2) La sphère porte une charge électrique $q = 0,2.10^{-6}$C. Le pendule est écarté d'un angle α = 90° et abandonné sans vitesse initiale. Déterminer la vitesse de la sphère M et la tension du fil au passage à la verticale.

3) Au passage à la verticale, le fil casse.

Déterminer l'équation et la nature de la trajectoire de M après la rupture du fil. Quelle est la durée du mouvement au moment où M touche l'armature B ?

V-12



Deux plaques métalliques verticales (A) et (B) sont placées dans le vide à une distance d l'une de l'autre et soumises à une tension $V_A - V_B = U_{AB}$ positive. La hauteur des plaques est ℓ. Entre les plaques, se superposent deux champs : le champ de pesanteur supposé uniforme, caractérisé par $\vec{g}$, et un champ électrique uniforme, caractérisé par $\vec{E}$. Une petite sphère M ponctuelle, de masse m, pesante, portant une charge électrique positive q, est abandonnée sans vitesse initiale à l'instant t = 0 en un point M_0 dont les coordonnées dans le système d'axe ($\overrightarrow{Ox}$, $\overrightarrow{Oy}$) sont $x_0 = d/2$; $y_0 = \ell$.

1) Trouver les deux forces qui agissent sur la petite sphère. Montrer que cette dernière reste dans le plan de figure xOy.

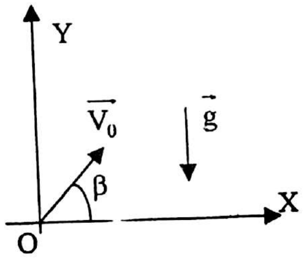
2) En déduire les coordonnées sur les axes $\overrightarrow{Ox}$ et $\overrightarrow{Oy}$ du vecteur accélération $\vec{a}$ du mouvement de la sphère.

3) Déterminer, en fonction du temps, les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{v}$ ainsi que celles du vecteur position $\overrightarrow{OM}$. Ecrire l'équation de la trajectoire. Quelle est sa nature ?

4) Calculer la date d'arrivée de la charge dans le plan horizontal passant par O.

5) Quelle valeur doit-on donner à U_{AB} pour que la trajectoire de la charge passe par le point P de coordonnées (d, 0) ? *Données : d = 4 cm ; ℓ = 1 m ; $\frac{q}{m} = 10^{-6}\ C.kg^{-1}$; $g = 10\ m.s^{-2}$.*

V-13



Un solide S ponctuel de masse m = 2 g est lancé de l'origine O d'un repère galiléen d'axes (Ox, Oy) à la date t = 0 avec une vitesse initiale faisant un angle β avec l'horizontale. Dans toutes les expériences la valeur de $\vec{V_0}$ restera constante et égale à 2 m/s, l'angle β prenant lui, des valeurs différentes.

1) Le solide S non chargé est soumis à la seule action du champ de pesanteur caractérisé par un vecteur $\vec{g}$ tel que $g = 10\ m/s^2$

a) Etablir les équations horaires du mouvement de S.

b) Lorsque β = 90°, calculer l'ordonnée Y_M du sommet M de la trajectoire.

c) Lorsque β = 45° montrer que l'ordonnée $Y_{M'} = \frac{1}{2}Y_M$ et donner les coordonnées de M'.

2) On suppose que β prend la valeur nulle et que S porte maintenant une charge électrique q. On superpose au champ de pesanteur, un champ électrique $\vec{E}$ uniforme et constant.

a) Lorsque $q = -2.10^{-6}$ C, le mouvement du solide est rectiligne et uniforme. En déduire les caractéristiques de $\vec{E}$.

b) Lorsque $q = -6.10^{-6}$ C ; établir l'équation de la trajectoire de S et montrer qu'elle passe par le point M' défini précédemment.

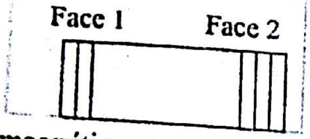
Chap. VI : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE

CHAMP MAGNETIQUE

Données : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.

VI-1

Une bobine est parcourue par un courant. La face 1 est une face Nord.



1) Quelle est la direction du champ $\vec{B}$ à l'intérieur de la bobine ? Représenter les lignes de champ en négligeant le champ magnétique terrestre.

2) Indiquer comment s'orienterait une aiguille aimantée placée devant chaque face.

3) Indiquer le sens du courant.

4) Donner la relation qui permet de calculer la valeur du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde long.

VI-2

Afin de mesurer la composante horizontale du champ magnétique terrestre, on utilise un solénoïde à spires non jointives permettant de voir l'aiguille aimantée placée au centre d'une boussole. Le champ magnétique créé à l'intérieur du solénoïde par le passage du courant a une valeur de 5.10^{-5} T.

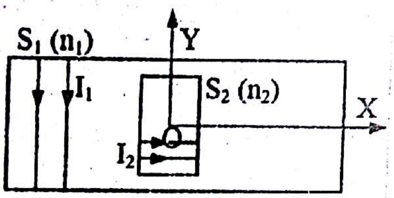
1) On dispose l'axe du solénoïde horizontalement dans le plan du méridien magnétique. Le circuit dans lequel est inséré le solénoïde comporte un interrupteur. On ferme l'interrupteur.

a) On constate que l'aiguille aimantée tourne de 180°. Interpréter.

b) Que se passe-t-il lorsqu'on inverse le sens du courant dans le solénoïde ?

2) L'axe du solénoïde est maintenant placé perpendiculairement au plan du méridien magnétique. Lorsque l'on ferme l'interrupteur, l'aiguille aimantée tourne d'un angle de 68°. Calculer la valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

VI-3



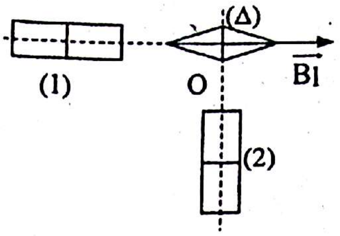
A l'intérieur d'un long solénoïde S_1 comportant $n_1 = 1000$ spires par mètre et parcouru par un courant d'intensité $I_1 = 2$ A, on a placé un solénoïde S_2 dont l'axe est perpendiculaire à celui de S_1. Le solénoïde S_2 est formé de 200 spires régulièrement enroulées sur une longueur de 5 cm, et l'intensité du courant qui y circule vaut $I_2 = 1$ A.

1) Les sens des courants étant ceux indiqués sur la figure, déterminer le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ au point O.

2) Que devient ce champ magnétique si on inverse le sens de chacun des deux courants ?

VI-4

Une aiguille aimantée dont le centre O est placé sur l'axe de l'aimant (1) s'aligne sur cet axe suivant le vecteur $\vec{B_1}$, ($B_1 = 5{,}0.10^{-3}$ T). Lorsqu'on place l'aimant (2) comme le montre la figure, l'aiguille aimantée tourne d'un angle $\theta = 25°$ dans le sens des aiguilles d'une montre.



1) Préciser les polarités de l'aiguille aimantée.

2) Déterminer les caractéristiques du vecteur champ $\vec{B_2}$ créé en O par l'aimant (2) et préciser les polarités de cet aimant.

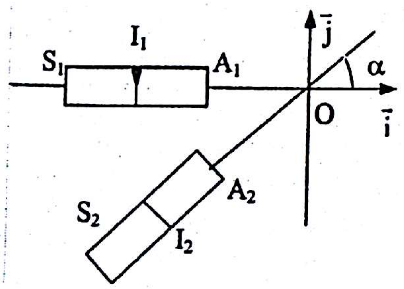
3) Déterminer de quel angle α et dans quel sens il faut faire tourner l'axe (Δ) de l'aimant (2) autour de O pour que l'angle θ prenne la valeur θ' = 20°.

VI-5

Deux solénoïdes identiques S_1 et S_2 sont disposés comme le montre la figure ci-dessous. Leurs axes se coupent en O, à la même distance $d = OA_1 = OA_2$ des faces les plus proches et font un angle α = 45°. On néglige le champ magnétique terrestre.

1) Le solénoïde S_1 crée en O un champ magnétique $\vec{B_1}$ de valeur $4{,}0.10^{-3}$ T, lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité I_1. Préciser la direction et le sens de $\vec{B_1}$. La face A_1 est-elle sud ou nord ?

2) Le solénoïde S_1 fonctionnant dans les conditions précédentes, on fait passer dans le solénoïde S_2 un courant continu d'intensité I_2. Quel doit être le sens du courant I_2 pour que le champ magnétique total : $\vec{B} = \vec{B_1}+\vec{B_2}$ créé par les deux solénoïdes en O ait même direction que $\vec{j}$? Quel est alors le sens du champ $\vec{B_2}$? La face A_2 est-elle sud ou nord ?

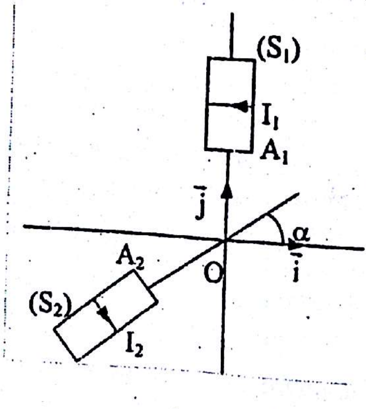


3) Calculer la valeur B du champ magnétique total ainsi que celle de l'intensité I_2 sachant que $I_1 = 1{,}2$ A.

VI-6

Deux solénoïdes identiques S_1 et S_2 sont placés comme l'indique la figure. Leurs axes se coupent en O de telle façon que l'angle α soit égal à 45° et que les distances OA_1 et OA_2 soient égales. On néglige le champ magnétique terrestre.

1) Les solénoïdes S_1 et S_2 sont parcourus, respectivement, par les courants continus d'intensités $I_1 = 2{,}0$ A et $I_2 = 5{,}2$ A dans les sens indiqués sur la figure.



On note $\vec{B_1}$ et $\vec{B_2}$ les champs magnétiques créés par chaque solénoïde au point O. La valeur de B_1 est égale à $1{,}8.10^{-2}$ T.

Donner les caractéristiques (direction, sens, intensité) du champ magnétique total $\vec{B}$ créé par le dispositif au point O.

2) Reprendre la question précédente lorsqu'on inverse le sens du seul courant I_2 mais en lui gardant la même intensité.

VI-7

L'axe d'une bobine à spires circulaires de centre O est perpendiculaire au méridien magnétique. On place en son centre une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical.

1) Dans une 1ère expérience, la bobine est parcourue par un courant continu d'intensité $I_1 = 100$ mA dont on inverse le sens brutalement. L'aiguille effectue alors une rotation $\alpha_1 = 90°$. En déduire la valeur de B_1 du champ magnétique créé par la bobine. On donne $B_h = 2{,}0.10^{-5}$ T.

2) Au cours d'une seconde expérience, les opérations de la question a) sont reproduites mais avec un courant d'intensité différente I_2. On désire que l'aiguille tourne d'un angle $\alpha_2 = 120°$. Quelle valeur faut-il donner à l'intensité I_2 ?

VI-8

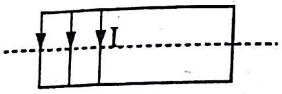
Un solénoïde est constitué d'un enroulement à spires jointives sur deux couches de fil de cuivre de diamètre D = 1 mm. Le solénoïde est parcouru par un courant de 0,1A. On donne : $B_h = 2.10^{-5}$ T.

1) Après avoir choisi un sens pour le courant, représenter à l'intérieur du solénoïde le vecteur induction $\vec{B}_i$ créé par le passage du courant. Calculer son intensité.

2) L'axe du solénoïde est perpendiculaire au méridien magnétique. De quel angle tourne une aiguille aimantée placée dans le solénoïde quand on coupe le courant ?

VI--9

On considère un solénoïde long comportant 3500 spires/m parcouru par un courant d'intensité I dont le sens est indiqué sur la figure.



1) a) Reproduire la figure et représenter le champ magnétique $\vec{B_I}$ créé par le passage du courant au centre du solénoïde ; indiquer la nature des faces.

b) Quelle est la nature du champ magnétique (créé par le passage du courant) à l'intérieur du solénoïde.

c) Comment peut-on intensifier ce champ magnétique sans changer la valeur de I ?

2) On dispose maintenant l'axe du solénoïde horizontalement dans le plan du méridien magnétique, une aiguille aimantée étant placée en son centre. Le circuit dans lequel est inséré le solénoïde comporte un interrupteur. L'interrupteur étant ouvert on le ferme.

a) On constate que l'aiguille aimantée ne bouge pas. Interpréter (deux cas possibles).

b) Lorsqu'on inverse le sens du courant dans le solénoïde l'aiguille aimantée tourne de 180°. Reproduire le schéma de la figure et représenter alors dans ce cas les champs $\vec{B_I}$ et $\vec{B_h}$; indiquer le sens du courant. Calculer B_I sachant que I = 0,01 A. On donne $B_h = 2.10^{-5}$ T.

3) Le solénoïde précédent est disposé de sorte que son axe fait un angle $\alpha = 30°$ avec le plan du méridien magnétique.

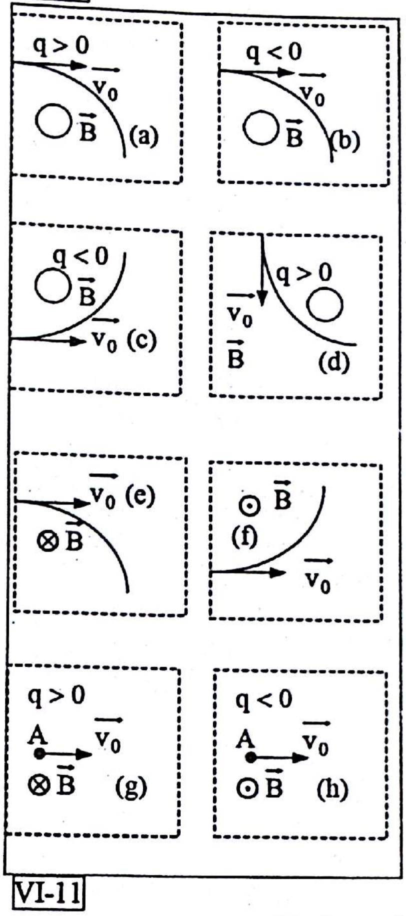
a) Déterminer les caractéristiques du champ résultant $\vec{B}$ au centre du solénoïde.

b) Quelle est l'orientation de l'aiguille ?

c) De la position précédente, de quel angle φ doit-on tourner le solénoïde pour que le champ résultant $\vec{B}$ prenne la valeur B = 4,83.10–5 T.

MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME.

VI-10



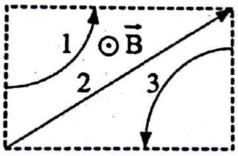
Une particule de charge q pénètre dans une région de l'espace où règne un champ magnétique $\vec{B}$, avec une vitesse $\vec{v_0}$ perpendiculaire à $\vec{B}$. Sa trajectoire est représentée si nécessaire sur la figure ci-contre. Répondre aux questions suivantes.

1) Compléter les figures a, b, c et d en représentant le champ magnétique $\vec{B}$.

2) Déterminer le signe de la charge q dans les figures e et f.

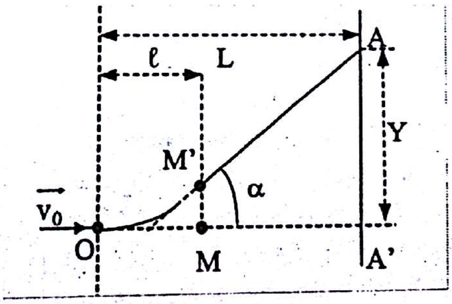
3) Représenter la force magnétique $\vec{F_m}$ au point A sur les figures g et h.

VI-11



Trois particules traversent une région de l'espace où est établi un champ magnétique $\vec{B}$ .Quel est le signe de la charge de chacune des particules q_1, q_2, q_3.

VI-12



Un faisceau homocinétique d'électrons pénètre en O dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire à la vitesse $\vec{v_0}$ des électrons. *Données : largeur zone de champ* $\vec{B}$ *:* $\ell = 3.10^{-3}m$; $OA' = L = 0{,}3$ m $AA' = Y = 3{,}5$ cm, $v_0 = 10^7$ m.s^1 et $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg.

1) a) Compte tenu de la déviation Y représentée sur le schéma, quel est le sens du champ magnétique $\vec{B}$?

b) Représenter en un point quelconque de l'arc OM' la force magnétique s'exerçant sur un électron.

2) Donner l'expression du rayon de courbure R de la trajectoire représentée par l'arc OM'.

point O.

2) Reprendre la question précédente lorsqu'on inverse le sens du seul courant I_2 mais en lui gardant la même intensité.

VI-7

L'axe d'une bobine à spires circulaires de centre O est perpendiculaire au méridien magnétique. On place en son centre une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical.

1) Dans une 1ère expérience, la bobine est parcourue par un courant continu d'intensité $I_1 = 100$ mA dont on inverse le sens brutalement. L'aiguille effectue alors une rotation $\alpha_1 = 90°$. En déduire la valeur de B_1 du champ magnétique créé par la bobine. On donne $B_h = 2,0.10^{-5}$ T.

2) Au cours d'une seconde expérience, les opérations de la question a) sont reproduites mais avec un courant d'intensité différente I_2. On désire que l'aiguille tourne d'un angle $\alpha_2 = 120°$. Quelle valeur faut-il donner à l'intensité I_2 ?

VI-8

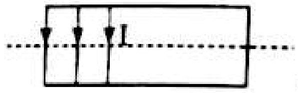
Un solénoïde est constitué d'un enroulement à spires jointives sur deux couches de fil de cuivre de diamètre D = 1 mm. Le solénoïde est parcouru par un courant de 0,1A. On donne : $B_h = 2.10^{-5}$ T.

1) Après avoir choisi un sens pour le courant, représenter à l'intérieur du solénoïde le vecteur induction $\vec{B}_1$ créé par le passage du courant. Calculer son intensité.

2) L'axe du solénoïde est perpendiculaire au méridien magnétique. De quel angle tourne une aiguille aimantée placée dans le solénoïde quand on coupe le courant ?

VI-9

On considère un solénoïde long comportant 3500 spires/m parcouru par un courant d'intensité I dont le sens est indiqué sur la figure.



1) a) Reproduire la figure et représenter le champ magnétique $\vec{B_I}$ créé par le passage du courant au centre du solénoïde ; indiquer la nature des faces.

b) Quelle est la nature du champ magnétique (créé par le passage du courant) à l'intérieur du solénoïde.

c) Comment peut-on intensifier ce champ magnétique sans changer la valeur de I ?

2) On dispose maintenant l'axe du solénoïde horizontalement dans le plan du méridien magnétique, une aiguille aimantée étant placée en son centre. Le circuit dans lequel est inséré le solénoïde comporte un interrupteur. L'interrupteur étant ouvert on le ferme.

a) On constate que l'aiguille aimantée ne bouge pas. Interpréter (deux cas possibles).

b) Lorsqu'on inverse le sens du courant dans le solénoïde l'aiguille aimantée tourne de 180°. Reproduire le schéma de la figure et représenter alors dans ce cas les champs $\vec{B_I}$ et $\vec{B_h}$; indiquer le sens du courant. Calculer B_I sachant que I = 0,01 A. On donne $B_h = 2.10^{-5}$ T.

3) Le solénoïde précédent est disposé de sorte que son axe fait un angle $\alpha = 30°$ avec le plan du méridien magnétique.

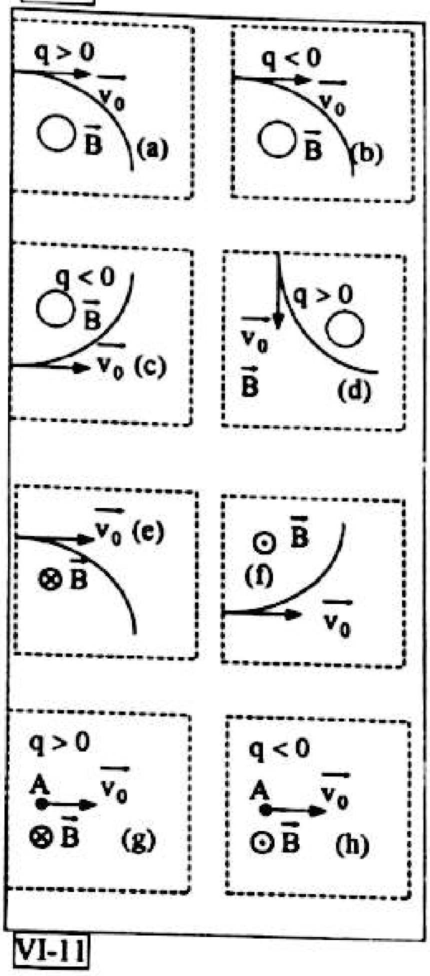
a) Déterminer les caractéristiques du champ résultant $\vec{B}$ au centre du solénoïde.

b) Quelle est l'orientation de l'aiguille ?

c) De la position précédente, de quel angle φ doit-on tourner le solénoïde pour que le champ résultant $\vec{B}$ prenne la valeur B = 4,83.10–5 T.

MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME.

VI-10



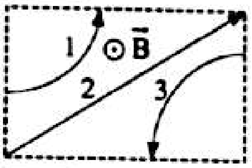
Une particule de charge q pénètre dans une région de l'espace où règne un champ magnétique $\vec{B}$, avec une vitesse $\vec{v_0}$ perpendiculaire à $\vec{B}$. Sa trajectoire est représentée si nécessaire sur la figure ci-contre. Répondre aux questions suivantes.

1) Compléter les figures a, b, c et d en représentant le champ magnétique $\vec{B}$.

2) Déterminer le signe de la charge q dans les figures e et f.

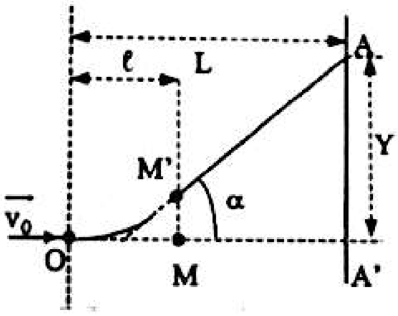
3) Représenter la force magnétique $\vec{F_m}$ au point A sur les figures g et h.

VI-11



Trois particules traversent une région de l'espace où est établi un champ magnétique $\vec{B}$.Quel est le signe de la charge de chacune des particules q_1, q_2, q_3.

VI-12



Un faisceau homocinétique d'électrons pénètre en O dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire à la vitesse $\vec{v_0}$ des électrons. *Données : largeur zone de champ* $\vec{B}$ *:* $\ell = 3.10^{-3}m$ *;* $OA' = L = 0,3\ m$ $AA' = Y = 3,5\ cm$, $v_0 = 10^7\ m.s^1$ *et* $m_e = 9,1.10^{-31}$ *kg.*

1) a) Compte tenu de la déviation Y représentée sur le schéma, quel est le sens du champ magnétique $\vec{B}$?

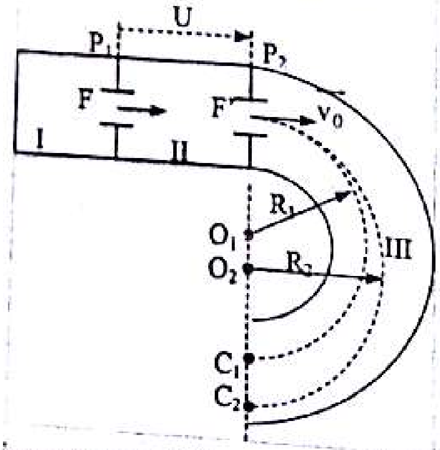
b) Représenter en un point quelconque de l'arc OM' la force magnétique s'exerçant sur un électron.

2) Donner l'expression du rayon de courbure R de la trajectoire représentée par l'arc OM'.

3) En admettant que ℓ est négligeable devant L et en supposant petit l'angle α, exprimer la déflexion magnétique Y en fonction de L, ℓ, B, e, m et v_0.

4) Dans le cadre de ces approximations, calculer la valeur du champ magnétique $\vec{B}$.

VI-13



On veut séparer les deux isotopes du brome ^{79}Br et ^{81}Br dont les masses m_1 et m_2 sont proportionnelles aux nombres de masse $A_1 = 79$ et $A_2 = 81$. Les atomes de brome sont d'abord ionisés dans une chambre d'ionisation (I) en ions Br^- d'où ils sortent par la fente F avec une vitesse nulle. Puis ces ions sont accélérés par un champ électrique uniforme entre les plaques P_1 et P_2 (II); la tension entre ces plaques vaut : $U_{P_2P_1} = V_{P_2} - V_{P_1} = U_0 = 4.10^3$ V. Enfin, les ions pénètrent, à travers la fente F' et avec un vecteur vitesse $\vec{v_0}$ perpendiculaire aux plaques, dans une région chambre de déviation (III) où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure. Ils décrivent alors deux trajectoires circulaires de rayons R_1 et R_2 et parviennent dans deux collecteurs C_1 et C_2.

1) Montrer que, quel que soit l'isotope, les ions pénètrent en F' dans la chambre de déviation avec la même énergie cinétique E_C. Calculer la valeur de E_C en joules puis en keV. Les ions ont-ils la même vitesse en F' ?

2) Représenter le vecteur $\vec{B}$ pour que les ions cheminent selon les trajectoires représentées.

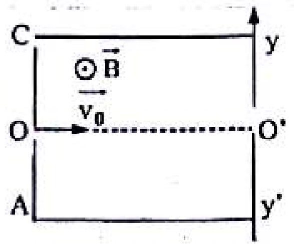
3) Rappeler, sans démonstration, l'expression littérale du rayon R du cercle en fonction de la masse de l'ion, de sa charge, de la tension accélératrice U_0 et du champ magnétique B. Conclure. Calculer R_1 et R_2.

4) Calculer la distance C_1C_2.

Données : $e = 1{,}60.10^{-19}$ C ; $B = 0{,}1$ T ; masse d'un nucléon : $m = 1{,}67.10^{-27}$ kg. On néglige le poids des ions devant les autres forces en présence.

VI-14

Les électrons d'un faisceau homocinétique, animés d'un vecteur vitesse $\vec{v_0}$, subissent, à partir d'un point O et sur une distance ℓ = 10,0 cm, les actions conjuguées d'un champ électrique $\vec{E}$ (créé par une différence de potentielle U = 5000 V appliquée aux plaques AC) et d'un champ magnétique $\vec{B}$ orthogonaux entre eux et tous deux orthogonaux au vecteur vitesse $\vec{v_0}$. La distance entre les plaques A et C est d = 10 cm. Les valeurs des champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ sont choisies de façon que le faisceau ne soit pas dévié. Cette situation est réalisée pour B = $1{,}0.10^{-3}$ T. Dans une seconde expérience, on coupe la source de champ magnétique sans changer les autres valeurs. On mesure la déviation du faisceau le long de l'axe y'y et on trouve D = 1,76 cm (distance mesurée de O' jusqu'au point d'intersection du faisceau avec l'axe y'y).



1) Représenter sur le schéma les forces : $\vec{F_e}$ (électrique) et $\vec{F_m}$ (magnétique), ainsi que le champ électrique $\vec{E}$ pour que le faisceau ne soit pas dévié.

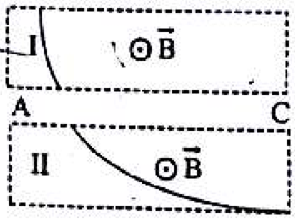
2) Quel est le signe de la tension U_{CA}

3) Calculer la vitesse des électrons à leur arrivée dans le dispositif.

4) En déduire la valeur de la charge massique e/m d'un électron.

VI-15

Une particule de charge q et de masse m traverse successivement deux zones dans lesquelles règne un même champ magnétique $\vec{B}$ uniforme, perpendiculaire au plan de la figure et orienté vers l'avant de ce plan. La vitesse de la particule diminue lors du franchissement de la surface de séparation AC entre ces deux zones notées I et II. La figure matérialisant la trajectoire montre deux arcs de cercle de rayons R_1 et R_2 respectivement dans les zones I et II. On négligera le poids de la particule.



1) Etablir que les mouvements circulaires dans chaque zone sont uniformes.

2) Etablir les expressions des rayons R_1 et R_2 en fonction de q, m, B et des vitesses respectives v_1 et v_2 de la particule dans les zones I et II. Dans quel sens la particule se déplace-t-elle (de I vers II ou de II vers I) ?

3) a) Représenter les vecteurs vitesses et accélération à un instant quelconque du mouvement de la particule respectivement dans les zones I et II.

b) En déduire le signe de la charge de la particule.

4) Calculer la charge massique q/m de la particule et identifier celle-ci. *Données : $R_1 = 14$ cm ; $R_2 = 42$ cm ; $|q| = 1{,}6.10^{-19}$ C ; $B = 0{,}5$ T*

Vitesse d'entrée dans le dispositif: $v = 2{,}0.10^7$ m.s^{-1} ;

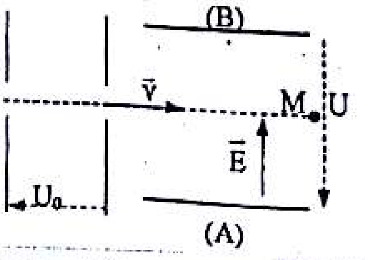
Masse de l'ion $^7Li^+$: $m = 1{,}17.10^{-26}$ kg ;

Masse de l'électron : $m_e = 9{,}14.10^{-31}$ kg ;

Masse du proton : $m_p = 1{,}67.10^{-27}$ kg.

VI-16

Un faisceau de particules électrisées positivement pénètre avec un vecteur vitesse $\vec{v}$ horizontal entre deux plaques conductrices A et B, parallèles, horizontales et distantes de d. On établit entre les plaques une tension U telle que le champ électrique $\vec{E}$ soit orienté vers le haut. Dans cette région de l'espace règne aussi un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal à $\vec{v}$.



1) a) Déterminer à quelle condition le faisceau de particules traverse le dispositif en ligne droite (ce qui lui permet d'atteindre l'orifice M).

b) Le vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ ayant la direction et le sens indiqués sur le schéma, préciser le vecteur $\vec{B}$ satisfaisant à cette condition et le représenter.

c) Calculer v_0 lorsque $B = 0{,}1$ T et $E = 10^4\ V.m^{-1}$.

2) Le faisceau n'est plus constitué de particules identiques, mais par des ions hélium ${}_{2}^{4}He^{2+}$ et ${}_{2}^{3}He^{2+}$, de masses respectives $m_1 = 6{,}65.10^{-27}$kg et $m_2 = 5{,}01.10^{-27}$kg préalablement accélérés à partir d'une vitesse nulle par une même tension U_0.

a) Le champ magnétique ayant toujours pour valeur $B = 0{,}1$ T, montrer qu'en choisissant convenablement U on peut recueillir en M l'un ou l'autre des isotopes ?

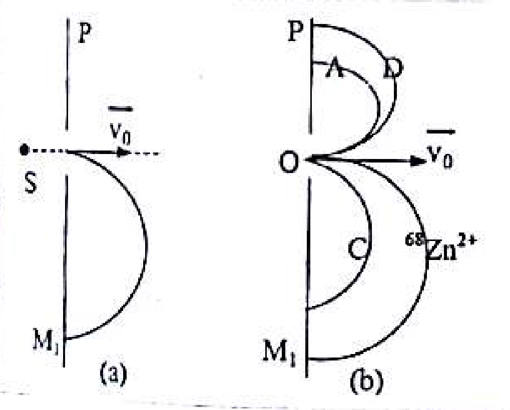
b) Soit $U_1 = 100$ V, la valeur de U qui permet de recueillir en M les ions ${}_{2}^{4}He^{2+}$. Exprimer la valeur U_2 de U qui permet de recueillir les ions ${}_{2}^{3}He^{2+}$ en M en fonction de U_1, m_1 et m_2. Calculer U_2.

VI-17

On admettra que la masse d'un atome ${}_{Z}^{A}X$ est égale à A unités de masse atomique u. Des particules de charge q et de masse m sont émises en un point S avec une vitesse négligeable. Devant S est placée une plaque métallique percée d'un trou O l'ensemble est placé dans le vide. On néglige le poids des particules par rapport aux autres forces et les vitesses restent faibles devant la célérité de la lumière.

1) On établit entre S et P une tension $U_1 = V_S - V_P$.
Etablir l'expression de la vitesse v_0 des particules en O en fonction de q, m et U_1.

2) Au-delà de P le champ électrostatique est nul et il règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure.



a) Dans quel plan se déplacent alors les particules ?

b) Le rayon de la trajectoire circulaire d'une particule étant donné par $R = \dfrac{mv_0}{|q|B}$, exprimer ce rayon en fonction de |q|, m, B et U_1.

c) Les particules étudiées étant les ions des isotopes du zinc, $^{68}Zn^{2+}$ de masse m_1 et $^{70}Zn^{2+}$ de masse m_2, on observe le point d'impact des ions $^{68}Zn^{2+}$ au point M_1 tel que : $OM_1 = 20$ cm En déduire le sens de $\vec{B}$.

d) M_2 étant le point d'impact sur P des ions $^{70}Zn^{2+}$, calculer OM_2.

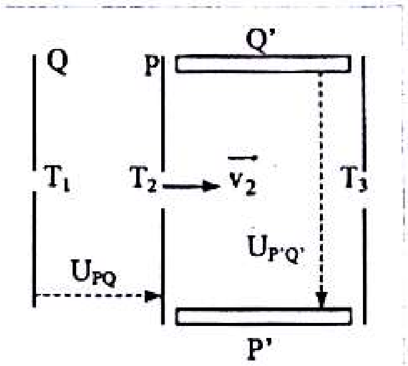
3) Pour identifier des ions désignés par A, D et C, portant chacun une charge absolue $e = 1{,}6.10^{-19}$ C, on les introduit successivement en O avec la même vitesse $\vec{v_0}$ que les ions $^{68}Zn^{2+}$. Les trajectoires obtenues sont représentées sur la figure et leurs rayons ont pour valeurs : $R_A = 5{,}59$ cm ; $R_D = 10{,}30$ cm ; $R_C = 6{,}76$ cm.

a) Justifier le signe de la charge portée par chaque ions.

b) Déterminer les masses m_A, m_D et m_C en unité de masse atomique, pour chaque ion.

c) Dans la liste suivante identifier les ions A, D, et C : $^{39}K^+$; $^{23}Na^+$; $^{35}C\ell^-$; $^{19}F^-$.

VI-18



Dans tout l'exercice, on suppose que le mouvement des ions a lieu dans le vide et on néglige le poids des ions devant les autres forces.

On fait arriver, avec une vitesse que l'on peut négliger, des ions ${}_{17}^{35}C\ell^-$ et ${}_{17}^{37}C\ell^-$ par un trou T_1 percé dans une plaque Q. Ils sont accélérés par la différence de potentiel U_{PQ}, de valeur positive U_0, entre la plaque P et la plaque Q, qui sont parallèles.

1) Calculer les valeurs v_1 et v_2 des vitesses respectives des ions lorsqu'ils arrivent sur la plaque P, en fonction de U_0, des masses respectives m_1 et m_2 de ces ions et de e.

A.N : $U_0 = 100$ V ; valeur absolue de la charge de l'électron : $e = 1{,}6.10^{-19}$ C.

- *masse molaire de l'ion $^{35}C\ell^-$: 35.10^{-3} kg.mol^{-1}*
- *masse molaire de l'ion $^{37}C\ell^-$: 37.10^{-3} kg.mol^{-1}*
- *nombre d'Avogadro : $6{,}02.10^{23}$ mol^{-1}.*

2) En sortant de la plaque P par le trou T_2 avec les vitesses précédentes, les ions sont soumis à un champ électrique $\vec{E}$ perpendiculaire à $\vec{v_1}$ et $\vec{v_2}$. Ce champ $\vec{E}$ est créé par une tension $U_{P'Q'}$ entre deux plaques parallèles P' et Q' distantes de d. Cette tension est positive et a pour valeur U_1. Dans la même région de l'espace, on applique un champ magnétique uniforme dont le vecteur $\vec{B}$ est perpendiculaire aux vitesses initiales $\vec{v_1}$ et $\vec{v_2}$ et à $\vec{E}$, de manière à ce que les ions $^{35}C\ell^-$ aient une trajectoire rectiligne et sortent par le trou T_3.

a) Représenter sur un schéma les vecteurs $\vec{v_1}$, $\vec{E}$, $\vec{B}$, et sur un autre schéma les vecteurs $\vec{v_1}$, $\vec{F_e}$ (force électrostatique) et $\vec{F_m}$ (force magnétique) agissant sur un ion $^{35}C\ell^-$.

b) Dans quel sens, sont déviés les ion ${}_{17}^{37}C\ell^-$ (vers P' ou vers Q')

c) Donner la valeur de B en fonction de v_1, U_1 et d puis en fonction de U_0, U_1, q, m_1 et d. A.N : $U_1 = 200$ V ; d = 5 cm.

3) On donne à $U_{P'Q'}$ une valeur U_2, de manière à faire sortir maintenant les ions $^{37}C\ell^-$ par le trou T_3.

a) Donner l'expression de U_2 en fonction de B, q, U_0, d et m_2, puis en fonction de U_1, m_1, et m_2.

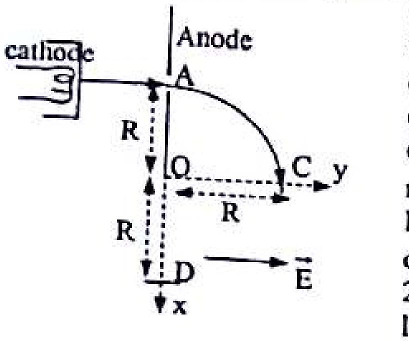
b) Calculer la valeur numérique de U_2 et déduire dans quel sens sont maintenant déviés les ions $^{35}C\ell^-$.

4) On peut obtenir le même résultat (sortie des ions $^{37}C\ell^-$ par le trou T_3) en donnant à U_{PQ} la nouvelle valeur U_0', mais en maintenant la tension U_1 de $U_{P'Q'}$. Donner l'expression de U_0' en fonction de m_2, q, B, U_1 et d, puis en

fonction de U_0, m_1 et m_2. Calculer la valeur numérique de U'_0.

VI-19

1) Un faisceau d'électrons, émis d'une cathode par effet thermo–électrique est accéléré au moyen d'une anode OA. La différence de potentiel entre anode et cathode vaut U_0 = 285 V. En admettant que les électrons sont émis par la cathode avec une vitesse négligeable, exprimer la vitesse v_0 des électrons littéralement puis numériquement lorsqu'ils traversent le trou A.



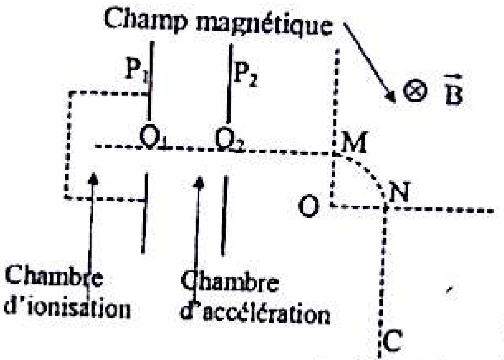
2) Le faisceau d'électrons pénètre ensuite dans une région où règne un champ magnétique $\vec{B}$, dans laquelle il décrit un quart de cercle de rayon R = 20 cm. Calculer littéralement (en fonction de U_0 et de R), puis numériquement, la norme B du champ magnétique. Caractériser le vecteur vitesse $\vec{v}$ des électrons (direction et norme) à la traversée du trou C.

3) Le faisceau d'électrons est enfin dévié par un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ parallèle à l'axe $\overline{Oy}$, régnant dans le dièdre xOy. Etablir les équations horaires du mouvement projeté sur les axes $\overline{Ox}$ et $\overline{Oy}$. En déduire l'équation et la nature de la trajectoire.

Calculer la valeur à donner à la norme E du champ électrostatique pour que le faisceau d'électrons traverse le trou D à une distance R du point O ; on exprimera E en fonction de U_0 et de R.

Données : e = $1{,}6.10^{-19}$ C ; $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg.

VI-20



Dans tout l'exercice on négligera le poids des ions devant les autres forces auxquelles ils sont soumis et on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide. On utilise le spectrographe de masse schématisé sur la figure ci-dessus pour identifier les isotopes du strontium Sr. Les atomes de strontium sont ionisés dans la chambre d'ionisation sous forme d'ions Sr^{2+}. Ces ions isotopes, de masse m variable et de charge q, sortent de la chambre d'ionisation en O_1 avec une vitesse quasiment nulle et sont accélérés entre deux plaques P_1 et P_2 par une tension $U = V_{P_1} - V_{P_2}$ continue et réglable. Ces ions sont ensuite déviés entre M et N par un champ magnétique uniforme régnant dans une enceinte de section carrée. Un collecteur C permet de recueillir ces ions à la sortie du champ magnétique $\vec{B}$.

1) Le sens du champ magnétique $\vec{B}$ indiqué sur le schéma permet-il aux ions strontium de sortir par l'ouverture N ? Sinon indiquer le sens à attribuer au champ $\vec{B}$.

2) a) Etablir en fonction de q, m et U l'expression de la valeur v avec laquelle un ion quelconque du strontium pénètre en M dans la chambre d'action du champ magnétique.

b) A quelle vitesse v' cet ion sort-il du champ magnétique?

c) Montrer que la portion MN de la trajectoire est un arc de cercle de centre O et de rayon R. On exprimera le rayon R en fonction de q, v, B et m puis en fonction de q, B, U et m.

d) Donner l'expression du temps de transit des ions dans le champ magnétique en fonction de m, q et B.

3) La chambre d'ionisation contient un mélange d'isotopes du strontium. Tous les ions que l'on veut recueillir dans le collecteur C doivent suivre la même trajectoire O_1O_2MNC.

a) Pour que les ions du strontium 88 soient collectés en C, il faut donner à la tension réglable $U = V_{P_1} - V_{P_2}$ la valeur U_0 = 13800 V. Calculer le rayon R de la trajectoire dans le champ magnétique sachant que B = 0,16 T.

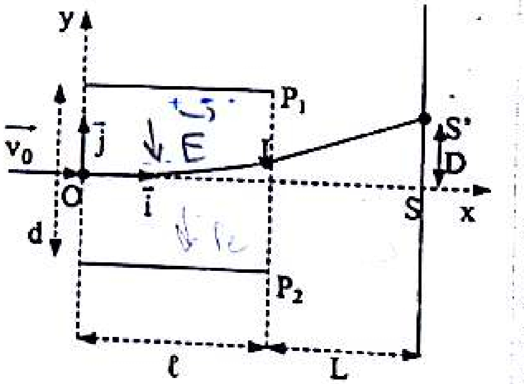
– Pour recueillir les autres isotopes du strontium dans le collecteur C suivant la même trajectoire, il faut donner à la tension U différentes valeurs comprises entre 13890 V et 14460 V. Quels sont les nombres de masse de ces isotopes ?

Données : Masse d'un atome de strontium 88 : m = 88 u; Unité de masse atomique : 1 u = $1{,}66.10^{-27}$ kg e = $1{,}6.10^{-19}$ C. On rappelle que le noyau d'un atome de symbole X se représente par ${}^{A}_{Z}X$ où A est le nombre de masse et Z le nombre de charge ou numéro atomique. On admettra que la masse m du noyau ${}^{A}_{Z}X$ est égale à A unités de masse atomique : m = A u.

VI-21

Partie I

On considère que le champ électrique n'existe que dans la région de l'espace limitée par les plaques P_1 et P_2 horizontales, distantes de d, de longueur ℓ (voir figure). Les électrons pénètrent en O entre les plaques avec une vitesse $\vec{v_0}$. Leur mouvement est étudié dans le repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$. On considère que le poids des électrons a un effet négligeable sur leur mouvement.



1) Donner les caractéristiques du champ électrique existant entre les armatures P_1 et P_2 du condensateur plan soumis à une tension $U_{P1P2} = (V_{P1} - V_{P2})$ constante et positive.

2) Dans la région de l'espace où existe le champ électrique caractérisé par le vecteur champ $\vec{E}$, établir les équations horaires du mouvement et en déduire l'équation de la trajectoire d'un électron.

3) Le faisceau d'électron sort du champ électrique au point J et frappe l'écran en un point S'. Etablir l'expression de la déviation électrostatique D = SS'.

Partie II

Un champ magnétique uniforme caractérisé par le vecteur champ $\vec{B}$ est superposé au champ électrique. Un électron arrivant en O à la vitesse $\overrightarrow{v_0}$ est alors soumis à une force électrique $\vec{F_e}$ et à une force magnétique $\overrightarrow{F_m}$.

1) Quelles sont les caractéristiques de la force magnétique qui permet d'annuler la déviation du faisceau d'électrons ?

2) Indiquer la direction du champ magnétique $\vec{B}$.

3) Donner l'expression de la force magnétique $\overrightarrow{F_m}$ et en déduire le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$. Faire un schéma représentant au point O les vecteurs $\overrightarrow{v_0}$, $\vec{B}$ et $\overrightarrow{F_m}$.

4) Lorsque la déviation du faisceau d'électrons est annulée, établir la relation existant alors entre E, B et v_0.

Partie III

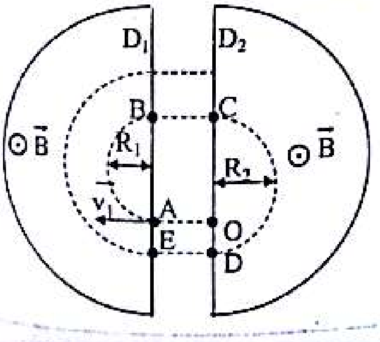
1) En reportant cette valeur de v_0 dans l'expression donnant la déviation électrostatique D, déduire l'expression du rapport $\frac{e}{m}$.

2) Les armatures du condensateur plan ont une longueur ℓ = 4,00 cm, elles sont distantes de d = 1,00 cm. La paroi fluorescente du tube est à la distance L = 40,0 cm de la sortie du condensateur. Lors d'une expérience, la différence de potentiel $(V_{P1} - V_{P2})$ appliquée entre les armatures est de 200 V, la déviation électrostatique mesurée est D = 10,2 cm. La valeur du champ magnétique permettant d'annuler la déviation du faisceau est $B = 8,30.10^{-4}$ T. Calculer la valeur numérique du rapport $\frac{e}{m}$.

VI-22

Un cyclotron est constitué de deux demi-cylindres creux conducteur D_1 et D_2, appelés « dees » en raison de leur forme, séparés par une distance ℓ très petite par rapport à leur diamètre.

Un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ est créé dans D_1 et D_2 parallèlement à l'axe des demi-cylindres. On applique entre D_1 et D_2 une différence de potentiel alternative de fréquence N et de valeur maximale U_0. La fréquence N de la variation de la d.d.p. est telle que la particule chargée soit accélérée à chacun de ses passages d'un « dee » à l'autre. Un proton de masse m et de charge q est injecté en O avec une vitesse négligeable et pénètre en A dans le « dee » D_1 avec la vitesse $\overrightarrow{v_1}$ orthogonale à $\vec{B}$. Il parvient en B avec la même vitesse $\overrightarrow{v_1}$. Entre B et C il est accéléré par le champ électrostatique $\vec{E}$ et sa vitesse devient v_2 en C. De C à D, on a un nouveau mouvement circulaire uniforme sur une trajectoire de rayon plus grand. Lorsque le proton arrive en D, la tension est inversée et on observe une nouvelle accélération de D à E et ainsi de suite.



1) Démontrer que dans un « dee », le proton décrit un demi-cercle de rayon R.

2) a) Exprimer littéralement la durée t d'un demi-tour. Montrer qu'elle est indépendante de la vitesse.

b) En déduire la valeur de la fréquence N de la tension alternative. On négligera le temps de traversée du proton entre les « dees ».

3) a) Calculer la vitesse du proton en A, B, C et D.

b) Calculer le rayon R_1 de la première trajectoire du proton dès son entrée dans le « dee » D_1.

c) Quelle est l'énergie cinétique transmise au proton à chaque passage entre les « dee ».

4) Etablir les expressions littérales :

- des vitesses du proton en fonction du nombre n de passages entre les « dees ».
- des rayons des trajectoires en fonction du nombre n de passages entre les « dees ».

5) On veut que la vitesse finale des protons soit 20000 km.s^{-1}.

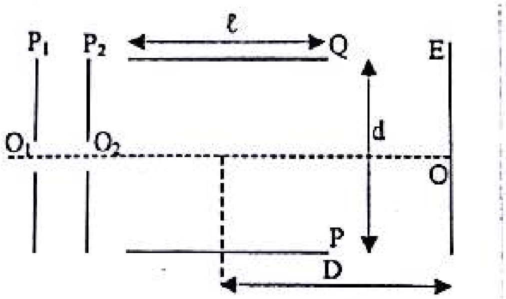
a) Quel est le nombre de tours effectués par le proton pour acquérir cette vitesse ?

b) Calculer le rayon de la trajectoire lorsque cette vitesse est atteinte. *Données : B = 1 T ; U_0 = 4000 V ; Masse du proton $m_p = 1,67.10^{-27}$ kg ; Charge du proton : $e = 1,6.10^{-19}$ C.*

VI-23

Dans toute la suite on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable.

1) Des ions Mg^{2+}, sortant d'une chambre d'ionisation, pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou O_1, dans l'espace compris entre deux plaques verticales P_1 et P_2. Lorsqu'on applique entre ces deux plaques une tension positive U_0, les ions atteignent le trou O_2 avec la vitesse $\overrightarrow{v_0}$.



a) Quelle plaque (P_1 ou P_2) doit-on porter au potentiel le plus élevé ? Pourquoi ?

b) Donner la valeur de v_0 en fonction de la charge q et de la masse m d'un ion, ainsi que U_0.

c) Calculer la valeur de v_0 pour les ions $^{24}_{12}Mg^{2+}$ dans le cas où U_0 = 4000 V. On prendra : $m(^{24}_{12}Mg^{2+}) = 24$ u ; $u = 1,67.10^{-27}$ kg ; $e = 1,60.10^{-19}$ C.

2) A la sortie de O_2, les ions ayant cette vitesse $\overrightarrow{v_0}$ horizontale pénètrent entre les armatures P et Q d'un condensateur.

3) On applique entre ces armatures une différence de potentiel positive U_{PQ} que l'on notera U, créant entre elles un champ électrique uniforme vertical orienté vers le haut.

les caractéristiques de la force électrique à laquelle chaque ion est soumis ; exprimer son intensité en fonction de q, U et de la distance d entre les plaques P et Q.

b) Déterminer la nature de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de ce condensateur lorsque U garde une valeur constante.

c) On dispose d'un écran vertical E à la distance D du centre des plaques de longueur ℓ, trouver en fonction de q, m, U, v_0, ℓ, D et d, l'expression de la distance z = OM, M étant le point d'impact d'un ion sur l'écran. La distance OM dépendra t-elle des caractéristiques des ions positifs utilisés ? (On admet que la tangente à la trajectoire au point de sortie S du condensateur passe par le milieu de celui-ci).

d) Calculer la durée de la traversée du condensateur dans le cas où ℓ =10 cm.

e) On applique entre P et Q une tension sinusoïdale $u = U_{max}\sin\omega t$, de fréquence f = 50 Hz.

Montrer qu'avec un pinceau d'ions $^{24}_{12}Mg^{2+}$, on obtient sur l'écran E un segment de droite verticale, dont on calculera la longueur dans le cas où U_{max} = 230 V, D = 40 cm, d = 4 cm. (On peut considérer que, durant toute la traversée du condensateur, chaque ion est soumis à une tension pratiquement constante).

4) Entre P et Q existent maintenant à la fois un champ électrique uniforme vertical orienté vers le haut, créé par l'application de la tension U entre ces plateaux, et un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal, perpendiculaire au plan de la figure.

a) Quelle relation doit lier U_O, U, B, q, m et d pour que le mouvement des ions Mg^{2+} dans le condensateur soit rectiligne uniforme et horizontal ? Préciser dans ce cas le sens de $\vec{B}$. Il n'est pas demandé de calculer la valeur de B.

b) En réalité le magnésium est formé de trois isotopes : $^{24}_{12}Mg^{2+}$, $^{A_2}_{12}Mg^{2+}$, $^{A_3}_{12}Mg^{2+}$. Lorsque U prend la valeur particulière U_1 seuls les ions $^{24}_{12}Mg^{2+}$ ont la trajectoire rectiligne. Lorsque U = U_2, ce sont les ions $^{A_2}_{12}Mg^{2+}$ qui ont la trajectoire rectiligne et si U = U_3 ce sont les ions $^{A_3}_{12}Mg^{2+}$. On a donc un moyen de les séparer.

- Montrer que $\dfrac{U_2}{U_1}$ ne dépend que du rapport des masses. m_1 (des ions $^{24}_{12}Mg^{2+}$) et m_2 (des ions $^{A_2}_{12}Mg^{2+}$). Calculer alors A_2 sachant que U_1 = 228 V, U_2 = 223 V.

Calculer A_3 sachant que U_1 = 228 V, U_3 = 219 V.

Chap. VII : LES OSCILLATIONS MECANIQUES

VII-1

On dispose d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k = 10 N.m^{-1}. On engage le ressort sur une tige horizontale Ax, l'une de ses extrémités est fixée en A, l'autre est reliée à un cylindre creux (C) de masse m = 0,1 kg qui peut glisser le long de la tige. L'abscisse x du centre d'inertie G de (C) est repérée par rapport à O, position de G à l'équilibre. On écarte le cylindre de sa position d'équilibre et on le lâche. A l'instant t_0 = 0, choisi comme origine des dates son abscisse est x_0 = + 2 cm et sa vitesse v_0 = – 0,2 m.s^{-1}.

1) Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur à l'instant t_0. On considère que l'énergie potentielle pour la position d'équilibre du système est nulle.

2) En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique, calculer :

a) La vitesse de (C) au passage par la position d'équilibre

b) Les positions de (C) où la vitesse s'annule.

3) Etablir l'équation différentielle du mouvement de (C) en utilisant la conservation de l'énergie mécanique.

4) En déduire l'équation horaire du mouvement en prenant pour origine des dates (t = 0):

a) Celle précisée plus haut.

b) A t = 0, la position du mobile est extrémale du côté négatif du repère choisi.

c) A partir de l'équation horaire trouvée à la question b) déterminer : La position du mobile à l'instant t = 2 s.

La date du 1er passage par la position d'équilibre.

VII-2

Un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de coefficient de raideur k = 10 N.m^{-1}, a une longueur à vide ℓ_0 = 0,20 m.

Partie I : Ce ressort est placé sur un rail horizontal. L'une de ses extrémités est fixée (point A), l'autre est fixée à un solide (S_1) de masse M_1 = 75 g. Au repos, le centre d'inertie de S_1 est en O. Les frottements sont négligeables (Voir figure1).

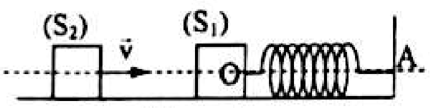


Figure 1

1) Un dispositif assure un guidage de l'ensemble. S_1 n'effectue ainsi, que des mouvements de translation de direction parallèle à l'axe du ressort. Un projectile (S_2) de masse M_2 = 25 g heurte le solide S_1 avec une vitesse $\overrightarrow{v_2}$ dirigée suivant l'axe du ressort. Après le choc, ce projectile reste fixé sur S_1. Montrer que la vitesse $\vec{v}$ de l'ensemble (S) des deux corps immédiatement après le choc, est :

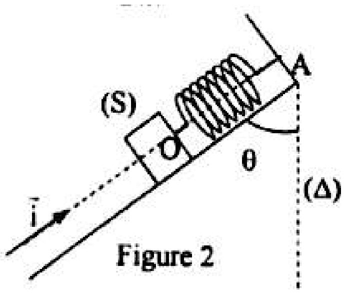


Figure 2

$$\vec{v} = \frac{M_2}{M_1 + M_2}\overrightarrow{v_2}$$

.Calculer v, sachant que v_2 = 1 m.s^{-1}.

2) Etablir la nature du mouvement de S. Calculer la période du mouvement. Déterminer l'amplitude du mouvement. Ecrire l'équation particulière du mouvement en prenant comme origine des espaces le point O, position du centre d'inertie de S_1 au repos, et comme origine des temps l'instant du choc.

Partie II : Le rail est incliné d'un angle θ = 60° par rapport à une tige verticale (Δ). Il est soudé à cette tige et supporte le ressort auquel est accrochée une masse M = 100 g. Les frottements sont toujours négligeables et on prendra $\vec{i}$ comme vecteur unitaire sur l'axe (OA).

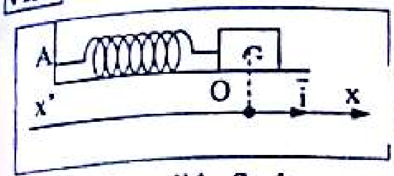
1) Déterminer la longueur ℓ_1 du ressort et la valeur de la réaction $\vec{R}$ du rail sur (S) lorsque le système est au repos.

2) On écarte la masse M vers le bas d'une longueur égale à 5 cm par rapport à O, centre d'inertie de (S) lorsque le système est au repos. Etablir la nature du mouvement de (S). Montrer que la période du mouvement est identique à la période calculée dans la question précédente. Etablir l'équation particulière du mouvement en prenant comme origine des espaces le point O défini plus haut et comme origine des temps l'instant où on libère le système (S).

Donnée : $g = 10\ m.s^{-2}$

Partie III : Lors de la descente de (S), le ressort casse et libère le système à la position d'équilibre O. Déterminer la nature du mouvement ultérieur de (S), donner l'équation horaire et calculer le temps mis pour arriver au point B en bas du rail tel que OB = 50 cm.

VII-3



On considère un ressort à spires non jointives d'axe horizontal de raideur k et de masse négligeable. L'extrémité A du ressort est fixe. Un solide S, de masse m = 250 g, est accroché à l'autre extrémité du ressort et se déplace sans frottement sur un plan horizontal. On étudie le mouvement du centre d'inertie G du solide, dans le référentiel du laboratoire considéré comme galiléen. On repère la position de G par son abscisse x sur un axe horizontal x'x d'origine O : $x(t) = \overline{OG}(t)$. Le point O correspond à la position de G à l'équilibre.

Etude théorique

1) En appliquant le théorème du centre d'inertie, établir l'équation différentielle admettant x(t) comme solution.

2) En déduire l'expression de la pulsation propre ω_0 en fonction des caractéristiques de l'oscillateur.

3) Une solution de l'équation différentielle précédente peut être écrite sous la forme : $x(t) = X_m \cos(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi)$.

a) Que représente X_m et φ ?

b) En déduire l'expression littérale de la coordonnée V_x du vecteur vitesse du point G en fonction du temps.

c) Donner les expressions littérales de l'abscisse x(0) et de la coordonnée $V_x(0)$ à l'origine des dates, en fonction de X_m, T_o et φ.

Etude expérimentale

Deux expériences notées 1 et 2 ont été réalisées avec le même solide S. Pour chaque expérience, l'origine des dates coïncide avec l'instant où le solide S est abandonné ou lancé, après avoir été écarté de sa position d'équilibre.

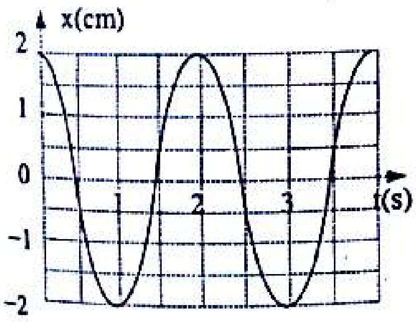


Figure 1 – Expérience 1

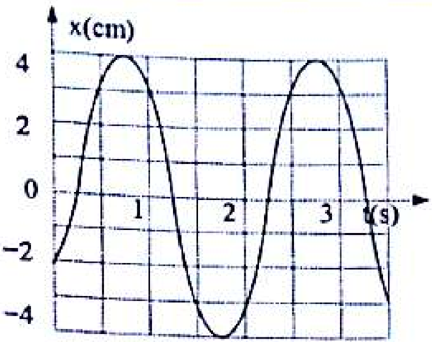


Figure 2 – Expérience 2

A chaque expérience correspond un enregistrement ; les figures 1 et 2 ci-dessus donnent les variations de x en fonction du temps t. Le numéro de la figure est identique à celui de l'expérience.

1) A partir des enregistrements des figures 1 et 2, traiter sans justification, les questions ci-dessous en reportant les réponses dans le tableau ci-après.

Question 1	Expérience	1	2
1) a)	T_o		
	X_m		
	x(O)		
1) b)	$V_x(O)$		
1) c)	ressort		

a) Déterminer les valeurs de T_o, X_m et x(O).

b) Déterminer si $V_x(O)$ est nulle, positive ou négative.

c) Parmi les termes suivants, choisir, sans justification, ceux qui décrivent les conditions initiales relatives au ressort pour les deux expériences réalisées : comprimé, étiré ou non déformé.

2) Justifier que l'enregistrement de la figure 2 ci-dessus a été obtenu en utilisant le même ressort que celui de l'expérience 1.

3) On désigne par E_m l'énergie mécanique du système {ressort, solide, terre}. L'énergie potentielle de pesanteur est choisie nulle dans le plan horizontal passant par G.

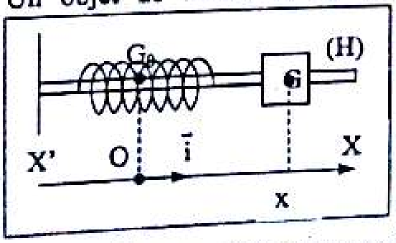
a) Etablir l'expression littérale de E_m en fonction de l'amplitude X_m.

b) On désigne par E_{m1} et E_{m2} l'énergie mécanique du système respectivement pour les expériences 1 et 2.

Parmi les propositions suivantes, choisir, en justifiant, celle qui convient : $\frac{E_{m2}}{E_{m1}} = 1$; $\frac{E_{m2}}{E_{m1}} = 2$; $\frac{E_{m2}}{E_{m1}} = 4$.

4) Comparer, sans les calculer numériquement, les énergies potentielles élastiques $E_{p1}(O)$ et $E_{p2}(O)$ du système à la date t_o = 0s pour ces deux enregistrements Justifier la réponse.

VII-4 **Extrait BAC 2004 série D**



Un objet de masse m est assujetti à se déplacer sans frottement sur une tige horizontale (H). Il est accroché à une extrémité d'un ressort à spires non jointives dont l'autre extrémité est fixe. La position de son centre d'inertie G, est repérée par son abscisse x sur un repère (O, $\vec{i}$) d'origine O prise à la position d'équilibre, et de vecteur unitaire $\vec{i}$ horizontal. On écarte l'objet de sa position d'équilibre, et on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant origine.

1) Faire l'inventaire des forces exercées sur l'objet. Décrire les conversions de l'énergie.

2) a) Décrire le mouvement de l'objet.

b) Donner l'expression de la période du mouvement ; calculer sa valeur.

3) On pose que l'énergie potentielle élastique est nulle pour $x = 0$; on indique que l'énergie mécanique E_m du système est égale à $1{,}25.10^{-2}$ J.

a) Calculer l'amplitude a du mouvement ;

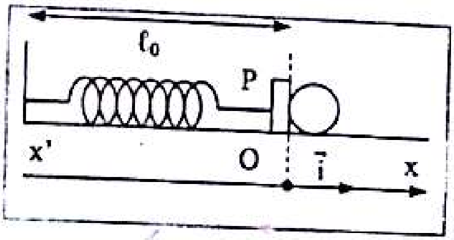
b) Calculer la valeur maximale v_0 de la vitesse de l'objet.

4) a) Rappeler la relation entre la valeur algébrique v_x de la vitesse et l'abscisse x de l'objet.

b) Tracer qualitativement les deux graphes superposés représentant les variations de v_x et de x en fonction du temps, sur au moins une période du mouvement. Quelle particularité présente le graphe de la fonction x (t) aux instants où la vitesse s'annule ?

Données : $m = 450$ g ; $k = 8{,}50$ N.m^{-1}.

VII-5



Un ressort de masse négligeable, à spires non jointives, a un coefficient de raideur k et une longueur à vide ℓ_0. L'axe du ressort est horizontal. Il est fixé à sa gauche à un support fixe. A son extrémité droite, une bille, de masse m = 150 g, est fixée à la butée P. Dans cette première partie de l'exercice, la bille est solidaire de la butée P. Elle n'en sera libérée que dans la seconde **partie I :** On prendra $g = 9{,}81$ m.s^{-2}. On travaille dans le repère $(O,\vec{i})$, l'origine O du repère coïncide avec le point P quand le ressort n'est ni comprimé, ni étiré comme l'indique la figure. On néglige les frottements, on repère à l'instant t la position P par son abscisse x(t). On comprime le ressort de sorte qu'à l'instant t = 0, x(0) = – 0,1 m et on abandonne la bille sans vitesse initiale. On chronomètre 15 allers et retours de la bille. On lit la durée 6,12 s sur le chronomètre.

1) Déterminer la valeur de la période T_0.

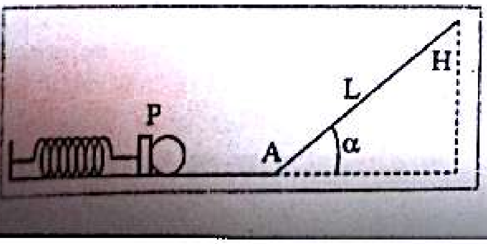
2) A l'aide de l'analyse dimensionnelle, montrer que T_0 est proportionnelle à $\sqrt{\frac{m}{k}}$. On admettra que le coefficient de proportionnalité est égal à 2π.

3) Exprimer en fonction de m et T_0 la constante de raideur k du ressort puis la calculer.

4) Etablir l'équation différentielle du mouvement en appliquant le théorème du centre d'inertie.

5) Etablir l'équation horaire du mouvement de la bille sous la forme $x = X_m \sin(\omega t + \varphi)$.

6) Déterminer la date du 3ème passage à l'abscisse x = 0,05 m. Dans la suite de l'exercice on utilise ce ressort comme lanceur de bille d'un flipper.



Partie II : Le flipper est constitué d'un plan horizontal et d'un plan incliné d'un angle α = 20° avec l'horizontal et d'une longueur L = 80 cm. Au sommet du plan incliné se trouve la cible H à atteindre comme l'indique la figure ci-dessous. On comprime le ressort de x (0) = – 0,1 m, on pose la bille contre la butée et on libère le système. La bille quitte la butée et poursuit son mouvement en glissant sans frottement sur la portion de plan horizontal puis sur le plan incliné avant d'atteindre la cible H.

1) D'où provient l'énergie cinétique acquise par la bille ?

2) On suppose que l'énergie mécanique est conservée et que la bille quitte le ressort quand celui-ci reprend sa longueur à vide ℓ_0.

a) Etablir l'expression littérale de la vitesse avec laquelle la bille quitte le ressort puis effectuer l'application numérique.

b) En considérant l'énergie mécanique de la bille, en déduire la vitesse de la bille en A.

3) On veut déterminer la vitesse minimale v_{min} que doit posséder la bille, en A, pour atteindre la cible H.

a) Faire un schéma de la bille sur le plan incliné et représenter les forces qui s'exercent sur cette bille.

b) Etablir l'expression du travail de ces forces entre les points A et H. Effectuer l'application numérique.

c) Etablir l'expression de v_{min} puis effectuer l'application numérique.

4) En utilisant les résultats des questions précédentes, établir l'expression littérale de la longueur minimale $x_{min}(0)$ de compression initiale du ressort pour que la bille atteigne la cible H. Effectuer l'application numérique.

VII-6 CE

Un pendule simple est constitué d'un fil de longueur ℓ=1m, accroché en un point fixe O, et auquel est suspendue une masselotte de petites dimensions et de masse m = 100 g. On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle θ_0 = 10° et on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant origine. On désigne par θ l'élongation angulaire à la date t.

1) a) Faire l'inventaire des forces appliquées à la masselotte. Préciser leur direction et leur sens. On notera $\vec{F}$ la force de tension exercée par le fil.

b) Ecrire, dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen, la relation fondamentale de la dynamique pour le centre d'inertie, sous forme vectorielle.

c) Projeter la relation sur le vecteur unitaire tangent $\vec{\tau}$ à la trajectoire circulaire du centre d'inertie de la masselotte, orienté dans le sens trigonométrique, et sur le vecteur unitaire normal $\vec{n}$ orienté vers O.

2) a) Quelle forme prend les relations indépendantes de F obtenues au 1) c), en tenant compte du fait que l'angle θ reste petit ?

b) Ecrire la forme de la solution de cette équation différentielle en faisant apparaître une amplitude angulaire, une pulsation ω_0 et une phase à l'origine.

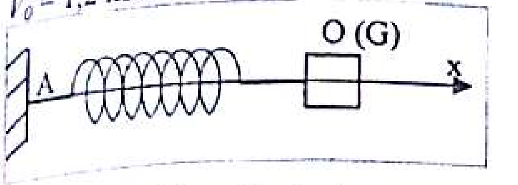
c) Déterminer la pulsation ω_0 et en déduire l'expression de la période T_0 du mouvement en fonction de ℓ et g.

d) Ecrire l'équation horaire du mouvement du pendule.

VII-7 Extrait BAC 2015 Série D

Une tige rigide Ax est fixée en A à un support vertical. Un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de raideur $k = 12$ N/m est [illegible] en A au même support. L'autre extrémité du ressort est liée à un solide S, de masse $m = 10$ g. Le ressort n'étant ni comprimé ni étiré, le centre d'inertie G du solide se trouve en O, position que l'on prendra pour origine des abscisses. L'axe des abscisses Ax est orienté positivement de la gauche vers la droite comme l'indique la figure ci–contre.

On écarte le solide S de sa position d'équilibre. L'abscisse de son centre d'inertie est alors en $x_0 = 2{,}0$ cm. A la date $t = 0$, on le lance vers A avec une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ dont la norme est $V_0 = 1{,}2$ m/s.



1) Déterminer la vitesse de S au passage par la position d'équilibre.

2) Quelle est l'amplitude du mouvement des oscillations ?

3) Etablir l'équation différentielle du mouvement de G. En déduire l'équation horaire du mouvement en prenant pour origine des dates celle précisée plus haut.

4) Exprimer, à la date t, l'énergie cinétique $E_c(t)$ et l'énergie potentielle élastique $E_{pe}(t)$ de S lié au ressort.

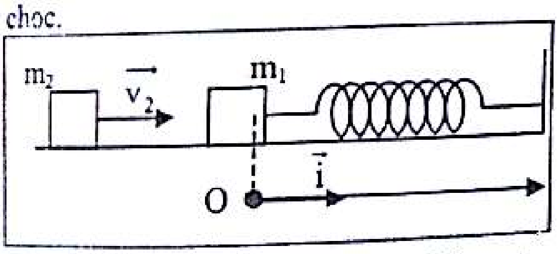
NB : on considère que l'énergie potentielle pour la position d'équilibre du système est nulle.

5) On pose $E = E_c(t) + E_{pe}(t)$. Montrer que E est constante et calculer sa valeur. Que représente E pour le système ?

VII-8

Un ressort à spires non jointives, de raideur k, peut travailler en compression et en dilatation. Une de ses extrémités est fixe, l'autre est reliée à un mobile autoporteur de masse m_1. Le ressort est horizontal. Un second mobile de masse m_2, de vitesse $\overrightarrow{v_2}$, vient heurter le premier mobile alors que le ressort n'est ni tendu ni comprimé. Le choc est élastique et les vitesses après le choc sont colinéaires à $\overrightarrow{v_2}$.

1) Calculer la vitesse du mobile de masse m_1 juste après le choc.



2) Après le choc, le mobile de masse m_1 oscille à l'extrémité du ressort.

a) Etablir l'équation différentielle du mouvement en utilisant la conservation de l'énergie mécanique.

b) En considérant l'instant initial t = 0, l'instant juste après le choc établir l'équation horaire du mouvement de la masse m_1. On prendra l'équation sous la forme $x = Xm\cos(\omega t + \varphi)$. Le repère $(O, \vec{i})$ considéré a son origine O qui coïncide avec le centre d'inertie de la masse m_1 juste avant le choc.

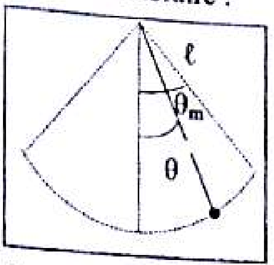
c) Quelle est la position de m_1 à l'instant t = 1s.

d) Quelle est la date du $2^{ème}$ passage à l'abscisse x = 0.

On donne : k = 100N/m ; $m_1 = 0{,}60$ kg ; $m_2 = 0{,}60$ kg ; $v_2 = 0{,}80$ m.s^{-1}.

VII-9-C.E

Ecarté de sa position d'équilibre, un pendule simple est abandonné sans vitesse initiale à la date t = 0. Il oscille de part et d'autre de la verticale. Son mouvement est décrit par l'équation horaire :



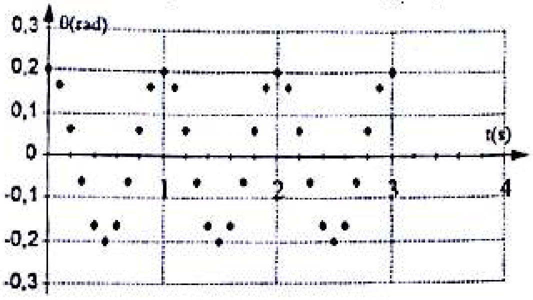
$\theta = \theta_m \cos\left(2\pi\frac{t}{T_0}\right)$ avec $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$; $\theta_m = 0{,}20$rad et $T_0 = 1{,}0$ s. Le solide de masse m = 100 g accroché à l'extrémité du fil est assimilé à un point matériel.

1) Donner, à la date t = 0, en fonction de la longueur ℓ du pendule, de la masse m, de l'accélération g de la pesanteur et de l'angle θ_m, l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur de la masse accrochée à l'extrémité du fil. On prendra comme niveau de référence (avec $E_{pp} = 0$), la position du solide à l'équilibre.

2) Calculer la valeur de la longueur ℓ, et celle de l'énergie potentielle à t = 0.

3) Exprimer en fonction de m, ℓ, g et de l'angle θ, l'énergie potentielle de pesanteur du solide à t.

4) En supposant les forces de frottement négligeables, déduire des expressions de l'énergie potentielle de pesanteur à t et à t = 0, celle de l'énergie cinétique du solide à la date t.



5) Calculer la valeur de sa vitesse à t = 0,25 s.

6) Retrouver cette valeur en utilisant la représentation graphique de θ(t) ou l'équation horaire du mouvement du pendule.

VII-10 C.E

Soit un pendule simple constitué d'un fil de longueur ℓ_0 et d'un objet ponctuel de masse m = 200 g dans le champ de pesanteur de valeur g. Ce pendule oscille à l'altitude $z_0 = 0$ avec une période $T_0 = 2$s. Au niveau de la mer $g_0 = 10$ m.s^{-2}.

Données : Rayon de la terre : R = 6400 km ;

$g_z / g_0 = 1 - 2z/R$. On admet que : $(1+\varepsilon)^{0,5} = 1 + 0{,}5\varepsilon$ pour ε petit devant 1.

1) Montrer que $\ell_0 = 1$ m.

2) On suppose que le pendule est placé à l'altitude z = 64 km. Exprimer puis calculer la nouvelle longueur ℓ_1 lui permettant de conserver sa période propre T_0.

3) La longueur est de nouveau $\ell_0 = 1$m. Calculer l'altitude z à laquelle se trouve le pendule pour que sa période propre augmente de 0,01 s.

4) On ramène le pendule au niveau de la mer et on le lance à partir de sa position d'équilibre $\theta_0 = 0$ avec une vitesse angulaire initiale $\omega_0 = 1$ rad.s^{-1}.

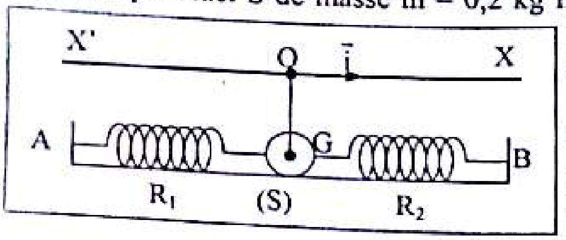
a) Exprimer puis calculer la hauteur maximale h par rapport à sa position d'équilibre, à laquelle la masse m remonte.

b) Exprimer et calculer l'élongation angulaire maximale θ_m

c) Exprimer la valeur de la tension T du fil au cours des oscillations en fonction de m, ℓ_0, g_0, θ et $\frac{d\theta}{dt}$.

Dr Allain GNABAHOU
Tél : 70 28 61 83

VII-11



Un solide ponctuel S de masse m = 0,2 kg mobile sur une table à coussin d'air horizontale, est accroché à deux ressorts identiques R_1 et R_2 de masses négligeables tendus entre deux points A et B comme l'indique la figure ci-après. Chaque ressort a pour longueur à vide $\ell_0 = 15$ cm et pour raideur k = 10 N/m.

La distance des points d'attache A et B vaut L = 40 cm.

1) Déterminer à l'équilibre, l'allongement de chaque ressort.

2) S étant en équilibre, on l'écarte horizontalement de 3 cm vers B et on le lâche sans vitesse initiale à la date t = 0. Le centre d'inertie G du solide est repéré par l'axe horizontal X'OX ; l'origine O des abscisses coïncidant avec la position de G à l'équilibre. On néglige les frottements.

a) Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G par application du théorème du centre d'inertie.

b) Ecrire l'équation horaire du mouvement du centre d'inertie sous la forme $x = X_m\cos(\omega t + \varphi)$ en précisant les valeurs numériques de l'amplitude X_m, de la pulsation ω et de la phase initiale φ.

c) A quelle(s) date(s) le mobile passe-t-il par l'abscisse 1,5 cm en allant dans le sens négatif des élongations ? Quelle(s) valeur(s) prend sa vitesse.

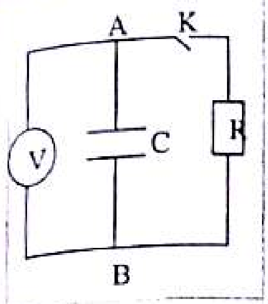
3) Exprimer à la date t l'énergie mécanique totale Em du système (ressorts-solide) en fonction de k, m, l'abscisse instantanée x du centre d'inertie du solide et sa dérivée première par rapport au temps $v = \frac{dx}{dt}$. En déduire l'expression de E_m en fonction de k et l'amplitude X_m du mouvement de S et l'allongement initial x_0 de chaque ressort. L'énergie potentielle de chaque ressort est nulle lorsqu'il n'est ni comprimé, ni tendu.

4) Retrouver l'équation différentielle du mouvement de S, en utilisant l'expression de l'énergie mécanique.

ELECTRICITE

Chap. VIII : LES CONDENSATEURS

VIII-1



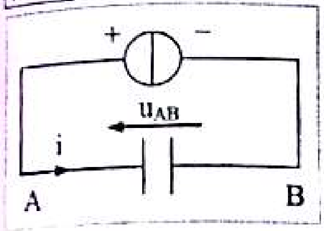
On considère le montage ci-dessous. Le voltmètre a une résistance infinie. Initialement, il indique une tension $U_{AB} = 9$ V. La capacité du condensateur est $C = 2,2$ µF. La résistance du conducteur ohmique est $R = 4,7$ kΩ.

1) Déterminer la charge initiale de l'armature A (avant la fermeture de l'interrupteur).

2) Déterminer l'énergie stockée dans le condensateur.

3) Quel est le sens du courant dans la résistance R lorsque l'on ferme l'interrupteur ?

VIII-2



Un condensateur de capacité C est chargé par un générateur de courant. L'intensité I du courant est constante et égale à 0,14 mA.

1) A l'instant origine, la tension u_{AB} aux bornes du condensateur est nulle et la charge commence. On suit l'évolution de la tension u_{AB} au cours du temps. Après une durée de charge T = 10 s, la tension aux bornes du condensateur est égale à 0,64 V. Tracer la courbe représentant les variations de u_{AB} en fonction du temps.

2) Calculer la capacité du condensateur.

VIII-3

Un condensateur plan à air est constitué par deux armatures chacune d'aire $S = 10$ cm^2 et distantes de $d = 2$ cm. Il est chargé sous une tension égale à 6 V.

1) Calculer sa charge et l'énergie emmagasinée.

2) Le condensateur étant déconnecté du circuit de charge, un opérateur écarte les armatures de manière à doubler leur distance.

a) Calculer, pour les nouvelles positions des armatures, la capacité du condensateur, la tension à ses bornes, sa charge et son énergie.

b) Décrire le transfert énergétique entre le système {condensateur} et l'extérieur pendant que l'opérateur écarte les armatures.

3) Reprendre les questions du 2) dans le cas où, à partir de l'écartement d = 2 cm, l'opérateur rapprocherait les armatures jusqu'à diviser leur distance par 2.

On donne : $\varepsilon_0 = 8,85.10^{-12}$ S.I

VIII-4

Un condensateur de capacité $C_1 = 1$µF est chargé sous une tension U = 6 V. On connecte ses bornes à celles d'un second condensateur de capacité $C_2 = 0,5$ µF initialement déchargé. Pendant une durée très brève, des charges électriques sont transférées d'un condensateur à l'autre.

a) Déterminer la charge Q_1 et l'énergie E_1 initialement emmagasinées dans le 1er condensateur.

b) Pourquoi y a-t-il transfert de charges et à quel moment s'arrête-t-il ?

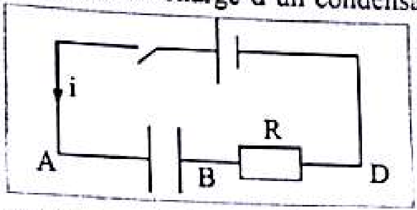
c) Déterminer les charges finales Q'_1 et Q'_2 de chacun des condensateurs.

d) Déterminer la tension finale U' à leurs bornes.

e) Déterminer l'énergie dissipée au cours du transfert de charges (énergie dissipée par effet Joule et rayonnement.

VIII-5

On réalise la charge d'un condensateur de capacité C = 10 µF selon le montage représenté ci-dessous.



La résistance R du conducteur ohmique est égale à $1,0.10^3$ Ω. Le générateur de tension stabilisée maintient aux bornes du dipôle « RC » une tension E = 12 V. A l'instant origine, le condensateur est complètement déchargé et on ferme l'interrupteur.

1) Etablir l'équation différentielle vérifiée par $q_A(t)$.

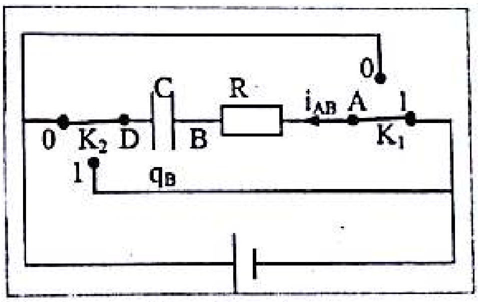
2) Cette équation différentielle admet une solution de la forme : $q_A(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. Donner les expressions respectives des constantes A et τ puis donner leurs valeurs numériques.

3) Déterminer, en fonction de la constante de temps, la date pour laquelle : $q_A = \frac{Q_M}{2}$, où Q_M désigne la charge du condensateur lorsque la tension à ses bornes est égale à E.

4) Déterminer la charge $q_A(\tau)$ du condensateur à la date t = τ.

VIII-6

On se propose d'étudier l'association résistance R, condensateur C dans le montage de la figure ci-dessous.



Le générateur de tension, supposé parfait, délivre une tension E = 6,0 V. Les deux inverseurs K_1 et K_2 disposent de deux positions 0 ou 1.

1) Quelles sont les trois relations liant les grandeurs i_{AB}, u_{AB}, q_B et u_{BD} ?

2) A la date t = 0, le condensateur étant déchargé, on place K_1 en position 1 et K_2 en position 0. Montrer que q_B vérifie l'équation différentielle : $R\frac{dq_B}{dt} + \frac{q_B}{C} = E$. En déduire celle vérifiée par u_{BD}.

3) Vérifier que $u_{BD} = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ est bien solution de l'équation différentielle précédente et que sa forme permet de satisfaire aux conditions initiales. Que représente le produit RC ? En déduire la charge du condensateur q_B ainsi que la valeur de l'intensité après un temps suffisamment long. A.N : R = 100 kΩ ; C = 1,0 µF.

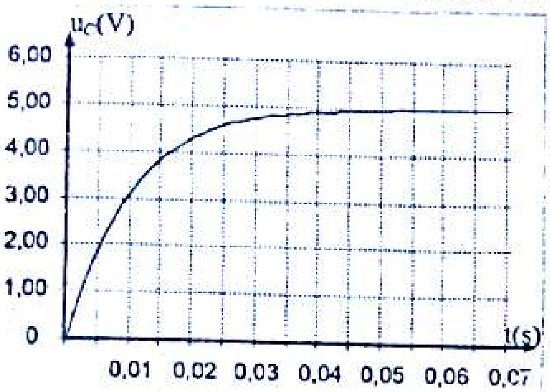
4) Un dispositif fait basculer les deux inverseurs en même temps lorsque $u_{BD} = 3,0$ V. On prend une nouvelle origine des dates au moment de ce premier basculement. La

solution de la nouvelle équation différentielle vérifiée par u_{BD} est : $u_{BD} = -E(1 - \frac{3}{2}e^{-\frac{t}{RC}})$.

Calculer u_{BD} à $t = 0$ et lorsque t tend vers l'infini.

5) Un nouveau basculement intervient lorsque u_{BD} atteint − 3,0 V. Calculer l'intervalle de temps Δt compris entre ces deux basculements.

VIII-7



Au cours de la charge, à tension constante, d'un condensateur de capacité C à travers un conducteur ohmique de résistance R, on a relevé la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps. On a obtenu le graphique ci-dessous. Le générateur de charge est un générateur idéal de tension de f.e.m. E.

Partie I

1) Donner un schéma du montage permettant de tracer le graphique donnant la tension u_{AB} aux bornes du condensateur en fonction du temps.

2) Exprimer i en fonction de u_{AB}, E et R.

3) En déduire l'expression de l'intensité i du courant :

a) A l'instant t = 0

b) En régime permanent, c'est-à-dire quand le condensateur est chargé.

4) Donner l'allure des variations de i en fonction du temps.

Partie II

1) Commenter le graphique obtenu.

2) Quelle est la tension aux bornes du condensateur en fin de charge ?

3) **a)** Tracer la tangente à la courbe à l'instant t = 0.

b) A partir du point d'intersection de cette tangente avec l'asymptote horizontale de la courbe de charge, en déduire la constante de temps τ du circuit.

c) Une autre méthode de calcul de τ consiste à déterminer la durée pour laquelle le condensateur possède 63 % de sa charge maximale. Comparer les valeurs obtenues par les deux méthodes.

4) Quelle est la valeur de la capacité du condensateur si R = 2200 Ω.

VIII-8

Un condensateur de capacité C, initialement chargé sous une tension de 5 V, est déchargé à travers une résistance R = 470 Ω. On relève la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction de la durée de la décharge et on obtient les valeurs suivantes :

Partie I

1) Représenter le graphique des variations de u_C en fonction de t.

2) **a)** Tracer la tangente à l'origine de la courbe précédente.

U_C(V)	5,00	4,04	3,63	3,26	2,94	2,64
t(s)	0	10	15	20	25	30

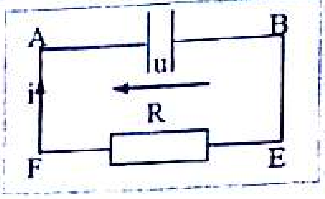
U_C(V)	2,13	1,39	0,90	0,60	0,25
t(s)	40	60	80	100	140

b) On montre que cette tangente coupe l'axe des temps en un point d'abscisse t = τ = RC ; trouver la valeur de τ.

3) En déduire la valeur de la capacité du condensateur.

Partie II

Le schéma du montage est donné ci-dessous avec une orientation du circuit.



1) **a)** Ecrire la loi d'Ohm aux bornes de la résistance.

b) Exprimer l'intensité i du courant en fonction de la tension u_{AB} et de la valeur R de la résistance.

2) A partir du tableau de mesures, calculer la valeur de i aux différentes dates.

3) **a)** Tracer le graphique i = f (t).

b) Au bout de quelle durée l'intensité a-t-elle atteint 37% de sa valeur initiale ?

VIII-9

On se propose de déterminer la capacité C d'un condensateur non polarisé.

On charge le condensateur de capacité C inconnu à travers un conducteur ohmique de résistance R = 330 kΩ à l'aide d'un générateur délivrant une tension continue constante égale à u_0 = 12,0 V

Partie A

On relève les valeurs de la tension u_C aux bornes du condensateur pour différentes dates données. On obtient le tableau de mesures suivant.

t(s)	0	5	10	15	20	30	40
u_C(V)	0,0	1,6	3,0	4,2	5,2	6,9	8,2

t(s)	50	70	100	150	200	220	250
u_C(V)	9,1	10,4	11,3	11,8	11,9	12,0	12,0

1) Représenter la courbe de $u_C = f(t)$.

2) Quelle est la valeur de la tension u_C lorsque l'intensité du courant dans le circuit s'annule ?

Justifier par un calcul simple.

Partie B

On cherche à déterminer la capacité C du condensateur en calculant la constante de temps τ du dipôle (R, C).

1) Donner l'expression de la constante de temps d'un tel dipôle en fonction de R et C.

2) Montrer que la dimension de cette grandeur τ est celle d'un temps.

3) **a)** Vérifier que l'équation différentielle à laquelle satisfait la tension u_C peut s'écrire : $RC\frac{du_C}{dt} + u_C = u_0$

b) Une méthode de détermination de τ fait appel au tracé de la tangente à la courbe $u_C = f(t)$ à l'instant t = 0.

Montrer que cette tangente coupe la droite $u_C = u_0$ en un point d'abscisse $t = \tau$.

b) En déduire la valeur numérique de cette constante de temps.

4) Calculer la capacité du condensateur.

5) La valeur indiquée par le constructeur est C = 100 µF à 20 % près. L'incertitude sur la valeur de la résistance R est supposée négligeable.
La valeur de C obtenue est-elle en accord avec la tolérance de fabrication ? Justifier.

VIII-10

Au cours d'une séance de T.P, on dispose du matériel suivant :

- Un condensateur de capacité C,
- Une bobine d'inductance L connue,
- Une boite de résistances variables (de 10 à 10000 Ω)
- Un oscilloscope bicourbe,
- Un GBF délivrant une tension rectangulaire (0; +E) de fréquence réglable et dont la masse est isolée de la terre,
- Un interrupteur,
- Des fils de connexion.

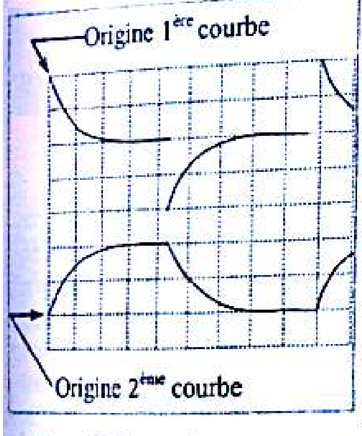
Afin d'étudier la charge et la décharge du condensateur, on réalise un circuit série RC.
Grâce à l'oscilloscope, on observe simultanément :

- La tension aux bornes de la résistance (R = 200 Ω).
- La tension aux bornes du condensateur.

1) Laquelle de ces deux tensions permet de connaître les variations de l'intensité du courant en fonction du temps ?

2) Schématiser le circuit en indiquant les connexions à réaliser avec l'oscilloscope.

3) On a obtenu l'oscillogramme reproduit sur la figure.



Remarque : Afin de mieux distinguer chacune des courbes, l'une a été décalée vers le haut et l'autre vers le bas (cf. origine des deux courbes).

Les réglages de l'oscilloscope sont :

- Base de temps : 0,5 ms/div.
- Sensibilité verticale de la voie A et B : 2 V/div
- Entrée B inversée.

a) Identifier les deux courbes.

b) A quoi correspondent les deux parties de chaque courbe ?

c) Déterminer à l'aide de l'oscillogramme :

- La fréquence f du générateur,
- La tension E entre ses bornes pendant la demi-période où elle n'est pas nulle.
- La valeur maximale I_{max} de l'intensité du courant qu'il débite.

4) La constante de temps τ étant la durée au bout de laquelle le condensateur initialement déchargé atteint 63 % de sa charge maximale :

a) Déterminer la valeur de τ.

b) Utiliser une analyse dimensionnelle pour déterminer l'expression correcte de cette constante de temps parmi les relations suivantes : $\tau = \frac{C}{R}$; $\tau = \frac{R}{C}$; $\tau = RC$; $\tau = \frac{1}{RC}$

c) En déduire une valeur approchée de la capacité C du condensateur.

5) Pour les mêmes réglages de l'oscilloscope et du GBF, on augmente la valeur de la résistance R.

a) Les grandeurs f, E et I_{max} sont-elles modifiées ? Si oui, dans quel sens ; si non pourquoi ?

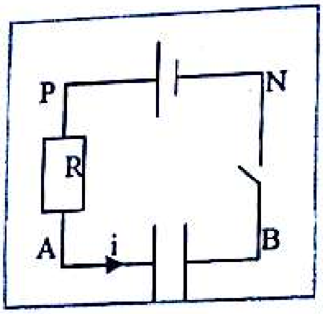
b) Représenter la nouvelle allure de la tension aux bornes du condensateur dans chacun des deux cas suivants :

- Augmentation légère de R (par exemple R = 300 Ω).
- Augmentation notable de R (par exemple R = 1000 Ω).

Seul un raisonnement qualitatif est demandé dans cette question.

VIII-11

On considère le circuit électrique schématisé ci-dessous : un condensateur AB de capacité C = 1 µF peut être chargé à l'aide d'un générateur de résistance interne négligeable et de force électromotrice E = 10 V. Un résistor de protection de résistance $R = 10^4$ Ω est placé en série avec le condensateur. Le condensateur étant non chargé, on ferme K. à la date t = 0, le condensateur étant non chargé, on ferme K. L'intensité instantanée i du courant est comptée positivement dans le sens qui pointe vers l'armature A (voir figure)



1) Etablir l'équation différentielle liant la charge q de A, sa dérivée première par rapport au temps $\frac{dq}{dt}$ et les constantes R, E et C.

2) Vérifier que : $q = CE[1 - e^{\frac{-t}{RC}}]$ est solution de cette équation différentielle. Recopier et compléter le tableau suivant :

t (ms)	0	2	6	10	14	18	22	26	30	40
q(µC)										

3) Tracer, alors, la courbe q = f(t) avec les échelles suivantes : abscisses : 1cm pour 2 ms ; ordonnées : 1cm pour 1µC.

4) **a)** Quelle est la grandeur électrique représentée par le coefficient directeur de la tangente à la courbe à la date t ?

b) Quelle valeur de la grandeur obtient-on à t = 0 à partir de l'expression de la charge q indiquée à la question 2)?

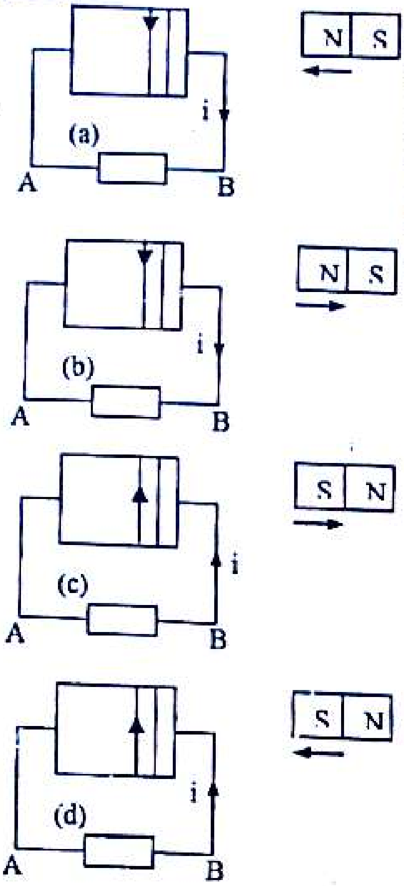
5) **a)** Déterminer par calcul la valeur de la constante de temps.

b) Exprimer la tension u_{AB} aux bornes du condensateur en fonction du temps. Indiquer la limite supérieure de cette tension.

Chap. IX : BOBINE INDUCTIVE AUTO–INDUCTION

BOBINE INDUCTIVE

IX-1

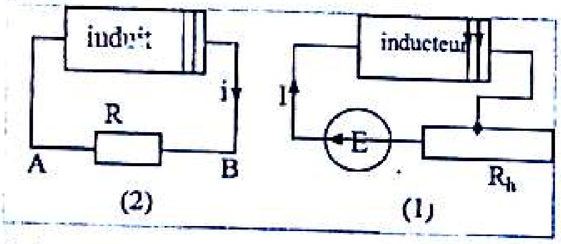


Indiquer, pour chaque schéma :

1) le nom de la face de la bobine en regard de l'aimant.

2) le signe de l'intensité du courant induit et celui de la tension u_{AB}.

IX-2



On considère le montage ci-dessous comportant un circuit induit (2) et un circuit inducteur (1).

1) Représenter le champ magnétique inducteur dans la bobine du circuit induit.

2) Quelle est la valeur du courant induit lorsque I est constant ?

3) Par l'intermédiaire du rhéostat, on augmente I.

a) Comment varie la valeur du champ inducteur ?

b) Représenter le champ magnétique induit $\overrightarrow{B_p}$ qui apparaît dans la bobine (2).

c) Quel est le sens et le signe du courant induit ?

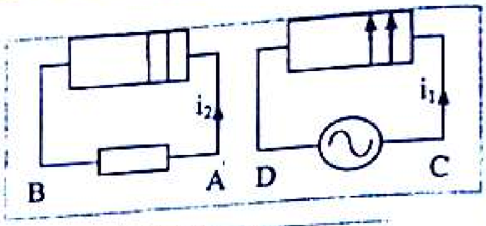
d) Donner le signe de la tension u_{BA}.

4) Reprendre la question précédente si on diminue l'intensité I.

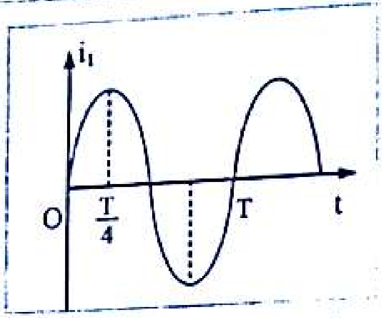
IX-3

Deux bobines d'axes confondus sont face à face comme l'indique le schéma.

L'inducteur, relié à un générateur de courant sinusoïdal, est parcouru par un courant dont l'intensité est représentée en fonction du temps.



1) Indiquer le sens du courant induit et le signe de son intensité i_2 de l'instant 0 à $\frac{T}{4}$, puis de $\frac{T}{4}$ à $\frac{T}{2}$, de $\frac{T}{2}$ à $\frac{3T}{4}$ et de $\frac{3T}{4}$ à T.

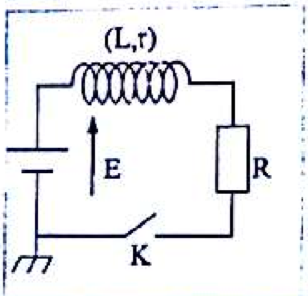


2) Représenter graphiquement l'allure des variations de i_2 en fonction du temps.

3) Représenter graphiquement l'allure des variations de i_2 en fonction du temps lorsque la fréquence de i_1 est plus grande.

AUTO–INDUCTION

IX-4



Soit le circuit de la figure, il comporte un générateur de tension idéal E = 10 V, un interrupteur K, une bobine résistive (L, r) et un résistor R = 1 KΩ. A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K.

L = 10mH, r = 10 Ω.

Répondre aux questions suivantes par vrai ou faux puis justifier.

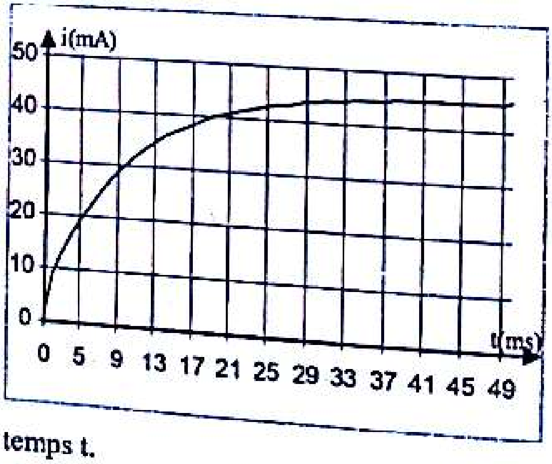
1) Juste après la fermeture de l'interrupteur K, l'intensité du courant dans la résistance est nulle.

2) Juste après la fermeture de l'interrupteur K, la tension aux bornes de la bobine est égale à 10 V.

3) La constante de temps du circuit est $\tau = 9{,}9$ms.

4) L'intensité du courant en régime permanent est I = 9,9 mA.

IX-5



Au cours d'une séance de travaux pratiques, on a enregistré l'intensité au cours de l'établissement du courant dans un circuit (L, R) en fonction du temps t.

1) Faire un schéma d'un montage expérimental qui permettrait de réaliser cette expérience.

2) Tracer la tangente à la courbe à l'instant t = 0.

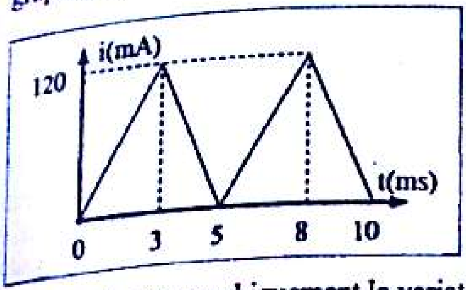
En déduire la constante de temps du circuit.

3) Indiquer la durée Δt au bout de laquelle l'intensité a atteint 63 % de sa valeur maximale. La comparer à la valeur de τ.

4) Le générateur délivrait une tension constante E = 5 V lors de cet essai. Déterminer la résistance R du circuit.
5) En déduire la valeur de l'inductance L.

IX-6

L'intensité du courant dans une bobine d'inductance L = 0,1H varie en fonction du temps selon la loi indiquée par le graphique.



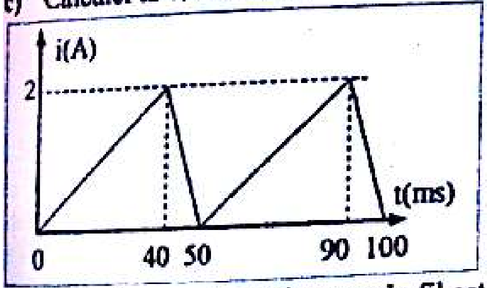
1) Ecrire l'expression de la f.e.m. d'auto-induction *e*.
2) Calculer la f.e.m. *e* dans les différents intervalles de temps.
3) Représenter graphiquement la variation de *e* au cours du temps.

IX-7

L'inductance d'un solénoïde long, de longueur ℓ et de rayon r, est donnée dans la formule : $L = 4\pi.10^{-7}\, N^2 \frac{S}{\ell}$; avec $S = \pi.r^2$.

Soit un solénoïde (A, C), orienté de A vers C, de résistance négligeable et de longueur ℓ = 1m. Il comporte N = 1000 spires circulaires de rayon r = 5 cm.

1) Il est parcouru par un courant d'intensité i = 5A :
a) Schématiser l'enroulement du solénoïde.
b) Donner les caractéristiques du champ magnétique créé dans la région centrale du solénoïde par le passage du courant.
c) Calculer la valeur de L.



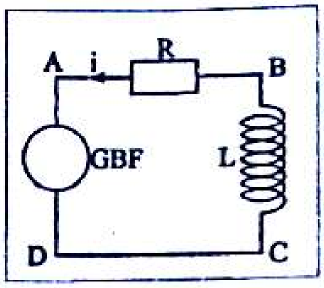
2) Ce solénoïde est maintenant parcouru par un courant dont l'intensité i(t) varie avec le temps comme l'indique le schéma ci-dessous. La résistance du fil est négligeable.
Un phénomène d'auto-induction prend naissance dans le solénoïde, dont les bornes A et C sont reliées à un oscilloscope afin de visualiser la tension u_{AC}.
a) Donner l'expression de la tension u_{AC} au cours des deux phases pour t variant de 0 ms à 50 ms.
b) Tracer la courbe u_{AC} (t) visualisée à l'oscilloscope sachant que la base de temps est réglée sur 10 ms.div^{-1} et que la sensibilité verticale est de 0,5V.div^{-1}.

IX-8

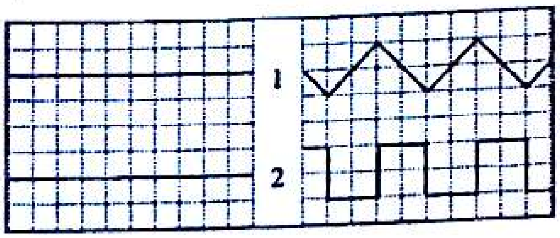
Un générateur de basse fréquence (GBF) à masse flottante délivre une tension alternative triangulaire ; il alimente un circuit comportant en série une résistance R et une bobine d'inductance L et de résistance négligeable. Sa fréquence est choisie pour que l'on puisse observer la réponse du circuit en régime permanent.
Un oscilloscope bi courbe est relié au circuit et permet de visualiser les tensions u_{CB} et u_{AB} aux bornes de la bobine et de la résistance respectivement sur les voies 1 et 2.

Données :

- *R = 2,0 kΩ*
- *Sensibilité verticale de la voie 1 : 5 V /DIV.*
- *Sensibilité verticale de la voie 2 : 200 mV / DIV.*
- *Balayage : 1ms / DIV.*
- *En l'absence de tension, on règle les traces des deux voies sur l'écran comme indiqué ci-dessus.*

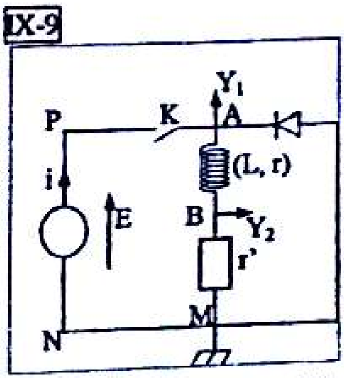


1) Déterminer la fréquence du GBF.
2) Etablir l'expression : $u_{CB} = -\frac{L}{R}\frac{du_{AB}}{dt}$.
3) Comment faut-il brancher les voies de l'oscilloscope pour observer la courbe 1 représentant la tension u_{AB} et la courbe 2 représentant la tension u_{CB} ?



4) Calculer l'inductance de la bobine.

IX-9



Partie I

On a réalisé le circuit suivant. Y_1 et Y_2 sont les deux voies d'un oscilloscope à mémoire. D est une diode idéale (lorsqu'elle conduit, la tension entre ses bornes est nulle). A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K.

1) Dans quelles branches du circuit circule des courants transitoires ?
2) Quelles sont les tensions observées sur les deux voies de l'oscilloscope ?
3) Donner l'allure des oscillogrammes observés sur les voies Y_1 et Y_2.
4) a) Exprimer la loi d'Ohm aux bornes de la bobine, puis aux bornes de la résistance r'.
b) En déduire une relation entre R = r + r', L, i, $\frac{di}{dt}$ et E.
c) Quelle est l'expression i_0 de l'intensité du courant en régime permanent ?
d) Donner, en fonction de E et L, l'expression de $\frac{di}{dt}$ à l'instant t = 0.
5) a) Définir la constante de temps τ du circuit contenant le générateur.
b) Exprimer $\frac{di}{dt}$ à l'instant t = 0 en fonction de i_0 et τ.

Partie II

On reprend le montage précédent :

1) Le régime permanent est établi dans le circuit comprenant l'interrupteur. Quelle est l'expression de l'intensité i_0 du courant permanent ?

2) On ouvre K à un instant pris comme origine des temps (t = 0).

a) A l'instant t = 0, quelle est l'expression de l'intensité i du courant dans la bobine ?

b) Donner l'allure de l'oscillogramme observé en Y_2.

c) Etablir la relation entre i, L, $\frac{di}{dt}$ et $R = r + r'$.

3) a) Avec quelle constante de temps l'intensité tend-elle vers zéro dans la maille comprenant la diode ?

b) Exprimer, à t = 0, $\left(\frac{di}{dt}\right)_0$ en fonction de i_0 et τ

IX-10

On considère une bobine assimilable à un solénoïde théorique ayant les caractéristiques suivantes :

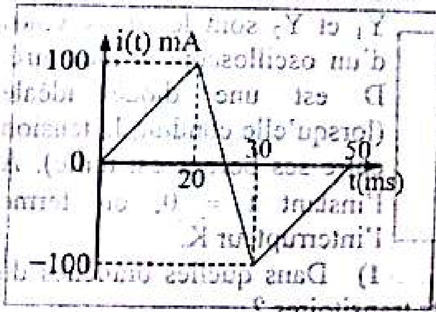
- rayon moyen des spires : R = 10 cm ;
- nombre total de spires : N = 500 ;
- longueur de la bobine : ℓ = 1,00 m.

1) Calculer l'inductance de la bobine sachant qu'elle est fonction des caractéristiques du solénoïde :

$L = \mu_0 N^2 \frac{S}{\ell}$; on prendra : $\pi^2 = 10$ et $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.

2) L'intensité du courant qui circule dans la bobine est caractérisée successivement par les valeurs suivantes exprimées en ampères : $i_1 = 2$, $i_2 = 5t + 2$, $i_3 = 2\sqrt{2}\sin(100\pi t)$. Calculer la force électromotrice d'auto-induction produite dans la bobine dans chacun des trois cas.

3) Un courant d'intensité i (t) traverse la bobine (voir figure).



Tracer la représentation graphique de la tension u_{MN} aux bornes de la bobine sachant que le sens positif sur le conducteur va de M vers N et que la résistance de la bobine est négligeable.

IX-11

Un circuit électrique est constitué d'un générateur G, d'un résistor de résistance R et d'un dipôle X. Les trois composants sont placés en série. On précisera, à chaque question, la nature du générateur et du dipôle X. On utilise un oscillographe bicourbe pour visualiser les tensions aux bornes du résistor et aux bornes du dipôle X.

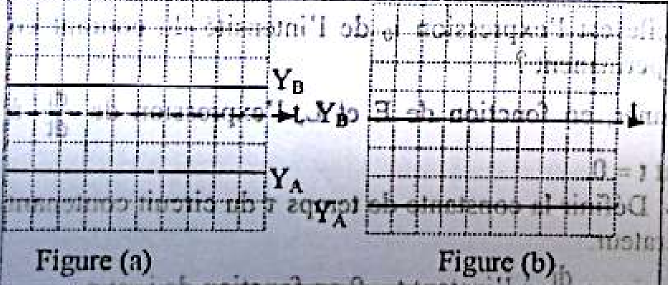


Figure (a) Figure (b)

La base de temps de l'oscillographe est réglée sur 0,2 m par div. La sensibilité verticale des voies A et B vaut : 1V par div.

1) Faire un schéma du montage et indiquer le branchement de l'oscillographe pour observer la tension U_R aux bornes du résistor en voie A, et celle, U_X aux bornes du dipôle X en voie B.

2) G est un générateur G_1 de tension constante, X est un résistor de résistance R_1 = 50 Ω. On observe l'oscillogramme de la figure a.

a) Indiquer, sur la figure, le sens positif du courant i.

b) Exprimer U_R et U_X en fonction de i.

c) Calculer la valeur de R.

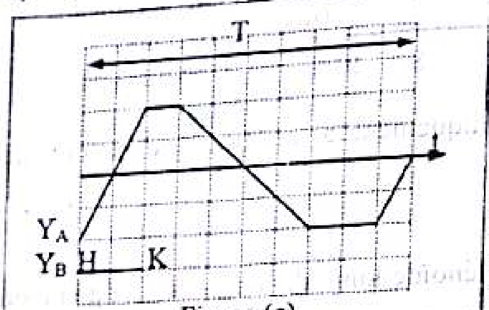


Figure (c)

3) Le générateur est inchangé, mais X est maintenant une bobine B d'auto-inductance L et de résistance R_2 inconnue. Une fois le régime stationnaire établi, on observe l'oscillogramme de la figure b.

a) Ecrire l'expression de U_X en fonction de i.

b) Que vaut la résistance R_2 ?

4) G est maintenant un générateur G_2 délivrant une tension variable de période T. X est la même bobine B qu'à la question précédente. Sur l'oscillogramme c, on n'a représenté que partiellement la trace de U_X.

a) Déterminer la valeur de L.

b) Compléter l'oscillogramme de la voie B.

Chap X : LES OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES « Tle C-E uniquement »

X-1

Répondre par vrai ou faux puis justifier.

On étudie les oscillations électriques libres d'un dipôle (R, L, C) série.

1) Lorsque la tension aux bornes du condensateur est extrémale, l'énergie emmagasinée dans la bobine est nulle.

2) L'énergie du dipôle (R, L, C), fonctionnant sans entretien des oscillations, est dissipée dans chacun des trois composants.

3) Si la valeur de la résistance R augmente, le nombre d'oscillations observables augmente aussi.

4) La pseudo-période du dipôle (R, L, C) double si on prend L' = 2L et C' = 2C.

X-2

Repérer l'ensemble des affirmations vraies.

Un circuit électrique (R, L, C) peut être le siège d'oscillations électriques.

1) a) L'amortissement des oscillations électriques libres est dû à la présence d'une résistance.

b) L'amortissement augmente lorsque la valeur de la résistance diminue.

c) La pseudo-période des oscillations libres dépend de la résistance.

2) La pseudo-période des oscillations électriques amorties dans un circuit :

a) est toujours exactement égale à la période propre du circuit ;

b) est toujours voisine de la période propre du circuit ;

c) n'est voisine de la période propre que si la résistance est faible ;

d) n'est voisine de la période propre que si la résistance est forte.

3) L'amortissement des oscillations électriques d'un circuit (R, L, C) :

a) est dû à la résistance de l'air ;

b) résulte de la perte d'énergie par effet Joule ;

c) correspond à une diminution de l'énergie totale du circuit à chaque pseudo-période ;

d) ne peut être compensé par aucun dispositif.

X-3

1) a) Faire le schéma d'un circuit (R, L, C) permettant l'observation des oscillations électriques

b) Représenter les branchements qui permettent de visualiser, à l'oscilloscope, l'intensité du courant dans le circuit et la charge électrique du condensateur.

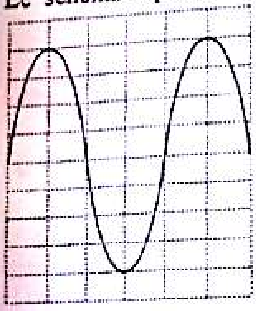
2) Donner l'allure des oscillogrammes observés :

a) pour une faible valeur de la résistance R ;

b) pour une forte valeur de cette résistance.

3) Comment nomme-t-on la valeur de R correspondant au changement de régime de fonctionnement ?

X-4



Le schéma représente l'oscillogramme de la tension aux bornes du condensateur d'un circuit (L, C) de résistance négligeable. *Données : C = 6,9 µF ; sensibilité verticale : 2V.div^{-1} ; Durée de balayage : 1 ms.div^{-1}.*

1) Déterminer la période des oscillations. En déduire la fréquence.

2) Quelle est la valeur de l'inductance L ?

3) Calculer l'énergie que possède le circuit oscillant.

4) Reproduire l'oscillogramme et indiquer comment il serait modifié si on ajoutait une résistance en série dans ce circuit.

X-5

Un circuit (R, L, C) est alimenté par un générateur de signaux rectangulaires. La bobine a une inductance L = 4,7 mH et le condensateur une capacité C = 1 µF.

1) Faire un schéma du montage.

2) Calculer la période propre des oscillations.

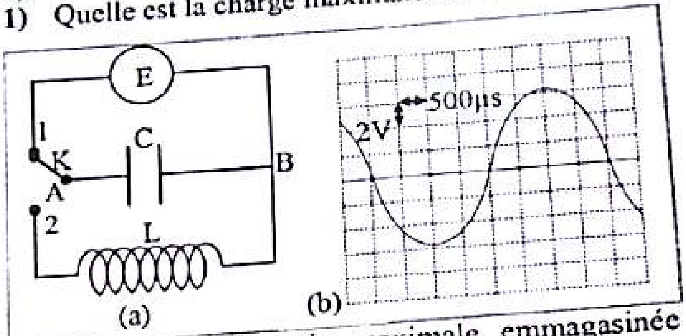
3) La visualisation de la tension aux bornes du condensateur montre que l'amplitude est quasiment nulle après dix(10) oscillations.

Sur quelle fréquence convient-il de régler le générateur de signaux pour visualiser le phénomène dans les meilleures conditions ? En déduire une valeur de la base de temps de l'oscilloscope.

X-6

On charge un condensateur (C = 0,8 µF) à l'aide d'un générateur idéal de tension de f.é.m. E, au moyen du circuit représenté sur le schéma a). On le décharge ensuite dans une bobine d'inductance L et de résistance négligeable. La courbe représentative de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps est donnée sur le schéma b).

1) Quelle est la charge maximale du condensateur.



2) Quelle est l'énergie maximale emmagasinée par le condensateur ?

3) Quelle est la valeur de l'inductance L de la bobine?

4) Quelle est la valeur de l'intensité maximale du courant ?

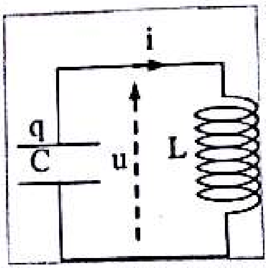
5) Comment la courbe des variations de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur serait-elle modifiée :

a) si l'inductance de la bobine était divisée par 4 ?

b) si la résistance du circuit n'était plus négligeable ?

X-7

On réalise un circuit oscillant en associant, comme l'indique la figure, un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L = 40 mH et de résistance négligeable. Le circuit est le siège d'oscillations électriques de fréquence $N_0 = 800$ Hz.



1) Calculer la pulsation propre ω_0 du circuit et la valeur de la capacité C.

2) Avec les conventions indiquées à la figure, l'intensité i à l'instant t = 0 est maximale et a pour valeur $i = I_{max} = 2A$

Donner l'expression de l'intensité i en fonction du temps (unité S.I).

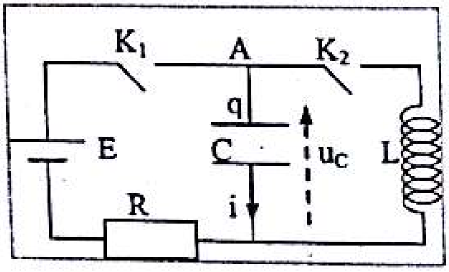
3) Exprimer la tension u aux bornes du condensateur en fonction du temps (unités S.I). A quelles dates la charge q est-elle, pour la première fois :

- positive et maximale ?
- négative et minimale ?

Calculer l'énergie présente dans le circuit à ces deux dates. Sous quelle(s) forme(s) existe-t-elle ?

4) Calculer l'énergie électrostatique E_E et l'énergie magnétique E_M aux instants $t' = 6{,}25.10^{-4}$ s et $t'' = 2.10^{-4}$s

X-8



Soit le circuit électrique ci-dessous : E est la force électromotrice du générateur supposé parfait E = 6,0 V. R est la résistance du conducteur ohmique, R =10 Ω.

C est la capacité du condensateur ; C = 1 nF. L est l'inductance de la bobine ; L = 1 mH. q est la charge de l'armature du condensateur située du côté de A (voir figure). u_C est la tension aux bornes du condensateur. i est l'intensité du courant circulant dans la bobine dont le sens positif est indiqué sur le schéma. K_1 et K_2 sont deux interrupteurs.

Partie I

Le condensateur étant initialement déchargé, on abaisse l'interrupteur K_1, K_2 étant ouvert.

1) Quel est le signe de la charge q ?

2) On se place maintenant en fin de charge : la charge du condensateur est alors constante. Indiquer en justifiant les valeurs :

a) L'intensité du courant circulant dans le conducteur ohmique.

b) La tension aux bornes du conducteur ohmique ;

c) La tension aux bornes du condensateur ;

d) La charge q.

Partie II

Le condensateur étant chargé, on ouvre l'interrupteur K_1 puis on ferme l'interrupteur K_2.

1) Le choix d'orientation de l'intensité implique que l'on pose $i = +\frac{dq}{dt}$. Justifier le signe +.

2) Etablir l'équation différentielle suivante :

$L c \ddot{u}_C + u_C = 0$, où $\ddot{u}_C$ représente la dérivée seconde par rapport au temps de u_C.

3) Calculer la période des oscillations qui prennent naissance dans le circuit.

Partie III

En réalité ces oscillations sont amorties.

1) Quelle est la raison de cet amortissement ?

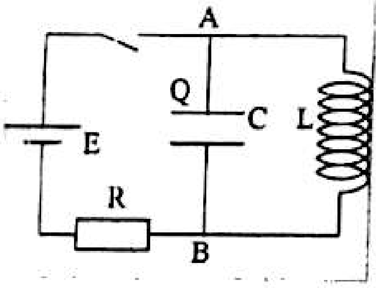
2) Indiquer alors l'allure de la courbe donnant la tension u_C en fonction du temps.

X-9

On réalise le montage ci-dessous dans lequel la bobine est supposée de résistance nulle.

On donne : L = 10 mH ; C = 100nF ; R = 100Ω ; E = 10 V.

1) Etude en régime permanent continu (les grandeurs électriques sont indépendantes du temps). L'interrupteur étant fermé :



a) Exprimer la tension U_{AB} aux bornes de la bobine. En déduire la charge Q du condensateur.

b) Déterminer les intensités dans chaque branche du circuit.

2) Etude en régime oscillatoire.

a) On ouvre l'interrupteur à l'instant t = 0. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur.

b) Sachant qu'à t = 0, le condensateur est déchargé et que : $i = I_0 = -0{,}10$ A déterminer les fonctions q(t) et i(t). On précisera les valeurs numériques de l'amplitude, de la pulsation et de la phase dans les deux cas.

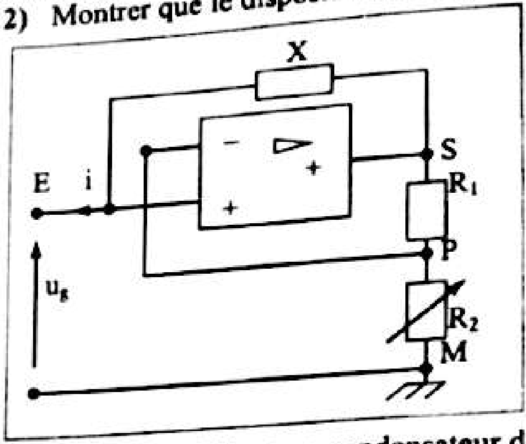
c) Expliquer physiquement ce qui se passe dans le circuit au cas où la résistance de la bobine n'est pas négligeable, mais faible.

X-10

L'A.O. utilisé dans le montage de la figure est parfait et fonctionne en régime linéaire.

1) Exprimer les tensions u_{PM} et u_{SM} en fonction de la tension u_g et des résistances R_1 et R_2.

2) Montrer que le dispositif est un générateur qui délivre la tension : $u_g = Ki$. Exprimer la constante K en fonction des résistances R_1, R_2 et X.

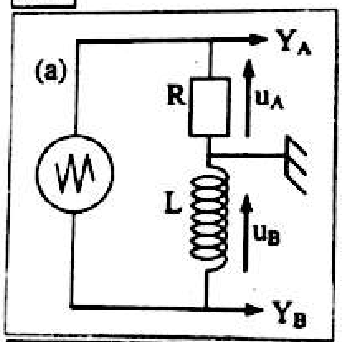


3) On place, en série entre les points E et M, une bobine d'inductance L = 0,2 H, de résistance R = 20 Ω, et un condensateur de capacité C = 200 nF ; puis on relie les armatures du condensateur, l'une à la masse d'un oscillographe, l'autre à l'entrée Y_A.

On choisit X = 200 Ω et R_1 = 1 kΩ, tandis qu'on agit par tâtonnements sur la résistance R_2 jusqu'à ce qu'une sinusoïde apparaisse sur l'écran de l'oscillographe.

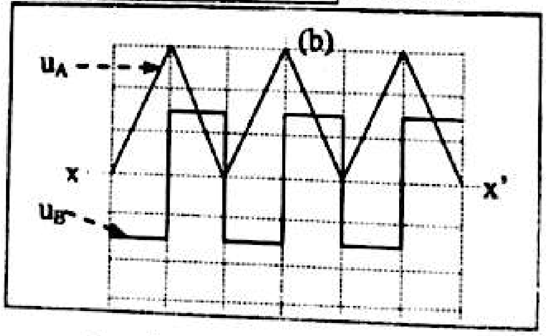
- Faire un schéma du montage complet.
- Quelle valeur faut-il donner à R_2 pour observer une oscillation sinusoïdale ?
- Quelle en est la fréquence N_0 ?

X-11



Le circuit de la figure (a)comporte, en série :

- un conducteur ohmique de résistance R = 1 kΩ ;
- une bobine, d'inductance L inconnue, de résistance négligeable ;
- un générateur de tension délivrant des signaux triangulaires.



On étudie, à l'aide d'un oscillographe bicourbe :

- sur la voie Y_A, la tension u_A aux bornes de la Résistance
- sur la voie Y_B, la tension u_B aux bornes de la bobine. La figure (b) reproduit l'image obtenue sur l'écran. On a réglé la base de temps sur la sensibilité : 1 ms/division et la sensibilité verticale sur : 2 V/division sur la voie Y_A 20mV/division sur la voie Y_B.

1) On observe que la tension u_A forme une trace pratiquement triangulaire.

$R \times I^2 = Rx$

Justifier la trace en créneau observée pour la tension u_B à la figure (b).

2) Calculer l'inductance L de la bobine.

3) La bobine est désormais branchée entre les armatures d'un condensateur de capacité C = 50 nF initialement chargé. Calculer la fréquence propre N_0 des oscillations électriques qui prennent naissance dans le circuit.

4) Calculer l'énergie magnétique emmagasinée E_m(max) dans la bobine si la tension initiale entre les armatures du condensateur avait pour valeur U_0.

Chap. XI : LES OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES

XI-1

Un circuit est constitué d'une résistance R = 200 Ω d'une bobine inductive (inductance : L = 0,1 H de résistance négligeable) et d'un condensateur de capacité C = 1 µF placés en série. Il est alimenté par un générateur B.F. qui délivre à ses bornes une tension alternative sinusoïdale u de fréquence 250 Hz et de valeur efficace U = 5 V.

1) Calculer l'intensité efficace I dans le circuit.

2) Si l'on se donne la tension instantanée u sous la forme : $u = U_m \cos(\omega t)$. Quelle est la loi de variation de l'intensité instantanée i en fonction du temps i(t) ?

3) Calculer les tensions efficaces :

- U_R : aux bornes de la résistance ;
- U_B : aux bornes de la bobine ;
- U_C : aux bornes du condensateur.

Comparer la somme $U_R + U_B + U_C$ à la tension efficace appliquée U et conclure.

4) Quelles sont les valeurs des impédances :

- Z : du circuit (R, L, C) série ;
- Z_R : de la résistance ;
- Z_B : de la bobine ;
- Z_C : du condensateur.

Comparer la somme $Z_R + Z_B + Z_C$ à Z et conclure.

XI-2

Un dipôle (R, L, C) série est constitué :

- d'un conducteur ohmique de résistance R = 50 Ω
- d'une bobine d'inductance L = 45mH et de résistance r = 10 Ω ;
- d'un condensateur de capacité C = 10 µF.

On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de tension efficace U = 6 V et de fréquence N = 100 Hz.

1) Faire le diagramme de Fresnel des impédances du circuit.

2) Calculer l'impédance du circuit.

3) Calculer l'intensité efficace du courant.

4) Calculer la tension efficace aux bornes de chaque composant.

5) Calculer la phase de la tension par rapport à l'intensité.

XI-3

Un dipôle (R, L, C) série possède les caractéristiques suivantes : R = 22 Ω ; L = 550 mH ; C = 0,80 µF.

Il est alimenté par un générateur de tension sinusoïdale de fréquence N_0, de valeur efficace U = 5 V, qui provoque la résonance du dipôle (R, L, C).

1) Calculer N_0

2) Quelle est l'énergie consommée par le dipôle (R, L, C) pendant une durée t_1 = 25 s ?

3) Quel est le facteur de puissance du circuit ?

4) Déterminer la tension efficace aux bornes de la bobine.

XI-4 Extrait BAC 2009 Série D

On dispose d'une source de tension sinusoïdale de pulsation ω réglable dont la tension instantanée exprimée en Volt est donnée par la formule : $u = 12\sqrt{2} \sin\omega t$.

1) A l'aide de cette source, on alimente une résistance et une bobine montées en série : la résistance vaut R = 300 Ω, celle de la bobine est négligeable et son inductance, inconnue, est notée L.

Lorsque la pulsation du générateur est réglée à la valeur ω = 10^3 rad/s, l'intensité efficace du courant dans le circuit vaut I = 24 mA.

a) Calculer l'inductance L de la bobine. Calculer la phase φ de la tension u par rapport à l'intensité i du courant dans le circuit.

b) Ecrire alors, avec les unités convenables, l'expression de cette intensité i en fonction du temps.

2) On ajoute maintenant dans le circuit, un condensateur de capacité C = 25.10^{-9} F, disposé en série avec la résistance et la bobine.

a) Déterminer la valeur à laquelle on doit régler la pulsation pour que la tension u soit en phase avec l'intensité dans le nouveau circuit considéré.

b) Calculer dans ces conditions, l'intensité efficace du courant dans le circuit ainsi que les tensions efficaces U_L et U_C aux bornes de la bobine et du condensateur. U est la valeur efficace de la tension u.

Calculer les rapports : $\frac{U_L}{U}$ et $\frac{U_C}{U}$.

XI-5

Soit un dipôle AB dont la nature exacte est inconnue. On sait qu'il peut être formé des éléments suivants :

- Cas n°1 : Une bobine de résistance R, d'inductance L.
- Cas n°2 : Un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C en série.
- Cas n°3 : Un conducteur ohmique de résistance R.

1) On alimente ce dipôle par une tension continue et on constate qu'un courant d'intensité constante le traverse. Montrer que le cas n°2 ne peut convenir.

2) On alimente maintenant le dipôle AB par une tension sinusoïdale de fréquence f = 50 Hz, on observe :

- Au wattmètre, que la puissance moyenne dissipée dans AB est P = 25 W ;
- A l'ampèremètre, que l'intensité efficace dans AB est I = 0,5 A ;
- Au voltmètre, que la tension efficace aux bornes de AB est U = 100 V.

Grâce à ces indications, déterminer la nature exacte du dipôle AB (le cas n°2 ayant été éliminé).

Déterminer les éléments composants AB et leur valeur numérique.

3) Le dipôle AB est placé en série avec un condensateur de capacité variable. L'ensemble est alimenté par la même

tension sinusoïdale qu'au 2). Déterminer littéralement puis numériquement la valeur C' de la capacité pour que la tension et l'intensité soient en phase.

XI-6

On associe, en série : une bobine de résistance fixe R et d'inductance variable L, un condensateur de capacité C. L'ensemble est soumis à une tension alternative de valeur efficace U et de fréquence N.

1) Donner l'expression de l'impédance Z de l'ensemble.

2) En déduire la condition à laquelle doit satisfaire L pour que l'intensité efficace ait la plus grande valeur possible ; cette valeur sera notée I_0.

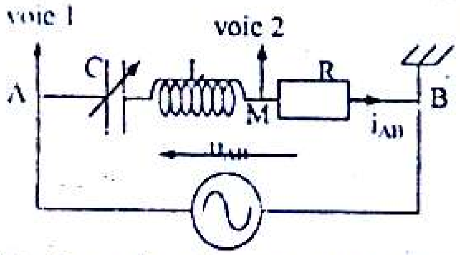
3) Calculer L et I_0 pour U = 10 V, N = 50 Hz, R = 5 Ω et C 12,5 µF.

Quelle est, dans ces conditions, la tension efficace U_C aux bornes du condensateur ? Comparer le résultat à la valeur de U. Comment s'appelle ce phénomène ?

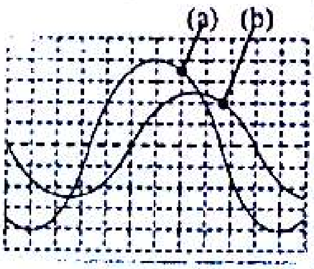
4) Faire un schéma indiquant comment relier un oscilloscope à 2 voies à ce circuit de manière à visualiser simultanément la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine et la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. Préciser, sans calcul, si ces tensions sont ou non en phase.

5) Quelle résistance R' faut-il ajouter en série pour que la tension aux bornes du condensateur ne dépasse pas 100V ?

XI-7



Un dipôle AB est obtenu en associant en série, un condensateur de capacité réglable C, une bobine d'inductance L = 0,35 H et de résistance négligeable et un conducteur ohmique de résistance R = 50 Ω.



Un générateur maintient entre les bornes A et B une tension sinusoïdale $u_{AB} = U_m \cos(\omega t)$. Un oscillographe bicourbe visualise les tensions u_{MB} et u_{AB}. L'oscillogramme obtenu est représenté sur la figure. La sensibilité sur les deux voies est de 0,5 V/div et le balayage horizontal correspond à 1ms/div.

1) Identifier sur l'oscillogramme la courbe correspondant à chacune des voies 1 et 2.

2) En utilisant l'oscillogramme, calculer :

– la valeur de la fréquence N de la tension u_{AB} ;

– la phase φ de l'intensité par rapport à la tension.

– Donner les équations, en fonction du temps t, de i_{AB} et u_{AB}

3) Calculer C.

XI-8

On considère un dipôle contenant, monté en série, un résistor de résistance R, une bobine de résistance négligeable et d'inductance L et un condensateur de capacité C. On applique aux bornes de ce dipôle une d.d.p. sinusoïdale u (t) de fréquence N, réglable de 10 Hz à 10000 Hz et de valeur efficace U = 5 V constante.

1) Le maximum de I est obtenu pour : N_0 = 355 Hz ; I_0 = 250 mA ; et on obtient pour : N_1 = 390 Hz ;

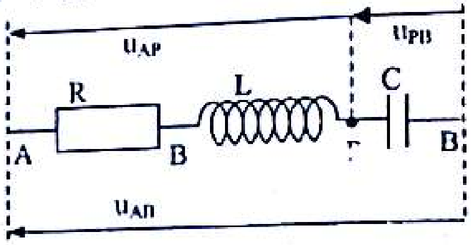
$I_1 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ = 177 mA. Calculer les valeurs de R, L et C.

2) Pour la fréquence N_1, représenter les courbes $Y_1 = R.i$ (t) et Y_2 = u (t) que l'on observerait sur un oscillographe dont on précisera le branchement sur un schéma : axe vertical 1 cm → 2 V ; axe horizontal : 1 cm → 0,4 ms.

XI-9 **Extrait BAC 2010 Série : D**

Un circuit électrique alimenté par une source de tension sinusoïdale de valeur efficace U de pulsation ω comprend en série une bobine de résistance R et d'inductance L et un condensateur de capacité C. U = 100 V; L = 0,30 H ; R = 10 Ω ; C = 20 µF ; ω = 314 rad.s^{-1}. L'intensité instantanée du courant qui parcourt le circuit et la tension d'alimentation à ses bornes peuvent s'écrire respectivement :

$i(t) = I\sqrt{2}\sin\omega t$ et $U_{AB}(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$



1) Donner sans démonstration les expressions en fonction de R, L, ω, C, et U :

L'impédance Z du circuit.

a) La valeur I de l'intensité du courant qui parcourt le circuit.

b) La phase φ de la tension par rapport à l'intensité du courant.

2) Calculer Z, I, φ (en radians)

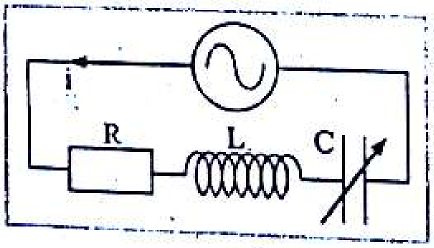
3) Donner l'allure du diagramme de Fresnel relatif au circuit (sans respect d'échelle). Le circuit est-il capacitif ou inductif ?

4) $u_{PB}(t)$ et $u_{AP}(t)$ sont les valeurs instantanées des tensions qui apparaissent respectivement aux bornes du condensateur et de la bobine.

a) Calculer les valeurs efficaces U_{PB} et U_{AP}.

b) Ecrire les expressions $u_{PB}(t)$ et $u_{AP}(t)$ en fonction du temps.

XI-10



On considère un circuit RLC de résistance R = 60 Ω, d'inductance L = 0,4 H et de capacité variable. On suppose la bobine parfaite. Le générateur alimente cet ensemble avec une tension alternative u (t), de fréquence 50 Hz et de valeur efficace U = 6 V. L'intensité instantanée i(t) dans le circuit est notée : $i(t) = I_m \cos(\omega t)$.

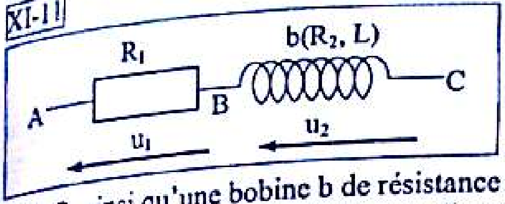
1) Le condensateur a sa capacité réglée sur la valeur C_0, ce qui permet d'obtenir la valeur maximale de l'intensité efficace. Quelle relation lie alors les grandeurs L, C_0 et ω ? En déduire C_0.

2) Déterminer dans ce cas la phase de la tension u(t) par rapport à l'intensité. Exprimer l'intensité instantanée i (t).

3) Le condensateur est réglé de sorte que la tension u soit en retard de phase de $\frac{\pi}{3}$ sur l'intensité i :

- Représenter le diagramme des vecteurs tournants associés à i et u dans cette situation ;
- Déterminer la valeur C_1 que l'on doit donner à C pour obtenir cette situation ;
- Donner les expressions numériques de la tension u(t) et de l'intensité i(t).

XI-11



On considère le dipôle AC associant en série un résistor de résistance $R_1 = 20\,\Omega$, ainsi qu'une bobine b de résistance R_2 et d'inductance inconnue. Ce dipôle est alimenté par la tension sinusoïdale

$u = U\sqrt{2}\cos 100\pi t$. On considère les tensions efficaces :

$U_{AB} = U_1 = 50$ V ; $U_{BC} = U_2 = 50$ V ; $U_{AC} = U = 90$ V.

1) Calculer l'intensité efficace du courant, l'impédance totale Z_T et l'impédance Z_b de la bobine.

2) Construire le diagramme de Fresnel correspondant en précisant l'origine des phases choisies.

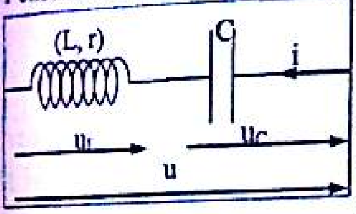
Echelle : 1cm pour 10 V ; 1cm pour 0,5 A ;

3) Calculer les caractéristiques R_2 et L de la bobine.

4) Déterminer le facteur de puissance de la bobine.

XI-12

On monte en série une bobine de résistance r et d'inductance L et un condensateur de capacité C. On soumet l'ensemble à une tension u de fréquence réglable :



$u = U\sqrt{2}\cos 2\pi ft$, avec U = 120 V. Soit i l'intensité instantanée. L'intensité efficace dans le circuit passe par une valeur maximale $I_0 = 1,33$ A pour la fréquence $f_0 = 159$ Hz. Pour une autre valeur, f_1 l'intensité efficace vaut 0,8 A et la tension efficace aux bornes du condensateur est alors $U_C = 128$ V.

1) Calculer r. Déterminer les impédances de l'ensemble et du condensateur pour la fréquence f_1.

2) Dans le cas où $f = f_1$, l'impédance du condensateur est supérieure à celle de la bobine. Laquelle des fonctions i et u est-elle en avance sur l'autre ? Calculer la phase φ de la tension par rapport au courant.

3) Soient φ_B et φ_C les phases des tensions u_B et u_C par rapport à l'intensité pour la fréquence f_1.

a) Représenter sur le diagramme de Fresnel les tensions U_B, U_C, et U. Faire apparaître sur le schéma φ et φ_B

b) En déduire une expression de tan φ_B en fonction de U_C, U et φ. Calculer φ_B .

c) Calculer L, C, et f_1.

XI-13

Un circuit comprend, montés en série : un résistor de résistance R = 100 Ω, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un condensateur de capacité C.

Une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U = 150 V de fréquence N réglable est appliquée aux bornes du circuit.

1) Pour une valeur N_1 de N, les tensions efficaces aux bornes des appareils sont telles que : $U_L = U_C = 3U_R$.

Déterminer en utilisant la construction de Fresnel :

a) Les valeurs de U_R, U_L et U_C.

b) L'intensité efficace I dans le circuit.

c) Le déphasage φ entre la tension appliquée aux bornes du circuit et l'intensité. Conclure.

2) La tension appliquée gardant la valeur efficace U = 150 V, on règle la fréquence à la valeur $N_2 = 2N_1$.

Déterminer :

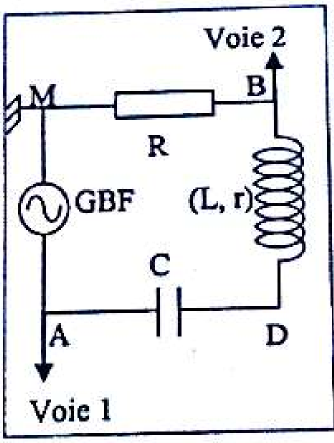
a) L'intensité efficace I'.

b) Le déphasage φ' entre la tension appliquée aux bornes du circuit et l'intensité.

c) La tension efficace existant entre les bornes de chaque appareil.

XI-14

Un dipôle AM comprend en série un conducteur ohmique de résistance R = 40 Ω, une bobine de coefficient d'inductance L et de résistance r, un condensateur de capacité C =0,83μF.



Ce dipôle est alimenté par un générateur BF qui délivre une tension sinusoïdale $u = u_{AM}$. On observe les tensions u_{AM} et u_{BM} à l'oscilloscope bicourbe.

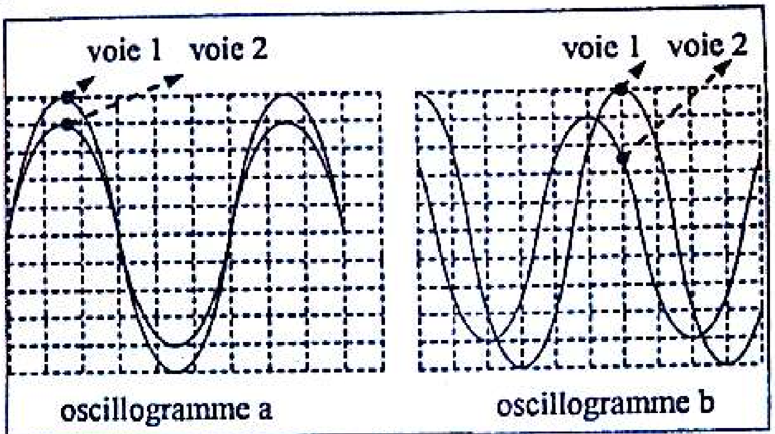
1) Dans un premier temps, on obtient l'oscillogramme a)

– Sensibilité sur les voies 1 et 2 : 0,2 V/ division

– Base de temps : 0,05 ms/division

a) À quel phénomène correspond cet oscillogramme ? Justifier votre réponse.

b) Déterminer r et L.



oscillogramme a — oscillogramme b

2) Dans un deuxième temps, on modifie la fréquence d générateur et l'on obtient l'oscillogramme b) :

– Sensibilité : sur la voie 1 : 0,2V/division ;

Sensibilité sur la voie 2 : 0,1V/division

– Base de temps : 0,1ms/division.

a) Le dipôle est-il globalement inductif ou capacitif ?

b) Calculer le déphasage φ de u par rapport à i.

c) Si la tension aux bornes du générateur est maximale à l'instant t = 0, déterminer les expressions instantanées u (t) et i(t) ainsi que celles des tensions u_{BM}, u_{DB}, u_{AD}.

d) Représenter le diagramme de Fresnel des tensions partielles aux bornes de chaque élément du dipôle : U_{BM}, U_{DB}, U_{AD}, U_{AM} (efficace).
Echelle : 0,1V pour 1cm, on prendra i comme origine des phases. Faire figurer φ.

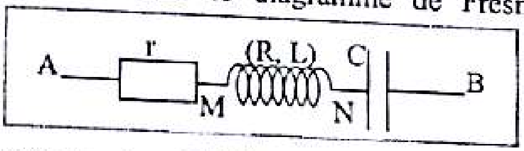
XI-15

Une portion de circuit électrique AB comprend, montés en série : Un conducteur ohmique de résistance r = 100 Ω.

- Une bobine (B) de résistance R et d'inductance L.
- Un condensateur de capacité C.

Un générateur maintient entre les bornes A et N une tension instantanée $u = U\sqrt{2}\ \sin 2\pi f\, t$ avec f = 10 Hz. On considère les tensions instantanées : $u = u_{AN}$; $u_1 = u_{AM}$; $u_2 = u_{MN}$ dont les valeurs efficaces respectives sont :
$U = 14{,}8$ V ; $U_1 = 12$ V ; $U_2 = 6{,}9$ V.

1) Construire le diagramme de Fresnel relatif à cette expérience en indiquant les vecteurs représentants les trois tensions U, U_1, U_2. En déduire le déphasage φ_b entre les valeurs instantanées de l'intensité i et la tension u_2 aux bornes MN de la bobine (B).



2) Donner l'expression littérale de Z_b, impédance de la bobine (B) :

- en fonction de U_1, U_2, et r
- en fonction de R et φ_b

En déduire l'expression de R en fonction de U_1, U_2, r et φ_b
Calculer numériquement R et L

XI-16

Lors d'une séance de travaux pratiques on dispose de multimètres numériques, d'un générateur de tension continue, d'un générateur de tension sinusoïdale (GBF) dont la fréquence est réglable et la tension efficace constante et de trois dipôles 1, 2 et 3 :

- dipôle 1 : un conducteur ohmique de résistance R ;
- dipôle 2 : un condensateur de capacité C ;
- dipôle 3 : une bobine de résistance r d'inductance L. Le générateur basse fréquence (GBF) est réglé à la fréquence 50 Hz. Chacun des trois dipôles est alimenté successivement par le générateur de tension continue d'abord, par le générateur de tension alternative ensuite. Dans chacune des expériences, on mesure la tension U aux bornes du dipôle et l'intensité I du courant qui le traverse. Les indications des multimètres sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

1) Dessiner le montage type permettant de réaliser ces mesures de la tension aux bornes du dipôle et de l'intensité du courant qui le traverse.

	Dipôle 1		Dipôle 2		Dipôle 3	
	U(V)	I (mA)	U(V)	I(mA)	U(V)	I(mA)
En continu	9,0	9,0	9,0	0	9,0	25,4
En alternatif	9,0	9,0	9,0	1,3	9,0	19,3

2) A l'aide du tableau, déterminer :

a) La valeur de R,

b) La valeur de C,

c) Les valeurs de r et L.

XI-17

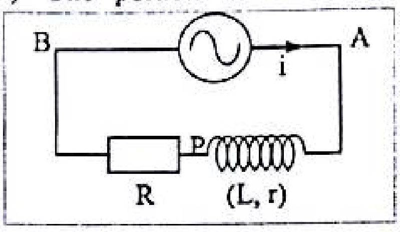
Une bobine (b) de résistance r et d'inductance L, porte les indications suivantes fournies par le constructeur : r = 14 Ω et L = 0,11 H. Pour contrôler ces indications, on réalise les essais suivants :

– On alimente la bobine en courant continu sous une tension de 3 V ; l'intensité du courant est alors de 214 mA.

– La bobine est ensuite alimentée en courant alternatif sinusoïdal, de fréquence 50 Hz, sous la tension efficace de 6 V ; l'intensité efficace du courant est alors $56{,}2.10^{-3}$ A.

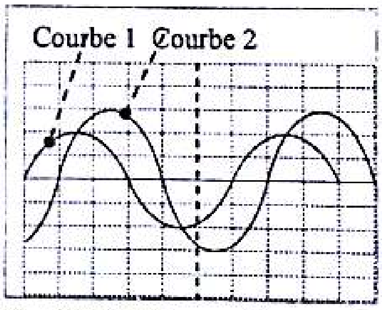
1) Calculer les valeurs de la résistance r et de l'inductance L déduites de ces essais. Sont-elles en accord avec les indications du constructeur ?

2) Une portion de circuit AB est constituée par une résistance R montée en série avec la bobine (b) dont on utilisera les valeurs indiquées par le constructeur. On applique entre A et B une tension $u_{AB} = U_m \cos(\omega t)$ de fréquence N = 50 Hz (voir figure).



On veut visualiser à l'oscillographe sur la voie A, la tension u_{PB} aux bornes de la résistance R et sur la voie B, la tension u_{AB} aux bornes du dipôle. Les sensibilités verticales sont 2V/div pour la voie A et 20 V/div pour la voie B. La figure observée sur l'écran est représentée sur la figure 2. Les deux courbes qui la constituent sont notées (1) et (2).

a) Reproduisez le schéma ci–contre et faîtes apparaître les branchements des deux voies de l'oscillographe.



b) Des deux courbes numérotées (1) et (2), quelle est celle qui représente i = f(t). Justifier la réponse.

c) Calculer R et donner l'expression numérique de i = f(t).

3) On ajoute, en série avec la bobine (b) et la résistance R précédentes, un condensateur de capacité C = 120μF. Aux bornes de l'ensemble ainsi réalisé, on établit une tension alternative u_{AB} telle que $u_{AB} = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$ avec U = 24 V. L'intensité i du courant dans le circuit est alors $i = I\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$ et a le même sens qu'en 2)a).

a) Etablir l'expression de u_{AB} en fonction de $\frac{di}{dt}$, $\int idt$ i, R, L, et r.

b) A partir de la réponse à la question a), donner la représentation de Fresnel des impédances et prenant i comme origine des phases (échelle 2 cm pour 10 Ω).

c) Pour quelle valeur ω_0 de ω a–t–on φ = 0 ? Quel est le composant du circuit, bobine ou condensateur qui est prépondérant si : $\omega > \omega_0$?

d) Donner l'expression de la puissance moyenne consommée dans le dipôle R, L, C et calculer sa valeur pour $\omega = \omega_0$.

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE
Chap. XII : LE NOYAU ATOMIQUE

Données pour les exercices suivants sauf précision

$e = 1,6.10^{-19}$ C

$1\ eV = 1,6.10^{-19}$ J

$1\ u = 1,66.10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/ c^2

$c = 3.10^8\ m.s^{-1}$

N(Nombre d'Avogadro) = $6,02.10^{23}\ mol^{-1}$

Masse du proton m_p =1,00727 u = 938,3 MeV/ c^2

Masse du neutron : m_n=1,00866 u = 939,6 MeV/ c^2

Masse de l'électron $m_e = 5,5.10^{-4}$ u

Masse du noyau d'hélium m_α = 4,00150 u

Constante de Planck $h = 6,626.10^{-34}$ J.s

XII-1

Calculer l'énergie de liaison par nucléon pour le noyau de lithium ^7_3Li. *On donne masse du noyau de lithium* $m(Li) = 7,01601u$.

XII-2

Soit le nucléide du radium $^{226}_{88}Ra$

1) Donner la composition du noyau correspondant.

2) La masse atomique du radium 226 est égale à m = 226,0254 u. Calculer sa valeur en kg.

3) Calculer la masse d'une mole d'atomes de radium.

4) Calculer la masse d'un noyau. Calculer la masse d'une mole de noyaux.

5) Le rayon d'un noyau atomique de nombre de masse A est $R = 1,4.10^{-15}A^{1/3}$ (en m).

Calculer l'ordre de grandeur du rayon nucléaire du radium 226.

6) Calculer la masse volumique du noyau du radium.

XII-3

Calculer la masse atomique molaire de l'élément chlore Cℓ sachant qu'il est constitué des atomes $^{35}_{17}C\ell$ et $^{37}_{17}C\ell$ dans les proportions respectives 75,8 % et 24,2 %. Les masses atomiques molaires des nucléides $^{35}_{17}C\ell$ et $^{37}_{17}C\ell$ valent 34,97 et 36,97 g.mol^{-1}

XII-4

1) Comparer les énergies moyennes de liaison par nucléon d'un noyau d'hélium 4 de symbole ^4_2He et d'un noyau de carbone 12 de symbole $^{12}_6C$

2) Quel est des 2 noyaux le plus stable ?

Données : Energie de liaison de l'hélium 4 28,3 MeV ; Energie de liaison du carbone 12 92,2 MeV

XII-5

1) Pour un noyau $^{14}_6C$ calculer

- l'énergie de masse en MeV
- le défaut de masse en kg
- l'énergie de liaison en MeV
- L'énergie moyenne de liaison par nucléon en MeV/ nucléon

2) Pour un noyau $^{238}_{92}U$, calculer :

- L'énergie de liaison en MeV
- le défaut de masse en kg
- la masse d'un noyau en kg

Données : Energie de liaison par nucléon pour l'uranium 238 7,570 MeV/nucléon.

Masse d'un noyau de carbone 14 23,247.10^{-27} kg

XII-6

Soit le nucléide du xénon $^{129}_{54}Xe$

1) Donner la signification des nombres 54 et 129. En déduire la composition du noyau correspondant.

2) Calculer l'énergie de liaison du noyau et l'énergie de liaison par nucléon. *On donne :*

Masse atomique du xénon : $m_{X_e} = 128,9048u$

XII-7

1) Qu'appelle-t-on nucléides isotopes ?

2) Quelle est la composition des noyaux : $^{235}_{92}U$ et $^{238}_{92}U$

3) La masse atomique de l'uranium naturel étant égale à 238,03 u :

a) Quel est le pourcentage de l'uranium 235 dans un échantillon d'uranium naturel ?

b) Quel est le pourcentage de l'uranium 238 dans un échantillon d'uranium naturel ? *On donne :*

Masse atomique de l'uranium 235 : 235,0439 u ;

Masse atomique de l'uranium 238 : 238, 0508 u.

XII-8

On considère les deux variétés suivantes de l'uranium :

$^{235}_{92}U$ et $^{238}_{92}U$

1) a) Que représentent les nombres qui figurent à gauche du symbole U ?

b) Indiquer la composition des noyaux des deux variétés d'uranium.

c) Que peut-on dire des propriétés chimiques de ces deux variétés d'uranium ? Pourquoi ?

2) Définir : énergie de liaison d'un noyau atomique.

3) Calculer pour chaque variété d'uranium

- le défaut de masse
- l'énergie de liaison en MeV
- l'énergie de liaison par nucléon
- Quel est le noyau le plus stable ?

4) L'uranium naturel est un mélange contenant 99,29 % de l'uranium 238 pour seulement 0,71 % d'uranium 235. Calculer en unité de masse atomique la masse d'un atome de l'élément uranium. *On donne :*

masse du noyau uranium 235 $m_{235} = 234,9942$ u

masse du noyau uranium 238 $m_{238} = 238,0508$ u

Chap XIII : LA RADIOACTIVITE

XIII-1

Le polonium $^{210}_{84}Po$ se désintègre en donnant du plomb $^{206}_{82}Pb$

1) Ecrire l'équation de la réaction nucléaire mise en jeu. Justifier la réponse. Quelle est la particule émise par le noyau de polonium ?

2) Calculer la valeur de l'énergie mise en jeu. L'exprimer en joules et en MeV.

3) A une date origine t = 0, on dispose d'un échantillon de N_0 noyaux de $^{210}_{84}Po$. A une date t, on détermine le nombre N de noyaux non désintégrés. Les mesures donnent :

t (jours)	0	30	60	90	120	150	180
N/N_0	1	0,86	0,74	0,64	0,55	0,47	0,40

a) Représenter le graphe de $-\ln\frac{N}{N_0}$ en fonction de t.

Echelles : ordonnée 1 cm→0,1 ; abscisse : 1 cm→10 jours.

b) Déduire du graphe la valeur de la constante radioactive λ et de la période T du polonium $^{210}_{84}Po$.

Données :

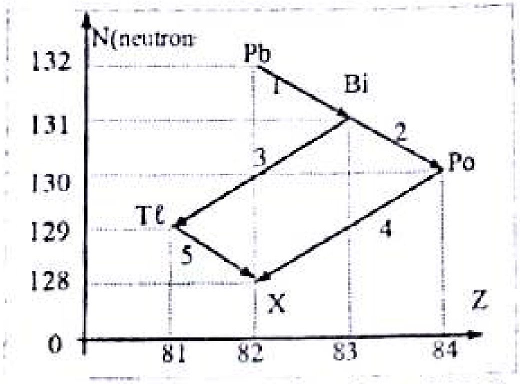
- *$1\ u = 931,5\ MeV/c^2 = 1,6605.10^{-27}$ kg.*
- *Masse du noyau de polonium : 210,0008 u*
- *Masse du noyau d'hélium : 4,0026 u*
- *Masse du noyau de plomb : 205,9935 u*

XIII-2

1) On étudie la désintégration radioactive de la famille de l'uranium 238. L'uranium $^{238}_{92}U$ conduit après plusieurs désintégrations successives à un isotope stable du plomb $^{206}_{82}Pb$ après avoir subi x désintégrations de type α et y désintégrations de type β^-

a) Ecrire l'équation de la transformation globale et calculer le nombre x de désintégrations α et le nombre y de désintégrations β^-.

b) Un extrait des nucléides de la famille radioactive de l'uranium 238 est donné dans le graphique ci-dessous. Ecrire les équations des désintégrations 1, 2, 3, 4, 5 et préciser à chaque fois le type de désintégration. Donner le nom du nucléide X.



2) La première désintégration de l'uranium 238 est de type α et conduit à un noyau de thorium.

a) En admettant que toute l'énergie libérée au cours de la réaction nucléaire est transmise à la particule α sous forme d'énergie cinétique, calculer la valeur de la vitesse d'émission v des particules α en admettant qu'elles ne sont pas relativistes.

b) En réalité, cette désintégration s'accompagne de l'émission d'un rayonnement γ.

La détermination expérimentale de la vitesse des particules α montre qu'elle est égale à $1,4.10^7 m.s^{-1}$ En déduire la longueur d'onde λ du rayonnement γ émis. *On donne : masse du noyau d'uranium 238 : $m_1 = 238,086u$; masse du noyau de thorium : $m_2 = 234,0781$ u ; masse de la particule α : $m_3 = 4,0026$ u ; célérité de la lumière : $c = 3.10^8$ m.s^{-1} ; $1\ u = 1,66.10^{-27}$ kg*

XIII-3

Données : masse du noyau de Radium : 225,9770 u ;

- *masse du noyau de Radon : 221,9702 u ;*
- *masse de la particule α : 4,0015 u ;*
- *extrait de la classification périodique:*

$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$	$_{85}At$	$_{86}Rn$	$_{87}Fr$	$_{88}Ra$	$_{89}Ac$

$^{226}_{88}Ra$ est un élément radioactif. Par une série de désintégrations successives de types α et β^-, il se transforme en un noyau stable $^{206}_{82}Pb$.

1) **a)** Donner la composition du noyau $^{226}_{88}Ra$.

b) Définir les désintégrations α et β^- en précisant la nature des particules émises.

2) **a)** Ecrire l'équation représentant la première désintégration de $^{226}_{88}Ra$ qui est du type α. Identifier le nouveau nucléide X formé.

b) Calculer l'énergie libérée lors de cette désintégration.

3) Déterminer les nombres de désintégrations du type α et du type β^- qui permettent de passer du noyau $^{226}_{88}Ra$ au noyau $^{206}_{82}Pb$.

XIII-4

Pour déterminer l'âge d'une momie découverte lors de fouilles, on utilise la méthode de datation dite au carbone 14. Cet isotope du carbone est constamment produit lors du bombardement de l'azote atmosphérique par les neutrons cosmiques. Le carbone 14 assimilé par les organismes vivants, se trouve donc présent en très faible quantité dans ces organismes. l'expériences montre que les proportions des deux isotopes ^{14}C et ^{12}C sont les mêmes dans le dioxyde de carbone atmosphérique et dans tous les organismes actuellement vivants : 1 atome ^{14}C pour 1 atomes ^{12}C. On fait donc l'hypothèse qu'il en a toujours été ainsi. Après la mort, la proportion de carbone 14 diminue car le carbone 14 est radioactif β^-, de période 5570 années.

1) Ecrire l'équation de la désintégration du carbone 14.

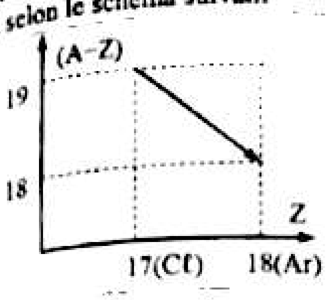
2) Calculer la constante radioactive λ.

3) Dans un prélèvement de 1dg de matières organiques sur la momie, on constate qu'il y a 10 % en masse de carbone. Cet échantillon présente une activité de 1180 désintégrations par seconde. Evaluer le nombre d'atomes de l'isotope ^{14}C lors de l'ensevelissement de la momie sachant que la masse de carbone 14 est négligeable par rapport à la masse totale de carbone.

- Quelle est l'activité A_0 de cet échantillon au moment de la mort et quel est l'âge approximatif de la momie ? On *donne : Masse molaire du carbone : $M_C = 12\ g.mol^{-1}$, ligne du tableau périodique : Li, Be, B, C, O, F, Ne.*

XIII-5

Pour dater des eaux (courants océaniques profonds, nappes phréatiques, eau d'un puits,...) on peut utiliser différents isotopes, par exemple : le chlore 36 de symbole $^{36}_{17}Cl$ de période 3.10^4 ans ou le silicium 32 de période 650 ans et de symbole $^{32}_{14}Si$. Les études menées sur un forage d'une nappe phréatique ont permis de constater que l'eau non renouvelée de la nappe ne contient plus que 39 % de la quantité de chlore 36 trouvée dans les eaux de surface dont la teneur en chlore 36 est constante. La désintégration de cet isotope se fait selon le schéma suivant :



1) Ecrire l'équation de la désintégration du chlore 36 en donnant les lois de conservation permettant d'écrire cette équation. Préciser le type de désintégration.

2) Rappeler la définition de la période radioactive.

Calculer l'âge de la nappe phréatique.

3) Pourquoi n'a-t-on pas utilisé pour cette étude l'isotope ^{32}Si ? Justifier votre réponse.

4) A un instant donné, l'activité d'un échantillon d'eau due au chlore 36 est de 4000 Bq ;

a) Définir le becquerel (Bq).

b) sachant que l'expression de l'activité d'un échantillon est $A = -\frac{dN}{dt}$, calculer le nombre de noyaux de chlore 36 présents dans cet échantillon, à cet instant.

XIII-6

Données :

- *masse du noyau de plomb 206 : 205,9295 u*
- *masse du noyau de thorium 234 : 234,0781u*
- *masse du noyau d'uranium 238 : 238,086 u*
- *masse atomique molaire de l'uranium 238 :*

$M(U) = 238\ g.mol^{-1}$

Numéros atomiques	Symboles	Noms
88	Ra	Radium
89	Ac	actinium
90	Th	Thorium
91	Pa	Protactinium
92	U	Uranium
93	Np	Neptunium
94	Pu	Plutonium

A. Le noyau d'uranium 238 se désintègre en émettant une particule α.

1) Ecrire l'équation de désintégration et identifier le noyau fils formé.

2) Calculer l'énergie libérée par cette désintégration.

B. On considère les noyaux suivants $^{238}_{92}U$, $^{206}_{82}Pb$

1) Quelle est, pour chacun d'eux, l'énergie de liaison par nucléon exprimée en MeV/ nucléon ?

2) Indiquer, en justifiant, lequel de ces deux noyaux est le plus stable.

C. On mesure au laboratoire l'activité de l'uranium 238. Un échantillon d'uranium 238 de masse $1,0.10^{-3}$ g émet $7,4.10^2$ particules α par min.

1) Rappeler la définition de l'activité d'un nucléide radioactif ainsi que l'unité correspondante. Calculer celle de l'uranium 238.

2) a) Calculer la constante de désintégration λ de l'uranium 238 en s^{-1}.

b) Définir la période T (ou demi-vie) d'un radio nucléide. Calculer T, en années, pour l'uranium 238. (L'âge de la Terre est estimé à environ $4,6.10^9$ années).

XIII-7 Extrait BAC 2004 série D

L'uranium naturel contient deux isotopes : 99 % de $^{238}_{92}U$ et 1 % de $^{235}_{92}U$. Les noyaux $^{235}_{92}U$ sont fissiles, les noyaux $^{238}_{92}U$ ne le sont pas. Cependant, un noyau $^{238}_{92}U$ peut capturer un neutron sans subir la fission (réaction1) Le noyau obtenu est radioactif β^- sa période est 23 minutes. Il se désintègre en donnant un noyau de Neptunium Np (réaction 2). Ce dernier est aussi radioactif β^- de période 2,3 jours. Il se transforme en un noyau de plutonium Pu (réaction 3). Ce plutonium est fissile, il est également radioactif, sa période est de 24 000 ans.

1) Expliquer les termes : isotopes, radioactif, période.

2) Ecrire les équations des réactions 1, 2 et 3.

3) On rappelle que si N_0 est le nombre de noyaux à l'instant t = 0, le nombre de noyaux résiduels à l'instant t est donné par la loi de décroissance $N(t) = N_0e^{-\lambda t}$

a) Donner l'expression de la période T.

b) Calculer en fonction de T la durée Δt au bout de laquelle 99 % des noyaux présents à l'état initial ont disparu. Pour chacune des désintégrations (réaction 2, réaction 3 et désintégration du plutonium) calculer Δt en supposant ces 3 désintégrations indépendantes. Quelles conséquences en tirez-vous à propos de la fabrication du plutonium et de son utilisation ?

XIII-8

Un article de presse a communiqué l'information suivante « Un colis d'iode radioactif 131 à destination d'un centre hospitalier, posté le 2 août 2004, n'a toujours pas été retrouvé le 1^er^ octobre 2004. »

Le colis avait le 2 août 2004 une activité de $2,6.10^9$ Bq.

1) L'iode $^{131}_{53}I$ se désintègre en Xe avec une émission de β. Ecrire l'équation bilan de la désintégration.

2) Définir la période radioactive T et l'activité A (t) d'un échantillon. Relier A (t) à T et au nombre N(t) de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon à l'instant t.

3) Sachant que la période de l'iode 131 est de 8,1 jours, quelle est l'activité de l'échantillon du colis au 1^er^ octobre 2004 soit 60 jours plus tard ?

4) Sachant que lors d'un examen médical on injecte à un patient une quantité voisine de 4.10^6 Bq, peut-on encore utiliser l'échantillon du colis au 1^er^ octobre 2004 ?

5) Calculer la masse d'iode radioactif contenu dans l'échantillon du colis le 2 août 2004. *On donne :*

- *Masse atomique de l'iode 131 : $131\ g.mol^{-1}$*
- *Extrait du tableau :* $_{52}Te$, $_{53}I$, $_{54}Xe$, $_{55}Cs$.

XIII-9

Le nucléide $^{108}_{47}Ag$ est radioactif β^-.

1) a) Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire en précisant les règles utilisées.

b) Préciser le symbole du noyau fils et donner la composition de son noyau. On donne un extrait de la classification des éléments :

$_{43}Tc$	$_{44}Ru$	$_{45}Rh$	$_{46}Pd$	$_{47}Ag$	$_{48}Cd$	$_{49}In$

2) a) Donner sans démonstration la formule traduisant la loi de décroissance radioactive en indiquant la signification de chacun des termes.

b) Définir la période radioactive T.

c) Etablir l'expression de la constante radioactive λ en fonction de T.

d) On étudie l'évolution de l'activité d'un échantillon du nucléide $^{108}_{47}Ag$ au cours du temps.

L'activité A est définie par $A = -\dfrac{dN}{dt}$.

– Exprimer l'activité A en fonction du temps.

Compléter le tableau de mesures ci-après :

t(min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
A(Bq)	89	73	63	52	46	39	33	29	24	21	18
ln(A)											

– Tracer la courbe représentative ln (A) = ƒ (t). Echelle : en abscisse : 1 cm ↔ 0,5 min ; en ordonnée : 1 cm ↔ 0,5.

– En utilisant le graphe tracé, déterminer la constante radioactive λ du nucléide $^{108}_{47}Ag$. En déduire sa période radioactive.

– Quel est le nombre de noyaux initialement présents dans cet échantillon ?

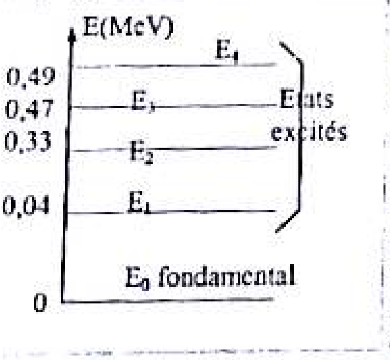
XIII-10 Extrait BAC 2005 Série C-E

1) L'isotope 212 du bismuth $^{212}_{83}Bi$ possède simultanément la radioactivité α et la radioactivité β^-.

a) Donner la nature de ces rayonnements et écrire les équations-bilans des réactions correspondantes.

b) Les noyaux fils (ou descendants) obtenus par radioactivité α sont radioactifs β^- et inversement, ceux obtenus par radioactivité β^- sont radioactifs α. Ecrire les équations-bilans des réactions nucléaires.

c) Représenter ces transformations sur le diagramme N = ƒ (Z) avec N le nombre de neutrons et Z le nombre de charge.



2) Lors de la désintégration du bismuth 212, il se forme du thallium (Tℓ). Certains noyaux de thallium peuvent apparaître sous différents états excités correspondant au diagramme des énergies ci-contre.

a) Qu'observe-t-on lorsque le noyau regagne son état fondamental, éventuellement par l'intermédiaire d'autres états excités.

b) Dans l'hypothèse où le noyau thallium est produit dans l'état excité correspondant au niveau E_2, représenter par des flèches sur le diagramme d'énergie les transitions correspondant aux différentes façons de revenir à l'état fondamental.

– Déterminer les énergies, les fréquences et les longueurs d'ondes possibles du rayonnement émis lors de la désexcitation.

– Etablir une relation simple entre les fréquences des radiations émises.

3) Une source contenant 0,05 g de bismuth 212 radioactif α produit $1,89.10^{17}$ désintégrations en 7 s.

a) Calculer l'activité A_0 de cette source.

b) En déduire la constante et la période radioactive du bismuth 212.

c) A partir de la masse initiale m_0 = 0,05 g de Bismuth, calculer la masse du radioélément restant au bout de : 1min ; 5 min ; 1 h ; 2 jours.

d) Calculer le temps correspondant à la désintégration des $\dfrac{7}{8}$ de la masse de l'échantillon initial.

Données : masse molaire de $^{212}_{83}Bi$ *: M = 212 g. mol⁻¹ ; les noyaux :* $_{81}T\ell$; $_{82}Pb$; $_{83}Bi$; $_{84}Po$; $_{85}At$.

XIII-11 Extrait BAC 2004 Série C-E

L'uranium 238 est à l'origine d'une famille radioactive qui conduit à un isotope stable du plomb $^{206}_{82}Pb$ suivant la réaction : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\alpha + y\beta^-$

A t = 0 l'échantillon ne contient que de l'uranium 238.

1) Déterminer x et y sachant que α représente un noyau d'hélium et β^- un électron.

2) a) Donner la relation entre λ la constante radioactive et T la demi-vie.

b) Exprimer la population moyenne $\overline{N}_{Pb}(t)$ de plomb à la date t en fonction de t, λ et $\overline{N}_U(0)$ (population moyenne de noyaux d'uranium à t = 0).

3) Exprimer l'âge du minerai en fonction de la période T et du rapport $\dfrac{\overline{N}_{Pb}(t)}{\overline{N}_U(t)}$.

4) A la date t, le minerai contient 1 g d'uranium 238 et mg de plomb. Calculer l'âge du minerai. On donne : T($^{238}_{92}U$) = $4,5.10^9$ années ; M(U) = 238 g.mol⁻¹ ; M(Pb) = 20 g.mol⁻¹. On rappelle que pour ε très petit devant 1, on a : $e^{\varepsilon} \approx 1 + \varepsilon$.

XIII-12 Extrait BAC 2006 Série C-E

La glande thyroïde produit des hormones essentielles à différentes fonctions de l'organisme à partir de l'iode alimentaire. Pour vérifier la forme ou le fonctionnement de cette glande, on procède à une scintigraphie (procédé d'étude ou d'analyse de la structure des corps opaques au moyen de rayon gamma, utilisé en médecine) thyroïdienne en utilisant les isotopes 131 ($^{131}_{53}I$) ou 123 ($^{123}_{53}I$) de l'iode. Pour une scintigraphie, un patient ingère une masse m = 1,00 µg, de l'isotope $^{131}_{53}I$. Données : Constante d'Avogadro

6,02.10^{23} mol^{-1} ; Masse molaire de l'isotope $^{131}_{53}I$ est M = 131 $g.mol^{-1}$.

1) Donner la composition du noyau de l'isotope $^{131}_{53}I$.

2) Calculer le nombre initial N_0 de noyaux présents dans l'échantillon absorbé par le patient à l'instant t = 0s.

3) L'isotope $^{131}_{53}I$ est radioactif β^-, écrire l'équation de sa désintégration en précisant les lois de conservation utilisées. On admettra que le noyau fils n'est pas produit dans un état excité. On donne quelques symboles d'éléments chimiques :

Antimoine $_{51}Sb$	Tellure $_{52}Te$	Iode $_{53}I$	Xénon $_{54}Xe$	Césium $_{55}Cs$

4) La demi-vie de l'isotope $^{131}_{53}I$ vaut 8 jours.

a) Rappeler la loi de décroissance radioactive en fonction de $\overline{N_0}$ et de la constante radioactive λ.

b) Définir la demi-vie T d'un échantillon radioactif.

c) En déduire la relation entre T et λ.

d) Tracer l'allure de la courbe correspondant à l'évolution au cours du temps du nombre moyen de noyaux radioactifs dans l'échantillon. On placera correctement les points correspondant aux dates : t = T, t = 2T, et t = 3T.

5) On rappelle que l'activité A(t), à l'instant de date t, d'un échantillon de noyaux radioactifs est définie par : $A(t) = -\frac{d\overline{N}(t)}{dt}$, $\overline{N}(t)$ étant le nombre moyen de noyaux présents à la date t.

a) Montrer que l'on peut mettre l'activité sous la forme : $A(t) = A_0.e^{-\lambda t}$, on précisera A_0 que l'on calculera.

b) Calculer, dans le système international, l'activité A de l'échantillon d'isotope $^{131}_{53}I$ à l'instant de l'examen, sachant qu'en général l'examen est pratiqué 4 heures après l'ingestion de l'iode radioactif $^{131}_{53}I$.

c) En déduire la perte relative d'activité $\frac{|\Delta A|}{A_0} = \frac{|A(t) - A_0|}{A_0}$ entre les instants évoqués. Cette perte sera calculée et exprimée en pourcentage.

6) La demi vie de l'isotope $^{123}_{53}I$ de l'iode 123 est 13,2 heures. On considère maintenant que le patient ingère une quantité d'isotope $^{123}_{53}I$ telle que l'activité initiale de cet isotope soit la même que celle de l'isotope $^{131}_{53}I$ trouvée à la question 5)a). L'activité A (valeur calculée en 5-b) sera-t-elle atteinte après une durée identique, plus petite ou plus grande qu'avec l'isotope $^{131}_{53}I$ de l'iode ? Justifier.

XIII-13 Extrait BAC 2007 Série D

Le polonium 212 se désintègre avec une période égale à 3,3 heures. Un échantillon de polonium 212 a une activité de 4,5.10^8 Bq.

1) Calculer la constante radioactive de désintégration.

2) a) Quel est le nombre moyen de noyaux radioactifs dans cet échantillon à l'instant où l'on mesure son activité ?

b) Quelle est la masse de polonium correspondante ?

c) Au bout de combien de temps ne restera-t-il que les $\frac{2}{3}$ de cette masse ?

3) Combien restera-t-il de noyaux radioactifs après 10 heures. Quelle est alors l'activité de l'échantillon ?

XIII-14

Le thorium $^{227}_{90}Th$ subit la désintégration de type α et conduit au radium Ra.

1) Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire.

2) La période(ou demi-vie) du thorium 227 est T = 18,3 jours.

a) Que veut dire « demi-vie » ?

b) A la date t = 0, on considère un échantillon de thorium 227 de masse m_0 = 1g. Calculer l'activité A_0 de cet échantillon à t = 0.

c) Calculer la masse de thorium 227 de l'échantillon considéré qui a disparu au bout de 30 jours. Quelle est alors l'activité de l'échantillon ?

d) Au bout de combien de temps ne restera t-il que les 2/3 de la masse initiale ?

On donne : nombre d'Avogadro $\mathcal{N}$ = 6,02.10^{23} mol^{-1} ; masse molaire du thorium : M = 227 g/mol.

Chap XIV : LES REACTIONS NUCLEAIRES PROVOQUEES

XIV-1

Données : Extrait du tableau de la classification périodique des éléments.

H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne

L'une des hypothèses possible pour expliquer l'énergie fournie par le soleil est d'envisager la succession suivante de réactions nucléaires :

$$^1_1H + ^1_1H + ^0_{-1}e \rightarrow x \qquad (1)$$

$$x + ^1_1H \rightarrow y \qquad (2)$$

$$y + ^4_2He \rightarrow z \qquad (3)$$

$$z + ^0_{-1}e \rightarrow w \qquad (4)$$

$$w + ^1_1H \rightarrow 2\,^4_2He \qquad (5)$$

x, y, z, w représentent des nucléides.

1) quelles sont les lois utilisées pour équilibrer l'équation-bilan d'une réaction nucléaire ? Equilibrer les cinq réactions nucléaires précédentes. Donner les nucléides x, y, z, w sous la forme ^A_ZX.

2) Par quelle réaction globale peut-on remplacer l'ensemble des réactions (1), (2), (3), (4) et (5) ? Nommer et définir ce type de réaction.

3) Déterminer l'énergie libérée par une telle réaction nucléaire.

4) On s'intéresse maintenant au nucléide ^4_2He résultant des réactions nucléaires précédentes.

a) Calculer le défaut de masse du noyau d'hélium.

b) En déduire l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau (en MeV/nucléon).

XIV-2

Dans une centrale nucléaire à uranium enrichi en isotope $^{235}_{92}U$, une des réactions possibles est représentée par la réaction d'équation :

$${}_{0}^{1}n + {}_{92}^{235}U \rightarrow {}_{38}^{94}Sr + {}_{x}^{139}Xe + y\,{}_{0}^{1}n$$

1) Déterminer les valeurs de x et y dans l'équation de cette réaction nucléaire

2) Calculer en MeV l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.

3) Quelle est, en joules, l'énergie libérée par la fission d'un gramme d'uranium 235 en admettant que toutes les réactions qui se produisent au sein du réacteur sont du même type que la précédente.

4) La centrale de puissance électrique 900 MW consomme chaque année environ une tonne d'uranium 235. Déterminer son rendement.

Données

noyau	^{235}U	^{94}Sr	^{139}Xe	*n*
Masse (u)	*235,0134*	*93,8946*	*138,8882*	*1,0087*

XIV-3

1 kg d'eau naturelle contient environ 33,3 mg de deutérium, isotope de l'hydrogène de symbole ${}_{1}^{2}H$. Le deutérium peut réagir suivant la réaction nucléaire

$${}_{1}^{2}H + {}_{1}^{2}H \rightarrow {}_{1}^{3}H + {}_{1}^{1}H$$

1) Calculer le nombre d'atomes de deutérium présents dans 1kg d'eau.

2) Calculer, en MeV, l'énergie de liaison de chacun des noyaux considérés dans la réaction ci–dessus.

3) Calculer, en joule, l'énergie susceptible d'être libérée par le deutérium contenu dans 1kg d'eau.

4) Quelle masse de pétrole faut-il brûler pour obtenir une énergie identique. *On donne*

- *masse atomique du deutérium 2,014 u*
- *énergie moyenne de liaison par nucléon 1,11 MeV/nucléon pour* ${}_{1}^{2}H$ *et 2,38 MeV/nucléon pour* ${}_{1}^{3}H$
- *la combustion de 1,0 tonne de pétrole produit une énergie de 42 GJ*

XIV-4 Extrait BAC 2006 Série D

Sous l'action d'un neutron lent un atome subit la réaction suivante ${}_{92}^{235}U + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{x}^{91}Y + {}_{58}^{y}Ce + 3\,{}_{0}^{1}n + 6\,{}_{-1}^{0}e$

1) a) Cette réaction est–elle une réaction de fusion ou une réaction de fission ? Justifier la réponse ?

b) En appliquant les lois de conservation, calculer x et y.

c) En déduire le noyau "fils" Y. On donne : ${}_{92}^{235}U$; ${}_{39}^{94}y$; ${}_{42}^{95}Mo$; ${}_{40}^{91}Zr$; ${}_{2}^{4}He$

2) Calculer l'énergie de liaison par nucléon de ${}_{92}^{235}U$ en MeV et en Joule On donne :

– masse du proton $m_p = 1,0078$ u , – masse du neutron $m_n = 1,0087$ u ; – masse d'uranium 235 : m = 234,9934 u – 1u = $1,66\ 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/C^2, – Célérité de la lumière $C = 3.10^8$ m/s.

3) Il existe un autre isotope de l'uranium, ${}_{92}^{239}U$ qui est radioactif β^-.

a) Par deux désintégrations successives, il donne ${}_{Z}^{A}Pu$. Déterminer A et Z.

b) La première désintégration a pour période T = 2 minutes. Soit $\overline{N_0}$ le nombre moyen initial de noyaux radioactifs et $\overline{N}$ le nombre moyen de noyaux X restants au bout de 125 minutes. Calculer la proportion $\frac{\overline{N}}{\overline{N_0}}$ de noyaux X d'uranium 239 restant après 125 minutes.

XIV-5 Extrait BAC 2007 Série CE 1^er^ Tour

1) Dans une centrale nucléaire à « uranium enrichi » en isotope ${}_{92}^{235}U$, une des réactions nucléaires possibles est représentée par l'équation :

$${}_{92}^{235}U + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{z}^{94}Sr + {}_{54}^{A}Xe + 3\,{}_{0}^{1}n$$

Comment s'appelle ce type de réaction nucléaire ? Déterminer A et z.

2) Cette centrale fournit par an une énergie électrique de $2,8.10^{16}$ J en transformant 30 % de l'énergie dégagée par la fission en énergie électrique. Sachant que la fission d'un noyau d'uranium 235 dégage en moyenne une énergie de 200 MeV, calculer la masse d'uranium 235 consommée par an dans cette centrale. On supposera que ${}_{92}^{235}U$ est le seul noyau fissile.

3) Parmi les sous produits des centrales nucléaires, on trouve de l'iode ${}_{53}^{131}I$, nucléide radioactif qui se désintègre en donnant du xénon (Xe) 131.

a) Ecrire l'équation de désintégration de ${}_{53}^{131}I$ et préciser le type de cette désintégration.

b) Au bout de 81 jours, l'activité d'un échantillon d'iode 131 est divisée par 1000. Rappeler la loi de décroissance radioactive et en déduire la période radioactive de ${}_{53}^{131}I$. On donne : $e = 1,6.10^{-19}$ C , $1u = 1,67.10^{-27}$ kg. L'activité A d'une substance radioactive est définie par la relation $A = -\frac{dN}{dt}$, N étant le nombre de noyaux de cette substance présents à l'instant de date t. La masse d'un noyau exprimée en unité de masse atomique, est pratiquement égale à son nombre de masse.

CORRIGES CHIMIE

CORRIGES ACIDO–BASICITE

Chap. I : SOLUTIONS AQUEUSES ET pH

I-1

1) On a : $M(Na_2S_2O_3, 5H_2O) = 248\ g.mol^{-1}$.
La masse 4,96 g est celle d'une quantité de matière :

$$n_0(Na_2S_2O_3, 5H_2O) = \frac{m(Na_2S_2O_3,5H_2O)}{M(Na_2S_2O_3,5H_2O)} = 2.10^{-2}\ mol,$$

$$C = C(Na_2S_2O_3,5H_2O) = \frac{n_0(Na_2S_2O_3,5H_2O)}{V} = 10^{-1}\ mol.\ell^{-1}$$

2) Lors de la dissolution, on a la réaction :

$$Na_2S_2O_3, 5H_2O \xrightarrow{eau} 2Na^+ + S_2O_3^{2-} + 5H_2O$$

$n(Na^+) = 2n(S_2O_3^{2-}) = 2n_0(Na_2S_2O_3,5H_2O)$,
$C(Na^+) = [Na^+] = 2.10^{-1}\ mol.\ell^{-1}$.
$C(S_2O_3^{2-}) = [S_2O_3^{2-}] = 10^{-1}\ mol.\ell^{-1}$.

3) La solution préparée ci-dessus doit être diluée 10 fois. Il suffira donc d'en mettre 10 mℓ dans une fiole jaugée de 100 mℓ et de compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée.

I-2

1) Quantités de matière et concentrations :
$n(Na^+) = 0{,}12\ mol$; $[Na^+] = 4{,}8.10^{-1}\ mol.\ell^{-1}$.
$n(Ca^{2+}) = 5{,}5.10^{-2}\ mol$; $[Ca^{2+}] = 2{,}2.10^{-1}\ mol.\ell^{-1}$.
$n(C\ell^-) = 8.10^{-2}\ mol$; $[C\ell^-] = 3{,}2.10^{-1}\ mol.\ell^{-1}$
$n(Br^-) = 0{,}15\ mol$; $[Br^-] = 0{,}6\ mol.\ell^{-1}$

2) Electroneutralité :
$n(Na^+) + 2n(Ca^{2+}) = 0{,}23\ mol$. $n(C\ell^-) + n(Br^-) = 0{,}23\ mol$.
$n(Na^+) + 2n(Ca^{2+}) = n(C\ell^-) + n(Br^-)$; la solution est électriquement neutre.

I-3

1) Volumes et masse à prélever.
- Mg^{2+} provient uniquement de $MgC\ell_2, 6H_2O$

$m(MgC\ell_2, 6H_2O) = [Mg^{2+}]\times1\times M(MgC\ell_2, 6H_2O) = 40{,}6\ g$.
- Ca^{2+} provient uniquement de $Ca(NO_3)_2$

$$V(Ca(NO_3)_2) = V_2 = \frac{[Ca^{2+}]\times1}{C_2} = 0{,}125\ \ell.$$

- NO_3^- provient de KNO_3 et de $Ca(NO_3)_2$ d'où :

$[NO_3^-]\times1 = n(KNO_3) + 2n(Ca(NO_3)_2) = C_1V_1 + 2C_2V_2 \Rightarrow$

$$V(KNO_3) = V_1 = \frac{[NO_3^-]\times1 - 2C_2V_2}{C_1} = 0{,}1\ \ell.$$

- K^+ provient de KNO_3 et de $KC\ell$ d'où :

$$[K^+]\times1 = C_1V_1 + C_3V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{[K^+]\times1 - C_1V_1}{C_3} = 0{,}2\ \ell$$

2) Concentration de $C\ell^-$;

$$[C\ell^-] = \frac{n(KCl) + 2n(MgCl_2,6H_2O)}{1} = 0{,}6\ mol.\ell^{-1}$$

3) Électroneutralité.

$$n_{C\ell^-} + n_{NO_3^-} = n_{K^+} + 2n_{Ca^{2+}} + 2n_{Mg^{2+}} = 0{,}85\ mol.$$

I-4

1) Calcul des concentrations :

$$[Ca^{2+}] = \frac{C_m(Ca^{2+})}{M} = \frac{55{,}5.10^{-3}}{40} = 1{,}39.10^{-3}\ mol.\ell^{-1};$$

$[Mg^{2+}] = 4{,}58.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$; $[Na^+] = 6{,}09.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$.

2) a) Sulfate de calcium : $CaSO_4$.
– Hydrogénocarbonate de calcium : $Ca(HCO_3)_2$
– Sulfate de magnésium : $MgSO_4$.
– Hydrogénocarbonate de sodium : $NaHCO_3$.

b) Quantité de matière des différents composés :
–$NaHCO_3$: $n_{NaHCO_3} = n(Na^+) = [Na^+]\times1 = 0{,}609.10^{-3}\ mol$;

$m = n_{NaHCO_3} \times M = 0{,}051g$

– $MgSO_4$: $n(MgSO_4) = n(Mg^{2+}) = 4{,}58.10^{-3}$; $m = 0{,}5496g$
– $CaSO_4$: $n(CaSO_4) = [SO_4^{2-}]\times1 - n(MgSO_4) = 1{,}08.10^{-2}$ mol ; $m = 1{,}468\ g$.
– Masse de $Ca(HCO_3)_2$:

$$n(Ca(HCO_3)_2 = \frac{[HCO_3^-]\times1 - n(NaHCO_3)}{2} =$$

$$\frac{6{,}61.10^{-3}\times1 - 6{,}09.10^{-4}}{2} = 3.10^{-3}\ mol\ ;\ m = 0{,}486g$$

3) pH = 7.

I-5

1) $C = \frac{n}{V}$ et $n = \frac{V_0}{V_M}$; d'où : $C_1 = \frac{V_0}{VV_M} = 0{,}5\ mol.\ell^{-1}$

2) $C_2 = \frac{n'}{V}$ et $n' = \frac{m}{M} \Rightarrow C_2 = \frac{m}{MV} \Rightarrow m = C_2MV = 5{,}55g$.

3) a) On prélève 20 cm³ de la solution de dichlorure de calcium à l'aide d'une pipette jaugée de 20 cm³ qu'on verse dans une fiole jaugée de 100 cm³ ; on complète ensuite avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

b) L'équation de dissociation du dichlorure de calcium s'écrit : $CaC\ell_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2C\ell^-$

$$n(Ca^{2+}) = n(CaC\ell_2) : [Ca^{2+}] = \frac{n}{V_2} = \frac{C_2V_1}{V_2} = 0{,}02\ mol.\ell^{-1}.$$

$n(C\ell^-) = 2n(CaC\ell_2)$

$$[C\ell^-] = \frac{2n}{V_2} = \frac{2C_2V_1}{V_2} = \frac{2\times0{,}1\times20}{100} = 0{,}04\ mol.\ell^{-1}.$$

I-6

Cet exercice a pour but de montrer qu'il faut donner les résultats avec la même précision que celle utilisée dans l'énoncé.

1) $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2{,}6}$. La calculatrice indique $2{,}511886.10^{-3}$. Le pH de départ étant fourni avec 2 chiffres significatifs, il faut adopter le résultat :
$[H_3O^+] = 2{,}5.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$.

2) *Ici le pH est donné avec 3 chiffres significatifs (Ce qui nécessite un très bon matériel et beaucoup de soin dans les mesures effectuées)*. On donnera comme résultats : $[H_3O^+]_{éq} = 2{,}51.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$.

3)

pH	2,7	5,95	4,65	10,3	2,4
$[H_3O^+]$ $mol.\ell^{-1}$	$2{,}0.10^{-3}$	$1{,}12.10^{-6}$	$2{,}24.10^{-5}$	$5{,}32.10^{-11}$	$3{,}8.10^{-3}$
$[OH^-]$ $mol.\ell^{-1}$	$5{,}0.10^{-12}$	$8{,}93.10^{-9}$	$4{,}47.10^{-10}$	$1{,}88.10^{-4}$	$2{,}6.10^{-12}$

I-7

1) Concentration molaire : $[Ca^{2+}] = \frac{C_m}{M(Ca)} = 8.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$

$$[C\ell^-] = \frac{C_m}{M(C\ell)} = 4{,}2.10^{-6}\ mol.\ell^{-1}.$$

2) Electroneutralité de la solution :

$[OH^-] + [C\ell^-] = 2[Ca^{2+}] + [H_3O^+] \Rightarrow$
$[OH^-] = 1,18.10^{-5} + [H_3O^+] \Rightarrow [OH^-] > [H_3O^+]$:
La solution est basique.

3) Calcul du pH.
On a : $[OH^-] = 1,18.10^{-5} + [H_3O^+]$. Le pH étant supérieur à 8, on déduit que $[H_3O^+] << [OH^-]$ et donc :
$[OH^-] = 1,18.10^{-5}$ $mol.\ell^{-1}$. D'où : pH = 9,1

I-8

1) On a : $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 1,58.10^{-12}$ $mol.\ell^{-1}$; D'après la définition du produit ionique : $[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 6,33.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$.

2) Equation de la dissolution :$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$
3) Calcul du pH : A partir de $[OH^-] = 2,5.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$, $[H_3O^+] = \frac{Ke}{[OH^-]} = 4,0.10^{-12}$ $mol.\ell^{-1}$ et pH = 11,4

Equation de sa dissolution :$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2OH^-$

I-9

Dans un litre d'eau, c'est-à-dire 1000 g, la quantité de molécule d'eau est : $n(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{1000}{18} = 55,5$ mol.
Pour l'eau pure pH = 7,0 à 25°C, $[H_3O^+] = 1,0.10^{-7}$ $mol.\ell^{-1}$.
Dans un litre d'eau à 25°C, $n(H_3O^+) = 1,0.10^{-7}$mol.
Un ion H_3O^+ étant formé à partir de deux molécules d'eau, le pourcentage P de molécules d'eau concernées est donc :
$P = 100 \times \frac{2\times1,0.10^{-7}}{555} = 3,6.10^{-7}$ %. Sur un milliard de molécules, quatre seulement participent à l'autoprotolyse.

I-10

A 37°C le pH d'une solution neutre est tel que :
$pH = \frac{1}{2}pKe = \frac{1}{2}(-\log Ke) = 6,8$.

pH (sang) > 6,8 donc le sang est une solution basique.

I-11

1) $2Na + 2H_2O \rightarrow 2(Na^+ + OH^-) + H_2$.
2) Solution d'hydroxyde de sodium (soude).
3) $v = \frac{22,4 \times m(Na)}{2M(Na)} = 97,4$ mℓ.

4) $[Na] = [NaOH] = \frac{m(Na)}{M(Na)V} = 3,48.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$ et pH = 14 + log [NaOH] = 12,5

I-12

1) a) Concentration des espèces :
$[H_3O^+] = 2,5.10^{-8}[OH^-]$ et $[H_3O^+]\times[OH^-] = 10^{-14}$ d'où $[OH^-] = 6,32.10^{-4}$ $mol.\ell^{-1}$ et $[H_3O^+] = 1,58.10^{-11}$ $mol.\ell^{-1}$.
b) $pH = -\log[H_3O^+] = 10,8$. La solution est basique car $[H_3O^+] < [OH^-]$.

2) a) pH (solution neutre) = $\frac{1}{2}pKe = \frac{1}{2}(-\log Ke) = 6,4$ et 6,6 > 6,4 ; d'où la solution est basique.
b) L'eau pure a pour pH = 6,4.
c) Le produit ionique croit quand la température croit.

I-13

Equation de dissolution :$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2OH^-$
1) Les espèces en solution ; Ca^{2+}, OH^-, H_3O^+ ; H_2O.
2) Les concentrations: $[H_3O^+] = 5.10^{-13}$ $mol.\ell^{-1}$.
$[Ca^{2+}] = \frac{1}{2}[OH^-] = \frac{C_m}{M} = 10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$

3) pH = 12,3

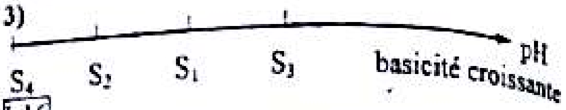
I-14

1) pKe = 12,6 ; donc la solution est basique.
2) pH = 12,6 + log [OH⁻] = 9,3.
3) $[OH^-] = 10^{-(pKe - pH)} \approx 1,3.10^{-8}$ $mol.\ell^{-1}$

I-15

1) $pH(S_2) = 11,5$
2) $[OH^-]_3 = 5.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$; $pH_3 = 11,7$.
$[OH^-]_4 = 2.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$; $pH_4 = 11,3$

3)



I-16

1) C'est une solution neutre du point de vue acido-basique puisque son pH = 7.
2) $[H_3O^+] = [OH^-] = 1,0.10^{-7}$ $mol.\ell^{-1}$
3) $[H_3O^+][OH^-] = 9,6.10^{-14}$, comme la solution contient autant d'ion hydronium que d'ion hydroxyde, on a :
$[H_3O^+] = [OH^-] = \sqrt{Ke} = 3,1.10^{-7}$ $mol.\ell^{-1}$

I-17

1) a) Précipité de AgCℓ ; $Ag^+ + C\ell^- \rightarrow AgC\ell$.
b) Dégagement de H_2 et apparition d'ions Fe^{2+} :
$Fe + 2\,H_3O^+ + 2\,C\ell^- \rightarrow Fe^{2+} + H_2 + 2\,H_2O + 2C\ell^-$
c) Aucune réaction.
2) a) –Précipité de AgCℓ
– $n(H_3O^+)$ ne varie pas, le pH ne varie pas.
b) Aucune observation
c) –apparition d'ions ferreux Fe^{2+} ; dégagement de H
–$[H_3O^+]$ diminue et le pH augmente
d) Aucune réaction.
e) $n(H_3O^+)$ invariable ; $[H_3O^+]$ diminue ; pH augmente de 2 à 2,3.
f) $n(H_3O^+)$ augmente mais $[H_3O^+]$ reste constante ; pH = 2 reste égal à 2.
g) $n(H_3O^+)$ augmente ; pH diminue de 2 à 1,5.

Chap II : ACIDES FORTS ET BASES FORTES

II-1

1) a)V; b)V; c)F; d)V; e)F
2) a)V; b)F; c)F; d)F; e)V
3) a)V; b)F; c)V; d)F; e)V

II-2

1) Soit V le volume de chlorure d'hydrogène mis en solution à 25°C : la quantité de matière correspondante est :
$n_0(HC\ell) = \frac{V}{V_{mol}} = \frac{1,5}{24,5} \approx 6,1.10^{-2}$ mol.

2) Equation de la dissolution :
$HC\ell + H_2O \rightarrow H_3O^+ + C\ell^-$
3) La concentration C de la solution s'écrit :
$C = \frac{n_0(HC\ell)}{V(solution)} = \frac{6,1.10^{-2}}{5}$, soit $C \approx 1,2.10^{-2}$ $mol.\ell^{-1}$.

acide chlorhydrique est un acide fort, donc : pH = -log
soit pH = 1,[illegible]
4) La quantité d'acide chlorhydrique mise en solu
n'ayant pas été modifiée, la nouvelle solution d'acide

chlorhydrique a pour concentration :

$$C' = \frac{n(HC\ell)}{V(solution)} = \frac{6,1.10^{-2}}{15} \approx 4.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$$ et pH = 2,4.

II-3

1) L'équation de la dissolution : $NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$

2) Il s'agit d'une simple dilution

$$C_AV_A = C_BV_B = C_B(V_A + V_{eau}) \Rightarrow V_{eau} = \frac{C_AV_A}{C_B} - V_A$$

$$V_{eau} = \frac{10^{-14+pH_A}V_A}{10^{-14+pH_B}} - V_A = \frac{10^{-14+12}\times 0,05}{10^{-14+10,7}} - 0,05 = 948\ m\ell.$$

3) La masse de NaOH à dissoudre

$$C_B = \frac{m}{MV_B} \Rightarrow m = C_BMV_B = 10^{-14+10,7}\times 40 \times (0,948+0,05)$$

$m\,(NaOH) = 2.10^{-2}\ g = 20\ mg$;

Nécessité d'une balance très sensible pour peser une telle masse. Pour préparer une telle solution, il est préférable de diluer une solution plus concentrée.

II-4

On a la relation $[H_3O^+]\times[OH^-] = 1,0.10^{-14}$ à 25°C.

Solutions	$HC\ell$	NaOH	$Ba(OH)_2$	$HC\ell O_4$
c	$2,5.10^{-6}$	$3,1.10^{-2}$	$2,0.10^{-4}$	$6,3.10^{-4}$
$[H_3O^+]$	$2,5.10^{-6}$	$3,2.10^{-13}$	$2,5.10^{-11}$	$6,3.10^{-4}$
$[OH^-]$	$4,0.10^{-8}$	$3,1.10^{-2}$	$4,0.10^{-4}$	$1,6.10^{-11}$
pH	5,6	12,5	10,6	3,2
Nature	acide	basique	basique	acide

II-5

1) $HC\ell + H_2O \rightarrow H_3O^+ + C\ell^-$

2) En négligeant les ions H_3O^+ provenant de l'autoprotolyse de l'eau devant ceux apportés par la dissolution du chlorure d'hydrogène on a :

$$c_1 = \frac{n_1(HC\ell)}{V_1} = \frac{n_1(H_3O^+)}{V_1} = 10^{-pH}\ ;\ n_1(HC\ell) = \frac{V_{HC\ell}}{V_M} \Rightarrow$$

$V_{HC\ell} = n_1(HC\ell) \times V_M = 10^{-pH}\times V_1 \times V_M = 1,5.10^{-1}\ \ell$

$c_1 = 3,2.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$.

3) $HC\ell + H_2O \rightarrow H_3O^+ + C\ell^-$

$n_1 \qquad\qquad\qquad n_1 \qquad n_1$

$HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NO_3^-$

$n_2 \qquad\qquad\qquad n_2 \qquad n_2$

L'acide nitrique étant entièrement ionisé, à partir d'une quantité de n_2 moles d'acide nitrique apportée on obtient donc une quantité de n_2 moles d'ions hydronium et n_2 moles d'ions nitrate NO_3^-.

Les ions $C\ell^-$ et NO_3^- sont des ions indifférents : ils ne subissent qu'une dilution lors du mélange.

$$[C\ell^-] = \frac{c_1V_1'}{V_1' + V_2'} \text{ et } [NO_3^-] = \frac{c_2V_2'}{V_1' + V_2'}$$

La solution S_3 est une solution acide car elle est un mélange d'acides entièrement ionisés, donc :

$[OH^-] << [H_3O^+]$. La neutralité électrique de la solution S_3 permet d'écrire : $[H_3O^+] = [C\ell^-] + [OH^-] + [NO_3^-]$, soit, en tenant compte de la remarque précédente :

$$[H_3O^+] \approx [C\ell^-] + [NO_3^-] \approx \frac{c_1V_1' + c_2V_2'}{V_1' + V_2'} \approx 2,5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$$

Par définition, $pH = -\log[H_3O^+] = 1,6$.

II-6

Calculons la concentration C_0 de la solution contenue dans la bouteille. Considérons un volume $V_{solution}$ de solution de la bouteille, on a

$$C_0 = \frac{n(HC\ell)}{V(Solution)} \text{ avec } \begin{cases} n = \dfrac{m(HC\ell)}{M(HC\ell)} \\ m(HC\ell) = P \times m(solution) \\ m(solution) = \rho V(solution) \end{cases} \Rightarrow$$

$$C_0 = \frac{P\times\rho}{M(HC\ell)} = \frac{0,37\times 1190}{36,5} = 12,06\ mol.\ell^{-1}$$

La concentration C après dilution :

$$C = \frac{C_0V_0}{V} = \frac{12,06\times 4,15.10^{-3}}{500.10^{-3}} = 0,100\ mol.\ell^{-1}$$

II-7

1) La concentration : $C = \frac{C_m}{M} = \frac{1,85}{74} = 2,5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$

2) Equation de la dissolution :

$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2OH^-$

3) $[OH^-] = 10^{-14+pH} = 10^{-14+10,7} = 5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$.

Si l'ionisation est totale on doit obtenir :

$[OH^-] = 2C = 5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$. Ce qui est vérifié.

II- 8

1) $HBr + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Br^-$

2) $C_1 = \frac{C_m}{M} = 0,01\ mol.\ell^{-1}$; $[H_3O^+] = 10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$.

On constate que : $[H_3O^+] = C_1$; l'acide bromhydrique est donc un acide fort.

3) $[H_3O^+] = 3,98.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$; $[OH^-] = 2,5.10^{-13}\ mol.\ell^{-1}$

$[Br^-] = 10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$. La relation d'électroneutralité permet de déterminer : $[C\ell^-] = 2,98.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$

$V_2(HC\ell) = [C\ell^-]\times V_M \times V_1 = 3,34.10^{-1}\ \ell$.

II-9

1) L'équation de la dissolution :

$H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{2-}$.

2) Le volume V_0

–Déterminons C_0, la concentration de la solution commerciale :

$$C_0 = \frac{P\times d\times\rho_{eau}}{M(H_2SO_4)} = \frac{0,9\times 1,815\times 1000}{98} = 16,67\ mol.\ell^{-1}$$

–Le volume V_0: $V_0 = \frac{C_AV_A}{C_0} = \frac{1\times 1}{16,67} \cong 0,06\ \ell$

3) Le volume V_A à utiliser pour préparer :

- la solution B :

$$V_A = \frac{C_BV_B}{C_A} = \frac{10^{-pH_B}}{2}\times\frac{V_B}{C_A} = \frac{10^{-1,5}\times 500}{2\times 1} = 7,9\ m\ell$$

- la solution C :

$$V_A = \frac{C_CV_C}{C_A} = \frac{10^{-pH_C}}{2}\times\frac{V_C}{C_A} = \frac{10^{-1}\times 250}{2\times 1} = 12,5\ m\ell$$

4) Le pH de la solution obtenue

Déterminons la concentration en ion H_3O^+ de la solution D

$$[H_3O^+]_D = \frac{n_B(H_3O^+) + n_C(H_3O^+)}{V_B + V_C} = \frac{10^{-pH_B} V_B + 10^{pH_C} V_C}{V_B + V_C}$$

$$[H_3O^+]_D = \frac{10^{-1,3} \times 0,5 + 10^{-1} \times 0,25}{0,75} = 5,4.10^{-2}\ \text{mol}.\ell^{-1}.$$

Le pH de la solution D : $pH_D = -\log[H_3O^+] = 1,3$

II-10

1) Déduisons le pH inconnu

Les solutions A et B étant des acides forts, les ions H_3O^+ apportés par les deux solutions A et B s'ajoutent lors du mélange.

$n_C(H_3O^+) = n_A(H_3O^+) + n_B(H_3O^+) \Rightarrow$

$n_B(H_3O^+) = n_C(H_3O^+) - n_A(H_3O^+) \Rightarrow$

$$C_BV_B = C_CV_C - C_AV_A \Rightarrow [H_3O^+]_B = C_B = \frac{C_CV_C - C_AV_A}{V_B}$$

$$[H_3O^+]_B = \frac{10^{-pH_C}V_C - 10^{-pH_A}V_A}{V_B} = \frac{10^{-2,8} \times 0,5 - 10^{-2,5} \times 0,2}{0,3}$$

$[H_3O^+]_B = 5,3.10^{-4}\ \text{mol}.\ell^{-1}$ et $pH_B = -\log[H_3O^+]_B = 3,3.$

2) Le pH de la solution obtenue.

Les ions H_3O^+ apportés par les solutions HI et HCℓ s'ajoutent.

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-pH_1}V_1 + 10^{-pH_2}V_2}{V_1 + V_2} = \frac{10^{-3} \times 0,3 + 10^{-4} \times 0,7}{1}$$

$[H_3O^+] = 3,7.10^{-4}\ \text{mol}.\ell^{-1}$ et $pH = -\log[H_3O^+] = 3,4$

II-11

1) Le pH de la solution finale

Déterminons la concentration des ions OH^- dans le mélange final : $[OH^-] = \dfrac{\frac{m}{M} + 10^{-14+pH} \times V}{V_T} = \dfrac{\frac{0,8}{40} + 10^{-14+12} \times 1}{1,5}$

$[OH^-] = 2.10^{-2}\ \text{mol}.\ell^{-1}$ et $pH = 14 + \log[OH^-] = 12,3$

2) Le pH de la solution préparée $pH \approx 11,4$

Les ions OH^- apportés par KOH et NaOH s'ajoutent dans le mélange, ce sont des bases fortes qui se dissocient totalement.

$$[OH^-] = \frac{10^{-14+pH_1} \times V_1 + 10^{-14+pH_2} \times V_2}{V_1 + V_2}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14+11,5} \times 0,4 + 10^{-14+11} \times 0,2}{0,6} = 2,4.10^{-3}\ \text{mol}.\ell^{-1}.$$

$pH = 14 + \log[OH^-] = 11,4$

II-12

1) L'équation de la réaction :

$$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2\,OH^-$$

2) Calculons les concentrations et le pH.

$$C_A = \frac{m}{MV} = \frac{0,5}{74 \times 0,5} = 1,35.10^{-2}\ \text{mol}.\ell^{-1}.$$

$[OH^-] = 2C_A = 2,7.10^{-2}\ \text{mol}.\ell^{-1}$; $pH_A = 14 + \log[OH^-] = 12,4$

3) Le pH inconnu

$n_C(OH^-) = n_A(OH^-) + n_B(OH^-) \Rightarrow$

$n_B(OH^-) = n_C(OH^-) + n_A(OH^-)$

$C_BV_B = 10^{-14+pH_C} \times V_C - 2C_AV_A$

La solution B étant une monobase forte :

$$[OH^-]_B = C_B = \frac{10^{-14+pH} \times V_C - 2C_AV_A}{V_B}$$

$$[OH^-]_B = \frac{10^{-14+12,2} \times 1 - 2 \times 2,7.10^{-2} \times 0,5}{0,5} = 4,7.10^{-3}\ \text{mol}.\ell^{-1}$$

$pH_B = 14 + \log[OH^-]_B = 11,7$

II-13

1) a) L'équation de la réaction : $H_2 + C\ell_2 \rightarrow 2HC\ell$

b) le volume HCℓ obtenu.

Selon l'équation, H_2 et $C\ell_2$ réagissent mol à mol, par conséquent H_2 est en excès dans le mélange initial, on en déduit : $V_{HC\ell} = 2\,V(C\ell_2) = 7,5\ \ell.$

2) a) Les concentrations des espèces

L'équation de la dissolution: $HC\ell + H_2O \rightarrow H_3O^+ + C\ell^-$

$[H_3O^+] = 10^{-3}\ \text{mol}.\ell^{-1}$; $[OH^-] = 10^{-11}\ \text{mol}.\ell^{-1}$;

$[C\ell^-] = 10^{-3}\ \text{mol}.\ell^{-1}.$

b) le volume molaire des gaz:

$$V_M = \frac{V(HC\ell)}{n(HC\ell)} = \frac{V(HC\ell)}{[C\ell^-] \times V} = \frac{7,5}{10^{-3} \times 105} = 7,14\ \text{mol}.\ell^{-1}$$

3) La nouvelle valeur du pH. *Il s'agit d'une dilution simple :*

$$[H_3O^+] = \frac{C_1V_1}{V_1 + V_2} = \frac{10^{-3} \times 0,25}{1,25} = 2.10^{-4}\ \text{mol}.\ell^{-1} \text{ et } pH = 3$$

4) Le volume d'acide chlorhydrique :

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = \dfrac{C_1'V_1' + CV}{V_1' + V}$ avec $C_1' = 2.10^{-4}\ \text{mol}.\ell^{-1}$ et $V_1' = 1,25\ \ell.$

$$V = \frac{10^{-pH}V_1' - C_1'V_1'}{C - 10^{-pH}} = \frac{10^{-3} \times 1,25 - 2.10^{4} \times 1,25}{10^{-2} - 10^{-3}} = 0,11\ell$$

II-14

1) $C_2H_5OH + Na \rightarrow C_2H_5O^- + Na^+ + \frac{1}{2}H_2$

On a : $n(Na) = \dfrac{m}{M} = \dfrac{0,92}{23} = 4,0.10^{-2}$ mol ;

$n(C_2H_5OH) = \dfrac{m}{M} = \dfrac{\rho V_0}{M} = \dfrac{0,79 \times 5}{46} = 8,6.10^{-2}$ mol.

La réaction entre C_2H_5OH et Na étant mol à mol, et $n(Na) < n(C_2H_5OH)$, le sodium est par conséquent en défaut.

2) $C_2H_5O^- + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + OH^-.$

3) $[OH^-] = \dfrac{n(OH^-)}{V} = \dfrac{n(C_2H_5O^-)}{V} = \dfrac{n_0(Na)}{V} = 4,0.10^{-2}\ \text{mol}.\ell^{-1}$ et $pH = 12,6.$

II-15

1) On mesure V_i avec une pipette graduée.

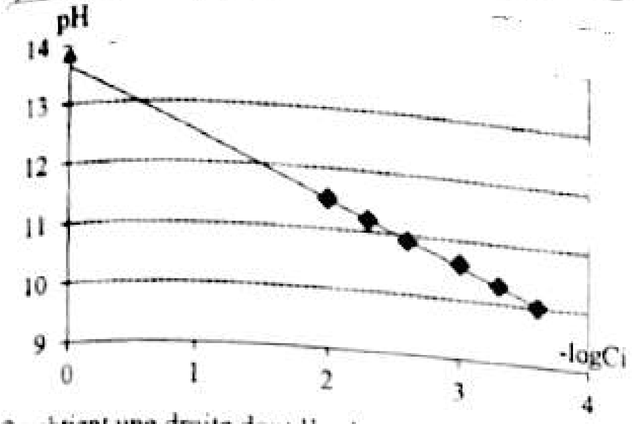
2) Quant le ph-mètre quitte une solution concentrée vers une solution diluée, il peut modifier le pH de la solution diluée à cause des restes d'acide concentré sur les électrodes.

3)

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S
V_i(mℓ)	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	2
pH	10,0	10,3	10,6	10,9	11,2	11

Ci	$2,5.10^{-4}$	5.10^{-4}	10^{-3}	$2,5.10^{-3}$	5.10^{-3}	10^{-2}
−logCi	3,6	3,3	3	2,6	2,3	2

4) **Le graphe**



On obtient une droite dont l'ordonnée à l'origine est le pKe de l'eau à 37°C pKe = 13,6 et Ke = 2,5 10^{-14} Le pH de l'eau pure est $pH = \frac{1}{2} pKe = 6,8$

II-16

1) **a)** $(Ag^+ + NO_3^-) + H_3O^+ + C\ell^- \rightarrow AgC\ell + H_3O^+ + NO_3^-$

ou plus simplement : $Ag^+ + C\ell^- \rightarrow AgC\ell$

b) $C_1 = [C\ell^-] = \frac{n_{C\ell}}{V}$ or $n_{C\ell} = n_{AgC\ell} = \frac{m(AgC\ell)}{M(AgC\ell)}$ d'où

$C_1 = \frac{m}{MV} = 1,2.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}

2) A un monoacide fort : $pH_1 = -\log C_1 = 1,92$
B est un diacide fort : $pH_2 = -\log 2C_2 = 1,52$
C est un monoacide fort de concentration

$C_3 = \frac{6,48}{M(HBr)} = 0,08$ mol.ℓ^{-1}, On a $pH_3 = -\log C_3 \approx 1,1$.

3) **a)** Les équations des réactions sont
$HC\ell + H_2O \rightarrow H_3O^+ + C\ell^-$, $HBr + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Br^-$,
$H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{2-}$.

Espèces présentes H_3O^+, OH^-, $C\ell^-$, Br^-, SO_4^{2-} et H_2O

$[C\ell^-] = \frac{C_1V_1}{V_1 + V_2 + V_3} = 4\ 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.

$[Br^-] = \frac{C_3V_3}{V_1 + V_2 + V_3} = 0,02$ mol.ℓ^{-1}

$[SO_4^{2-}] = \frac{C_2V_2}{V_1 + V_2 + V_3} = 6,25\ 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}

b) Relation d'électroneutralité

$[H_3O^+] = 2[SO_4^{2-}] + [Br^-] + [C\ell^-] + [OH^-]$

Le mélange est suffisamment acide, $[OH^-] << [H_3O^+]$.

$[H_3O^+] = 2[SO_4^{2-}] + [Br^-] + [C\ell^-] = 3,65\ 10^{-2}$ mol.ℓ^{-1},

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = 2,74\ 10^{-13}$ mol.ℓ^{-1},

pH du mélange : $pH = -\log [H_3O^+] = 1,4$

II-17

1) Pour S_1 monobase forte $pH_1 = 14 + \log C_1 = 11,9$
Pour S_2 dibase forte on a $pH_2 = 14 + \log(2C_2) = 11,6$
S_3 est une solution de sel $NaC\ell \rightarrow Na^+ + C\ell^-$

Relation d'électroneutralité :
$[H_3O^+] + [Na^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$ or $[Na^+] = [C\ell^-]$. D'où :
$[H_3O^+] = [OH^-]$; solution neutre et pH = 7

2) – Mise en évidence des ions Na^+ (test à la flamme) : lorsqu'on introduit grâce à un fil métallique inattaquable quelques gouttes de solution de soude dans la flamme d'un bec bunsen, on constate l'émission d'une lumière jaune intense dans la flamme. Cette lumière est due à la présence des ions Na^+

– Mise en évidence des ions OH^-.
Lorsqu'on verse quelques gouttes de soude dans une solution contenant les ions cuivre II : Cu^{2+}, on observe un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre $Cu(OH)_2$; la solution de soude contient donc des ions OH^-

3) **a)** $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$, $Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$.
Les espèces présentes sont : H_3O^+, OH^-, Na^+, Ca^{2+}.

$[Na^+] = \frac{C_1V_1}{V_1 + V_2 + V_0} = 1,6.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1};

$[Ca^{2+}] = \frac{C_2V_2}{V_1 + V_2 + V_0} = 8.10^{-4}$ mol.ℓ^{-1}

L'électroneutralité : $[H_3O^+] + [Na^+] + 2[Ca^{2+}] = [OH^-]$
Le mélange est supposé très basique donc : $[H_3O^+] << [OH^-]$
On a $[OH^-] = [Na^+] + 2[Ca^{2+}] = 3,2.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} et
$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = 3,2\ 10^{-12}$ mol.ℓ^{-1}

c) pH du mélange A $pH_A = -\log [H_3O^+] = 11,5$

d) $[Na^+] = \frac{C_1V_1 + \frac{m}{M}}{V_1 + V_2 + V_0} = 2,16.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}.

4) **a)** Concentration des espèces dans la solution B :
$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$, $Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$.
$NaC\ell \rightarrow Na^+ + C\ell^-$

$[Ca^{2+}] = \frac{C_2V_2}{V_1 + V_2 + V_3} = 8.10^{-4}$ mol.ℓ^{-1}.

$[C\ell^-] = \frac{C_3V_3}{V_1 + V_2 + V_3} = 4.10^{-4}$ mol.ℓ^{-1}.

Les ions Na^+ sont apportés par les solutions S_1 et S_3 ; par conséquent : $[Na^+] = \frac{C_1V_1 + C_3V_3}{V_1 + V_2 + V_3} = 2.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}.

Relation d'électroneutralité :
$[H_3O^+] + 2[Ca^{2+}] + [Na^+] = [C\ell^-] + [OH^-] \Rightarrow$
$[OH^-] - [H_3O^+] = 2[Ca^{2+}] + [Na^+] - [C\ell^-] = 3,2.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}
En négligeant $[H_3O^+]$ devant $[OH^-]$, on a :
$[OH^-] = 3,2\ 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1};

$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = 3,12.10^{-12}$ mol.ℓ^{-1}

b) pH_B de la solution B : $pH_B = -\log [H_3O^+] = 11,5$.

II-18

1) On observe un précipité bleu d'hydroxyde de cuivre :
$Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2$

2) On a $n(Cu^{2+}) = n(CuSO_4) = 6.10^{-2}$ mol
$n(OH^-) = n(NaOH) = 8.10^{-2}$ mol

Il faut 2 moles de OH^- pour 1 mol de Cu^{2+} ; alors les ions Cu^{2+} sont en excès. La quantité de matière $Cu(OH)_2$ obtenue est limitée par la quantité de matière initiale de OH^-.
On obtiendra : $n(Cu(OH)_2) = 4.10^{-2}$ mol soit m = 3,92 g.

II–19

Partie A

1) $HC\ell + H_2O \rightarrow H_3O^+ + C\ell^-$

$Ca(OH)_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2OH^-$

2) Espèces $C\ell O_4^-$, SO_4^{2-}, $C\ell^-$; H_3O^+, OH^- ; H_2O

$[C\ell O_4^-] = 3{,}135.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$; $[SO_4^{2-}] = 5.10^{-5}\ mol.\ell^{-1}$;
$[C\ell^-] = 2{,}5.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$;
$[H_3O^+] = \dfrac{n(HC\ell O_4) + 2n(H_2SO_4) + n(HC\ell)}{2} = 2{,}9.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$; $[OH^-] = 3{,}45.10^{-12}\ mol.\ell^{-1}$ 3) $pH_{s_1} = 2{,}54$

3) $C_1V_1 = C_fV_f$; $V_1 = 3{,}45.10^{-4}\ell = 0{,}35\ m\ell$.

Partie B

1) $[OH^-] = \dfrac{n(NaOH) + 2n(Ca(OH)_2)}{2} = 5{,}2.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$

$pH_{s_2} = 14 + \log[OH^-] = 11{,}72$.

2) $n(KOH) = n_f(OH^-) - n_{s2}(OH^-) \approx 1{,}95.10^{-2}$ mol

$[KOH]_{s'} = \dfrac{0{,}0195}{0{,}1} = 0{,}195\ mol.\ell^{-1}$, m = CVM = 10,92 g

3) Na^+ ; Ca^{2+} ; $C\ell^-$, OH^-, H_3O^+ ; K^+ ; H_2O

$[Na^+] = 2{,}52.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$, $[C\ell^-] = 2{,}5.10^{-5}\ mol.\ell^{-1}$;
$[Ca^{2+}] = 5.10^{-5}\ mol.\ell^{-1}$, $[K^+] = 9{,}75.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$;
$[OH^-] = 10^{-13}\ mol.\ell^{-1}$;
$[Na^+] + [K^+] + 2[Ca^{2+}] + [H_3O^+] = 0{,}1\ mol.\ell^{-1}$
$[OH^-] + [C\ell^-] = 0{,}1\ mol.\ell^{-1}$
La solution est électriquement neutre.

II-20

1) $CH_3CH_2OH + Na \rightarrow CH_3CH_2O^- + Na^+ + \frac{1}{2}H_2$

2) $[C_2H_5ONa] = [Na^+] = \dfrac{m(Na)}{M_{Na} \times V} = C = 0{,}2\ mol.\ell^{-1}$

3) $C_2H_5O^- + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + OH^-$, la réaction étant vive, il y a risque de projection de solution.

$[C_2H_5ONa] = [OH^-] = \dfrac{CV}{V_f} = 4.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$ et pH =12,6.

4) $H_2O + Na \rightarrow Na^+ + OH^- + \frac{1}{2}H_2$

$C = [Na^+] = [OH^-] = \dfrac{m}{MV} = 4.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$ et pH = 12,6.

Chap III : ACIDES ET BASES FAIBLES

III-1

Le corps A est un acide, son pH est inférieur à 7 à 25°, si on dilue la solution, sa concentration diminue et son pH tend vers 7 donc augmente.

III-2

1) Les noms des espèces : C_6H_5COOH: acide benzoïque ; HF: acide fluorhydrique ; NH_3: ammoniac ; $C_2H_5O^-$: ion éthanolate ; HCOOH: acide méthanoïque ou formique , HNO_3 : acide nitrique ;$(CH_3)_2NH$: diméthylamine.

2) Les couples acide / base : $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$, HF / F^- ; NH_4^+ / NH_3 ; $C_2H_5OH / C_2H_5O^-$; $HCOOH /$ $HCOO^-$; HNO_3 / NO_3^- , $(CH_3)_2NH_2^+ / (CH_3)_2NH$

3) Equation des réactions des espèces avec l'eau

$C_6H_5COOH + H_2O \rightleftarrows C_6H_5COO^- + H_3O^+$

$HF + H_2O \rightleftarrows F^- + H_3O^+$; $NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

$C_2H_5O^- + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + OH^-$

$HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$

$HNO_3 + H_2O \rightarrow NO_3^- + H_3O^+$

$(CH_3)_2NH + H_2O \rightleftarrows (CH_3)_2NH_2^+ + OH^-$

III-3

1) KNO_3 ; KCN ; Na_2CO_3; NH_4Br ; CaF_2 ; CH_3COONH_4

2) (A) : neutre ; (B), (C) et (E) : basique ; (D) : acide ;
pas de réponse immédiate.

3) Equation des réactious :

- $KNO_3 \rightarrow K^+ + NO_3^-$
- $KCN \rightarrow K^+ + CN^-$ et $CN^- + H_2O \rightleftarrows HCN + OH^-$
- $Na_2CO_3 \rightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$ et $CO_3^{2-} + H_2O \rightleftarrows HCO_3^- +$ OH^-
- $NH_4Br \rightarrow NH_4^+ + Br^-$ et $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$
- $CaF_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2F^-$ et $F^- + H_2O \rightleftarrows HF + OH^-$
- $CH_3COONH_4 \rightarrow CH_3COO^- + NH_4^+$

  $CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^-$

  $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

III-4

1) Préparation de S_1.

Déterminons la masse de $NH_4C\ell$ à dissoudre :
$m(NH_4C\ell) = C_1 \times V \times M(NH_4C\ell) = 2{,}68$ g. Cette masse es pesée et placée dans une fiole de 500 mℓ. On complète av de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

2) $NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

3) $[H_3O^+] = 7{,}9.10^{-6}\ mol.\ell^{-1}$, $[OH^-] = 1{,}3.10^{-9}\ mol.\ell^{-1}$
$[NH_3] \approx [H_3O^+] = 7{,}9.10^{-6}\ mol.\ell^{-1}$

$[NH_4^+] = C_2 - [NH_3] \approx C_2 \approx 1{,}0.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$.

La réaction de NH_4^+ avec l'eau n'est pas totale par consequent NH_4^+ est un acide faible

III-5

1) Equation d'ionisation

$$HCOOH + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + HCOO^-$$

L'ionisation est partielle car pH > – log C.

2) Concentration des espèces en solution

1er Cas

$[H_3O^+] = 1{,}26.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$; $[OH^-] \approx 8.10^{-12}\ mol.\ell^{-1}$
$[HCOO^-] \approx 1{,}26.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$; $[HCOOH] \approx 8{,}7.10^{-3}$ $mol.\ell^{-1}$.

2ème Cas

$[H_3O^+] = 4.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$; $[OH^-] \approx 2{,}5.10^{-11}\ mol.\ell^{-1}$
$[HCOO^-] \approx 4.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$; $[HCOOH] \approx 6.10^{-4}\ mol\ \ell$

3) Quantité d'acide ionisé :

1er cas : $n_1 = [HCOO^-]_{aq} \times 0{,}1 = 1{,}26.10^{-4}$ mol
2ème cas : $n_2 = 4.10^{-4}$ mol.

On a : $n_2 > n_1$, la dilution favorise la dissociation d'un acide faible en solution aqueuse.

III-6

1) L'éthylamine est une base faible car $pH_1 < 14+\log[OH^-]$

2) Equation de la réaction :

$$C_2H_5{-}NH_2 + H_2O \leftrightarrows C_2H_5{-}NH_3^+ + OH^-$$

Le couple acide/base : $C_2H_5{-}NH_3^+ / C_2H_5{-}NH_2$

3) $[H_3O^+] = 5,0.10^{-12}\ mol.\ell^{-1}$

$[OH^-] = [C_2H_5NH_3^+] = 2,0.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$.

$[C_2H_5NH_2] = C_1 - [C_2H_5NH_3^+] = 8,0.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$.

$\beta_1 = \dfrac{[OH^-]}{C_1} = 0,20$, soit $\beta_1 = 20\ \%$

4) $[H_3O^+] = 2,0.10^{-11}\ mol.\ell^{-1}$.

$[OH^-] = [C_2H_5NH_3^+] = 5,0\ .10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$

$[C_2H_5NH_2] = C_2 - [C_2H_5NH_3^+] = 5,0.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$.

$\beta_2 = \dfrac{[OH^-]}{C_2} = 0,5$ soit $\beta_2 = 50\ \%$.

5) $\beta_2 > \beta_1$: La dilution favorise la protonation d'une base faible.

III-7

1) La quantité d'ammoniac dissous

$n(NH_3) = \dfrac{V(NH_3)}{V_M} = \dfrac{1}{24,5} = 4,1.10^{-2}$ mol.

La concentration en espèces azotées

$[NH_3] = C = \dfrac{n(NH_3)}{V} = \dfrac{4,1.10^{-2}}{0,8} = 5,1.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$.

2) $[NH_4^+] \approx [OH^-] \approx 8,9.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$;

$[H_3O^+] \approx 1,1.10^{-11}\ mol.\ell^{-1}$; $[NH_3] \approx 5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$.

3) $[OH^-] \approx 2,5.10^{-5}\ mol.\ell^{-1}$; $[H_3O^+] \approx 4.10^{-10}\ mol.\ell^{-1}$

$[NH_4^+] \approx [C\ell^-] \approx 2.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$, $[NH_3] \approx 3,1.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$

4) $R_1 = 6,3.10^{-10}$; $R_2 = 6,2.10^{-10}$, $R_1 \approx R_2$. R est une constante.

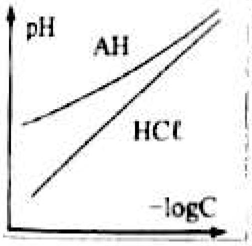
III-8

1) a) On utilise une pipette de volume v et une fiole de volume 10 v.

On prélève un volume v (par exemple 10 mℓ) de S_1 à l'aide de la pipette que l'on verse dans la fiole de volume 10 v (100 mℓ) et on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. On obtient une solution S_2 de concentration :

$C_2 = \dfrac{C_1 v}{10v} = \dfrac{C_1}{10} = 10^{-2} mol\ \ell^{-1}$

On effectue la même opération avec un prélèvement de volume v de S_2 pour préparer S_3.



b) Les solutions S_2 et S_3 étant des solutions d'acide fort, leur $pH = -\log C$ d'où : $pH_2 = 2$ et $pH_3 = 3$.

2) a) Les solutions S_1 et S'_1 ont même concentration $C = 10^{-1}\ mol.\ell^{-1}$. On a : $pH_1 < pH'_1$, l'acide AH est un acide faible, il est partiellement dissocié.

b) Allure des courbes $pH = -\log C$:
Lorsque la dilution augmente la courbe AH se rapproche de celle de HCℓ qui est la 1ère bissectrice. Quand on dilue un acide faible son comportement se rapproche de celui d'un acide fort.

3) a) Concentration des espèces dans la solution S'_1 :

$[H_3O^+] = 1,3.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$; $[OH^-] = 8.10^{-12}\ mol.\ell^{-1}$;
$[A^-] = 1,3.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$; $[AH] = 9,9.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$.

b) Valeur de α : $\alpha_1 = \dfrac{1,3.10^{-3}}{10^{-1}} = 1,3\%$; $\alpha_2 = \dfrac{10^{-3,4}}{10^{-2}} \cong 4\ \%$ et $\alpha_3 \cong 13\ \%$. Plus on dilue l'acide faible plus il se dissocie.

III-9

1) $[OH^-] \approx [C_2H_5NH_3^+] \approx 6,3.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$;

$[C_2H_5NH_2] \approx 9,4.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$; 6,3 % ont réagi ;

$n_1(C_2H_5NH_2) \approx 2,8.10^{-3}$ mol.

2) $[C_2H_5NH_3^+] \approx [C\ell^-] \approx 5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$;

$[C_2H_5NH_2] \approx 7,5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$;

$n_2(C_2H_5NH_2) \approx 3.10^{-3}$ mol ; on a $n_1 \cong n_2$: il n'y a pas eu de réaction, mais une dilution simple.

III-10

1) a) Masse de cristaux : m = nM = CVM = 2, 675g.

b) Equation qui justifie le pH acide :

$$NH_4^+ + H_2O \leftrightarrows NH_3 + H_3O^+$$

c) Les concentrations des espèces :

$[H_3O^+] = 8.10^{-6}\ mol.\ell^{-1}$, $[OH^-] = 1,3.10^{-9}\ mol.\ell^{-1}$;

$[NH_4^+] \cong [C\ell^-] = 10^{-1} mol.\ell^{-1}$;

$[NH_3] \cong [H_3O^+] = 8.10^{-6}\ mol.\ell^{-1}$.

2) a) $n(NH_4^+) = CV = 2.10^{-3}$ mol

b) $n(OH^-) = C'V' = 10^{-3}$ mol.

3) $n_s(OH^-) = 10^{-14+pH} \times V_f = 4.10^{-7}$ mol.

- De l'électroneutralité : $n_s(NH_4^+) = 10^{-3}$ mol.
- Initialement dans le mélange on a introduit :

$n(NH_4^+) = 2n(OH^-)$ et finalement dans le mélange, il reste $\dfrac{n(NH_4^+)}{2}$, les ions OH^- ont pratiquement entièrement disparu ; il s'est donc produit une réaction totale entre NH_4^+ et OH^- dont l'équation est : $NH_4^+ + OH \rightarrow NH_3 + H_2O$.

III-11

1) $[C\ell^-] \approx [H_3O^+] \approx 10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$;
$[OH^-] \approx 10^{-11}\ mol.\ell^{-1}$. $V(HC\ell) \approx CVV_M = 4,48\ cm^3$.

2) $n_s(H_3O^+) \approx 10^{-5}$ mol

- $n_{s1}(H_3O^+) = 10^{-5}$ mol ; Il n'y a pas de réaction mais une simple dilution.

3) a) $n(H_3O^+)_{S_2} \approx 2.10^{-8}$ mol ;

- $n(H_3O^+)_S \approx 10^{-5}$ mol. Le nombre de mol de H_3O^+ a diminué, il y a eu réaction chimique entre H_3O^+ et CH_3COO^- traduite par l'équation :

$CH_3COO^- + H_3O^+ \rightarrow CH_3COOH + H_2O$.

b) les espèces dans la solution :
H_3O^+ ; OH^- ; CH_3COO^- ; CH_3COOH ; Na^+, $C\ell^-$; H_2O.

c) Les concentrations des espèces :

$[H_3O^+] = 4.10^{-7}$ mol.ℓ$^{-1}$; $[OH^-] = 2,5.10^{-8}$ mol.ℓ$^{-1}$;
$[Na^+] = 8.10^{-3}$mol.ℓ$^{-1}$; $[Cℓ^-] = 2.10^{-4}$mol.ℓ$^{-1}$;
$[CH_3COO^-]_{aq} \approx 7,8.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$;
$[CH_3COOH]_{aq} \approx 2.10^{-4}$ mol.ℓ$^{-1}$

III-12

1) a) L'équation de la réaction de HCℓ et H_2O :
$HCℓ + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cℓ^-$
b) L'équation de la réaction de HCOOH et H_2O : $HCOOH + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + HCOO^-$

2) a) Déterminons la concentration et le pH de S_1
HCℓ étant un acide fort, $pH_1 = -\log C_1$ avec $C_1 =$
$\frac{V_0}{V_M V} = \frac{0,112}{22,4\times0,5} = 10^{-2}$ mol/L et donc $pH_1 = 2$
b) Comparons : on a $pH_1 < pH_2$, HCℓ étant un acide fort alors l'acide méthanoïque est un acide faible.

3) a) Les concentrations des espèces dans le mélange S.
H_3O^+ ; OH^- ; HCOOH ; $HCOO^-$; H_2O
$[H_3O^+] = 10^{-3,1} = 7,9.10^{-4}$ mol/L ; $[OH^-] = 1,3.10^{-11}$ mol/L ;
$[HCOO^-]_{aq} = [H_3O^+] = 7,9.10^{-4}$ mol/L ;
$[HCOOH]_{aq} = \frac{C_1\times20.10^{-3}}{(20+20).10^{-3}} - [HCOO^-]_{aq}$ (Il faut tenir compte de la dilution entrainée par l'ajout d'eau)
$[HCOOH]_{aq} = 5.10^{-3} - 7,9.10^{-4} = 4,2.10^{-3}$ mol/L
b) Les concentrations des espèces dans le mélange S'.
H_3O^+ ; OH^- ; HCOOH ; $HCOO^-$; Na^+ ; H_2O
$[H_3O^+] = 10^{-7,7} = 2.10^{-8}$ mol/L ; $[OH^-] = 5.10^{-7}$ mol/L ;
$[Na^+] = \frac{10^{-2}\times20.10^{-3}}{(20+20).10^{-3}} = 5.10^{-3}$mol/L ;
$[HCOO^-]_{aq} = [Na^+] + [H_3O^+] - [OH^-] = 5.10^{-3}$ mol/L ;
$[HCOOH]_{aq} = \frac{C_1\times20.10^{-3}}{(20+20).10^{-3}} - [HCOO^-]_{aq}$ (Il faut tenir compte de la dilution entrainée par l'ajout de NaOH)
$[HCOOH]_{aq} = 5.10^{-3} - (5.10^{-3} + 2.10^{-8} - 5.10^{-7}) = 4,8.10^{-7}$ mol/L.

4) Comparons :
$n_i(HCOOH) = 10^{-2}\times20.10^{-3} = 2.10^{-4}$ mol
$n_S(HCOOH) = 4,2.10^{-3}\times40.10^{-3} = 1,7.10^{-4}$ mol
$n_S(HCOOH) = 4,8.10^{-7}\times40.10^{-3} = 1,9.10^{-8}$ mol
Dans le mélange S, il y a eu une simple dilution car $n_i(HCOOH) \approx n_S(HCOOH)$
Dans le mélange S', il y a eu réaction chimique car $n_{S'}(HCOOH) \ll n_i(HCOOH)$

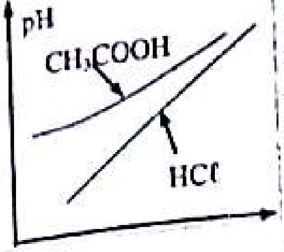
III-13

1) $m = CVM(Na_2SO_3,7H_2O) = 0,50$ g.
2) a) $SO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrows HSO_3^- + OH^-$
b) HSO_3^-/SO_3^{2-} ;
c) H_2SO_3 aussi noté : H_2O, SO_2
3) Le pH de S_2 doit être supérieur à 7 et inférieur à celui de S_1, donc c'est Adama qui a raison.

III-14

1) On a : $C' = \frac{C}{2}$: il faut diluer au demi. Il faut pipeter 25 mℓ de la solution initiale, l'introduire dans une fiole jaugée de 50 mℓ et ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée.
2) a)Les valeurs de $-\log C$: 1,3 ; 2,0 ; 2,3 ; 3,0 ; 4,0 ; 5,0

b) Graphe



c) La courbe de l' [illegible] que coïncide avec la bissectrice : pH = − log C ou $[H_3O^+] = C$, c'est un acide fort, pH = $-\log 5,0.10^{-4} = 3,3$.
d) La courbe de l'acide éthanoïque est telle que : pH > $-\log C$ ou $[H_3O^+] < C$.
3) $C = 1,0.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$; pH = 2,4 signifie :
$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = 4,0.10$ mol.ℓ$^{-1}$ et
$[CH_3COOH] = C - [CH_3COO^-] = 9,6.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$.
- $C = 1,0.10^{-4}$ mol.ℓ$^{-1}$; pH = 4,4 signifie :
$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = 4,0.10^{-5}$ mol.ℓ$^{-1}$ et $[CH_3COOH] = 6,0.10^{-5}$ mol.ℓ$^{-1}$.

4) $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C}$; α = 4,0 % et α = 60 %.

5) Sa transformation par réaction avec l'eau est de plus en plus avancée ; l'acide faible est donc plus dissocié lorsque sa concentration diminue. Quand on dilue un acide faible son comportement se rapproche de celui d'un acide fort.

III-15

1) a) L'équation bilan :
$C_6H_5COONa \rightarrow C_6H_5COO^- + Na^+$
b) L'ion benzoate est une base faible car $14 + \log C_B = 12$ et 12 > 8,1
c) L'équation bilan : $C_6H_5COO^- + H_2O \leftrightarrows C_6H_5COOH + OH^-$
d) Les espèces chimiques : $C_6H_5COO^-$; C_6H_5COOH ; H_3O^+ ; OH^- ; Na^+ ; H_2O
Les concentrations : $[H_3O^+] = 10^{-8,1} = 7,9.10^{-9}$ mol/L ;
$[OH^-] = 1,3.10^{-6}$ mol/L ; $[Na^+] = 1,0.10^{-2}$ mol/L ;
$[C_6H_5COO^-] \approx 1,0.10^{-2}$ mol/L ; $[C_6H_5COOH] = 1,3.10^{-6}$ mol/L

2) a) Le nombre de mol d'ion H_3O^+ initialement dans A
$n_i(H_3O^+) = C_AV_A = 10^{-2}\times20.10^{-3} = 2.10^{-4}$ mol
Le nombre de mol d'ion $C_6H_5COO^-$ initialement présent dans la solution B
$n_i(C_6H_5COO^-) = C_BV_B = 10^{-2}\times25.10^{-3} = 2,5.10^{-4}$ mol
b) Les nombres de mol dans le mélange C :
- $n_C(H_3O^+) = 10^{-pH}(V_A + V_B) = 10^{-3,7}\times45.10^{-3} = 9.10^{-6}$
- $n_C(C_6H_5COO^-) = n_C(H_3O^+) + n_C(Na^+) - n_C(Cℓ^-) - n_C(OH$
$n_C(C_6H_5COO^-) = 9.10^{-6} + C_BV_B - C_AV_A - 10^{-14+pH}(V_A+V_B)$
$n_C(C_6H_5COO^-) = 9.10^{-6} + 2,5.10^{-4} - 2.10^{-4} - 10^{-14+3,7}\times(45.10^{-3}) = 5,9.10^{-5}$ mol
- $n_C(C_6H_5COOH) = n_i(C_6H_5COO^-) - n_C(C_6H_5COO^-) = 2,5.10^{-4} - 5,9.10^{-5} = 1,9.10^{-4}$ mol

c) Comparons les nombres de mol d'acide benzoïque formé et les nombres de mol d'ion benzoate et hydronium ayant disparu.
On a $n_C(C_6H_5COOH) = n_i(C_6H_5COO^-) - n_C(C_6H_5COO^-) = n_i(H_3O^+) - n_C(H_3O^+) = 1,9.10^{-4}$ mol.
Il a disparu autant de H_3O^+ que de $C_6H_5COO^-$ preuve qu'une réaction chimique s'est produite entre ces deux espèces.
d) Calculons les proportions
$$\alpha_1 = \frac{n_i(C_6H_5COO^-) - n_C(C_6H_5COO^-)}{n_i(C_6H_5COO^-)} = 76,4\%$$

$\alpha_2 = \frac{n_i(H_3O^+) - n_C(H_3O^+)}{n_i(H_3O^+)} = \frac{2.10^{-4} - 9.10^{-6}}{2.10^{-4}} = 95,5\%$

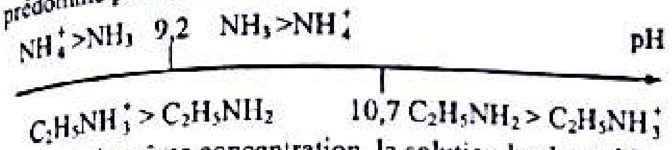
On a $\alpha_1 < \alpha_2$ car initialement l'ion benzoate est en excès par rapport à l'ion hydronium.

e) L'équation bilan : $C_6H_5COO^- + H_3O^+ \rightarrow C_6H_5COOH + H_2O$

Chap IV : LA CLASSIFICATION DES COUPLES ACIDE–BASE DANS L'EAU

IV-1

1) NH_4^+ prédomine pour pH < 9,2 et NH_3 prédomine pour pH > 9,2. $C_2H_5NH_3^+$ prédomine pour pH < 10,7 et $C_2H_5NH_2$ prédomine pour pH > 10,7.



2) Avec la même concentration, la solution la plus acide (celle qui a le plus petit pH) correspond à l'acide du couple de plus grand Ka(ou de plus petit pKa). La solution de chlorure d'ammonium sera donc plus acide que la solution de chlorure d'éthylammonium.

IV-2

1) HF est plus fort que C_6H_5COOH car $pKa_1 < pKa_2$

2) F^- est plus faible que $C_6H_5COO^-$ car $pKa_1 < pKa_2$.

3) La solution de C_6H_5COOH a le pH le plus élevé.

4) La solution de C_6H_5COONa a le pH le plus élevé.

IV-3

1) Une base est une espèce chimique capable de capter un proton H^+. On notera B_1H^+ ; B_2H^+ et B_3H^+, les formes acides des bases précédentes.

2) Une base forte réagit totalement avec l'eau en libérant des ions OH^- et une base faible réagit partiellement avec l'eau en libérant des ions OH^-.

3) B_3 est une base forte car : $pH = 14 + \log C_3 = 11,2$.

4) On utilise le Ka ou le pKa. Plus le Ka est faible plus la base est forte (ou plus le pKa est élevé plus la base est forte).

5) B_1 et B_2 sont deux bases faibles de même concentration donc la base la plus forte est celle qui aura le pH le plus élevé d'où B_2.

6) $pH = pKa + \log\frac{[B_2]}{[B_2H^+]} \Rightarrow pKa = pH - \log\frac{[B_2]}{[B_2H^+]}$

$[B_2H^+] \approx [OH^-] \approx 1,6.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$. $C = [B_2] + [B_2H^+]$.

$[B_2] = C - [B_2H^+] = 5.10^{-3} - 1,6.10^{-3} = 3,4.10^{-3} mol.\ell^{-1}$.

$pKa \cong 11,2 - \log\frac{3,4.10^{-3}}{1,6.10^{-3}} \cong 10,9$

IV-4

1) Etablissons l'expression du pH :

Pour une solution aqueuse, il existe une relation entre le pH, le pKa et la concentration. La connaissance de deux de ces grandeurs permet de déterminer la troisième.

$pH = pKa + \log\frac{[C_6H_5COO^-]_{aq}}{[C_6H_5COOH]_{aq}}$;

De l'électroneutralité : $[H_3O^+] \approx [C_6H_5COO^-]_a$ car $[OH^-] << [H_3O^+]$ d'où : $pH = pKa + \log\frac{[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]_{aq}}$

De la conservation de la matière :

$[C_6H_5COOH]_a = C - [C_6H_5COO^-]_a = C - [H_3O^+] = C$, car $[H_3O^+] << C$, on déduit alors : $pH = pKa + \log\frac{[H_3O^+]}{C} \Rightarrow$

$pH = pKa + \log[H_3O^+] - \log C \Rightarrow pH = \frac{1}{2}(pKa - \log C)$

AN : pH = 3,1

2) Déterminons le pH en ne considérant pas l'approximation : $Ka = \frac{[H_3O^+][C_6H_5COO^-]_a}{[C_6H_5COOH]_a}$

De l'électroneutralité : $[H_3O^+] \approx [C_6H_5COO^-]_a$ car $[OH^-] << [H_3O^+]$. De la conservation de la matière :

$[C_6H_5COOH]_a = C - [C_6H_5COO^-]_a = C - [H_3O^+]$.

On obtient alors : $Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]}$.

Posons: $x = [H_3O^+]$, $\Rightarrow x^2 + Ka.x - Ka.C = 0$. En résolvant on trouve : $x = [H_3O^+] = 7,6.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$ et donc pH = 3,1. On retrouve la même valeur du pH car l'acide est effectivement très peu dissocié et donc l'approximation de la question 1) est justifiée, $[H_3O^+] << C$.

IV-5

1) Pour le couple NH_4^+ / NH_3, $pK_A = -\log K_A = 9,2$.

Dans la solution étudiée, $pH > pK_A$; l'ammoniac NH_3 est donc l'espèce prédominante du couple.

2) $[NH_4^+]_{aq}$ et $[NH_3]_{aq}$ sont liées par la constante d'acidité du couple : $K_A = \frac{[NH_3]_{aq}[H_3O^+]_{aq}}{[NH_4^+]_{aq}}$, Soit : $\frac{[NH_3]_{aq}}{[NH_4^+]_{aq}} = \frac{Ka}{[H_3O^+]}$

En utilisant les relations de définition du pH et du pK_A, il vient : $\frac{[NH_3]_{aq}}{[NH_4^+]_{aq}} = 10^{pH - pK_A} = 10^{1,3} \approx 20$

Dans cette solution, il y a vingt fois plus de molécules d'ammoniac que d'ions ammonium.

IV-6

1) $CH_3COOH + H_2O \leftrightarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

2) De la conservation de CH_3COOH :

- $C = [CH_3COO^-]_{aq} + [CH_3COOH]_{aq}$ (1)
- Du pKa : $10^{pH-pKa} = \frac{[CH_3COO^-]_a}{[CH_3COOH]_a} \Rightarrow$

$[CH_3COOH]_{aq} = [CH_3COO^-]_{aq} \times 10^{pKa-pH}$.

- De l'électroneutralité; $[CH_3COO^-] \approx [H_3O^+] = 10^{-pH}$; d'où en remplaçant $[CH_3COOH]aq$ et $[CH_3COO^-]$ dans (1), on a :

$C = 10^{-pH} + 10^{-pH} \times 10^{pKa-pH} = 10^{-pH} + 10^{(pKa-2pH)}$

3) Calcul de C

$C = 10^{-3,9} + 10^{4,8-2\times3,9} = {}_10^{-3,9} + 10^{-3}$ et $C \approx 10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$

IV-7

1) a) $C_6H_5COONa \xrightarrow{eau} C_6H_5COO^- + Na^+$

b) On a : $14 + \log C = 12$, $pH > 7$ et $pH < 14 + \log C$:

$C_6H_5COO^-$ est une base faible.

$C_6H_5COO^- + H_2O \leftrightarrows C_6H_5COOH + OH^-$

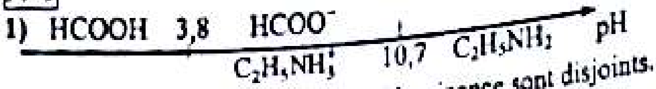
2) A pH = 5,5 ; $C_6H_5COO^-$ prédomine.

IV-8

1) A_2 est un acide fort, car pH (S_2) = $-\log C = 3$.
2) pKa (A_1/B_1) = 4,2 < 9,2 donc A_1 est plus fort que A_3.
3) pH (S_1) = 3,6 ; pH (S_2) = 3,0 ; pH (S_3) = 6,1.
4) B_2 ; B_1 ; B_3.

IV-9

1)

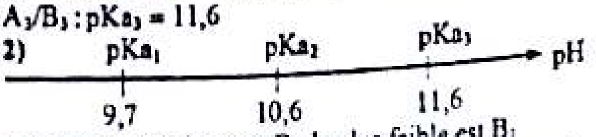


2) Non, car leurs domaines de prédominance sont disjoints. HCOOH prédomine pour pH < 3,8 et $C_2H_5NH_2$ prédomine pour pH >10,7.
3) Préparer par exemple deux solutions, l'une de HCOONa et l'autre de $C_2H_5NH_2$ de même concentration puis mesurer leur pH. On trouvera alors pH($C_2H_5NH_2$) > pH(HCOONa)

IV-10

1) $A_1/B_1 : pKa_1 = 9,7$; $A_2/B_2 : pKa_2 = 10,6$; $A_3/B_3 : pKa_3 = 11,6$

2)



La base la plus forte est B_3, la plus faible est B_1

3) $B_1 : pH_1 = 10,9$; $B_2 : pH_2 = 11,3$; $B_3 : pH_3 = 11,8$.

IV-11

1) $C_6H_5COOH + H_2O \leftrightarrows C_6H_5COO^- + H_3O^+$.
2) $[C_6H_5COO^-]_{aq} \approx [H_3O^+] = 1,12.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$
3) $s = \dfrac{C_m}{M} = 1,97.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$;

$[C_6H_5COOH]_{aq} = 1,86.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$.

4) $pKa = pH - \log \dfrac{[C_6H_5COO^-]_{aq}}{[C_6H_5COOH]_{aq}} \approx 4,2$

5) a) De la relation : $pH = pKa + \log \dfrac{[C_6H_5COO^-]_{aq}}{[C_6H_5COOH]_{aq}}$,

on déduit : $[C_6H_5COO^-]_a = 10^{pH-pKa}[C_6H_5COOH]_{aq}$

b) Si pH = 5,5 alors $[C_6H_5COO^-]_{aq} = 0,37$ mol.ℓ$^{-1}$
D'où : s ≈ 0,39 mol.ℓ$^{-1}$ = 47,58 g.ℓ$^{-1}$.

6) L'acide benzoïque précipite alors.

IV-12

1) L'équation de la réaction : $NH_3 + H_2O \leftrightarrows NH_4^+ + OH^-$
2) Calculons le pH

- On a : $\alpha = \dfrac{[OH^-]}{C_B} = \dfrac{[NH_4^+]}{C_B} \Rightarrow [NH_4^+] = \alpha C_B$
- De la conservation de NH_3, ona : $C_B = [NH_3] + [NH_4^+] \Rightarrow [NH_3] = C_B - [NH_4^+] = C_B - \alpha C_B = C_B(1-\alpha)$.
- $pH = pKa + \log\dfrac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$ en remplaçant $[NH_3]$ et $[NH_4^+]$ par leur expression on obtient :
- $pH = pKa + \log\dfrac{(1-\alpha)}{\alpha} \approx 11$

3) $[NH_4^+] \approx [OH^-] \approx 10^{-14+11} = 10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$.

$C_B = \dfrac{[NH_4^+]}{\alpha} = 5.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$

4) Determinons le volume V_A pour avoir un mélange de pH = 9,3

1ère méthode

On applique l'électroneutralité du mélange. Les espèces dans le mélange sont : NH_3 ; NH_4^+ ; H_3O^+ ; OH^- ; $C\ell^-$.

$[H_3O^+] + [NH_4^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$ (1)

Déterminons les differentes concentrations dans l'expression (1)

- Comme pH = 9,3 >7, alors $[H_3O^+]$ est négligeable.
- $[C\ell^-] = \dfrac{C_AV_A}{V_A+V_B}$; $[OH^-] = 10^{-14+pH} = 2.10^{-5}$ mol.ℓ$^{-1}$
- *Pour déterminer $[NH_4^+]$, on utilise le système d'équations comprenant l'expression du pKa et la conservation de NH_3.*

NB : Pour la conservation de NH_3, ne pas oublier de tenir compte de la dilution au cas où cette relation est établie avec les concentrations.

$$\begin{cases}\dfrac{C_BV_B}{V_A+V_B} = [NH_3]+[NH_4^+] \\ pH = pKa + \log\dfrac{[NH_3]}{[NH_4^+]}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\dfrac{C_BV_B}{V_A+V_B} = [NH_3]+[NH_4^+] \\ \dfrac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 10^{pH-pKa} = 10^{9,3-9,3} = 1\end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases}\dfrac{C_BV_B}{V_A+V_B} = [NH_3]+[NH_4^+] \\ [NH_3] = [NH_4^+]\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\dfrac{C_BV_B}{V_A+V_B} = 2[NH_4^+] \\ [NH_3] = [NH_4^+]\end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases}\dfrac{C_BV_B}{2(V_A+V_B)} = [NH_4^+] \\ [NH_3] = [NH_4^+]\end{cases}$$

En remplaçant dans (1) les diférentes concentrations par leur expression et en négligeant $[H_3O^+]$, on obtient :

$$\frac{C_BV_B}{2(V_A+V_B)} = \frac{C_AV_A}{V_A+V_B} + 10^{-14+pH} \text{ avec } 10^{-14+pH} = 2.10^{-5}$$

$$\Rightarrow C_BV_B = 2(C_AV_A) + 2.10^{-5} \times 2(V_A+V_B)$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{C_BV_B - 4.10^{-5}V_B}{2C_A + 4.10^{-5}} = 5.10^{-2} \text{ mol.ℓ}^{-1}.$$

2ème méthode

Comme pH = pKa, alors $[NH_3] = [NH_4^+]$, par conséquent l'acide chlorhydrique versé a fait réagir la moitié de NH_3 initial.

$$\frac{n_i(NH_3)}{2} = n(HC\ell) \Rightarrow \frac{C_BV_B}{2} = C_AV_A$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{C_BV_B}{2C_A} = 5.10^{-2} \text{ mol.ℓ}^{-1}.$$

On retrouve le même resultat plus rapidement. En fait, lorsque pH = pKa, la solution obtenue présente des propriétés particulières qui seront vues au chapitre suivant

IV-13

1) Identification des solutions.

N° bécher	1	2	3	4	5	6	7
pH	2,9	7,0	5,6	11,3	10,6	3,1	12
Solutions	G	A	B	D	F	C	E

Justification :

Plus le pKa est faible plus l'acide est fort et plus la base conjuguée est faible.

A est une solution neutre d'où son pH = 7

E est une solution de base forte et son pH = 14 + log c = 12

B, G et C sont trois acides faibles et $pH_G < pH_C < pH_B$ car pKa(HCOOH/HCOO⁻) < pKa($C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$) <

$pKa\,(NH_4^+/NH_3)$.

D et F sont deux solutions de base faible et $pH_D > pH_F$ car le méthylamine est une base plus forte que l'ammoniac.

2) Equation de la dissolution :

- Chlorure d'ammonium :

$NH_4C\ell \rightarrow NH_4^+ + C\ell^-$ et $NH_4^+ + H_2O \leftrightarrows NH_3 + H_3O^+$

- Méthylamine : $CH_3{-}NH_2 + H_2O \leftrightarrows CH_3{-}NH_3^+ + OH^-$

-L'hydroxyde de sodium : $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$.

3) a) $pH < pKa$ d'où $[NH_4^+] > [NH_3]$

b) $pH > pKa$ d'où $[NH_3] > [NH_4^+]$.

IV-14

1) Calcul de C_0 et α :

$C_0 = [HF] + [F^-]$

- $[F^-] \cong [H_3O^+] = 10^{-pH}$
- $pH = pKa + \log\frac{[F^-]}{[HF]} \Rightarrow [HF] = [F^-]\times 10^{pKa-pH}$

$\Rightarrow [HF] = 10^{-pH}\times 10^{pKa-pH} = 10^{pKa-2pH}$

$C_0 = 10^{pKa-2pH} + 10^{-pH} = 9{,}82.10^{-3}\,mol.\ell^{-1}$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_0} = \frac{10^{-2{,}65}}{9{,}82.10^{-3}} = 22{,}8\,\%$$

2) Calcul de C de S_2

$$C = \frac{C_0V_0}{V_f} = \frac{9{,}82.10^{-3}\times 10^{-3}}{2} = 4{,}91.10^{-6}\,mol.\ell^{-1}.$$

3) $pH_1 \le 5{,}2$ et $pH_1 \le 3{,}8$ et $pH_1 \le 6 \Rightarrow pH_1 \le 3{,}8$.

$5{,}2 \le pH_2 \le 6{,}8$ et $3{,}8 \le pH_2 \le 5{,}4 \Rightarrow 5{,}2 \le pH_2 \le 5{,}4$.

Comme $C = 4{,}9.10^{-6}\,mol.\ell^{-1}$ alors $pH_{S2} \ge -\log 4{,}9.10^{-6}$ et donc $pH_{S2} \ge 5{,}3$: d'où : les limites possibles sont :

$5{,}3 \le pH_2 \le 5{,}4$;

$4.10^{-6} \le [H_3O^+] \le 5.10^{-6}$; $80\,\% \le \alpha_2 \le 100\,\%$.

On a $\alpha_{S2} > \alpha_{S1}$ la dilution favorise la dissociation.

4) Calcul du pH : $C = 4{,}91.10^{-6}\,mol.\ell^{-1}$; $pKa = 3{,}18$ ou $Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{C_0 - [H_3O^+]}$; en resolvant, on trouve : $[H_3O^+] = 5.10^{-6}$ et $pH = 5{,}3$. Oui le pH est situé dans le domaine précédent.

IV-15

1) $HIn + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + In^-$.

2) $Ka = \frac{[H_3O^+][In^-]}{[HIn]}$; $Ka = 10^{-pKa} = 1{,}58.10^{-4}$.

3) Les valeurs du pH qui délimitent la zone de virage.

On a $pH = pKa + \log\frac{[In^-]}{[HIn]}$, d'où : $pH = 3{,}8 + \log 5 = 4{,}5$;

$pH = 3{,}8 + \log\frac{1}{5} = 3{,}1$.

$3{,}1 \le pH \le 4{,}5$.

IV-16

1) $C_o = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$ avec $p = \frac{m}{m'}$ et $m' = \rho V = d\rho_{eau}V$

D'où : $C_o = \frac{P\times d\times \rho_{eau}}{M} = \frac{0{,}8\times 1{,}18\times 1000}{46} = 20{,}52\,mol.\ell^{-1}$.

2) $C = \frac{C_o v}{V} = \frac{20{,}52\times 5.10^{-3}}{1} = 1{,}03.10^{-1}\,mol.\ell^{-1}$.

3) $[H_3O^+] = 3{,}98.10^{-3}mol.\ell^{-1}$; $[OH^-] = 2{,}51.10^{-12}mol.\ell^{-1}$ $[HCOO^-] = 3{,}98.10^{-3}\,mol.\ell^{-1}$; $[HCOOH] = 9{,}9.10^{-2}mol.\ell^{-1}$; $pK_A = 3{,}79 \approx 3{,}8$.

4) a) La zone de virage est telle que :

$$\begin{cases}[HIn] \le 10[In^-]\\ [In^-] \le 10[HIn]\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\frac{[In^-]}{[HIn]} \ge \frac{1}{10}\\ \frac{[In^-]}{[HIn]} \le 10\end{cases} \Rightarrow 0{,}1 \le \frac{[In^-]}{[HIn]} \le 10\,;$$

en prenant le log des inéquations et en ajoutant pKa on a :

$pKa + Log(0{,}1) \le pKa + \log\frac{[In^-]}{[HIn]} \le pKa + \log 10$; ce qui conduit à : $4{,}1 \le pH \le 6{,}1$.

b) La solution S prendra la couleur rouge.

IV-17

1) a) Equation de la réaction de l'acide lactique avec l'eau :

$CH_3{-}CH(OH){-}CO_2H + H_2O \leftrightarrows CH_3{-}CH(OH){-}CO_2^- + H_3O^+$

b) Du pKa du couple acide lactique/ion lactate, on a :

$$pH = pKa + \log\frac{[CH_3CH(OH)COO^-]}{[CH_3CH(OH)COOH]} \quad (1)$$

Si l'ion lactate est majoritaire par rapport à l'acide lactique, on a : $\frac{[CH_3CH(OH)COO^-]}{[CH_3CH(OH)COOH]} \ge 10^2$

D'où : $\log\frac{[CH_3CH(OH)COO^-]}{[CH_3CH(OH)COOH]} \ge 2$, soit en utilisant la relation (1) : $pH \ge pKa + 2$ et $pH \ge 5{,}9$.

2) a) D'après l'égalité (1) on a :

$[CH_3CH(OH)COOH] = [CH_3CH(OH)COO^-]10^{pKa-pH}$; pKa étant une constante = 3,9 et le pH étant considéré comme constant = 7,4 on a :

En début d'effort :

$[CH_3CH(OH)COOH]_d = 1{,}1.10^{-3}\times 10^{-3{,}5} = 3{,}48.10^{-7}\,mol.\ell^{-1}$

En fin d'effort :

$[CH_3CH(OH)COOH]_f = 30{,}5.10^{-3}.10^{-3{,}5} = 9{,}64.10^{-6}\,mol.\ell^{-1}$

b) Au début, dans 1 litre de solution on a :

$n_d = [CH_3CH(OH)COOH]_d\times 1\ell = 3{,}48.10^{-7}\,mol$

Enfin, dans 1 litre de solution on a :

$n_f = [CH_3CH(OH)COOH]_f\times 1\ell = 9{,}64.10^{-6}\,mol$.

On a donc créé : $n = n_f - n_d$, d'où : $n = 9{,}297.10^{-6}\,mol$

Soit : $n = 9{,}30.10^{-6}$ mol d'acide lactique par litre de solution au cours de l'effort.

c) D'après l'équation-bilan donné au 1. a) 1 mole d'acide lactique peut au maximum libérer 1 mole d'ions H_3O^+. Donc n moles d'acide lactique peuvent libérer au maximum n moles d'ions H_3O^+ donc $n = 9{,}30.10^{-6}$ mol par litre de solution.

d) Par définition $pH = -\log[H_3O^+]$ d'où : $pH = 5{,}03$.

3) Le pH d'une cellule musculaire reste voisin de 7,4 : cela veut dire que les ions H_3O^+ libérés par l'action de l'acide lactique avec le milieu aqueux cellulaire sont neutralisés par les corps présents dans ce milieu. Cette stabilité du pH s'explique par le fait que la solution aqueuse du milieu cellulaire est une solution tampon, « tamponnée » à pH =7,4

IV-18

1) $C_o = \frac{m}{MV} = \frac{49m'}{100MV} = \frac{49\rho_{eau}V}{100MV} = \frac{49d\rho_{eau}}{100M} = 9\,mol.\ell^{-1}$

2) a) $V_o = \frac{CV}{C_o} = 1\ m\ell$; $Veau = V - V_o = 299\ m\ell$;

b) $pH = -\log 2C = 1,22$.

3) a) $H_2SO_4 + H_2O \rightarrow HSO_4^- + H_3O^+$.

$HSO_4^- + H_2O \rightleftarrows SO_4^{2-} + H_3O^+$.

b) Les concentrations: SO_4^{2-}, H_3O^+, HSO_4^-, OH^-.

- Du pH : $[H_3O^+] = 3,8.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$
- Du Ke: $[OH^-] = 2,63.10^{-13}\ mol.\ell^{-1}$.
- De l'électroneutralité.

$2[SO_4^{2-}] + [OH^-] + [HSO_4^-] = [H_3O^+]$ et $[OH^-] << [H_3O^+]$.

- Conservation de HSO_4^- : $C = [HSO_4^-] + [SO_4^{2-}]$.

La résolution des deux dernières équations donne :

$[SO_4^{2-}] = [H_3O^+] - C = 8.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$.

$[HSO_4^-] = C - [SO_4^{2-}] = 2,2.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$

c) On a le couple ion hydrogénosulfate / ion sulfate :

HSO_4^-/SO_4^{2-}. $Ka = \frac{[H_3O^+][SO_4^{2-}]}{[HSO_4^-]} = 1,38.10^{-2}$; $pKa = 1,86$

IV-19

1) Attribuons les valeurs du pH :

- A : pH = 7, la solution de chlorure de sodium est une solution neutre.
- B : pH = 5,9 ; la solution de chlorure d'éthylammnonium est une solution acide.
- C : pH = 13 ; la solution d'hydroxyde de sodium est une base forte.

2) Montrons que ce mélange correspond à une simple dilution.

Déterminons $n_i(OH^-)$, la quantité d'ions OH^- apportée par NaOH avant le mélange et $n_{mél}(OH^-)$, la quantité d'ions OH^- présent dans le mélange.

$n_i(OH^-) = 10^{-14+pHc}(V_C) = 10^{-14+13} \times 0,1 = 10^{-2}$ mol

$n_{mél}(OH^-) = 10^{-14+pH}(V_C + V_A) = 10^{-14+12,7}(0,2) = 10^{-2}$ mol

On a : $n_i(OH^-) = n_{mél}(OH^-)$ le mélange correspond à une simple dilution, il n'y a pas de réaction chimique.

3) Comparons les quantité n et n_0 :

$n_o = 10^{-14+pHc}(V_C) = 10^{-14+13} \times 0,1 = 10^{-2}$ mol.

$n = 10^{-14+pH}(V_C + V_B) = 10^{-14+11,7}(0,2) = 10^{-3}$ mol. .

La quantité d'ion OH^- a diminuée lors du mélange, une réaction chimique s'est donc produite et a pour équation :

$C_2H_5NH_3^+ + OH^- \rightarrow C_2H_5NH_2 + H_2O$.

4) L'équation de l'ionisation de l'éthylamine : c'est la réaction inverse de la réaction précédente.

$C_2H_5NH_2 + H_2O \rightleftarrows C_2H_5NH_3^+ + OH^-$

Calculons le pKa du couple :

pKa ≈ 10,8 (calculer à partir de pH (B) = 5,9).

IV-20

Partie I

1) $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} \Rightarrow m = CVM = 0,1 \times 1 \times 53,5 = 5,35$ g

2) $C_o = 1\ mol.\ell^{-1}$; $CV = C_oV_o \Rightarrow V_o = \frac{CV}{C_o} = 20\ m\ell$.

Partie II

1) a) Les concentrations : $[H_3O^+] = 2,5.10^{-10}\ mol.\ell^{-1}$

$[OH^-] = 4.10^{-5}\ mol.\ell^{-1}$; $[C\ell^-] = \frac{C_AV_A}{Vtot} = 3,33.10^{-2}$ mol

$[NH_4^+] = \frac{C_AV_A}{Vtot} = 3,33.10^{-2} mol.\ell^{-1}$;

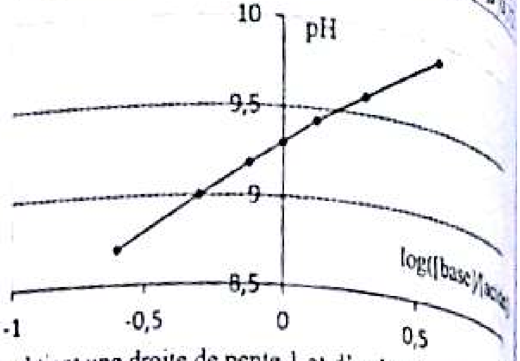
$[NH_3] = \frac{C_BV_B}{Vtot} = 6,67.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$

b) $pH = pKa + \log\frac{V_B}{V_A}$.

2) a) et b)

v_A (mℓ)	20	20	20	20	5	10
v_B (mℓ)	5	10	15	20	20	20
pH	8,7	9	9,18	9,3	9,9	9,5
[Base]/[acide]	0,25	0,5	0,75	1	4	2
log([Base]/[acide])	−0,6	−0,3	−0,12	0	0,6	0,3

3) Traçons le graphe :



On obtient une droite de pente 1 et d'ordonnée à l'origin 9,25 qui est le pKa du couple.

IV-21

1) La masse $NH_4C\ell$: $m_A = C_0M_AV_A = 10^{-1} \times 53,5 \times 1 = 5,3$

2) Le volume de solution à prélever :

$V_i = \frac{C_BV_B}{C_i} = \frac{10^{-1} \times 200}{1} = 20m\ell$

3) a) Les concentrations : *il s'agit du mélange d'un acide faible et de sa base conjuguée, d'où les concentrations dans le mélange reviennent à une simple dilution.*

$[NH_3]_{aq} = \frac{C_BV_B}{(V_A + V_B)} = 6,67.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

$[NH_4^+]_{aq} = \frac{C_AV_A}{(V_A + V_B)} = 3,33.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

b) Le pH du mélange :

$pH = pKa + \log\frac{[NH_3]_{aq}}{[NH_4^+]_{aq}} = 9,3 + \log\frac{6,67.10^{-2}}{3,33.10^{-2}} = 9,6$

4) a) Les domaines de prédominance :

$[NH_4^+] > [NH_3]$ 9,3 $[NH_3] > [NH_4^+]$

$$\xrightarrow{\hspace{6cm}} pH$$

$[(CH_3)_3NH^+] > [(CH_3)_3N]$ 9,8 $[(CH_3)_3N] > [(CH_3)_3NH^+]$

b) L'espèce NH_3 est majoritaire pour pH >9,3 et l'espèce $(CH_3)_3NH^+$ est majoritaire pour pH < 9,8 par conséquent le domaine où les deux sont majoritaires est: 9,3 < pH < 9,8

c) L'acide le plus fort est $NH_4C\ell$ (solution D) car 9,3 < 9,8

d) Le pH le plus élevé est celui de la solution de $(CH_3)_3NHC\ell$ (solution C)

5) Le volume Va de chlorure d'hydrogène :

la dissolution se fait sans variation notable de volume d'eau

$Vb = V_{final}$

e l'électroneutralité on a :

$H_3O^+] + [NH_4^+] = [OH^-] + [C\ell^-]$; comme pH = 4 alors

$H_3O^+] >> [OH^-]$ d'où : $[NH_4^+] + [H_3O^+] = [C\ell^-]$ (1)

s $[C\ell^-] = \frac{Va}{V_M Vb}$; $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4}$ mol.L^{-1}. Du

Ka on a : $[NH_3] = [NH_4^+]10^{pH-pKa}$ (2)

e la conservation de NH$_3$: $[NH_3] = \frac{CbVb}{Vb} - [NH_4^+]$ (3)

e (2) et (3) : $[NH_4^+]10^{pH-pKa} = Cb - [NH_4^+]$

$NH_4^+](1 + 10^{pH-pKa}) = Cb \Rightarrow [NH_4^+] = \frac{Cb}{(1+10^{pH-pKa})}$

s (1) : $\frac{Cb}{(1+10^{pH-pKa})} + 10^{-4} = \frac{Va}{V_M Vb} \Rightarrow$

$a = [\frac{Cb}{(1+10^{pH-pKa})} + 10^{-4}]V_M Vb = 4,5$ mℓ.

Chap V : REACTIONS ACIDES FORTS ET BASES FORTES

1

) L'équation bilan

ans l'équation bilan, ne figurent pas les espèces ndifférentes telles que K^+ et Br^-.

$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

) Les concentrations:

- Du pH : $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11}$ mol.ℓ$^{-1}$;
- Du Ke : $[OH^-] = 10^{-14+pH} = 10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$;
- *K^+ étant indifférente, elle subit une simple dilution u cours du mélange.*

$K^+] = \frac{C_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{10^{-2} \times 20}{20+5} = 8.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$;

- Comme Ca est inconnu, appliquons lectroneutralité du mélange pour déterminer $[Br^-]$.
- $[Br^-] + [OH^-] = [H_3O^+] + [K^+]$ avec $[H_3O^+] \ll$

$OH^-]$, $[Br^-] = [K^+] - [OH^-] = 8.10^{-3} - 10^{-3} = 7.10^{-3}$ ol.ℓ$^{-1}$

) Calculons C$_A$

r étant indifférente, elle a subi une dilution simple.

$r^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} \Rightarrow C_A = \frac{[Br^-](V_A + V_B)}{V_A}$

$_A = \frac{7.10^{-3} \times (20+5)}{5} = 3,5.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$;

) Le volume $V_A^{'}$ à ajouter pour l'équivalence

l'équivalence on : $n(OH^-) = n(H_3O^+)$

$\Rightarrow C_B V_B = C_A(V_A + V_A^{'}) \Rightarrow V_A^{'} = \frac{C_B V_B}{C_A} - V_A \approx$

$V_A^{'} = \frac{10^{-2} \times 20.10^{-3}}{3,5.10^{-2}} - 5.10^{-3} = 0,7$ mℓ.

) Le pH de la solution de HBr

a solution est celle d'un acide fort. pH = –log C$_A$= 1,46.

.2

) Les réactifs sont un acide fort et une base forte ; la action se réduit à l'action des ions hydronium avec les ons hydroxyde, réaction quasi totale : $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

2) Il faut déterminer les quantités de chacun des réactifs :

- Acide : $n_a = c_a v_a = 10^{-3}$ mol
- Base : $n_b = c_b v_b = 5.10^{-4}$ mol

Ces quantités ne sont pas dans les proportions stœchiométriques (selon l'équation bilan H_3O^+ et OH^- réagissent mol à mol) donc l'équivalence acido-basique n'est pas atteinte. Comme $n_b < n_a$, les ions OH^- introduits seront consommés en quasi-totalité et il restera un excès d'ions H_3O^+ : la solution obtenue est acide.

3) Il faut déterminer la concentration des ions hydronium. La base introduite ($n_b = 5.10^{-4}$ mol) a consommé une égale quantité d'ions H_3O^+. La quantité restante d'ions hydronium est : $n_{H_3O^+} = n_a - n_b = 5.10^{-4}$ mol, compte tenu du volume de la solution obtenue : $v = v_a + v_b = 100$ mℓ, on a : $[H_3O^+] = 5.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$: d'où le pH = 2,3.

4) Il faut d'abord recenser les diverses espèces présentes dans la solution. En dehors des molécules d'eau, ce sont : H_3O^+ ; OH^- ; $C\ell^-$; Na^+.

Les ions $C\ell^-$ et Na^+ étant indifférents, leur quantité n'a pas varié, mais leur concentration a été modifiée par effet de la dilution. $[C\ell^-] = \frac{C_a V_a}{V_a + V_b} = 10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$;

$[Na^+] = \frac{C_b V_b}{V_a + V_b}$ 5.10^{-3} mol.ℓ$^{-1}$.

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2,3}} \approx 2,0.10^{-12}$ mol.ℓ$^{-1}$. Nous constatons que les ions OH^- sont ultra minoritaires, résultat attendu puisque le milieu est nettement acide.

V-3

1) *a) Dans une dilution au 1/100, le volume final est 100 fois plus grand que le volume initial. Il faut donc 10 mℓ de la solution S_0.*

b) Avec une pipette graduée et une poire à pipeter, prélever 10 mℓ de la solution S_0 et les introduire dans une fiole jaugée de 1ℓ. Ajouter de l'eau distillée, mélanger et ajuster le niveau au trait de jauge.

2) a) C'est un titrage base forte / acide fort ; l'équation du titrage est :

$(H_3O^+ + C\ell^-) + (Na + OH^-) \rightarrow 2\,H_2O + (Na^+ + C\ell^-)$

A l'équivalence, la quantité d'ions H_3O^+ versée est égale à la quantité d'ions OH^- initialement présente dans les 10 mℓ de la solution S_1 :

$C_a V_a = C_1 V_1 \Rightarrow C_1 = \frac{C_a V_a}{V_1} = \frac{0,1 \times 6}{10} = 6,0.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$

b) Le point d'équivalence a pour coordonnées :

$V_{a_E} = 6,0$ mℓ ; $pH_E = 7,0$

Raisonnons sur 1ℓ d.. solution dont la masse est égale m = 1220 g.

La concentration molaire de cette solution est :

$C_0 = 100\,C_1 = 6,0$ mol.ℓ$^{-1}$. 1ℓ de cette solution contient donc n = 6,0 mol d'hydroxyde de sodium NaOH, soit une masse : $m_{NaOH} = nM = 240$ g avec M = 40 g.mol^{-1}.

Le pourcentage d'hydroxyde de sodium est :

$$p = \frac{m(NaOH)}{m} \times 100 = 19,7\,\% \approx 20\,\%$$

Le véritable pourcentage est donc très voisin de l'indication de l'étiquette (20 %).

V-4

1) **a)** L'équation bilan de dissolution de HBr :

$HBr + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Br^-$

L'équation bilan de dissolution de C_2H_5ONa

- $C_2H_5ONa \xrightarrow{H_2O} C_2H_5O^- + Na^+$
- $C_2H_5O^- + H_2O \rightarrow OH^- + C_2H_5OH$

Les espèces H_3O^+ ; Br^- ; OH^- , C_2H_5OH , Na^+ , (H_2O).

NB $C_2H_5O^-$ et HBr ont totalement réagi avec l'eau, elles ont donc totalement disparu et ne doivent pas figurer dans le bilan des espèces. De même C_2H_5ONa est un solide ionique sa dissolution est totale et C_2H_5ONa n'existe pas en solution.

b) Calcul de v à l'équivalence

A l'équivalence $Cbv = CaVa \Rightarrow v = \frac{CaVa}{Cb} = 20\ m\ell$

Le pH à l'équivalence est 7, c'est une solution de verte.

2) La valeur de v pour pH = 2,5. La solution est acide $n(HBr) > n(C_2H_5ONa)$ avec $n(HBr) = n(H_3O^+)_{initial}$,

$n(C_2H_5ONa) = n(OH^-)_{initial}$. On déduit

$n(HBr) - n(C_2H_5ONa) = n(H_3O^+)_{mélange} \Rightarrow$

$CaVa - CbVb = n(H_3O^+)_{mélange}$ avec Vb = v

En divisant par le volume final (Va + v) on obtient

$[H_3O^+]_{mélange} = \frac{CaVa - Cbv}{Va + v}$, d'où

$$v = \frac{Va(Ca - [H_3O^+]_{mélange})}{Cb + [H_3O^+]_{mélange}} = 11{,}3\ m\ell$$

La solution a alors une couleur jaune.

3) Le volume minimal d'éthanolate de sodium pour avoir un mélange de couleur bleue.

On a pH = 7,1 alors $V_{min} \approx V_E = 20\ m\ell$ c'est la limite de la zone de virage, on est autour de l'équivalence.

4) Le pH de la solution pour v = 25 mℓ.

La solution est basique car $v > V_E$, $n(HBr) < n(C_2H_5ONa)$,

$n(OH^-)_{mélange} = n(C_2H_5ONa) - n(HBr) = CbVb - CaVa$

$[OH^-] = \frac{CbVb - CaVa}{Va + Vb}$ et $pH = 14 + \log[OH^-]$

$$pH = 14 + \log\frac{1{,}5.10^{-2} \times 25 - 10^{-2} \times 30}{55} = 11{,}1$$

V-5

1) **a)** Pipette jaugée **b)** Eprouvette graduée.

2) L'ajout d'eau permet de mieux percevoir le virage de l'indicateur s'il s'agit d'un dosage avec un indicateur coloré. Le volume de solution introduit dans le bécher est souvent faible. L'ajout d'eau a pour but de permettre à la sonde (pH-mètre) d'être suffisamment immergée dans la solution et de faciliter l'agitation du mélange.

L'ajout d'eau ne modifie pas le pH à l'équivalence car pH(E) = 7 et pH (eau) = 7

3) Il faut étalonner le pH-mètre grâce à des solutions tampons.

4) $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

5) $V_{BE} = 7{,}5\ m\ell$,

6) $C = 1{,}5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$, $C_m = CM = 9{,}5.10^{-1}\ g.\ell^{-1}$,

7) **b)**, car 7 ∈ [6,8 , 8].

V-6

1) 4,2 mℓ prélevés à la pipette graduée avec pipeteur

2) La dilution de la solution concentrée est très exothermique ; la présence d'eau limite l'élévation de température et les projections de solution.

3) $C = \frac{V_0 \times \mu \times P}{M \times V} = 0{,}10\ mol.\ell^{-1}$.

4) **a)** Voir cours, la solution basique étant dans le bécher la solution acide dans la burette.

b) Tracer le graphe : $V_{SE} = 8{,}2\ m\ell$

c) $C = 9{,}8.10^{-2}\ mol.\ell^{-1} \approx 0{,}1\ mol.\ell^{-1}$

5) Bleu de bromothymol, car 7 ∈ [6,0 , 7,6] , la couleur de l'indicateur passe du bleu au jaune.

V-7

1) **a)** Ions chlorure $C\ell^-$

b) $Ag^+ + C\ell^- \rightarrow AgC\ell$

$$[C\ell^-] = \frac{n(C\ell^-)}{V} = \frac{n(AgC\ell)}{V} = 8{,}5.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$$

c) Le précipité noircit en présence de lumière, il se forme de l'argent métal $AgC\ell \xrightarrow{lumière} Ag + \frac{1}{2}C\ell_2$

2) **a)** Voir cours. Solution de potasse dans la burette, solution d'acide dans le bécher

b) L'indicateur vire au rose.

c) L'ion H_3O^+ ; $[H_3O^+] = 4{,}7.10^{-2}$ mol

3) $[OH^-] = 2{,}1.10^{-13}\ mol.\ell^{-1}$

4) De l'électroneutralité $[Na^+] = 3{,}8.10^{-2} mol.\ell^{-1}$

V-8

1) Pour S_1 $pH_1 = 1{,}4$, S_2 $pH_2 = 7$, S_3 $pH_3 = 12{,}7$

2) Les espèces présentes dans le mélange sont H_3O^+ , OH^- ; $C\ell^-$; Ca^{2+}

La relation d'électroneutralité donne

$[H_3O^+] + 2[Ca^{2+}] = [C\ell^-] + [OH^-]$, soit $V = V_1 + V_2 + V_3$

$$[H_3O^+] + 2\frac{(C_3V_3 + C_2V_2)}{V} = \frac{C_1V_1 + 2C_2V_2}{V} + [OH^-]$$

$[H_3O^+] - [OH^-] = 8.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$, alors le milieu est acide puisque $[H_3O^+] > [OH^-]$.

En négligeant $[OH^-]$ devant $[H_3O^+]$ on obtient $[H_3O^+] \approx 8.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$ d'où pH = 2,1

3) **a)** La solution S prend la couleur rouge.

b) Pour $V_{min} = V_4$ on a pH = 4,4

la relation d'électroneutralité donne avec

$V' = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$ et $[H_3O^+] >> [OH^-]$

$$V_4 = \frac{C_1V_1 - 2C_3V_3 - [H_3O^+](V_1 + V_2 + V_3)}{C_4 + [H_3O^+]} = 15{,}9\ m\ell,$$ avec

$C_4 = 2\ g.\ell^{-1} = 0{,}05\ mol.\ell^{-1}$

c) Volume V'_3 de solution S_3 à ajouter avec

$V'' = V_1 + V_2 + V_3 + V'_3$ et $[H_3O^+] << [OH^-]$

$$V'_3 = \frac{C_1V_1 - 2C_3V_3 - [H_3O^+](V_1 + V_2 + V_3)}{2C_3 + [H_3O^+]} = 13{,}25\ m\ell$$

V-9

1) Equation de la dissolution

$H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{2-}$, $[H_3O^+] = 2C$

2) Prélever $v_a = 5\ m\ell$ avec une pipette graduée, l'introduire dans une fiole de 1ℓ et compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

3) Test des ions sulfates

On introduit du nitrate de Baryum , il se forme un précipité blanc de sulfate de Baryum $Ba^{2+} + SO_4^{2} \rightarrow BaSO_4$

4) A l'équivalence $n_{OH^-} = n_{H_3O^+} = C_BV_B \Rightarrow$

$[H_3O^+] = \frac{C_BV_B}{V} = 1,66.10^{-1}$ mol ℓ⁻¹

$C = \frac{[H_3O^+]}{2} = 8,3.10^{-2}$ mol ℓ⁻¹

$C_0 = \frac{CV}{V_0} = \frac{8,3.10^{-2} \times 1}{5.10^{-3}} = 16,6$ mol ℓ⁻¹

5) $C = \frac{n}{v} = \frac{\% \times \rho_{eau} \times d}{M} = 16,6$ mol ℓ⁻¹

Oui les résultats sont en accord.

V-10

Partie I

1) Equation de la réaction 1

$C_2H_5OH + Na \rightarrow C_2H_5O + Na^+ + \frac{1}{2}H_2$

Non ce n'est pas une réaction acide/base c'est plutôt une réaction d'oxydoréduction.

2) La réaction a lieu mol à mol

$n_{C_2H_5OH} = \frac{m}{M} = \frac{\rho v}{M} = \frac{790 \times 20.10^{-3}}{46} = 0,343$ mol.

$n_{Na} = \frac{m}{M} = \frac{1}{23} = 0,043$ mol.

0,343 > 0,043 L'éthanol est en excès

3) La quantité d'ions éthanolate

$n_{C_2H_5O^-} = n_{Na^+} = 0,043$ mol $= 4,3\ 10^{-2}$ mol

4) Une base forte réagit totalement avec l'eau en libérant des ions OH

$C_2H_5O^- + H_2O \rightarrow C_2H_5OH + OH$ C'est une réaction acide-base car il y a échange de proton H^+

Partie II

1) L'équivalence correspond au saut de pH lors du dosage pH-métrique (variation importante et brusque du pH). On peut aussi repérer l'équivalence grâce à un indicateur coloré (BBT) qui va changer de teinte à l'équivalence

2) Voir cours HCℓ dans la burette et C_2H_5ONa dans le bécher

3) Equation $OH + H_3O^+ \rightarrow 2H_2O$

4) Quantité d'ion OH dans les 10,0 mℓ

$n_{OH^-} = n_{H_3O^+} = CaVa = 21{,}4\ 10^{-3} \times 10^{-1} = 2,14.10^{-3}$ mol

Dans les 200 mℓ $n_{OH^-} = \frac{2,14\ 10^{-3}}{10} \times 200 = 4,28.10^{-2}$ mol

5) $n_{OH^-} = n_{C_2H_5O} \cong 4,3\ 10^{-2}$ mol

Chap. VI : REACTIONS ACIDES FAIBLES-BASES FORTES ET ACIDES FORTS-BASES FAIBLES

VI-1

1) Equation bilan $AH + OH \rightarrow A + H_2O$

2) – A l'équivalence la quantité d'acide AH est égale à la quantité de base NaOH introduite

- On la repère par le saut du pH variation importante et brusque du pH

On peut le repérer par le changement de teinte d'un indicateur coloré approprié

3) A l'équivalence on a $n_{AH} = n_{OH}$. La réaction étant totale, cette égalité correspond aux proportions stœchiométriques de l'équation-bilan du 1).

4) A la demi équivalence pH = pKa (AH/A⁻). A la demi équivalence $n_{OH^-} = \frac{1}{2}n_{AH}$; la moitié de l'acide AH a réagi.

Dans la solution $n_{AH} = n_{A^-} = \frac{1}{2}n(AH)$.

5) A l'équivalence on a une solution de $(A^- + Na^+)$. Na^+ est indifférent mais A^- est une base faible. La solution est basique.

VI-2

1) **b)** À l'équivalence la solution contient la base conjuguée de l'acide faible d'où pH > 7

2) **b)**

3) **a. b. d** . L'ajout d'eau ne modifie pas

Le volume équivalent, car l'eau pure apporte autant d'ions H_3O^+ que d'ions OH^-

– Le pH à la demi équivalence car ce pH est indépendant de la concentration pH = pKa.

L'ajout modifie : le pH initial (augmente) et le pH à l'équivalence (diminue).

4) **a)** Le 1er point d'inflexion correspond à pH = pKa.

VI-3

1) Voir cours , la base étant dans la burette et les acides dans les béchers.

2) **a)** Pour les deux graphes le pH doit tendre vers le pH de la solution basique utilisée pour le dosage c'est-à-dire vers pH = 12.

b) La mesure aberrante est 12,1 On doit avoir 10,9 pour v = 13 mℓ. l'une des erreurs possibles est la mauvaise lecture ou la lecture sans avoir homogénéiser le mélange

c) Les courbes sont à tracer !

3) **a)** La courbe $pH_1 = f(v)$ correspond au dosage de la solution du Becher A car à l'équivalence pH = 7 ; la courbe $pH_2 = f(v)$ correspond au dosage de la solution du bécher B car le pH à l'équivalence est supérieur à 7 (on peut aussi dire que la courbe présente deux points d'inflexion).

b) $C_A = \frac{C_bV_{1E}}{V_A} = 10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹, $C_B = \frac{C_bV_{2E}}{V_B} = 10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹

pKa = 4,8 (à lire à la demi-équivalence pour v_2 = 5 mℓ)

4) **a)** Juste ; **b)** faux , **c)** juste.

5) Equations bilans

a) Becher A : $OH^- + H_3O^+ \rightarrow 2H_2O$

b) Becher B $OH + CH_3{-}COOH \rightarrow CH_3{-}COO + H_2O$

VI-4

1) Les valeurs du pH qui délimitent la zone virage :

- L'indicateur apparait incolore si $\frac{[HInd]}{[Ind^-]} > 8$, la zone de virage est alor telle que $\frac{[HInd]}{[Ind^-]} \leq 8$. (1)
- L'indicateur apparait rose si $\frac{[Ind^-]}{[HInd]} > 10$, la zone de virage est alors telle que $\frac{[Ind^-]}{[HInd]} \leq 10$ (2)

- De (1) et (2) : $\begin{cases}\dfrac{[HInd]}{[Ind^-]} \le 8 \\ \dfrac{[Ind^-]}{[HInd]} \le 10\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\dfrac{[Ind^-]}{[HInd]} \ge \dfrac{1}{8} \\ \dfrac{[Ind^-]}{[HInd]} \le 10\end{cases} \Rightarrow$

$\frac{1}{8} \le \frac{[Ind^-]}{[HInd]} \le 10$, en prenant le log de l'inéquation et en ajoutant le pKi à tous les membres on obtient :

$$pKi + \log\frac{1}{8} \le pKi + \log\frac{[Ind^-]}{[HInd]} \le pKi + \log 10$$

$\Rightarrow\ 8 \le pH \le 9{,}9$

2) La concentration minimale C.

La teinte rose (couleur de Ind^-) correspond au début de la prédominance de Ind^-, c'est-à-dire à pH = 9,9. Selon les valeurs du pH délimitant la zone de virage : pour pH > 9,9, la solution prend la teinte de Ind^-, teinte rose.

- De la conservation de NH_3, on a :

$C = [NH_4^+] + [NH_3]$ (1)

- De l'électroneutralité, on a :

$[NH_4^+] \approx [OH^-] = 10^{-14+pH}$

- Du pKa, on a $[NH_3] = [NH_4^+]10^{pH-pKa} = 10^{-14+2pH-pKa}$

En remplaçant $[NH_4^+]$ et $[NH_3]$ par leur expression dans (1) on obtient : $C = 10^{-14+pH} + 10^{-14+2pH-pKa}$

$C = 10^{-14+9{,}9} + 10^{-14+2\times9{,}9-9{,}2} = 4{,}8.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$

3) Le volume V de chlorure d'hydrogène

La teinte de la forme acide correspond à la teinte incolore (teinte de HInd) et pH = 8. Il n'y a pas de dilution au cours de l'ajout de HCℓ, puisque c'est un gaz qui se dissous sans variation de volume. $V_{mel} = V_B$.

De l'électroneutralité du mélange :

$[NH_4^+] + [H_3O^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$ avec $[H_3O^+] \ll [OH^-]$,

donc l'électroneutralité devient : $[NH_4^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$.

Déterminer les expressions de $[NH_4^+]$, $[C\ell^-]$ et $[OH^-]$.

$[C\ell^-] = \frac{V_{HC\ell}}{V_M V_B}$, $[OH^-] = 10^{-14+pH} = 10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$

Pour déterminer $[NH_4^+]$, on utilise le système d'équations comprenant l'expression du pKa et la conservation de NH_3.

$$\begin{cases}C_B = [NH_3] + [NH_4^+] \\ pH = pKa + \log\dfrac{[NH_3]}{[NH_4^+]}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}C_B = [NH_3] + [NH_4^+] \\ \dfrac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 10^{pH-pKa}\end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases}C_B = [NH_3] + [NH_4^+] \\ [NH_3] = [NH_4^+]10^{pH-pKa}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}C_B = [NH_4^+](1+10^{pH-pKa}) \\ [NH_3] = [NH_4^+]10^{pH-pKa}\end{cases}$$

$$\Rightarrow [NH_4^+] = \frac{C_B}{1+10^{pH-pKa}} = \frac{0{,}1}{(1+10^{8-9{,}2})} = 9{,}4.10^{-2}\ mol.\ell^{-1}$$

En remplaçant $[NH_4^+]$, $[C\ell^-]$, et $[OH^-]$ par leur expression dans l'électroneutralité on obtient :

$9{,}4.10^{-2} = \frac{V_{HC\ell}}{V_M V_B} + 10^{-4} \Rightarrow V_{HC\ell} = (9{,}4.10^{-2} - 10^{-4})V_M V_B$

$V_{HC\ell} = (9{,}4.10^{-2} - 10^{-4}) \times 24 \times 1 = 2{,}25\ \ell$

VI-5

1) **a)** $CH_3COO^- + H_3O^+ \rightarrow CH_3COOH + H_2O$

b) A l'équivalence on a : $n_{CH_3COO^-} = n_{H_3O^+}$

$C_BV_B = C_CV_C \Rightarrow V_C = \frac{C_BV_B}{C_C} = 2.10^{-2}\ \ell = 20\ m\ell$

c) pH du mélange à l'équivalence :

A l'équivalence on a une solution d'acide éthanoïque de concentration C, contenant Na^+ et $C\ell^-$.

$C = \frac{n_{CH_3COO^-}}{V} = \frac{C_BV_B}{V_B + V_C} = 3{,}33.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}$.

On a : $Ka = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$. Calculons : $[CH_3COO^-]$ [CH₃COOH]. De l'électroneutralité :

$[CH_3COO^-] + [C\ell^-] + [OH^-] = [Na^+] + [H_3O^+]$;

$[OH^-] \ll [C\ell^-]$ et $[C\ell^-] = 3{,}33.10^{-3}\ mol.\ell^{-1} = [Na^+]$.

On obtient alors : $[CH_3COO^-] \cong [H_3O^+]$

De la conservation de la matière :

$[CH_3COOH] = C - [CH_3COO^-] = C - [H_3O^+]$

Posons $[H_3O^+] = x$ on a alors : $Ka = \frac{x^2}{C-x} \Rightarrow$

$x^2 + Kax - KaC = 0$. La résolution donne :

$x = [H_3O^+] = 2{,}4.10^{-4}\ mol.\ell^{-1}$ et pH = 3,6.

2) **a)**

A et B	A et C	A et D	B et C	B et D	C et D
Vrai	Faux	Vrai	Vrai	Faux	Faux

b) Calcul des volumes à mélanger

- Mélange A et B : mélange équimolaire de l'acide et sa base conjuguée.

$\begin{cases}V_A + V_B = 100.10^{-3} \\ n_A = n_B\end{cases}$ D'où $\begin{cases}V_A + V_B = 100.10^{-3} \\ C_AV_A = C_BV_B\end{cases}$ et donc V

$= 33{,}33\ m\ell$; $V_B = 66{,}67\ m\ell$

- Mélange A et D : mélange de sorte qu'on soit à la demi-équivalence :

$$\begin{cases}V_A + V_D = 100.10^{-3} \\ \dfrac{n_A}{2} = n_D\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}V_A + V_D = 100.10^{-3} \\ \dfrac{C_AV_A}{2} = C_DV_D\end{cases}$$

D'où $V_B = 28{,}6\ m\ell$ et $V_A = 71{,}4\ m\ell$.

VI-6

1) Déduisons l'acide le plus fort : Pour les trois acides, à l'équivalence on a :

- $n(A_1H) = n_1(soude) \Rightarrow C_1V_a = C_BV_{B1} \Rightarrow C_1 = 0{,}1C_B$ et $pH_1 = 3{,}9$
- $n(A_2H) = n_2(soude \Rightarrow C_2Va = C_BV_{B2} \Rightarrow C_2 = 1{,}6C_B$ et $pH_2 = 3$
- $n(A_3H) = n_3(soude) \Rightarrow C_3Va = C_BV_{B3} \Rightarrow C_3 = 0{,}1C_B$ et $pH_3 = 3$

Déterminons les coefficients de dissociation : α_1, α_2 et α_3 respectivement des acides A_1H, A_2H et A_3H en fonction de C_B.

$\alpha_1 = \frac{10^{-pH_1}}{C_1} = \frac{1{,}26.10^{-3}}{C_B}$; $\alpha_2 = \frac{6{,}25.10^{-4}}{C_B}$ et $\alpha_3 = \frac{10^{-2}}{C_B}$

α, et [illegible] des fois

A_1H puisqu'il est le plus dissocié

Quand on dilue 100 fois un acide fort, son pH augmente

unités, l'acide étant totalement dissocié dans l'eau

L'acide A_1H est par conséquent un acide fort.

Comme A_1H est un acide fort, on a

mol.ℓ^{-1} avec $C_1 = 0,1C_a$, on déduit

$C_a = 0,1 \times 10C_1 = 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}

$C_a = 1,6 \times 10C_1 = 1,6.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}

est un acide car pH = 2,4 ; c'est un acide faible car

log C. Y est une base car pH = 11,9 , c'est une base

car pH < 14 + log C

$V_{bE} = 10$ cm^3 , pH$_e$ = 8,2 , pK$_a$ = 3,7

acide méthanoïque .

acide méthanoïque est plus fort que l'acide éthanoïque

son pK$_a$ est plus faible.

$HCOOH + OH \rightarrow HCOO + H_2O$

$B + H_2O \leftrightarrows BH^+ + OH$,

$= 3,2.10^{-1}$ mol.ℓ^{-1} ; $[OH^-]= 3,2.10^{-4}$ mol.ℓ^{-1} ,

$= \frac{C_aV_B}{V_A+V_B} = 4.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} , $[BH^+]= 4\ 10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} ,

$= \frac{C_BV_B}{V_A+V_B} - [BH^+] = 2\ 10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} , pK$_a$ = 10,8 , le

base Y est l'éthylamine.

Mode opératoire – 100 mℓ de S Fiole de 100 mℓ ;

pipette de volume v = 10 mℓ

Pour le dosage voir cours (dispositif expérimental).

a) On ajoute l'eau pour mieux voir le virage de l'indicateur

Cet ajout – Ne modifie pas le volume à l'équivalence – le pH initial car il y a dilution , – Ne modifie pas – Modifie pH$_E$.

a) Avant l'équivalence le pH varie peu, à l'approche de les intervalles sont restreints à cause du saut de pH.

$V_{bE} = 15,5$ cm^3 , $Ca = \frac{C_bV_{bE}}{V_a} = 7,75\ 10^{-2}$ mol ℓ^{-1}

$C = Ca \times 10 = 7,75\ 10^{-1}$ mol ℓ^{-1}

La masse dans 100 g de vinaigre n = CV=7,75 10^{-2} mol

$m = nM = 7,75\ 10^{-2}\ (12\times2 + 35 + 4) = 4,65 < 5°$ degré

moins élevé que prévu

a) E (pH = 2,0) , D (pH = 7,0) , B (pH = 5,6) ,

C (pH = 12,0) ; A(pH = 10,6).

pKa = 9,2

a) (E + A) $H_3O^+ + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + H_2O$

(E + C) $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2\ H_2O$

$v = v' = 10$ cm^3

Ecrire les relations d'électroneutralité, de conservation de la matière et montrer que $Ka = \frac{[H_3O^+]^2}{5\ 10^{-3} - [H_3O^+]}$, d'où

pKa = 5,75 Pour le mélange (HCℓ, NaOH), on a pH = 7

$V = \frac{V'}{2} = 5$ cm^3 , solution tampon

pH = 11,69

VI-10

1) a) $S_1\ (A_1H)$ est un acide fort, $S_2\ (A_2H)$ est un acide faible on a dilué au 1/5, pour l'acide fort le pH augmente de $-\log(1/5) = 0,7$

b) $A_1H + H_2O \rightarrow A_1^- + H_3O^+$; $A_2H + H_2O \leftrightarrows A_2^- + H_3O^+$

c) Concentration de S_1 : $C = 10^{-2,4} = 4\ 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}

2) a) $C_1V = C_bV_b$, $C_2V = C_bV_b' = C_b \times 25V_b \Rightarrow$

$\frac{C_bV_b}{C_1} = \frac{25C_bV_b}{C_2}$, $C_2 = 25\ C_1 = 10^{-1}$ mol.ℓ^{-1}

b) $A_1H + OH^- \rightarrow A_1^- + H_2O$; $A_2H + OH^- \rightarrow A_2^- + H_2O$

c) pH = 2,4 , $C_2 = 10^{-1}$ mol.ℓ^{-1} , $[H_3O^+] = 4\ 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} ; $[OH^-] = 2,5.10^{-12}$ mol.ℓ^{-1} , $[A_2^-] \approx [H_3O^+] = 4.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} ; $[A_2H] = 9,6.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}

d) pKa = 3,8.

VI-11

1) $C_9H_8O_4$, M = 180 g.mol^{-1}

2) a) Voir cours pour le dispositif expérimental.

le graphe est à représenter.

b) Acide faible à cause de l'allure de la courbe (2 points d'inflexion) et du pH à l'équivalence (pH > 7)

c) $C_9H_8O_4 + OH^- \rightarrow H_2O + C_9H_7O_4^-$

d) E (V_b = 11cm^3 ; pH = 8) ; $C_a = \frac{C_bV_b}{V_a} = 1,1\ 10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}

e) pKa = 3,5

f) $n = C_aV = 2,75.10^{-3}$ mol , m = nM = 0,495g ≈ 500mg

g) $[H_3O^+] = 1,69.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} ; $[OH^-] = 5,9.10^{-12}$ mol.ℓ^{-1} $[A^-] = 1,69.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} ; $[AH] = C_a - [A^-] = 9,3.10^{-3}$ mol.ℓ^{-1} , pKa = 3,5 ,

h) Rouge de phénol et Phénolphtaléine.

VI-12

1) $V_{BE} = 5,2$ mℓ ; pK$_A$ = 4,3.

2) $n = 2,6\ 10^{-4}$ mol ; m = 46 mg.

3) $C_6H_7O_6H + OH \rightarrow C_6H_7O_6^- + H_2O$

4) Rouge de crésol.

VI-13

1) Formule brute de l'acide benzoïque : $C_7H_6O_2$; Ion benzoate $C_7H_5O_2^-$

Masse molaire M = ((7× 12) + 6+ (2×16)) =122 g.mol^{-1}

2) Equation-bilan de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau $C_7H_6O_2 + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + C_7H_5O_2^-$

Constante d'acidité : $Ka = \frac{[H_3O^+][C_7H_5O_2^-]_{aq}}{[C_7H_6O_2]_{aq}}$

3) a) Equation de la réaction du dosage :

$C_7H_6O_2 + OH^- \rightarrow C_7H_5O_2^- + H_2O$.

b) A l'équivalence on a $n_{C_7H_6O_2} = n_{OH^-}$

c) Calcul de la concentration de la solution S :

$C_a V_a = C_bV_{be}$ d'où $C_a = \frac{C_bV_{be}}{V_a} = 1,6.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}.

$m = C_aV_a'.M = 1,6.10^{-2} \times 0,1 \times 122 = 195,2$ mg.

Calcul de $s = \frac{m}{V} = \frac{0,1952}{0,1} = 1,95$ g.ℓ^{-1}, la solution n'est pas saturée

d) A l'équivalence on a pH > 7 (dosage d'un acide faible par une base forte).

4) $C_6H_5\text{-}COOH$ ($V_a = 50$ mℓ ; $C_a = 1{,}6.10^{-2}$ mol.ℓ$^{-1}$)
NaOH ($C_b = 20.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$; $V_a = 20$ mℓ)
les espèces : $C_6H_5\text{-}COOH$; $C_6H_5\text{-}COO^-$; Na^+ ; OH^- ; H_3O^+.
$n_{C_6H_5-COOH} = CaVa = 50.10^{-3} \times 1{,}6.10^{-2} = 8.10^{-4}$ mol.
$n_{OH^-} = C_bV_b = 20.10^{-3} \times 20.10^{-3} = 4.10^{-4}$ mol. On a une solution tampon car $n_{OH^-} = \dfrac{n_{C_6H_5-COOH}}{2}$ et pH = pKa = 4,2.

VI-14

1) Equation de la réaction de l'indicateur et l'eau :
$HIn + H_2O \rightleftarrows In^- + H_3O^+$

2) Les valeurs du pH délimitant la zone de virage :
– La forme acide prédomine pour $[HIn] > 10[In^-]$.

$\Rightarrow \dfrac{[In^-]}{[HIn]} < \dfrac{1}{10}$ et comme $pH = pKa + \log\dfrac{[In^-]}{[HIn]}$ on a :

$pKa + \log\dfrac{[In^-]}{[HIn]} < pKa + \log\dfrac{1}{10} \Rightarrow pH < pKa - \log 10$ et donc pH < 3,8.

– La forme basique prédomine si $4[HIn] < [In^-] \Rightarrow$
$\dfrac{[In^-]}{[HIn]} > 4 \Rightarrow \log\dfrac{[In^-]}{[HIn]} > \log 4 \Rightarrow pKa + \log\dfrac{[In^-]}{[HIn]} > pKa$ $+ \log 4$ et donc $pH > 4{,}8 + \log 4$
pH > 5,4. La zone de virage est telle que : 3,8 < pH < 5,4

3) **a)** Le volume d'acide chlorhydrique à l'équivalence :
A l'équivalence : $n(H_3O^+) = n(OH^-) \Rightarrow CaVa_E = 2CbVb \Rightarrow$
$Va_E = \dfrac{2CbVb}{Ca} = 2.10^{-2}$ ℓ $= 20$ cm^3.

b) L'indicateur est versé initialement dans la base $Ca(OH)_2$ (pH > 7) qui prend alors la couleur bleue car pH > 5,4.
L'acide versé va faire décroitre le pH et le début du virage correspond alors à pH = 5,4.
Le volume V_1 d'acide versé au début du virage :
pH = 5,4 ; la solution est acide et $n(H_3O^+) > n(OH^-)$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = \frac{n(HC\ell) - 2n(Ca(OH)_2)}{V_1 + Vb} =$$

$$\frac{CaV_1 - 2CbVb}{V_1 - Vb} \Rightarrow V_1 = \frac{(2Cb + 10^{-pH})}{Ca - 10^{-pH}} \times Vb = 20 \text{ cm}^3.$$

c) Le volume V_2 d'acide à la fin du virage : pH = 3,8.
De même on déduit : $V_2 = \dfrac{(2Cb + 10^{-pH})}{Ca - 10^{-pH}} \times Vb = 20{,}3$ cm^3

d) Pour ce dosage, il faut arrêter d'ajouter l'acide au début du virage car $V_1 = Va_E$.

4) **a)** La masse minimale m_0 de NaOH pour le début du virage. L'indicateur est introduit dans l'acide qui prend une couleur jaune, le début du virage correspond à pH = 3,8.
De l'électroneutralité du mélange on a : $[Na^+] + [H_3O^+] = [CH_3COO^-] + [OH^-]$. Exprimons $[Na^+]$, $[H_3O^+]$, $[CH_3COO^-]$ et $[OH^-]$. $[H_3O^+] = 10^{-pH}$;

$[Na^+] = \dfrac{m_0}{M_{(NaOH)} \times V}$; $[OH^-] << [H_3O^+]$;

Du Ka : $[CH_3COOH] = \dfrac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{Ka}$;

De la conservation de CH_3COOH : $C = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-] = \dfrac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{Ka} + [CH_3COO^-]$ d'où

$$[CH_3COO^-] = C\frac{C}{\left(\dfrac{[H_3O^+]}{Ka} + 1\right)} = \frac{KaC}{[H_3O^+] + Ka} ;$$

En Remplaçant $[Na^+]$, $[H_3O^+]$, $[CH_3COO^-]$ et $[OH^-]$ par leur expression dans l'électroneutralité On obtient :

$$\frac{m_0}{M_{(NaOH)} \times V} + 10^{-pH} = \frac{KaC}{[H_3O^+] + Ka} \text{ car } [OH^-] << [H_3O^+]$$

$$m_0 = M_{(NaOH)} \times V \times \left(\frac{CKa}{[H_3O^+] + Ka} - 10^{-pH}\right) = 0{,}18 \text{ g}$$

b) La masse de NaOH pour l'équivalence :
A l'équivalence on a : $CV = n(NaOH) = \dfrac{m(NaOH)}{M(NaOH)} \Rightarrow$
$m = CVM(NaOH) = 10^{-1} \times 500.10^{-3} \times 40 = 2$ g

VI-15

1) L'hydroxyde de sodium est une monobase forte ; il e totalement dissocié dans l'eau. L'aniline est une monoba faible, partiellement ionisée dans l'eau.
Pour A : pH = 14 + logC = 11. Pour B : pH < 14 + logC

2) **a)** Il y a équivalence quand le nombre de moles de monoacide introduit est égal au nombre de monobase ve

b) A l'équivalence : CaVa = CbVb :

Pour A : $CaV = 10^{-3} \times 10^{-2} = 10^{-5}$ mol $\Rightarrow V = \dfrac{10^{-5}}{Ca}$

Pour B : $CaV' = 10^{-3} \times 10^{-2} \Rightarrow V' = \dfrac{10^{-5}}{Ca} \Rightarrow V = V'$.

c) A l'équivalence les pH sont différents :
Pour A : pH = 7 car réaction entre un monoacide fort et une monobase forte.
Pour B réaction entre un monoacide fort et une monobase faible, le pH à l'équivalence est inférieur à 7.

3) **a)** $C_6H_5NH_2 + H_2O \leftrightarrows C_6H_5NH_3^+ + H_3O^+$

b) Les couples : $C_6H_5NH_3^+ / C_6H_5NH_2$; H_2O/OH^-

4) On a pH = pKa à la demi-équivalence :
$CaVa = \dfrac{1}{2}CbVb$ soit $Va = \dfrac{CbVb}{2Ca} = 5.10^{-3}$ ℓ $= 5$ mℓ

VI-16

1) **a)** Equation de la réaction :
$HCOOH + H_2O \leftrightarrows HCOO^- + H_3O^+$.
La base conjuguée est l'ion méthanoate $HCOO^-$.

c) –Rapport entre la concentration de la forme basique et celle de la forme acide.

$pK_a = -\log\dfrac{[H_3O^+][B]}{[A]} = pH - \log\dfrac{[B]}{[A]} \Rightarrow \log\dfrac{[B]}{[A]} = pH - pK$

D'où : $\dfrac{[B]}{[A]} = 10^{pH - pKa} = 7{,}94.10^{-2}$.

–Les concentrations molaires des espèces en solution. Les espèces présentes sont H_3O^+, OH^-, $HCOO^-$, et HCOOH.
Du pH nous avons : $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 2.10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$.
Du produit ionique de l'eau :

$[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = \dfrac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = 5.10^{-12}$ mol.ℓ$^{-1}$.

électroneutralité de la solution permet d'écrire

$[OH^-] + [HCOO^-] = [H_3O^+] \Rightarrow [HCOO^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$

Les ions OH^- sont ultra minoritaires par rapport aux ions H_3O^+ d'où $[HCOO^-] = [H_3O^+] = 2.10^{-3}$ mol.ℓ⁻¹

Puis on a $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 7{,}94.10^{-2} \Rightarrow [HCOOH] = \frac{[HCOO^-]}{7{,}94.10^{-2}}$

$[HCOOH] = 2{,}52.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹.

Concentration de la solution d'acide méthanoïque par la conservation de la matière on a :

$C = [HCOO^-] + [HCOOH] = 2{,}72.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹.

3) a) L'équation de la réaction :

$HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$

b) La valeur de m

Nous avons $pH = 3{,}8 = pK_a \Rightarrow \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 0$

$[HCOO^-] = [HCOOH] = \frac{Ca}{2} = \frac{2{,}72.10^{-2}}{2}$

$[HCOO^-] = 1{,}36.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹ Selon l'équation précédente,

$[HCOO^-] = [OH^-]_{ajouté} = C_b$. $m = Cb \times V \times M_{NaOH} = 0{,}544$ g.

c) C'est une solution tampon dont le pH ne varie pas par dilution et varie peu par ajout modéré d'acide fort ou de base forte.

VI-17

1) a) Calcul de C_1 et C_2 : A l'équivalence :

$C_1V_a = C_bV_{bE_1}$ et $C_2V_{a2} = C_bV_{bE_2}$ d'où :

$C_1 = 4{,}8.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹ et $C_2 = 10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹

b) La solution S_2 est la solution de HCℓ, c'est un acide fort, $pH = -\log C_2 = 2$

La solution S_1 est l'acide méthanoïque $pH_1 > -\log C_1$

2) pKa du couple $HCOOH/HCOO^-$

$pKa = pH - \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 3{,}75 \approx 3{,}8$

3) Volume $n(OH^-) = \frac{1}{2}n(HCOOH) \Rightarrow C_bV_{bE_{1/2}} = \frac{1}{2}C_1V_1$

$V_{b_{1/2}} = 12$ mℓ et pH = pKa = 3,8

VI-18

1) On a $pH_1 = pH_2$ et comme S_1 est une base forte et S_2 une base faible alors $C_2 > C_1$. $C_1 = 10$ [illegible] $= 1{,}26.10^{-3}$ mol.ℓ⁻¹.

2) a) On a $14 + \log C_2 = 13$ or $pH_2 = 11{,}1$.

$pH_2 \neq 14 + \log C_2 \Rightarrow S_2$ est une solution de base faible.

b) Espèces H_3O^+, OH^-, NH_4^+, NH_3, H_2O

$[H_3O^+] = 8.10^{-12}$ mol.ℓ⁻¹ ; $[OH^-] = 1{,}26.10^{-3}$ mol.ℓ⁻¹

$[NH_4^+] = 1{,}26.10^{-3}$ mol.ℓ⁻¹ ; $[NH_3] = 9{,}9.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹.

$pKa = pH_2 - \log\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = 9{,}2$

3) a) On effectue un dosage de S_2 par S_3 et on s'arrête à la demi équivalence. Il faut donc résoudre le système :

$$\begin{cases} V_2 + V_3 = 50.10^{-3} \\ n_3 = \frac{1}{2}n_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_2 + V_3 = 50.10^{-3} \\ C_3V_3 = \frac{C_2V_2}{2} \end{cases} , V_2 = V_3 = 25 \text{ mℓ}.$$

b) C'est une solution tampon, son pH ne varie pas au cours de dilution modérée et varie peu lors de l'ajout d'un acide fort ou d'une base forte.

b) Espèces : H_3O^+, OH^- ; NH_4^+, NH_3, $Cℓ^-$; H_2O.

$[H_3O^+] = 6{,}3.10^{-10}$ mol.ℓ⁻¹ ; $[OH^-] = 1{,}6.10^{-5}$ mol.ℓ⁻¹

$[Cℓ^-] = 2{,}5.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹.

$[NH_4^+] = [NH_3] = \frac{C_2V_2}{2(V_2+V_3)} = 2{,}5.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹.

VI-19

1) On a le groupe acide carboxylique –COOH et le groupe alcool secondaire –CHOH–

$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH$

2) a) Dispositif expérimental à faire.

$CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COOH + OH^- \rightarrow CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}COO^- + H_2O$

b) Les coordonnées de E : $V_{b_E} = 12$ mℓ et $pH_E = 8{,}2$

c) A la demi équivalence : pH = pKa = 4,0

d) $C_A = 3{,}0.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹ ; $C_m = 2{,}7$g.ℓ⁻¹

Le lait n'est pas consommable mais il n'est pas caillé.

3) a) On peut utiliser la naphtolphtaléine ou la phénolphtaleine.

b) L'eau permet de mieux voir la couleur de l'indicateur et son virage à l'équivalence.

c) $C_A = 3{,}2.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹ ; résultat sensiblement en accord.

VI-20

1) a) Les coordonnées du point d'équivalence $V_{bE} = 19$ mℓ et $pH_E = 8{,}2$

b) La concentration de la solution diluée :

$Ca = \frac{C_bV_{bE}}{Va} = \frac{10^{-1} \times 19}{20} = 9{,}5.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹

$pH_{E_{1/2}} = pKa = 3{,}7$

2) a) La masse molaire.

$M = \frac{\% \times d \times \rho_{eau}}{C_0}$; $C_0 = \frac{CaV}{V_0} = 19$ mol.ℓ⁻¹ ; *NB : V = 1L*

$M = \frac{0{,}77 \times 1{,}135 \times 1000}{19} = 46$g.mol⁻¹. $C_nH_{2n+1}COOH$ est l'acide méthanoïque de formule : HCOOH

b) Equation de la réaction de l'acide avec l'eau

$HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$

c) Equation de la réaction au cours du dosage

$HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$

3) Pour Vb = 12 mℓ on a pH = 4 et $V_{tot} = 12 + 20 = 32$ mℓ.

Les espèces $HCOOH$, $HCOO^-$, Na^+ ; OH^- ; H_3O^+

$[Na^+] = \frac{CbVb}{V_{tot}} = \frac{10^{-1} \times 12}{32} = 3{,}75.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹ ;

$[H_3O^+] = 10^{-4}$ mol.ℓ⁻¹ ; $[OH^-] = 10^{-10}$ mol.ℓ⁻¹ ;

$[HCOO^-] \approx [Na^+] = 3{,}75.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹.

$[HCOOH]_a = \frac{9{,}5.10^{-2} \times 20}{32} - 3{,}75.10^{-2} = 2{,}19.10^{-2}$ mol.ℓ⁻¹

4) a) Une solution tampon est un mélange équimolaire d'un acide faible et de sa base conjuguée.

– Le pH d'une solution tampon ne varie pas au cours d'une dilution modérée

– Le pH d'une solution tampon varie peu au cours de l'ajout, en quantité modérée, d'un acide fort ou d'une base forte

b) Les valeurs de V_1 et V_2

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = 315.10^{-3} \\ n_1 = n_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 108{,}6\text{cm}^3 \\ V_2 = 206{,}4\text{cm}^3 \end{cases}$$

VI-21

a) L'équation bilan : $HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$

Les expression des concentrations : $[H_3O^+] = 10^{-pH}$;

$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]}$; $[Na^+] = \frac{m}{MV_0}$; $[HCOO^-] \cong [Na^+]$; pH = pKa alors $[HCOOH] = [HCOO^-]$. Déduisons la valeur de m : $[HCOO^-] = \frac{C_0}{2} = \frac{m}{MV_0} \Rightarrow m = 0,4g$

Calcul du volume V

Il faut appliquer l'électroneutralité du mélange et déterminer avec les autres relations (celle du pH, celle du Ke, celle du pKa et celle de la conservation) les expressions des concentrations des différentes espèces et les remplacer dans celle de l'électroneutralité.

Les espèces dans la solution : $HCOO^-$, $HCOOH$, H_3O^+, OH^-, Na^+, $C\ell^-$, H_2O. L'électroneutralité s'écrit :

$[HCOO^-] + [OH^-] + [C\ell^-] = [H_3O^+] + [Na^+]$ avec :

Du pH : $[H_3O^+] = 10^{-3,5} = 3,2.10^{-4}$ mol/L

Du Ke : $[OH^-] = 10^{-14+3,5} = 3,2.10^{-11}$ mol/L

Les espèces Na^+ et $C\ell^-$ sont indifférentes, au cours du mélange, elles subissent une dilution simple d'où :

$[Na^+] = \frac{m}{M(V+V_0)}$ et $[C\ell^-] = \frac{CaV}{(V+V_0)}$

Du système d'équation entre la conservation de HCOOH et le pKa on déduit $HCOO^-$

$$\begin{cases} pKa = pH - \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} \\ [HCOO^-] + [HCOOH] = \frac{C_0V_0}{V+V_0} \end{cases} \Rightarrow [HCOO^-] = \frac{C_0V_0}{3(V+V_0)}$$

En remplaçant dans l'électroneutralité chaque espèce par son expression et en remarquant que $[OH^-] \ll [H_3O^+]$ on obtient :

$$\frac{C_0V_0}{3(V+V_0)} + \frac{CaV}{(V+V_0)} = 3,2.10^{-4} + \frac{m}{M(V+V_0)} \Rightarrow$$

$MC_0V_0 + 3MCaV = 3,2.10^{-4} \times 3M(V+V_0) + 3m \Rightarrow$

$$V = \frac{\frac{m}{M} - \frac{C_0V_0}{3}}{Ca} = 33,3mL$$

a) Calcul du pH de la solution préparée

$[H_3O^+] = \frac{CaV'}{V'+Vc} = 3,2.10^{-3}$ et pH = 2,5

Comparons : $pH(S_2) > pH(S_3)$; Propriété remarquable :

La solution S_1 est une solution tampon car son pH varie très peu lors de l'ajout d'un acide fort.

$\boxed{\text{VI-22}}$

1) a) Les concentrations molaires initiales :

$Ca_1 = \frac{CbVb_1}{Va} = 6.10^{-2} mol.L^{-1}$; $Ca_2 = \frac{CbVb_2}{Va} = 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$

a) Identifions S_1 et S_2

A_1H est un acide faible car $[H_3O^+]_1 < Ca_1$

A_2H est un acide fort car $[H_3O^+]_2 = Ca_2$

b) Equation-bilan de dissolution dans l'eau :

$A_1H + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + A_1^-$; $A_2H + H_2O \rightarrow H_3O^+ + A_2^-$

2) Calcul du pKa (A_1H/A_1^-)

$pKa = pH - \log\frac{[A_1^-]}{[A_1H]} = 2,5 - \log\frac{10^{-2,5}}{6.10^{-2} - 10^{-2,5}} = 3,7$

3) Calcul du pH du mélange lors du dosage de S_2

a) Pour $V_b = 2$ cm^3 :

$Vb < Vb_2$; l'équivalence n'est pas atteinte.

$n(H_3O^+) = Ca_2Va - CbV_b \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{Ca_2Va - CbVb}{Va+Vb}$

$[H_3O^+] = 5,55.10^{-3}$ $mol.L^{-1}$; pH = 2,25

b) Pour Vb = 7 cm^3 ; $Vb > Vb_2$, on est après l'équivalen

$n(OH^-) = CbVb - Ca_2Va \Rightarrow [OH^-] = \frac{CbVb - Ca_2Va}{Va+Vb}$

$[OH^-] = 3,12.10^{-3}$ $mol.L^{-1}$; pH = 11,5

4) Différences entre C_1 et C_2 :

– C_1 présente 03 concavités (2 points d'inflexions) tan que C_2 présente 02 concavités (1 point d'inflexion).

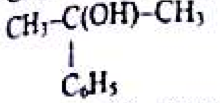
– Le point d'équivalence de C_1 a son pH supérieur à tandis que celui de C_2 a son pH égal à 7.

CORRIGE CHIMIE ORGANIQUE
Chap VII : ALCOOL ALDEHYDE CETONE ACIDE CARBOXYLIQUE

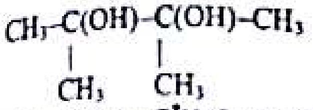
VII-1

a) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-C^*H(CH_3)-CH_2OH$

b) $CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-C^*H(OH)-CH_2-CH_3$

c) 

$$CH_3-\underset{\underset{C_6H_5}{|}}{C}(OH)-CH_3$$

d) 

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}(OH)-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}(OH)-CH_3$$

e) $CH_3-(CH_2)_2-C^*H(C_2H_5)-C^*H(CH_3)-CO-CH_3$

f) $CH_3-CH_2-C^*H(CH_3)-CHO$

g) $CH_3-CH_2-C^*H(CH_3)-C^*H(CH_3)-CHO$

h) $CH_3-CH(CH_3)-CO-CH_3$

VII-2

a) 2-éthylbutan-1-ol ; b) 2-méthylpropanal

c) octan-3-one ; d) 3,3-diméthylpentan-2-one.

e) Acide 2,3-diéthylpentanoïque

f) Acide 3-méthylbutanoïque ; g) 3-méthylbutan-2-one

h) 3,5-diéthylhexan-2-one.

VII-3

1) a) Equation de la réaction

$$C_xH_y + (x + \frac{y}{4})O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

b) Formule de A :

- La masse molaire du composé est :

$M = 29d = 29\times1,931 \approx 56g/mol.$

- Le nombre de mol n du composé ayant réagi

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5,6}{56} = 10^{-1}\ mol$$

- Selon l'équation de la réaction n mol du composé produit (n × x) mol de CO_2, soit :

$$n(CO_2) = n\times x = \frac{V(CO_2)}{V_M} \Rightarrow x = \frac{V(CO_2)}{V_M\times n}$$

$$x = \frac{8,96}{22,4\times0,1} = 4$$

- On a : $M = 12x + y \Rightarrow y = M - 12x = 56 - 12\times 4 = 8$

La formule du composé est donc C_4H_8.

2) Formules semi développées des isomères de A :

$CH_3-CH_2-CH=CH_2$: but-1-ène

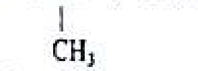
$CH_3-CH=CH-CH_3$: but-2-ène

$CH_3-C(CH_3)=CH_2$: 2-méthylprop-1-ène

3) a) Formule semi développées de B. B est un alcool car ayant été obtenu à partir de l'hydratation d'un alcène.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$: butan-1-ol

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$: butan-2-ol

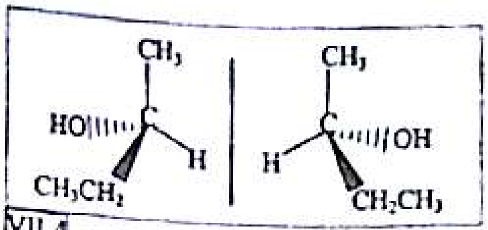


$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}(OH)-CH_3$$: 2-méthylpropan-2-ol

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$: 2-méthylpropan-1-ol.

b) Une molécule chirale est une molécule non superposable à son image dans un miroir plan.

c) Oui il y a une molécule chirale : le butan-2-ol à cause du carbone n°2 qui est un carbone asymétrique. Les deux énantiomères.

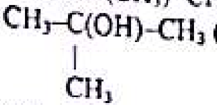


VII-4

1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$ (butan-1-ol) ;

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ (butan-2-ol) ;

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$ (2-méthylpropan-1-ol) ;



$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}(OH)-CH_3$$ (2-méthylpropan-2-ol)

$CH_3-CH_2-CH=CH_2$ (but-1-ène)

$CH_3-CH=CH-CH_3$ (but-2-ène) ;

$CH_3-C(CH_3)=CH_2$ (2-méthylpropène)

2) a) A : (butan-1-ol) ; B : (but-1-ène) ;
C: (butan-2-ol); D : (butanone) ; E : (butanal)

b) Par oxydation ménagée, D ne s'oxyde pas, E donne l'acide butanoïque.

VII-5

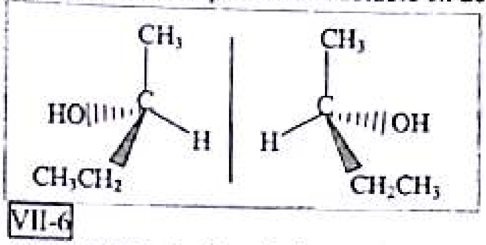
1) but-1-ène : $CH_3-CH_2-CH = CH_2$;
but-2-ène : $CH_3-CH = CH-CH_3$.

2) a) On obtient une fonction alcool.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (C_1) ;

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ (C_2)

b) Le butan-2-ol est obtenu de façon prépondérante. C_2 n'est pas superposable à son image dans un miroir plan c'est une molécule chirale qui est dédoublable en deux énantiomères.



VII-6

1) Soit C_xH_y, la formule brute de cet hydrocarbure A. Ses pourcentages massiques en carbone et hydrogène s'écrivent, en notant M(A) sa masse molaire :

$$p(C) = \frac{100\times x\times M(C)}{M(A)} \text{ et } p(H) = \frac{100\times y\times M(H)}{M(A)}.$$

Par définition, sa densité de vapeur vaut : $d = \frac{M(A)}{29}$.

On en déduit : $M(A) = 29\times d = 70\ g.mol^{-1}$. Par suite,

$$x = \frac{p(C)\times M(A)}{100\times M(C)} = 5\ ;\quad y = \frac{p(H)\times M(A)}{100\times M(H)} = 10$$

La formule brute de A s'écrit donc C_5H_{10}. Sachant que A est un alcène, les différentes formules semi-développées s'écrivent :

a) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$: pent-1-ène.

b) $CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$: pent-2-ène.

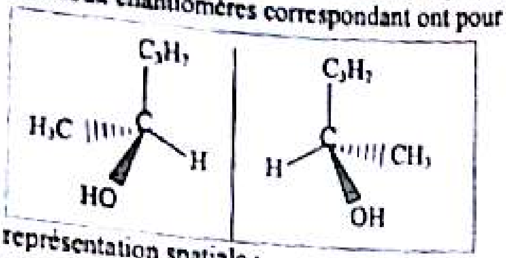
c) $CH_2=C(CH_3)-CH_2-CH_3$: 2-méthylbut-1-ène

d) $CH_3-C(CH_3)=CH-CH_3$: 2-méthylbut-2-ène

e) $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH_2$: 3-méthylbut-1-ène

Remarque : Lorsqu'on demande des formules semi-développées, les isomères Z-E n'apparaissent pas ; ces isomères nécessitent des formules développées pour les faire apparaître.

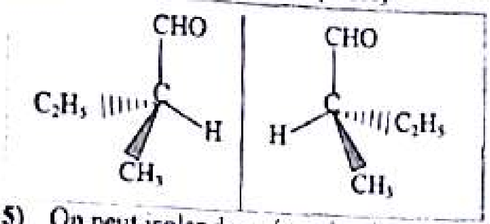
2) Cet alcène ne possède pas de chaîne alkyle ramifiée : les composés d), e) et f) ne conviennent donc pas.
De plus : $C_5H_{10} + H_2O \rightarrow C_5H_{12}O$, alcool à chaîne linéaire possédant un atome de carbone asymétrique.
L'alcool de formule semi-développée :
$CH_3-{}^*CH(OH)-CH_2-CH_2-CH_3$, convient :
c'est le pentan-2-ol, alcool secondaire.
Possédant un atome de carbone asymétrique, il est chiral.
Les deux énantiomères correspondant ont pour représentation spatiale :



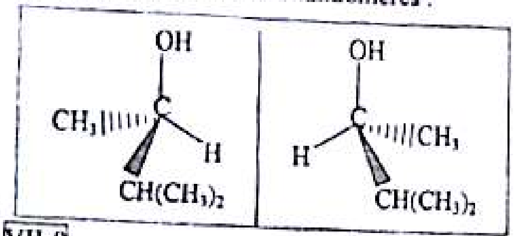
3) Le groupe hydroxyle –OH peut se fixer sur l'un ou l'autre des atomes de carbones liés par la double liaison:
$C=C + H_2O \rightarrow CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$
ou : $CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_2-CH_3$
L'alcène A est donc le pent-2-ène de formule b).

VII–7

1) 2-méthylbutanal : $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CHO$
3-méthylbutan-2-one : $CH_3-CH(CH_3)-CO-CH_3$
2) C'est une isomérie de fonction. Non ce n'est pas une isomérie de chaîne car les deux chaînes carbonées sont identiques.
3) C'est un carbone asymétrique. On peut isoler deux énantiomères : C'est une isomérie de configuration : une énantiomérie.
4) $CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3$



5) On peut isoler deux énantiomères :



VII-8

1) En bout de chaîne.
2) a) $RCO_2H + 4H^+ + 4e^- \rightarrow RCH_2OH + H_2O$
b) Molécules A :

- $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_2OH)-CO_2H$
- $CH_3-CH_2-CH_2-CH(CH_2OH)-CO_2H$
- $C_2H_5-C(CH_2OH)-CO_2H$ avec CH_3 sous le C

Les molécules B s'obtiennent en remplaçant la fonction acide carboxylique par une fonction alcool.

VII-9

1) Formule semi–développée du propène : $CH_2=CH-CH_3$
2) a) L'hydratation d'un alcène conduit à la formation d'un ou deux alcools.
Les deux composés obtenus par hydratation du propène sont des alcools qui possèdent le groupement fonctionnel hydroxyle (–OH).
b) L'acide sulfurique présent joue un rôle de catalyseur dans cette réaction d'hydratation.
c) Les deux alcools que l'on obtient, sont :
$CH_3-CH(OH)-CH_3$: propan-2-ol
$CH_3-CH_2-CH_2-OH$: propan-1-ol.
Sachant que dans la réaction d'hydratation d'un alcène c'est l'alcool de classe la plus élevée que l'on obtient majoritairement, c'est le propan-2-ol qui sera prépondérant.
3) On réalise l'oxydation ménagée de l'un des 2 alcools. On a bien une réaction car la solution passe de la couleur orangée à la couleur verte. Le composé org anique formé donne un test positif avec la D.N.P.H. : il possède la liaison carbonyle C=O : c'est une cétone ou un aldéhyde. Ce composé donne, par contre un test négatif avec la liqueur de Febling : ce n'est pas un aldéhyde. Le composé organique formé est donc une cétone. Sachant que l'oxydation ménagée d'un alcool secondaire donne une cétone, il en résulte que la formule semi-développée du composé organique qui a réagi avec la solution de dichromate de potassium est : $CH_3-CH(OH)-CH_3$. C'est la formule semi–développée du propan-2-ol qui est un alcool secondaire.

VII-10

1) La concentration en ion $Cr_2O_7^{2-}$

$$K_2Cr_2O_{7\,(s)} \xrightarrow{eau} 2K^+ + Cr_2O_7^{2-}$$

$$[Cr_2O_7^{2-}] = C(K_2Cr_2O_7) = \frac{m}{MV} = \frac{50}{294 \times 0{,}14} = 1{,}21\,mol.\ell^{-1}$$

2) Le nombre de mol de butan-1-ol dans 0,5 mℓ :
$m' = \rho V = 0{,}8 \times 0{,}5 = 4.10^{-1}g$

$$\Rightarrow n' = \frac{m'}{M'} = \frac{4.10^{-1}}{74} = 5{,}4.10^{-3}mol$$

Le nombre de mol de dichromate dans 0,5 mℓ :
$n'' = CV = 1{,}21 \times 0{,}5.10^{-3} = 6.10^{-4}$ mol.
L'équation de l'oxydation :

$$3CH_3CH_2CH_2CH_2OH + 2(2K^+ + Cr_2O_7^{2-}) + 16H^+ \rightarrow$$
$$4K^+ + 3CH_3CH_2CH_2COOH + 4Cr^{3+} + 11H_2O$$

L'équation de l'oxydation fait intervenir 2 moles de dichromate de potassium pour 3 moles de butan-1-ol, pour faire réagir les $5{,}4.10^{-3}$ mol de butan–1–ol, il faudrait :
$5{,}4.10^{-3} \times \frac{2}{3} = 3{,}6.10^{-3}$ mol de dichromate de potassium, or

on ne dispose que de 6.10^{-4} mol de ces ions soit 6 fois moins : l'oxydant est dit en défaut.
On peut donc envisager un mélange d'alcool non oxydé et d'acide butanoïque ou un mélange d'alcool, de butanal et d'acide butanoïque.
3) La quantité d'ions dichromate utilisée est :
$n''' = CV''' = 4{,}8.10^{-3}$ mol. L'oxydant est donc en excès par rapport à la quantité de matière de butan-1-ol utilisée.
On ne peut donc conserver du butanal dans un milieu qui est encore fortement oxydant.

1) a) L'équation de la combustion

$$C_xH_yO + \left(\frac{4x+y-2}{4}\right)O_2 \rightarrow x\,CO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

b) Les valeurs de x et de y

- $M = 29d = 29\times2,48 = 72g.mol^{-1}$
- Le nombre de mol du composé organique dans 3,6g

$n(C_xH_yO) = \frac{m}{M} = \frac{3,6}{72} = 5.10^{-2}$ mol

- Le nombre de mol de CO_2 dans un volume de v = 4,48ℓ

$n(CO_2) = \frac{v}{V_M} = \frac{4,48}{22,4} = 2.10^{-1}$ mol

- Selon l'équation de la combustion, 1 mol de C_xH_yO réagit pour donner x mol de CO_2, alors n = 5.10^{-2} mol de C_xH_yO va réagir pour donner :

$x\cdot5.10^{-2} = n(CO_2) = 2.10^{-1}$ mol de CO_2 soit : x = 4

- $M = 72 = 12x + y + 16 \Rightarrow y = 8$;
- La formule brute du composé est donc : C_4H_8O

c) Les formules semi développées envisageables : B est soit un aldéhyde ou soit une cétone.

$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$: butanal

$CH_3-CH(CH_3)-CHO$: 2-méhylpropanal

$CH_3-CH_2-CO-CH_3$: butanone

3) B appartient donc à la famille des aldéhydes. On peut donc retenir : le butanal et le 2-méthylpropanal.

4) La formule semi développée du corps C:

$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$: acide butanoïque.

L'équation de la réaction :

- La demi-équation de l'oxydation

$C_4H_8O + H_2O \leftrightarrows C_4H_8O_2 + 2\,H^+ + 2e^-$

- La demi-équation de la réduction

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftarrows 2Cr^{3+} + 7\,H_2O$

- L'équation bilan

$3C_4H_8O + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow 3C_4H_8O_2 + 2Cr^{3+} + 4H_2O,$

En ajoutant $8H_2O$ dans les deux membres de l'équation, on transforme H^+ en H_3O^+ puisque nous sommes en solution aqueuse, on obtient donc :

$3C_4H_8O + Cr_2O_7^{2-} + 8H_3O^+ \rightarrow 3C_4H_8O_2 + 2Cr^{3+} + 12H_2O$

5) Le composé A est $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$: butan-1-ol, c'est un alcool primaire

VII-12

1) Déterminons la formule brute de A

- La masse molaire $M = 29d = 29\times2,413 \cong 70$ g.mol^{-1}
- La masse de carbone est telle que

$m(C) = 12x = \%C\times M \Rightarrow x = \frac{\%C\times M}{12} = \frac{0,8571\times70}{12} = 5$

- La masse d'hydrogène est telle que :

$m(H) = 1y = \%H\times M = (1-0,8571)\times70 = 10$

Le composé A a pour formule brute C_5H_{10}.

Les isomères de A :

$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$ pent-1-ène ;

$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$ pent-2-ène

$CH_3-CH_2-C(CH_3)=CH_2$ 2-méthylbut-1-ène;

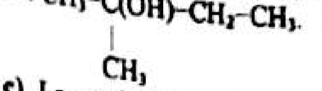
$CH_3-CH(CH_3)-CH=CH_2$ 3-méthylbut-1-ène.

$CH_3-CH=C(CH_3)-CH_3$ 2-méthylbut-2-ène.

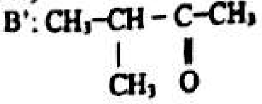
2) **a) Deux énantiomères résultent des deux dispositions différentes dans l'espace des 4 atomes ou groupes d'atomes lié à un carbone asymétrique.**

b) Les formules : A' : $CH_3-C(CH_3)=CH-CH_3$,

B: $CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3$

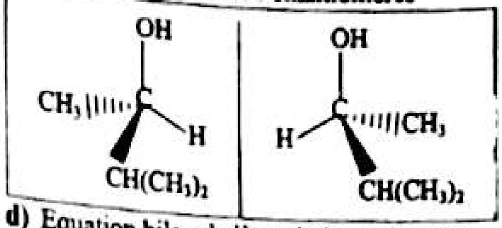


C : $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}(OH)-CH_2-CH_3$.



B': $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-CH_3$

c) La représentation des énantiomères



d) Equation bilan de l'oxydation ménagée.

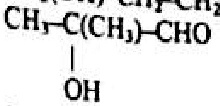
$Cr_2O_7^{2-} + 3C_5H_{12}O + 8H_3O^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3C_5H_{10}O + 15H_2O.$

VII-13

1) Les formules semi développées possibles :

$CH_3-CH_2-{}^*CH(OH)-CHO$; $CH_3-{}^*CH(OH)-CH_2-CHO$;

$CH_2(OH)-CH_2-CH_2-CHO$; $CH_2(OH)-{}^*CH(CH_3)-CHO$



$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}(CH_3)-CHO$

2) La molécule A est : $CH_2(OH)-{}^*CH(CH_3)-CHO$

VII-14

On obtient le système suivant avec x la masse d'éthanol et y la masse d'éthanal :

$$\begin{cases} x + y = 34 \\ \frac{x}{46} + \frac{y}{44} = CV = 0,75 \end{cases} \Rightarrow x = 23g \text{ et } y = 11g.$$

VII-15

1) a) A est un alcool ou un aldéhyde.

b) S est un aldéhyde ou une cétone.

c) S est un aldéhyde ;

d) A est un alcool primaire et B un acide carboxylique.

2) La coloration bleue est due au fait que B est un acide.

La concentration molaire de B:

$C_a = \frac{CV}{V_a} = \frac{0,2\times37,5}{50} = 0,15$ mol.ℓ$^{-1}$;

La masse molaire de B:

$C_a = \frac{C_m}{M} \Rightarrow M = \frac{C_m}{C_a} = \frac{15,3}{0,15} = 102$ g.mol^{-1}.

3) La formule brute de B : B est un acide carboxylique de formule générale $C_nH_{2n}O_2$.

on a : $M_B = 102 = 12n + 2n + 32 \Rightarrow n = 5$

B a donc pour formule brute : $C_5H_{10}O_2$.

Ecrivez les formules ; les noms sont : acide 2-méthylbutanoïque(B_1) ; acide3-méthylbutanoïque (B_2) ; acide 2,2-diméthylpropanoïque (B_3) et 2-méthylbutan-1-ol (A_1) ; 3-méthylbutan-1-ol (A_2) ; diméthylpropan-1-ol (A_3).

VII-16

I) 1) L'équation bilan de la réaction de combustion de l'alcène (A) s'écrit : $C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$.

Pour trouver la formule brute de l'alcène (A), il nous faut déterminer n La combustion d'une mole de l'alcène (A) nécessite $\frac{3n}{2}$ moles de dioxygène soit $\frac{V}{V_m}$ mol, en notant $V = 134,4$ ℓ, le volume de dioxygène nécessaire et $V_m = 22,4$ ℓ, le volume molaire dans les conditions de l'expérience donc $\frac{3n}{2} = \frac{V}{V_m} = \frac{1344}{224} = 6,0 \Rightarrow n = 4$

La formule brute de l'alcène (A) est : C_4H_8.

2) Les formules semi-développées

$CH_3-CH_2-CH=CH_2$ (but-1-ène)

$CH_3-CH=CH-CH_3$ (but-2-ène) ,

$CH_3-C(CH_3)=CH_2$ (2-méthylpropène)

II) 1) Par hydratation, H, s'additionne sur l'un des C de la double liaison et OH sur l'autre. On obtient un mélange de 2 composés (B) et (C) différents, ce qui exclut pour (A) le but-2-ène

2) (B) et (C) sont 2 alcools. Selon la classe de l'alcool

classe de l'alcool	par oxydation ménagée, l'oxydant n'étant pas en excès, on obtient le produit P	possibilité de réaction entre P et la D.N.P.H.	possibilité de réaction entre P et le réactif de Schiff
primaire	aldéhyde	oui	oui
secondaire	cétone	oui	non
tertiaire	rien		

(D) est donc un aldéhyde et l'alcool (B) est un alcool primaire

3) On tire du tableau également que l'alcool (C) est un alcool tertiaire. Le but-1-ène donne un alcool primaire (addition de OH sur CH_2) et un alcool secondaire (addition de OH sur le C lié à un H et un groupement éthyle). A n'est pas le but-1-ène. C'est donc le 2-méthylpropène :

$CH_3-C(CH_3)=CH_2$

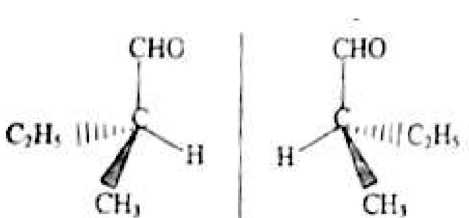
(B) est le 2-méthylpropan-1-ol , (C) est le 2-méthylpropan-2-ol ; (D) est le 2-méthylpropanal

VII-17

1) a) $CH_3-CH_2-C^*H(CH_3)-\boxed{CHO}$

C'est la fonction aldéhyde.

b) Cette molécule possédant un carbone asymétrique est chirale Elle est dédoublable en deux énantiomères. Cette molécule chirale est donc un composé optique actif : chacun de ses énantiomères possède un pouvoir rotatoire



c) Les énantiomères

d) L'oxydation ménagée d'un aldéhyde donnant l'acide carboxylique correspondant, l'oxydation ménagée du 2-méthylbutanal par les ions dichromate ($Cr_2O_7^{2-}$) donne l'acide 2-méthylbutanoïque

$$3CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CHO + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow$$
$$3\,CH\;-CH_2-CH(CH_3)-COOH + 2Cr^{3+} + 4H_2O$$

e) On obtient le 2-méthylchlorure de butanoyle de formule : $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CC\ell O$

2) a) On a une fonction cétone

b) L'alcool est : la 3-méthylbutan-2-ol de formule $CH_3-CH(OH)-CH(CH_3)-CH_3$

c) L'hydrocarbure est : le 3-méthylbut-1-ène de formule $CH_2=CH-CH(CH_3)-CH_3$.

3) Un test commun aux deux isomères A et B : le test avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (D.N.P.H.), dans les deux cas on obtient un précipité jaune. Un test permettant de différencier ces deux isomères est le test avec la liqueur de Fehling. Avec le 2-méthylbutanal on obtient un précipité rouge brique (test positif). Avec la 3-méthylbutan-2-one il n'y a pas de réaction (test négatif)

VII-18

1) a) La famille des alcènes de formule brute générale C_nH_{2n}.

2) L'isomère A_1, non ramifié, a une double liaison en bout de chaine carbonée : c'est le but-1-ène.

Equation :

$CH_3-CH_2-CH=CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$ ou $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$

On obtient deux alcools : le butan-1-ol et le butan-2-ol

Le butan-2-ol est obtenu majoritairement.

3) a) C est une cétone et B un alcool secondaire. B est le butan-2-ol. B possède un carbone asymétrique, donc est chirale et possède deux énantiomères.

b) Oui, B possède deux stéréo-isomères.

c) On a les deux demi–équations :

- Oxydation du butan-2-ol en butanone :

$$CH_3-CH_2-CHOH-CH_3 \rightarrow CH_3-CH_2-CO-CH_3 + 2H^+ + 2e^-$$

- Réduction des ions dichromate en ions chrome III

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7\,H_2O$$

d) L'équation bilan de cette oxydation ménagée.

$$3CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CHOH\text{-}CH_3 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow$$
$$3CH_3-CH_2-CO-CH_3 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

VII-19

1) Fonction des corps : A est un acide carboxylique ; B est un alcool ; C est un aldéhyde ; D est une cétone.

2) B : Propan-1-ol ; C : Propanal ; A : Acide propanoïque

3) $A + B \leftrightarrows H_2O + CH_3CH_2COOC_3H_7$ (propanoate de propyle. C'est une estérification : la réaction est lente limitée et athermique

4) a) E est le Chlorure de propanoyle $CH_3CH_2COC\ell$

b) B + E → propanoate de propyle + $HC\ell$

c) La réaction est rapide et totale

VII-20

1) Indétermination pour C et D, car on ne sait pour lequel d'entre eux l'oxydant a été introduit en excès.

2) Obtention d'un miroir d'argent : voir cours.

3) A : propan–1–ol , B : propan–2–ol , C : propanal ; D : acide propanoïque ; E : propanone ; oxydation de A en D voir cours.

$$3CH_3CH_2CH_2OH + 2Cr_2O_7^{2} + 16H^+ \rightarrow$$
$$3CH_3CH_2COOH + 4Cr^{3+} + 11H_2O$$

VII-21

1) a) Combustion complète de A :

$$C_nH_{2n}O + \frac{(3n-1)}{2}O_2 \rightarrow n\,CO_2 + n\,H_2O$$

b) Formule brute de A.

1 mol de A → n mol de CO_2
$M_A = 14n + 16$ (g) → $44\,n$ (g)
1 g de A → 2,45 g

d'où : $44n \times 1 = 2{,}45 \times (14n + 16) \Rightarrow n = 4$ et $A = C_4H_8O$

2) a) A est soit un aldéhyde soit une cétone.

b) A est un aldéhyde.

3) a) A est le 2–méthylpropanal : $CH_3CH(CH_3)CHO$

b) Equation bilan de l'oxydation :

$$5C_4H_8O + 6H^+ + 2MnO_4^- \rightarrow 5C_4H_8O_2 + 2Mn^{2+} + 3H_2O$$

L'ion MnO_4^- est violet : la solution initialement violette devient incolore (couleur de Mn^{2+}).

4) $CH_3CH(CH_3)COOH + SOC\ell_2 \rightarrow SO_2 + HC\ell + CH_3CH(CH_3)COC\ell$;

on obtient le 2-méthylchlorure de propanoyle.

VII-22

1)

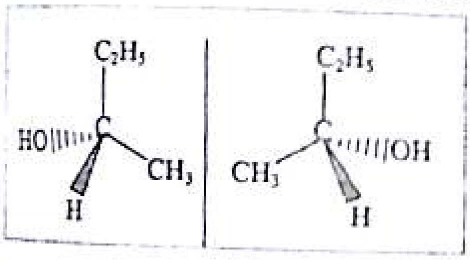
Composé	Nom	Fonction
a	Acide éthanoïque	Acide carboxylique
b	butanone	Cétone
c	butan-2-ol	Alcool (secondaire)
d	propanal	Aldéhyde
e	2-méthylbutan-2-ol	Alcool (tertiaire)

2) Le flacon 3 contient le produit d : le propanal. Le flacon 1 contient le produit b : la butanone. Le flacon 2 contient le 2-méthylbutan-2-ol.

3) a) Une molécule chirale est une molécule qui n'est pas superposable à son image dans un miroir plan. Une substance chirale en solution peut faire tourner le plan de polarisation de la lumière, on dit que cette substance est active optiquement ou qu'elle possède un pouvoir rotatoire.

b) Une condition suffisante pour une molécule est de posséder un seul atome de carbone asymétrique. C'est le cas de la molécule c.

c) les deux énantiomères du butan-2-ol sont sur la figure.



Chap.VIII : ESTERIFICATION HYDROLYSE SAPONIFICATION

VIII-1

1)

a) $CH_3–CH_2–COO–C_2H_5$

b) $CH_3–CH(CH_3)–CH_2–COO–CH_2–CH_2–CH_3$

c) $C_6H_5–COO–CH(C_6H_5)–CH_3$

d) $HCOO–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$

e) $CH_3–COO–CH_2–C_6H_5$

2) Nom des composés :

a) Propanoate de méthyle

b) 2–phényléthanoate de 1–méthyléthyle

c) Méthanoate de 3–méthylbutyle.

d) 3–méthylbutanoate de 1–méthylpropyle

VIII-2

1) A : $(CH_3)_2CH–COOH$ acide 2–méthylpropanoïque

2) B et C : $CH_3–COOH$: acide acétique ;

3) D : $(CH_3)_2CH–CH(OH)–CH_3$: 3–méthylbutan–2–ol

4) E : $C_6H_5–COOH$: acide benzoïque ; F : méthanol

VIII-3

I)1) La proposition de Anne est exacte. Par action de l'acide propanoïque et de l'éthanol, on obtient bien du propanoate d'éthyle.

2) La proposition de Pierre est erronée, car on obtiendrait de l'éthanoate de propyle.

3) La proposition de Anne est exacte car en partant de ½ mole d'acide et ½ mole d'alcool primaire on obtient : $\frac{2}{3}\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{3}$ mol d'ester et d'eau.

4) Cette proposition est erronée. En supposant la réaction totale à partir de ½ mole d'alcool on ne peut obtenir que ½ mole d'ester ou d'eau.

5) La proposition est exacte : On peut accélérer la réaction par chauffage ou par utilisation d'un catalyseur (H_3O^+).

6) La proposition est exacte : La réaction est alors totale et on obtiendrait ½ mole d'ester.

II) Il faut du chlorure de propanoyle et de l'éthanol, m = 51g.

VIII-4

1)

- Propanoate de méthyle

$C_2H_5COOH + CH_3OH \rightleftarrows C_2H_5–COO–CH_3 + H_2O$.

- Acétate d'éthyle

$CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftarrows CH_3–COO–C_2H_5 + H_2O$

- Méthanoate de propyle

$HCOOH + CH_3(CH_2)_2OH \rightleftarrows HCOO–(CH_2)_2CH_3 + H_2O$

- Méthanoate de 1-méthyléthyle

$HCOOH + CH_3–CH(OH)–CH_3 \rightleftarrows HCOO–CH(CH_3)_2 + H_2O$

2) B et C ont la même chaîne carbonée, donc à deux atomes de carbone ; A est donc l'acétate d'éthyle.

A : $CH_3–COO–C_2H_5$; B : $CH_3–COOH$; C : $C_2H_5–OH$

VIII-5

1) La masse molaire de E de formule $C_xH_yO_2$

Un ester comporte 2 atomes d'oxygène :

$$m(O) = 32 = \%O \times M \Rightarrow M = \frac{32}{\%O} = \frac{32}{0{,}314} = 102\ g.mol^{-1}$$

2) Déterminons la formule brute

$$m(C) = 12x = \%C \times M \Rightarrow x = \frac{\%C \times M}{12} = \frac{0{,}588 \times 102}{12} = 5$$

$M = 12x + y + 32 \Rightarrow y = M - 32 - 12x = 10$

La formule brute de l'ester est alors : $C_5H_{10}O_2$. Les formules semi développées de l'ester sont :

$CH_3–CH_2–CH_2–COO–CH_3$; $(CH_3)_2CH–COO–CH_3$;
$CH_3–CH_2–COO–CH_2–CH_3$; $CH_3–COO–CH_2–CH_2–CH_2$
$CH_3–COO–CH(CH_3)_2$; $HCOO–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$

$HCOO-CH_2-CH(CH_3)_2$; $HCOO-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$
$HCOO-C(CH_3)_3$

3) a) Dosage acide faible par base forte ⇒ $pH_{eq} > 7$
⇒ La phénolphtaléine est préférable.

b) La masse molaire de l'acide dosé :

$$Cb \times Vb = CaVa = \frac{C_m}{M}Va \Rightarrow$$

$$M = \frac{C_m Va}{CbVb} = \frac{5 \times 10{,}10^{-3}}{6.10^{-2} \times 11{,}25.10^{-3}} = 74\ g.mol^{-1}.$$

c) L'acide étudié est l'acide propanoïque CH_3CH_2COOH et l'ester est le propanoate d'éthyle $CH_3CH_2COO-CH_2CH_3$

VIII-6

1) L'alcène étant dissymétrique son hydratation conduit à deux alcools.

2–méthylpropan–1–ol : $HO-CH_2-CH(CH_3)_2$ (1^{aire})
2–méthylpropan–2–ol $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}(OH)-CH_3$ (3^{aire})

2)

a) La réaction est lente limitée et athermique.

b) $n(OH^-) = CV = n(acide)_{restant} = 4{,}76.10^{-2}$ mol

$n(ester)_{formé} = n(acide)_{initial} - n(acide)_{restant} = 2{,}4.10^{-3}$ mol,

avec $n(acide)_{initial} = \dfrac{m'}{M} = \dfrac{3}{60} = 5.10^{-2}$mol

$r = \dfrac{n(ester)_{formé}}{n(acide)_{init}} = 4{,}8\ \%$. Le mélange initial étant équimolaire $n(acide)_{initial} = n(alcool)_{initial}$, l'alcool utilisé est tertiaire et est le 2–méthylpropan–2–ol.

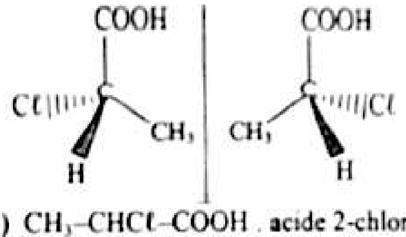
VIII-7

1) le pH diminue au cours du temps, le milieu devient plus acide.

2) $$Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]} = \frac{[H_3O^+]^2}{C_A - [H_3O^+]} = \frac{10^{-2\times2{,}2}}{3.10^{-2} - 10^{-2{,}2}}$$

$Ka = 1{,}68.10^{-3}$ et $pKa = 2{,}77$

3) a) L'acide peut être noté $C_nH_{2n-1}C\ell O_2$.
Sa masse molaire s'écrit
$M = 12n + 2n - 1 + 35{,}5 + 32 = 108{,}5 \Rightarrow n = 3$
Sa formule brute s'écrit alors : $C_3H_5C\ell O_2$
Les énantiomères de l'acide



b) $CH_3-CHC\ell-COOH$. acide 2-chloropropanoïque

VIII-8

1) $CH_3-(CH_2)_2-COO-CH_2-CH_3 + H_2O \rightleftarrows$ …
… $CH_3-(CH_2)_2-COOH + CH_3-CH_2-OH$.

2) Pour éviter que la consommation de l'acide lors de ce dosage n'entraine une plus forte hydrolyse de l'ester. A froid, ce déplacement de l'équilibre est trop lent pour fausser le dosage, ce qui serait possible à chaud.

3) Dans l'échantillon dosé:
$n_{A\,échantillon}$ (équilibre) $= C_BV_B = 3{,}52\ 10^{-2}$ mol.

$n_{A\,total}$ (équilibre) $= 18\times n_{A\,échantillon}$ (équilibre) $= 0{,}63$
$n_{tot\,ester}$ (équilibre) $= n_{0\,ester} - n_{A\,tot}$ (équilibre) $= 0{,}37$

4) D'où $\rho = \dfrac{n_{A\,total}(équilibre)}{n_0(ester)} = 63\ \%$

63% > 33%, l'excès d'eau favorise l'hydrolyse. L'équilib évolue dans le sens de l'élimination de l'excès d'eau.

VIII-9

1) Composition du mélange avant le dosage :

- Quantité d'ions H_3O^+ apportée par H_2SO_4

$n(H_3O^+) = 2n(H_2SO_4) = 2 \times 2 \times 0{,}05.10^{-3} \times 10 = 2.10^{-3}$

- Quantité d'ions OH^- apportée par la soude :

$n(OH^-) = 2\times9{,}5.10^{-3} = 0{,}019$ mol.

- A l'équivalence : $n(OH^-) = n(H_3O^+) + n(CH_3COOH)$

d'où : $n(CH_3COOH)_{rest} = 0{,}017$ mol.

- Quantité d'ester formé : L'acide étant à défaut dans le mélange initial on a :

$n(ester) = n(CH_3COOH)_{initial} - n(CH_3COOH)_{rest}$
$n(ester) = (6/60) - 0{,}017 = 0{,}083$ mol.

- Quantité d'alcool restante :

$n(C_2H_5OH)_{rest} = n(C_2H_5OH)_{init} - n(ester) = (9{,}2/46) - 0{,}08$
$= 0{,}12$ mol

- Composition du mélange :

$n(CH_3COOH)_{rest} = 0{,}017$ mol ; $n(C_2H_5OH)_{rest} = 0{,}12$
$n(ester)_{formé} = 0{,}083$ mol $= n(eau)_{formé}$

2) Le pourcentage d'acide estérifié :

$$r = \frac{n(ester)_{formé}}{n(CH_3COOH)_{init}} = 83\ \%$$

VIII-10

1) a) $CH_3-COO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)_2 + H_2O \rightleftarrows$
$CH_3-COOH + CH(CH_3)_2-CH_2-CH_2-O$

b) L'acide éthanoïque : CH_3-COOH
Le 3–méthylbutan–1–ol : $(CH_3)_2CH-CH_2-CH_2OH$

2) Propositions vraies ou erronées

a) Fausse : le chauffage accélère la réaction vers l'équilibre mais ne modifie pas le rendement.

b) Vraie : l'excès d'eau favorise l'hydrolyse.

c) Fausse : le mélange initial étant équimolaire (6 g ca : $\dfrac{6}{18} = 0{,}33$ mol d'eau. On peut espérer obtenir : $\frac{1}{3}(0{,}33) =$ 0,11 mol d'acide et d'alcool et non 0,5 mol

3) Equation bilan :
$CH_3-COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$.

4) Quantité d'acide formé. A l'équivalence :
$n_a = n_b = C_b(V_{bE} - V_B) = 0{,}026$ mol. $n_{CH_3COOH} = 0{,}026$

– Le rendement

$$r = \frac{n_{CH_3COOH}}{n_i(ester)} = \frac{n_{CH_3COOH} \times M_{ester}}{\rho \times V} = 38{,}85\,\%$$

L'excès d'eau favorise l'hydrolyse dont la limite devrait de 33% si le mélange initial était équimolaire.

VIII-11

1) pentan-1-ol : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
– pentan-2-ol : $CH_3-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_3$.
– pentan-3-ol : $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$

2) a) Le précipité est de l'oxyde de cuivre I (Cu_2O)

b) B est un aldéhyde, B est Le pentanal :
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHO$

A est un alcool primaire : le pentan-1-ol

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2OH$

c) Equation-bilan de l'oxydation

- Demi équation d'oxydation

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2OH \rightarrow$
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHO + 2H^+ + 2e^-$

- Demi équation de la réduction

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$.

Equation-bilan :

$5C_5H_{12}O + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 5C_5H_{10}O + 2Mn^{2+} + 8H_2O$ ou
$5C_5H_{12}O + 2MnO_4^- + 6H_3O^+ \rightarrow 5C_5H_{10}O + 2Mn^{2+} + 14H_2O$

d) Volume minimal : $n_A = \frac{0,8}{M_A} = \frac{0,8}{88} = 9,09.10^{-3}$ mol.

Selon l'équation bilan 5 mol d'alcool réagissent avec 2 mol de permanganate de potassium, d'où :

$n_{ox} = \frac{2n_A}{5} = \frac{2 \times 9,09.10^{-3}}{5} = 3,636.10^{-3}$ mol.

$V_{ox} = \frac{n_{ox}}{C_{ox}} = \frac{3,636.10^{-3}}{0,5} = 7,27$ mℓ.

3) a) Equation-bilan

$R-OH + HCOOH \leftrightarrows HCOO-R + H_2O$; on obtient un ester : le méthanoate de pentyle.

b) Détermination du % d'alcool A.

$n_{initial}(HCOOH) = \frac{0,92}{46} = 2.10^{-2}$ mol.

$n_{restant}(HCOOH) = n_{NaOH} = C_bV_b = 12.10^{-3}$ mol.

$n_{réagi}(HCOOH) = n_{réagi}(R-OH) = n_{initial}(HCOOH) - n_{restant}(HCOOH) = 8.10^{-3}$ mol.

$\% R-OH = \frac{n_{réagi}}{n_{initial}} = \frac{8.10^{-3}}{2.10^{-2}} = 0,4 = 40\ \%$.

VIII-12

1) A est un ester. La réaction est l'hydrolyse de l'ester.

2) Le corps C est une cétone et B est un alcool secondaire.

3) $C_7H_{14}O_2 + H_2O \leftrightarrows C_4H_8O_2 + C_3H_7OH$

La réaction est lente athermique et limitée.

4) Formules semi-développées :

B : $CH_3-CH(OH)-CH_3$; le propan-2-ol

A : $CH_3-CH(CH_3)-COOCH(CH_3)_2$

VIII-13

1) a) L'alcool est le 3-méthylbutan-1-ol

$(CH_3)_2CH-CH_2-CH_2OH$

L'acide : CH_3COOH ; acide éthanoïque.

b) $CH_3COOH + (CH_3)_2CH-CH_2-CH_2OH \leftrightarrows H_2O +$
$CH_3-COO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)_2$

2) $$r = \frac{n(ester)}{n(alcool)} = \frac{\frac{m(ester)}{M(ester)}}{\frac{m(alcool)}{M(alcool)}} = \frac{\frac{m(ester)}{M(ester)}}{\frac{\mu \times V}{M(alcool)}} = 60\%$$

VIII-14

1) A l'équivalence : $n(H_3O^+) = n(OH^-) = 5,56.10^{-2}$ mol

$n(H_2SO_4) = C_aV_a = 9.10^{-3}$ mol ;

$n(H_3O^+)$ de $H_2SO_4 = 18.10^{-3}$ mol.

n (acide formé) = $3,76.10^{-2}$ mol.

Le volume v de soude : $n(H_3O^+) = n(OH^-)$:

$2C_aV_a = C_bV \Rightarrow V = 4,5.10^{-3}$ ℓ. V = 4,5 mℓ.

2) L'acide formé :

$n_a = C_b(V_{eq} - v) = 4(13,9 - 4,5) = 3,76.10^{-2}$ mol.

3) n (ester initial)

$0,754\ n_i = 3,76.10^{-2} \Rightarrow ni \approx 5.10^{-2}$ mol.

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n} = \frac{5,8}{5.10^{-2}} = 116$ g.mol^{-1}.

Formule générale : $C_nH_{2n}O_2 \Rightarrow n = 6$. Formule brute : $C_6H_{12}O_2$

4) Formules semi-développées :

$CH_3CH_2COO-CH_2CH_2CH_3$ et $CH_3CH_2COO-CH(CH_3)_2$

VIII-15

1) a) L'alcool utilisé est le pentan-1-ol de formule $CH_3-(CH_2)_4-OH$; l'acide utilisé est l'acide éthanoïque de formule : CH_3COOH. L'équation de la réaction est :

$CH_3COOH + CH_3-(CH_2)_4-OH \leftrightarrows H_2O + \ldots$
$\ldots CH_3-COO-(CH_2)_4-CH_3$

Dans la nomenclature systématique, l'acétate d'amyle est l'éthanoate de pentyle.

b) Les coefficients stœchiométriques de la réaction d'estérification sont égaux à 1. Il disparaît autant d'acide que d'alcool. Il apparaît autant d'ester que d'eau.

$n_{ester} = 0,50 - 0,17 = 0,33$ mol. Le pourcentage d'alcool et d'acide estérifiés est : $p = \frac{n_{ester}}{n_0} \times 100 = 66\ \%$.

Lorsque l'équilibre est atteint, les deux réactions inverses d'estérification et d'hydrolyse se déroulent à la même vitesse (l'équilibre est dynamique), et la composition du mélange n'évolue plus.

c) La quantité d'acide ayant réagi est n = 2 – 1,54 = 0,46 mol, c'est la quantité n_2 d'ester formé. Une mole d'acide réagit avec 1 mol d'alcool ; la quantité d'alcool ayant réagi étant n_2, il reste : $n_{Al} = 0,5 - 0,46 = 0,04$ mol.

Le pourcentage d'alcool estérifié est : $p_2 = 92\ \%$. Le pourcentage d'acide estérifié est $p_1 = 23\ \%$

d) A partir des résultats précédents, on constate que lorsqu'on fait réagir des quantités équimolaires d'alcool et d'acide, l'équilibre est atteint lorsque 66 % d'alcool et d'acide sont estérifiés. Lorsque l'un des deux réactifs est en excès (ici l'acide), le pourcentage estérifié de ce produit diminue alors que le pourcentage du réactif en défaut augmente (ici l'alcool). L'équilibre est déplacé dans le sens de la formation de l'ester dans la deuxième expérience.

2) a) On peut obtenir :

– le chlorure d'éthanoyle A par action de l'acide éthanoïque et le chlorure de thionyle $SOCℓ_2$ ou le pentachlorure de phosphore $PCℓ_5$.

A : $CH_3-COCℓ$; chlorure d'éthanoyle.

– L'anhydride éthanoïque B par action du décaoxyde de tétraphosphore P_4O_{10}.

B : $CH_3-CO-O-CO-CH_3$; anhydride éthanoïque.

b) En générale, on fait réagir le chlorure d'acyle et l'alcool. Dans ce cas :

$CH_3-COCℓ + CH_3-(CH_2)_4-OH \rightarrow HCℓ + \ldots$
$\ldots CH_3-COO-(CH_2)_4-CH_3$

Remarque : L'action de l'anhydride sur l'alcool est possible selon : $CH_3-CO-O-CO-CH_3 + CH_3-(CH_2)_4-OH \rightarrow \ldots$
$\ldots CH_3-COO-(CH_2)_4-CH_3 + CH_3-COOH$.

Elle est moins utilisée que la précédente car on perd une mole d'acide éthanoïque par mole d'anhydride utilisé.

c) Dans les deux cas considérés, la réaction est totale. D'où le pourcentage d'alcool estérifié : $p_3 = 100$ %

VIII-16

1) La formule semi développée :

$CH_3–CH_2–COO–CH(CH_3)–CH_2–CH_3$; c'est un ester.

2) a) Les réactifs : alcool : butan-2-ol ; acide : acide propanoïque.

b) L'équation de la réaction

$CH_3–CH_2–COOH + CH_3–CH(OH)–CH_2–CH_3 \rightleftarrows H_2O + ...$
$CH_3–CH_2–COO–CH(CH_3)–CH_2–CH_3$

c) Indiquons un moyen pour :

– Rendre cette réaction plus rapide : le chauffage et l'ajout d'acide sulfurique.

– Déplacer l'équilibre : Il faut éliminer le propanoate de 1-méthylpropyle au fur et à mesure de sa formation ou mettre initialement un excès d'alcool ou d'acide.

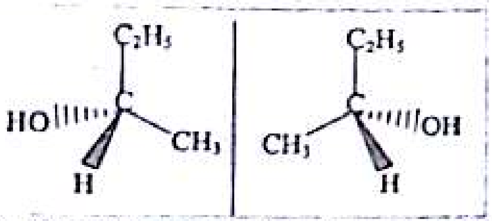
– Rendre la réaction rapide et totale : il faut remplacer l'acide propanoïque par le chlorure de propanoyle

Réactifs : alcool : butan-2-ol ; chlorure d'acyle : chlorure de propanoyle.

3) a) Les alcools isomères de A :

$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2OH$ (butan-1-ol) ;
$CH_3–CH_2–CH(OH)–CH_3$ (butan-2-ol) ;
$CH_3–CH(CH_3)–CH_2OH$ (2-méthylpropan-1-ol) ;
$CH_3–C(OH)–CH_3$ (2-méthylpropan-2-ol)
      |
     CH_3

b) La molécule A est chirale car le carbone N° 2 est asymétrique. Les deux énantiomères sont :



4) Calculons les nombres de mol des deux réactifs

$$\begin{cases} n_{al} = n_{ac} \\ n_{al}M_{al} + n_{ac}M_{ac} = 74 \end{cases} \Rightarrow n_{al} = n_{ac} = 0,5 \text{ mol}$$

Calculons le nombre de mol d'ester : $n_{est} = m/M = 0,3$ mol.

Le rendement : $r = \frac{n_{est}}{n_{ac}} = 0,6 = 60\%$; l'alcool étant secondaire, l'équilibre avait été atteint.

Saponification

VIII-17

1) La saponification d'un ester résulte de l'action des ions hydroxyde OH^- sur cet ester. Elle donne un alcool et un ion carboxylate.

$CH_3COOC_2H_5 + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + C_2H_5OH$

2) La réaction est lente, mais totale contrairement à l'hydrolyse qui est lente mais limitée.

VIII-18

1) On synthétise un savon à partir des corps gras qui sont des triesters du glycérol et des acides gras (acide à chaîne linéaire comportant un nombre de carbone pair et supérieur à 4. La formule générale des triesters est ci-contre.

$CH_2–O–C(O)–R$
|
$CH–O–C(O)–R$
|
$CH_2–O–C(O)–R$

2) La réaction est une saponification.

$CH_2–O–C(O)–R$ | $CH_2–OH$
|
$CH–O–C(O)–R + 3OH^- \rightarrow 3R–COO^- +$ $CH–OH$
|
$CH_2–O–C(O)–R$ | $CH_2–OH$

3) Le trialcool formé est le glycérol ou propan-1,2,3-triol.

VIII-19

1) L'équation-bilan de la réaction s'écrit :

$CH_3COO–C_5H_{11} + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + C_5H_{11}OH$.

L'alcool formé est le pentan-1-ol.

2) Si tout l'ester est saponifié, la quantité d'alcool obtenue est égale à la quantité d'ester saponifiée :

$$n(\text{alcool}) = n_o(\text{ester}) = \frac{V(\text{ester})\mu(\text{ester})}{M(\text{ester})} \Rightarrow$$

$$n\ (\text{alcool}) = \frac{15,0 \times 0,87}{130} = 0,10 \text{ mol.}$$

La masse maximale m_m d'alcool qui peut se former est donc : m(alcool) = n (alcool)×M (alcool)

Soit : m_m = m(alcool) = 0,10 × 88 = 8,8 g.

Le rendement : $\rho = \frac{m}{m_m} = \frac{8,1}{8,8} = 0,92$ soit 92 %

VIII-20

1) Formule brute : $C_4H_8O_2$

$CH_3–CH_2–COO–CH_3$; $CH_3–COO–CH_2–CH_3$;
$HCOO–CH_2–CH_2–CH_3$; $HCOO–CH(CH_3)_2$

2) $E + OH^- \rightarrow A + B$

a) B : alcool secondaire.

b) $n\ (B) = n_o(E) \Rightarrow M(B) = 60$ g.mol⁻¹.

B : C_3H_8O : $CH_3–CHOH–CH_3$ propan-2-ol.

c) E : $H–COO–CH(CH_3)_2$; $E + OH^- \rightarrow HCOO^- + B$

d) La réaction est lente mais totale.

VIII-21

1) Réaction

$CH_2–O–CO–R$ | $CH_2–OH$
|
$CH–O–CO–R$ $+ 3NaOH \rightarrow$ $CH–OH + 3 RCOONa$
|
$CH_2–O–CO–R$ | $CH_2–OH$

C'est une réaction de saponification, elle est lente et totale

2) Masse molaire de X : On a :

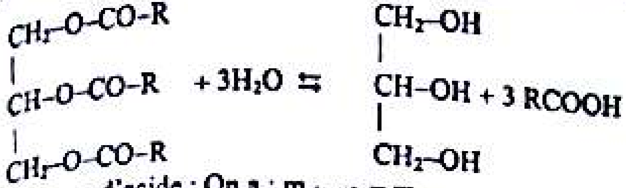
$$n_{NaOH}(\text{réagi}) = \frac{m_{NaOH}(\text{réagi})}{M_{NaOH}} \text{ et } 3n_X = n_{NaOH} = 3\frac{m_X}{M_X}$$

$$M_X = \frac{3m_X M_{NaOH}}{m_{NaOH}(\text{réagi})} \approx 806 \text{ g.mol}^{-1}.$$

3) Masse de glycérol :

$$n_{gly} = n_X = \frac{m_X}{M_X} \text{ et } m_{gly} = n_X M_{gly} = \frac{m_X M_{gly}}{M_X} \approx 114144g$$

4) Equation bilan :



$$\begin{array}{l} CH_2{-}O{-}CO{-}R \\ | \\ CH{-}O{-}CO{-}R \\ | \\ CH_2{-}O{-}CO{-}R \end{array} + 3H_2O \rightleftarrows \begin{array}{l} CH_2{-}OH \\ | \\ CH{-}OH \\ | \\ CH_2{-}OH \end{array} + 3\,RCOOH$$

La masse d'acide : On a : $m_{réactif} = m_{produit}$

$n_X M_X + 3\,n_X M_{H_2O} = n_X M_{gly} + m_a$ et ma = 952853,6 g.

5) Masse molaire de l'acide :

$M' = \frac{m_a}{n_a} = \frac{m_a}{3n_X} = 256\ g.mol^{-1}$; Formule : $C_{15}H_{31}COOH$

VIII-22

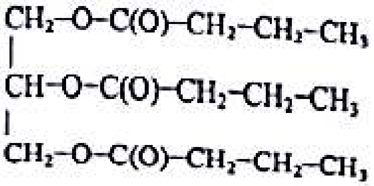
1) a) Acide butanoïque de groupe fonctionnel –COOH.

b) $CH_3CH_2CH_2COOH + CH_3CH_2CH_2OH \rightleftarrows ...$

$...CH_3CH_2CH_2COO{-}CH_2CH_2CH_3 + H_2O$

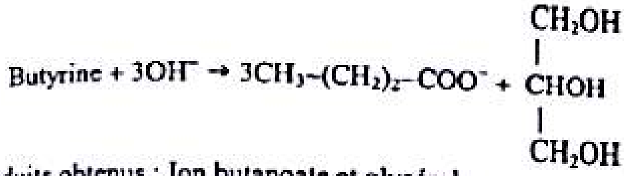
c) La réaction est une estérification, elle est lente limitée et athermique. Le composé obtenu : butanoate de propyle.

2) a) Formule de la butyrine :



$$\begin{array}{l} CH_2{-}O{-}C(O){-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \\ | \\ CH{-}O{-}C(O){-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \\ | \\ CH_2{-}O{-}C(O){-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \end{array}$$

b)



$$\text{Butyrine} + 3OH^- \rightarrow 3CH_3{-}(CH_2)_2{-}COO^- + \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

Produits obtenus : Ion butanoate et glycérol.

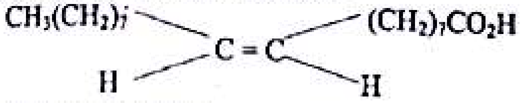
c) $m_{max} = 3 \times n_o(\text{butyrine}) \times M(CH_3(CH_2)_2COONa)$

$m_{max} = \frac{3 \times 30,2 \times 110}{302} \approx 32,8$ g.

VIII-23

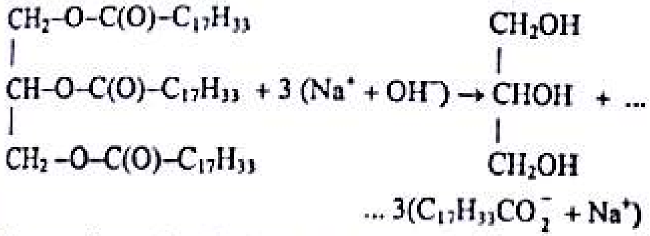
A. 1) $CH_2(OH){-}CH(OH){-}CH_2OH$

2)



$$\begin{array}{ccc} CH_3(CH_2)_7 & & (CH_2)_7CO_2H \\ & C=C & \\ H & & H \end{array}$$

B. 1) La saponification.



$$\begin{array}{l} CH_2{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \\ | \\ CH{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \\ | \\ CH_2{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \end{array} + 3\,(Na^+ + OH^-) \rightarrow \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} + ...$$

$$...\ 3(C_{17}H_{33}CO_2^- + Na^+)$$

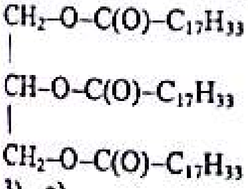
2) m_{max} (savon) = 10,3 g ; 3) $\rho = 95\ \%$.

VIII-24

1) La formule semi–développée du glycérol est :

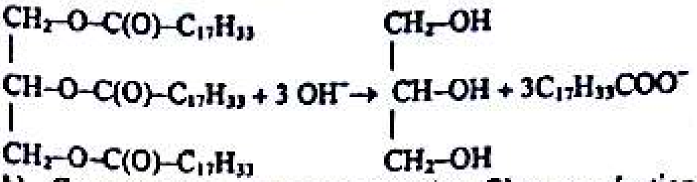
$CH_2(OH){-}CH(OH){-}CH_2(OH)$

2) L'oléine des huiles végétales a pour formule :



$$\begin{array}{l} CH_2{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \\ | \\ CH{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \\ | \\ CH_2{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \end{array}$$

3) a)



$$\begin{array}{l} CH_2{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \\ | \\ CH{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \\ | \\ CH_2{-}O{-}C(O){-}C_{17}H_{33} \end{array} + 3\,OH^- \rightarrow \begin{array}{l} CH_2{-}OH \\ | \\ CH{-}OH \\ | \\ CH_2{-}OH \end{array} + 3C_{17}H_{33}COO^-$$

b) Cette réaction est une saponification. C'est une réaction totale, lente à température ordinaire ; le produit S (carboxylate) est un savon.

c) On fait réagir la quantité n_0 d'oléine : $n_0 = \frac{10^6}{884}$, on obtient : $3n_0$ moles d'oléate de sodium de masse molaire M = 304 g.mol^{-1} soit : $m_S = 3n_0 \times M = 1032$ kg.

Un carboxylate a un comportement basique vis–à–vis de l'eau puisqu'il s'établit l'équilibre :

$R{-}COO^- + H_2O \rightleftarrows R{-}COOH + OH^-$.

Les savons ont des propriétés basiques lorsqu'ils sont dissous dans l'eau.

CORRIGES PHYSIQUE

CORRIGES MECANIQUE

Chap 1 : LES ELEMENTS DE CINEMATIQUE

1-1

1) Faux. Le vecteur accélération du centre d'inertie d'un solide n'est nul que s'il est animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

2) Faux. On peut avoir un mouvement uniforme même avec une trajectoire curviligne.

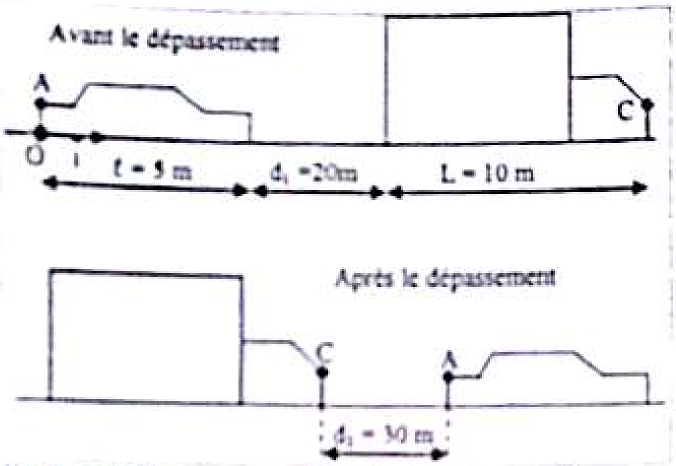
3) Vrai. On a v = at + v0 : si v change de signe alors $\vec{v}$ change de sens.

4) Faux. aT = 0 ; la vitesse de rotation étant constante.

1-2

1) La durée du dépassement. Chaque mobile a un mouvement rectiligne uniforme dont l'équation horaire est de la forme $x = v_0t + x_0$.

On choisit l'instant t = 0 au début du dépassement. Le repère $(O, \vec{i})$ choisit, a son origine O qui coïncide avec l'arrière de l'auto juste au début du dépassement. On considère le point A situé à l'arrière de l'auto et le point C situé à l'avant du camion. Les équations horaires du point A et du point C sont :



$x_A = 25t$ et $x_C = 20t + (\ell + d_1 + L) = 20t + 35$

Après le dépassement on a

$x_A = x_C + 30 \Rightarrow 25t = 20t + 35 + 30 \Rightarrow t = 13s$

2) La distance parcourue par la voiture

$D = |x_A(13) - x_A(0)| = |25 \times 13 - 0| = 325$ m

1-3

1) Le mouvement est rectiligne uniformément varié.

2) La vitesse $v = \frac{dx}{dt} = 4t - 4$

3) La date $v = 0 = 4t - 4 \Rightarrow t = 1s$. Le vecteur vitesse est opposé à $\vec{i}$ avant le changement et a même sens que $\vec{i}$ après. La position $x(1) = 2$ m.

4) L'accélération a même direction et même sens que $\vec{i}$. $a = 4 \text{ m/s}^2$

1-4

1) La valeur de la décélération

On suppose que le mouvement est rectiligne uniformément retardé au cours du freinage.

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{30 - 40}{1} = -10 \text{m/s}^2$$

2) La distance de l'obstacle

- Déterminons tout d'abord la distance de freinage ℓ qui est la distance parcourue lors du freinage avant l'arrêt de l'auto.

$$\ell = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2a} = \frac{0 - 40^2}{2 \times (-10)} = 80\text{m}$$

- La distance d de l'obstacle

$d = D - \ell = 130 - 80 = 50$ m

3) La nouvelle distance d de l'obstacle

- Calculons la distance ℓ' parcourue par l'auto avant de commencer à freiner. Le mouvement étant rectiligne uniforme avant le début du freinage.
- $\ell' = vt = 40 \times 1 = 40$ m
- La nouvelle distance D' qui le sépare de l'obstacle avant qu'il ne commencer à freiner.

$D' = D - \ell' = 130 - 40 = 90$ m

La distance d de l'obstacle : $d = 90 - 80 = 10$ m

4) Les caractéristiques de l'accélération

Le Mouvement étant circulaire et uniforme, l'accélération est normale et orientée vers l'intérieur du virage :

$$a = a_n = \frac{V^2}{R} = \frac{30^2}{150} = 6\text{m/s}^2$$

5) La durée du virage : $t = \frac{\frac{\pi}{2}R}{V} = \frac{\pi R}{2V} = \frac{\pi \times 150}{2 \times 30} = 7{,}85\text{s}$

1-5

1) Les équations : $x_B = -\frac{5}{2}t^2 + 40t$; $x_A = 40t - 40$

2) Il y a choc si : $x_B = x_A \Rightarrow 40t - 40 = -\frac{5}{2}t^2 + 40t \Rightarrow$

t = 4s or 4 >2 d'où il n'y a pas choc.

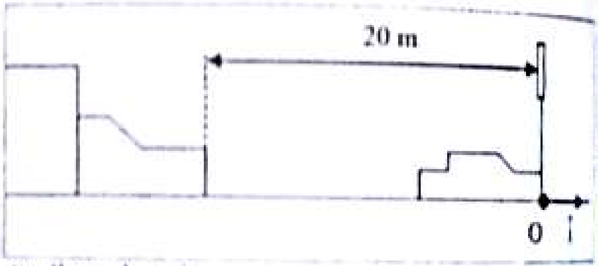
3) Les équations. L'équation de B reste inchangée puisque le repère d'espace et de temps n'a pas changé.

$x_B = -\frac{5}{2}t^2 + 40t$. Le mobile A commence à freiner à t = 2s soit au temps t' = 0 avec donc t' = t − 2.

Sa position est alors : $x_A(2) = 40(2) - 40 = 40$m.

$$x_A = -\frac{5}{2}t'^2 + 40t' + 40 = -\frac{5}{2}(t-2)^2 + 40(t-2) + 40$$

$$x_A = -\frac{5}{2}t^2 + 50t - 50$$



4) Il y a choc si :

$x_B = x_A \Rightarrow -\frac{5}{2}t^2 + 50t - 50 = -\frac{5}{2}t^2 + 40t \Rightarrow t = 5s$

Il y a choc 5s après le début du freinage du mobile B.

Le lieu : $x(5) = -\frac{5}{2}(5)^2 + 5(5) - 50 = 137{,}5$ m

1-6

1) Les dates des dépassements.

- Les équations horaires des deux véhicules pendant la phase d'accélération qui dure 7s

L'auto : $x_A = 1,25\,t^2$; Le camion : $x_C = 12,5\,t - 20$

- Le 1er dépassement :

$x_A = 1,25\,t^2 = x_C = 12,5\,t - 20$. On obtient : $t_1 = 2$ s et $t_2 = 8$ s > 7 s, d'où t = 2 s.

- Le 2ème dépassement : L'équation horaire du camion reste inchangée, celle de l'auto aprés les 7s, est maintenant rectiligne et uniforme. Etablissons la nouvelle équation horaire de l'auto.

La position de l'auto à la fin de la phase accélérée :

$x_0 = \frac{1}{2}at^2 = 0,5 \times 2,5 \times 7^2 = 61,25$ m

La vitesse de l'auto à la fin de l'accélération

$v_A = at = 2,5 \times 7 = 17,5$ m/s

Le mouvement devient uniforme à t = 7s soit à un temps t' = 0 avec t' = t − 7

L'équation horaire est :

$x_A = v_A t' + x_0 = 17,5t' + 61,25 = 17,5(t-7) + 61,25$

$x_A = 17,5t - 61,25$

Au 2ème dépassement on a :

$x_A = 17,5t - 61,25 = x_C = 12,5\,t - 20$; t = 8,25 s

2) Les abscisses des dépassements :

- 1er dépassement : $x_1 = 5$ m
- 2ème dépassement : $x_2 = 83,125$ m.

3) Les vitesses de l'automobile :

- 1er dépassement : $V_A = 5\ m.s^{-1}$.
- 2ème dépassement : $V_A = 17,5\ m.s^{-1}$.

I-7

1) On prend la position du voyageur comme l'origine du repére $(0,\vec{i})$ et l'instant t = 0 au démarrage du train :

Les équations horaires : − Voyageur : $x_V = 6,67\,t$;

− Train : $x_T = 0,6\,t^2 + 25$

2) Le voyageur rattrape le train si $x_V = x_T$ soit :

$0,6\,t^2 - 6,67t + 25 = 0$; Pas de solution ($\Delta = -15,51$). Le voyageur ne rattrape pas le train.

3) La distance minimale :

$\ell(t) = |x_T - x_V| = 0,6\,t^2 - 6,67\,t + 25$; Calculons le temps au bout duquel $\ell = \ell_{min}$: $\frac{d(\ell(t))}{dt} = 0 \Rightarrow 1,2\,t - 6,67 = 0$ soit t = 5,56 s d'où : $\ell_{min} \approx 6,5$ m

I-8

1) Equation cartésienne : De la 1ère équation on tire $t = \frac{x}{5}$ que l'on remplace dans la seconde ; $y = \frac{3x^2}{25} - \frac{4x}{5}$

2) a) Abscisse du mobile : $y = 0 = \frac{3x^2}{25} - \frac{4x}{5}$ d'où :

x = 0 (correspond à t = 0) ou x = 6,67 m.

b) Vitesse du mobile en ce point : Il faut dériver les équations horaires de la position :

$\begin{cases} V_X = 5 \\ V_Y = 6t - 4 \end{cases}$ Calculons le temps t correspondant à la position y = 0 : x = 6,67 = 5t d'où t = 1,33 s.

$\begin{cases} V_X = 5 \\ V_Y = 3,98 \end{cases}$ $V = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} = 6,39\ m.s^{-1}$.

3) Les coordonnées du mobile à t = 4 s :

$\overrightarrow{OM} \begin{cases} x = 20m \\ y = 32m \end{cases}$; $\vec{V} \begin{cases} V_X = 5 \\ V_Y = 20 \end{cases}$ et $V = 20,6\ m.s^{-1}$

4) L'accélération : $\vec{a} \begin{cases} a_X = 0 \\ a_Y = 6 \end{cases}$ d'où : $a = 6\ m.s^{-2}$.

L'accélération est une constante, elle ne dépend pas de la position.

I-9

1) a) Calcul des accélérations :

$t \in [0,5] : a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10-0}{5-0} = 2\ m.s^{-2}$;

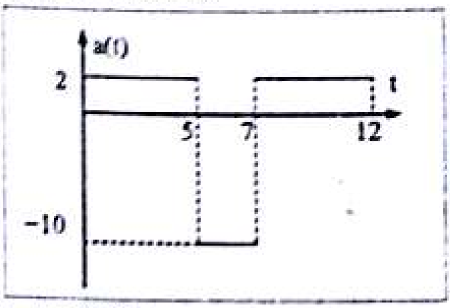
$t \in [5,7] : a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-10-10}{7-5} = -10\ m.s^{-2}$;

$t \in [7,12] : a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{0+10}{12-7} = 2\ m.s^{-2}$

b) Traçons le graphe

2) Equations horaires au cours des trois phases :

On a, à t = 0 ; x = 0.



- $t \in [0,5]$;

$x_1(t) = t^2$

- $t \in [5,7]$; Calculons d'abord : $x_1(t = 5s) = 25$ et $v_1(t = 5s) = 10$. Soit t' = 0, l'instant de démarrage de cette phase

On a : $x_2 = -5t'^2 + 10\,t' + 25$ avec t' = t −5. On peut remplacer t' par son expression en fonction de t dans l'équation ou la laisser telle.

- $t \in [7,12]$; Calculons d'abord : $x_2(t = 7s) = x_2(t' = 2s) = 25$ m et $v_2(t = 7s$ ou $t' = 2s) = -10\ m.s^{-1}$.

On obtient : $x_3 = t''^2 - 10\,t'' + 25$, avec t'' = t − 7.

I-10

1) [0 ; 2s] : MRUA, sens X'OX ; [2 ; 2,6s] : MRUR, sens X'OX ; [2,6 ; 3s] : MRUA, sens XOX'.

2) [0 ; 2s] : $a_1 = 0,75\ m.s^{-2}$; [2 ; 2,6s] : $a_2 = -2,5\ m.s^{-2}$. [2,6 ; 3s] : $a_3 = -2,5\ m.s^{-2}$

3) d = 1,5 m

I-11

1) a) $x = t^2 + 50$; b) $t_2 = 10$ s ; c) $\ell = 400$ m

2) a) $x_m = 20\,t - 25$; b) $t'_1 = 5$ s ; $t'_2 = 15$ s.

c) $x'_1 = 75$ m ; $x'_2 = 275$ m ; d) $v = 30\ m.s^{-1}$

e) d = 80 m.

I-12

1) Les durées θ_1 et θ_2 du parcours :

− Equations horaires de la 1ère phase :

En prenant comme origine des espaces la 1ère station et comme origine du temps, le départ on obtient :

$x_1 = 0,425\,t_1^2$ et $v_1 = 0,85\,t_1^2$

A $t_1 = \theta_1$, on a : $\ell_1 = 0,425\ \theta_1^2$ et $v_1 = 0,85\,\theta_1$.

− Equations horaires de la 2ème phase :

On choisit un nouveau repère d'espace ayant pour origine la position à $t = \theta_1$ et l'instant initial étant cet instant.

$x_2 = -0,025\,t_2^2 + v_1 t_2$ et $v_2 = -0,05 t_2 + v_1$

A $t_2 = \theta_2$, on a : $\ell_2 = -0,025\,\theta_2^2 + v_1\theta_2$ et

$v_2 = 0 = -0,05\,\theta_2 + v_1$.

En remplaçant $v_1 = 0,85\,\theta_1$ on obtient : $0 = -0,05\,\theta_2 + 0,85\,\theta_1$ d'où : $\theta_2 = 17\,\theta_1$.

De plus : $\ell_1 + \ell_2 = 1500$, en remplaçant ℓ_1 et ℓ_2 par leur expression et θ_2 en fonction de θ_1 on obtient :

$0,425\,\theta_1^2 - 0,025(17\theta_1)^2 + 0,85\,\theta_1(17\theta_1) = 1500$

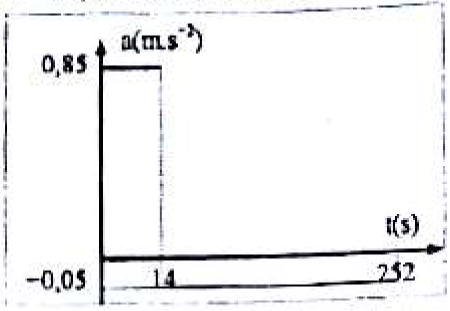
On déduit donc que : $\theta_1 = 14$ s et $\theta_2 = 238$ s

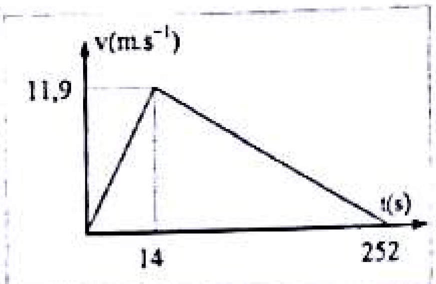
2) Les longueurs ℓ_1 et ℓ_2 : $\ell_1 = 0,425\,\theta_1^2 = 83,3$ m et

$\ell_2 = -0,025\,\theta_2^2 + v_1\theta_2 = 1416,7$ m

3) La vitesse maximale : $v_{max} = v_1 = 0,85 \times 14 = 11,9\ m.s^{-1}$

4) Représentation des fonctions : v (t) et a (t). Voir figures





Chap.II : LES LOIS DU MOUVEMENT DE NEWTON

II-1

1) Calcul de la hauteur H. La deuxième phase étant uniforme, on a :

$V_2 = \frac{d_2}{t_2} = 6,5\ m.s^{-1}$. Cette vitesse correspond à la vitesse $V_{1finale}$ de la 1ère phase et à la vitesse $V_{3initiale}$ de la 3ème phase.

- 1ère phase : $a_1 = \frac{V_{1finale} - V_{01}}{t_1} = 2,32\ m.s^{-2}$.

La hauteur h_1 : $h_1 = \frac{V_{1finale}^2 - V_{01}^2}{2a_1} = 9,1$ m

- 2ème phase : $h_2 = 52$ m
- 3ème phase : $a_3 = \frac{V_{3finale} - V_{3initiale}}{t_3} = -1,86\ m.s^{-2}$

La hauteur h_3 : $h_3 = 11,4$ m. $H = h_1 + h_2 + h_3 = 72,5$ m.

2) Tension du câble de traction :

La cabine est soumise à deux forces, en appliquant la RFD : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$. Projetons cette relation sur un axe zz' vertical et ascendant au cours des trois phases

- 1ère phase : $T_1 = m(a_1 + g) = 19392$ N
- 2ème phase : $T_2 = mg = 15680$ N
- 3ème phase : $T_3 = m(g - a_2) = 12704$ N

II-2

1) Tension du cable au cours des deux phases :

1ère phase : $T = ma + mg\sin\alpha + f = 356$ N

2ème phase : $T = mg\sin\alpha + f = 344$ N

2) a) Dans le cas sans frottement. On utilise la RFD pour déterminer l'accélération a. $a = g\sin\beta$.

En utilisant la relation $V_f^2 - V_i^2 = 2a\ell$ avec $V_i = 0$, on obtient $v = \sqrt{2g\ell\sin\beta} = 17,7\ m.s^{-1}$.

b) Intensité de la force de frottement :

$f = mg\sin\alpha - ma = 54$ N

II-3

1) Schéma (voir figure).

2) $a = 0,47\ m.s^{-2}$.

3) a) – En H :

$F = 0,0625$ N ; $\vec{F}$ est centripète.

– En G : $\vec{F} = \vec{0}$.

b) $t = 5,6$ s.

II-4

1) $\vec{a} = (g\sin\alpha - \frac{R}{m}\sin\beta)\vec{i}$. 2) $a = 3,46\ m.s^{-2}$

2) a) $\tan\beta = \tan\alpha - \frac{a}{g\cos\alpha}$; $\beta = 9,63°$

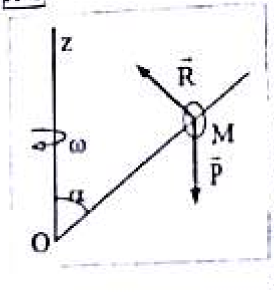
b) $R = mg\sqrt{1 - 2\frac{a}{g}\sin\alpha + \frac{a^2}{g^2}}$; R = 172,16 N.

II-5

1) $\cos\theta = \frac{g}{\omega^2\ell}$. 2) $\omega_0 = 3,2\ rad.s^{-1}$

3) $T = \frac{mg}{\cos\theta}$; $T = m\ell\omega^2$. Pour $\theta = 30°$: $T_0 = 0,35$ N. Pour $\omega_1 = 6\ rad.s^{-1}$: $T_1 = 1,1$ N. Pour $\omega_2 = 2\ rad.s^{-1}$: $T_2 = mg = 0,3$ N.

II-6



L'anneau est soumis à deux forces (figure)

RFD : $\vec{R} + \vec{P} = m\vec{a_n}$, en projetant cette relation sur la normale du repère de Frénet et sur un axe vertical ascendant perpendiculaire à la normale on obtient :

$$\text{Tan}\,\alpha = \frac{m \times g}{m \times OM \times \omega^2 \times \sin\alpha}$$

OM = 0,63 m.

II-7

1) a) Forces d'opposition : $F = f + P\sin30 = 16.10^4$ N

b) Nature du mouvement : $a = \frac{-F + T}{M} = 1\ m.s^{-2}$. Le mouvement est rectiligne uniformément accéléré.

c) Vitesse à t = 10 s : $v = at = 10\ m.s^{-1}$.

d) La hauteur h : $h = L\sin\alpha = \frac{1}{2}at^2\sin30 = 25$ m

2) a) Nature du mouvement de B à C.

$-F + T = 0$: Le mouvement est rectiligne uniforme.

b) La durée du trajet : $t = \frac{d}{v} = \frac{AC - AB}{v} = 60$ s

3) a) -Distance d_1 parcourue et temps t_1 mis à $v = 0$

$a_1 = \frac{-F}{M} = -5,33\ m.s^{-2}$ et $v = a_1t_1 + v_0 = 0 \Rightarrow$

$t_1 = \frac{-v_0}{a_1} = 1,88s$; $d_1 = \frac{-v_1^2}{2a_1} = 9,3\ m$

- La descente : $a_2 = \frac{P\sin\alpha - f}{M} = 4,67 m.s^{-2}$.
- Le temps t_2 mis pour redescendre

$\frac{1}{2}a_2t_2^2 = d_1 + AB \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2(d_1 + AB)}{a_2}} = 5,04\ s.$

- Le temps mis pour passer en B :

$t = t_1 + t_2 = 1,88 + 5,04 = 6,92\ s$

b) La vitesse en A : $v_A = a_2t_2 = 23,53\ m.s^{-1}$.

II-8

1) $\omega_{min} = \sqrt{\frac{g}{\ell}} = 2,58\ rad.s^{-1}$; $\cos\alpha = \frac{g}{\ell\omega^2}$; $\alpha = 80,3°$

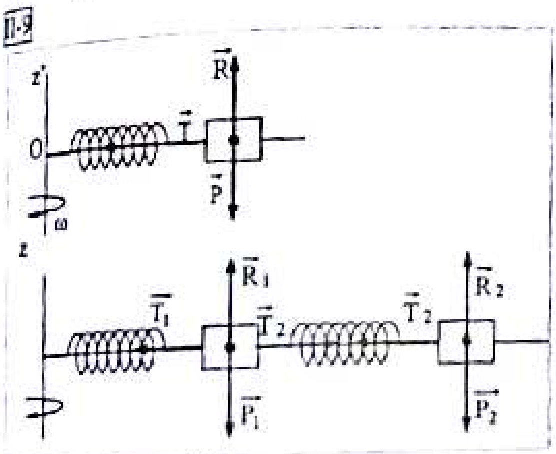
2) $\omega = \sqrt{\frac{g\tan 45}{1,5\sin 45 + 1}} = 2,2\ rad.s^{-1}$

3) RFD : $\vec{P} + \vec{T_1} + \vec{T_2} = m\overrightarrow{a_n}$ On projette sur la normale et sur un axe vertical perpendiculaire à la normale. On obtient le système suivant :

$\begin{cases} T_1\sin\alpha + T_2\sin\alpha = ma_n \\ T_1\cos\alpha - T_2\cos\alpha = mg \end{cases}$ avec $a_n = \ell(\sin\alpha)\omega^2$ et

$\cos\alpha = \frac{AB}{2\ell} = 0,8$. $T_1 = 16,6\ N$; $T_2 = 10,35\ N$.

II-9



1) L'allongement de R_1 :

RFD : $\vec{T} + \vec{P} + \vec{R_n} = m\vec{a}$. En projetant sur la normale $\vec{n}$ du repère de Frénet on obtient : $T = k(\ell - \ell o) = ma_n = m\ell\omega^2$

d'où : $\Delta\ell = \frac{m\ell_0\omega^2}{k - m\omega^2} = 5\ cm$

2) Les allongements de R_1 et R_2 :

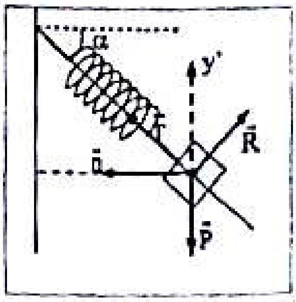
On applique la RFD aux systèmes : {masse m_1} et {masse m_2} puis on projette chaque relation sur la normale $\vec{n}$. On obtient le système suivant :

$\begin{cases} T_1 - T_2 = m(\ell_0 + x_1)\omega^2 \\ T_2 = m(2\ell_0 + x_1 + x_2)\omega^2 \end{cases}$ avec $T_1 = kx_1$ et $T_2 = kx_2$. On obtient : $x_1 = 25,45\ cm$; $x_2 = 16,36\ cm$.

On applique la RFD que l'on projette sur la normale $\vec{n}$ puis sur un axe yy' vertical ascendant. On obtient le système :

$\begin{cases} T\cos\alpha - R\sin\alpha = m\omega^2\ell\cos\alpha \\ T\sin\alpha + R\cos\alpha - P = 0 \end{cases}$ avec $T = kx$

3) L'allongement et la réaction : $\ell = \ell_0 + x$. La résolution donne : $x = 0,047\ m$; $R = -0,04\ N$.



La réaction représentée sur la figure doit être en sens inverse car on a $R < 0$.

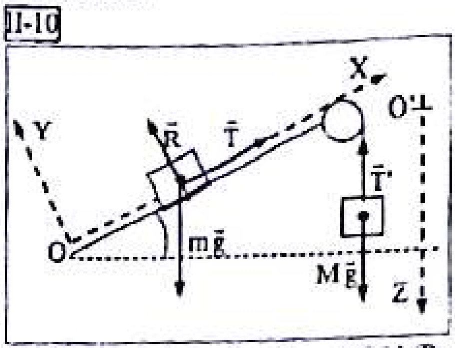
4) La vitesse de rotation et l'allongement :

On applique la RFD et on projette sur la normale et sur un axe vertical yy'.

On obtient : $T\sin\alpha = m\ell\omega^2\sin\alpha$ et $T\cos\alpha = mg$. La résolution donne : $x = \frac{mg}{k\cos\alpha} = 0,04\ m$ et

$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell\cos\alpha}} = 9,13\ rad.s^{-1}$

II-10



1) $k = 50\ N.m^{-1}$.

2) a) $T = 0$; $\Delta\ell = 0$.

b) $T = mg\sin\alpha = 0,2\ N$; $\Delta\ell = 0,4\ cm$.

c) $T = ma_x + mg\sin\alpha = 0,3\ N$; $\Delta\ell = 0,6\ cm$.

d) $T_x = ma'_x + mg\sin\alpha = -0,2\ N$ (Raccourcissement); $\Delta\ell = 0,4\ cm$; $f = -Mg\sin\alpha - Ma'_x = 1000\ N$.

II-11

1) Valeur de l'accélération a : A t = 0 on a : $x_0 = 0$ et $v_0 = 0$; le mouvement étant rectiligne uniformément varié alors $x = \frac{1}{2}at^2$ avec $x = \frac{h}{\sin\alpha}$ d'où : $a = \frac{2h}{t^2\sin\alpha}$

1^{er} cas : $a = 4\ m.s^{-2}$ et $2^{ème}$ cas : $a' = 3,16\ m.s^{-2}$

2) Etude dynamique

a) Valeur de la masse B :

- RFD à A : $m\vec{g} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$ et en projetant sur OX ;

$T - mg\sin\alpha = ma$

- RFD en B : $M\vec{g} + \vec{T'} = M\vec{a}$ et suivant OZ ;

$Mg - T' = Ma$

- Comme le fil (inextensible) ; la poulie sans masse et pas de frottement : $T = T' \Rightarrow M = \frac{m(g\sin\alpha + a)}{(g - a)} = 1,5\ kg$

b) Force de frottement f :

En appliquant la RFD à A et en tenant compte des frottements on obtient suivant OX :

$T - mg\sin\alpha - f = ma'$; De même à B : $Mg - T' = Ma'$ et comme $T = T'$: $f = Mg - mg\sin\alpha - (M + m)a' = 2,1\ N$.

c) Tensions des fils

1^{er} Cas : $T = M(g - a) = 9\ N$

$2^{ème}$ Cas : $T = M(g - a') = 10,26\ N$

3) a) Mouvement ultérieur de A : Quand le fil se casse :

$T = 0$ alors $a_1 = \frac{-mg\sin\alpha - f}{m} = -7,1\ m.s^{-2}$

A aura un mouvement rectiligne uniformément retardé, A ralentit jusqu'à l'arrêt puis repart vers le bas (point O) en mouvement rectiligne uniformément accéléré

d'accélération : $a_2 = \frac{mg\sin\alpha - f}{m} = 2{,}9\ m.s^{-2}$

b) Temps au bout duquel A repasse en O.

- Vitesse au moment de la cassure : $V_1^2 - V_0^2 = 2a'x_1$ avec $x_1 = \frac{h_1}{\sin\alpha}$; $V_1 = 5{,}028\ m.s^{-1}$ ($h_1 = 2$ m et $V_0 = 0$)
- Temps mis dans la montée avant de « s'arrêter » après la cassure : $t_1 = \frac{V_1}{a_1} = 0{,}708$ s
- Distance d_1 mis dans la montée pour s'arrêter après la cassure : $d_1 = \frac{V^2 - V_1^2}{2a_1} = 1{,}78$ m ($V = 0$)
- Distance à parcourir de « l'arrêt » jusqu'en O :

$$D = d_1 + \frac{h_1}{\sin\alpha} = 5{,}78\ m.$$

- Temps mis de « l'arrêt » jusqu'en O :

$$D = \frac{1}{2}a_2t_2^2 \text{ d'où } t_2 = 1{,}99\ s\ (a_2 = 2{,}9\ m.s^{-2})$$

- Temps mis depuis la cassure : $t = t_1 + t_2 = 2{,}7$ s

II-12

I) 1) La raideur du ressort : $k = P/\Delta l = 18\ N.m^{-1}$.

2) La distance : $a_1 = \frac{v^2}{2d} = \frac{4^2}{2\times5} = 1{,}6\ m.s^{-2}$; $d_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 = 0{,}5\times1{,}6\times5 = 20$ m ; $d_2 = vt = (a_1t_1)t_2 = 80$ m ; $d_3 = 20$ m
$d = d_1 + d_2 + d_3 = 120$ m

3) La tension et l'allongement au cours des trois phases

La masse m est soumise à deux forces : $\vec{P}$ et $\vec{T}$.

De la RFD : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$; en projetant sur un axe vertical ascendant : $T - P = ma \Rightarrow T = m(a + g)$

$1^{ère}$ phase : $T_1 = 0{,}1(1{,}6 + 10) = 1{,}16$ N ; $\Delta\ell_1 = 0{,}064$ m

$2^{ème}$ phase : $T_2 = 0{,}1\ (0 + 10) = 1$ N ; $\Delta\ell_2 = 0{,}056$ m

$3^{ème}$ phase : $a_3 = \frac{-v^2}{2d_3} = \frac{-(1{,}6\times5)^2}{2\times20} = -1{,}6\ m.s^{-2}$

$T_3 = 0{,}1\ (-1{,}6 + 10) = 0{,}84$ N ; $\Delta\ell_3 = 0{,}047$ m

II) 1) a) l'expression de ℓ : la masse est soumise à 2 forces : $\vec{P}$ et $\vec{T}$. De la RFD : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$; en projetant sur la normale $\vec{n}$: $T\sin\alpha + 0 = mR\omega^2$ avec $R = \ell\sin\alpha$ et $T = k(\ell - \ell_0) = m\ell\omega^2$; d'où : $\ell = \frac{k\ell_0}{k - m\omega^2}$

b) Expression de α : Projetons la RFD sur un axe vertical ascendant :

$$T\cos\alpha - P = 0 \Rightarrow \cos\alpha = \frac{g}{\ell\omega^2}\ (1) \Rightarrow \cos\alpha = \frac{g(k - m\omega^2)}{k\ell_0\omega^2}$$

c) Application numérique :

$T\cos\alpha - P = 0 \Rightarrow k(\ell - \ell_0)\cos\alpha = mg \Rightarrow \ell = \frac{mg}{k\cos\alpha} + \ell_0$; $\ell = 30{,}7$ cm et $\omega = 5{,}8\ rad.s^{-1}$.

2) a) La réaction de la tige : La masse est soumise à 03 forces : $\vec{R}$, $\vec{P}$ et $\vec{T}$: De la RFD : $\vec{R} + \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$. En projetant suivant l'axe x'x parallèle à l'axe de la tige et ascendant : $R - P\sin\beta = -ma\cos\beta$ avec $a = \ell\omega^2\sin\beta$. D'où : $R = m\sin\beta(g - \ell\omega^2\cos\beta)$ (2)

b) L'expression : De (1) : $\cos\alpha = \frac{g}{\ell\omega^2} \Rightarrow g = \ell\omega^2\cos\alpha$; en remplaçant g dans (2) : $R = m\ell\omega^2\sin\beta(\cos\alpha - \cos\beta)$

c) Discussion :

l'angle $\alpha = 18°$ est celui obtenu à l'équilibre avec $\omega = 5{,}8\ rad.s^{-1}$. Le sens de la réaction dépend de l'angle β :

Si : $\beta > \alpha$ alors la réaction est ascendante.

Si : $\beta < \alpha$ alors la réaction est descendante.

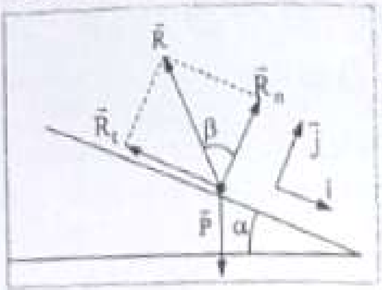
Si : $\beta = \alpha$ alors $R = 0$.

II-13

Soit le système (corps) dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des forces : Le poids $\vec{P}$, la réaction $\vec{R}\ (\vec{R_t}, \vec{R_n})$.

On considère le repère $(\vec{i}, \vec{j})$ indiqué sur la figure.



1) Exprimons l'accélération du corps. Appliquons la RFD au système : $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a_G}$; par projection dans le repère $(\vec{i}, \vec{j})$ on obtient :

Sur $\vec{i}$: $mg\sin\alpha - R_t = ma_x$

Sur $\vec{j}$: $-mg\cos\alpha + R_n = 0$; d'autre part :

$$\frac{R_t}{R_n} = \frac{mg\sin\alpha - ma_x}{mg\cos\alpha} = f, (m \neq 0) \Rightarrow a_x = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)$$

2) Valeur de α_m pour que le mouvement soit uniforme

Il faut que v = cste $\Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow g(\sin\alpha - f\cos\alpha) = 0$ et comme $g \neq 0$ alors $(\sin\alpha - f\cos\alpha) = 0 \Rightarrow \tan\alpha = f$ et finalement : $\tan\alpha_m = f = 0{,}25$; $\alpha_m = 14° = 0{,}245$ rad.

3) Calcul de a_x pour $\alpha = 3\alpha_m$

$a_x = g(\sin\alpha - f\cos\alpha) = 4{,}73\ m.s^{-2}$.

4) Calcul de l'angle β

$$\tan\beta = \frac{R_t}{R_n} = \frac{mg\sin\alpha - ma_x}{mg\cos\alpha} = f = 0{,}25 \Rightarrow \beta = 14°$$

Calcul de R :

$$\cos\beta = \frac{R_N}{R} \Rightarrow R = \frac{R_N}{\cos\beta} = \frac{mg\cos\alpha}{\cos\beta} = 3{,}75\ N$$

Chap III : LE TRAVAIL ET L'ENERGIE CINETIQUE

III-1

1) Vitesse en A : $V_A = \sqrt{2g\ell(1 - \cos\alpha_0)} = 2{,}8\ m.s^{-1}$

2) Tension T du fil : $T = mg + m\frac{V_A^2}{\ell} = 3{,}92$ N

3) Vitesse en C : $V_C = \sqrt{2g\ell(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_0)} = 2{,}4\ ms^{-1}$

- $T_C = m\,(g\cos\alpha_1 + \frac{V_C^2}{\ell}) = 3{,}13$ N

4) En B $\alpha_0 = 60°$; $a_n\,(B) = 0$ car $V_B = 0$
$a_t\,(B) = g\sin\alpha_0 = 8{,}49\ m.s^{-2}$

En A: $\alpha = 0$ et $a_n\,(A) = \frac{V_A^2}{\ell} = 9{,}8\ ms^{-2}$; $a_t\,(A) = 0$.

5) Le mouvement est circulaire et accéléré.

III-2

1) Valeur de V : $V = \sqrt{2gr(1-\sin\theta)}$

2) Expression de la réaction R :

RFD : $\vec{R} + \vec{P} = m\vec{a}$: Projection sur la normale $\vec{n}$:

$-R + mg\sin\theta = m\frac{V^2}{r} \Rightarrow R = mg\,(3\sin\theta - 2)$.

3) Calcul de θ. Le solide quitte la sphère pour R = 0, d'où :

$R = 0 = mg\,(3\sin\theta - 2) \Rightarrow \theta = 41{,}8\,°$. $v = 2{,}58\ m.s^{-1}$.

II-5

1) $V_B = \sqrt{2g\ell\sin\alpha} = 4{,}16\ m.s^{-1}$

- $V_C = \sqrt{2g(\ell\sin\alpha + r(1-\cos\alpha))} = 4{,}39\ m.s^{-1}$
- $V_D = \sqrt{2g(AB\sin\alpha - r(1+\cos\alpha))} = 3{,}36\ m.s^{-1}$

2) a) $V_D = \sqrt{2g[(\ell - x)\sin\alpha - r(1+\cos\alpha)]}$

b) Au point D, $\overrightarrow{R_D} + \vec{P} = m\vec{a}$

- Projection suivant la normale :

$R_D = m\frac{V_D^2}{r} - mg = \frac{2mg}{r}(\ell - x)\sin\alpha - mg(3 + 2\cos\alpha)$

c) $R_D > 0$ et $V_D > 0$ d'où : $0 < x < 0{,}54$ m.

3) a) $f = mg\sin\alpha - \frac{mV_1^2}{2AB} = 1{,}33$ N

b) Le solide quitte la sphère en M pour $R_M = 0$.

- Expression de R_M:

$\vec{R}_M + \vec{P} = m\vec{a}$ en projetant sur la normale, on obtient:

$R_M = m\frac{V_M^2}{r} + mg\cos\theta$

Expression de V_M^2 : $V_M^2 = 2gr\,(\cos\theta - \cos\alpha) + V_1^2$; en mplaçant V_M^2, dans l'expression de R_M, on obtient :

$R_M = 3mg\cos\theta - 2mg\cos\alpha + m\frac{V_1^2}{r}$. Pour $R_M = 0$, on duit $\cos\theta = \frac{2}{3}\cos\alpha - \frac{V_1^2}{3rg} \Rightarrow \theta = 109{,}5\,°$

4

- Vitesse en E : Soit $\varphi = (\overrightarrow{I_1A}, \overrightarrow{I_1B}) = \frac{1}{6}(2\pi) = 60°$

$= \sqrt{2gr(\cos(\varphi - \varphi_1) - \cos\varphi) + V_A^2} = 11{,}98\ m.s^{-1}$

la réaction $\vec{R}$: $R = m\left(\frac{V_1^2}{r} + g\cos(\varphi - \varphi_1)\right) = 18{,}06$ N

$f = \frac{mgr(1-\cos\varphi) - \frac{1}{2}m(V_C^2 - V_A^2)}{(\frac{\pi}{3}r + \ell)} = 0{,}44$ N

5

Expression de V_B : $V_B = \sqrt{2g\ell\sin 30} = 3{,}16\ m.s^{-1}$

$V_M = \sqrt{2gr(\sin\theta_0 - \sin\theta) + V_B^2}$

La réaction $\vec{R}$ de la piste en M : $R = m\,(g\sin\theta - \frac{V_M^2}{r})$

Le solide quitte la piste pour R = 0.Calcul de θ_1 :

$= g\sin\theta_1 = 2gr(\sin\theta_0 - \sin\theta_1) + V_B^2$

$\sin\theta_1 = \frac{2gr\sin\theta_0 + V_B^2}{3rg} = 0{,}7438$ et $\theta_1 \cong 48\,°$

1) Vitesse de S en B : $V_B = \sqrt{\frac{2F\ell}{m}}$

2) a) Vitesse v en M. On a $V_B = V_C$:

$V_M = \sqrt{V_C^2 - 2gr(1-\cos\theta)} = \sqrt{\frac{2F\ell}{m} - 2gr(1-\cos\theta)}$

b) l'intensité R de la réaction de la piste :

$R = m\frac{V_M^2}{r} + mg\cos\theta = 3mg\cos\theta - 2mg + \frac{2F\ell}{r}$

3) Valeur minimale de F_0 de F pour S atteigne D :

En D : θ = π et il faut R > 0.

$\frac{2F_0\ell}{r} - 5mg > 0 \Rightarrow F_0 > \frac{5mgr}{2\ell}$; $F_0 > 8{,}17$ N.

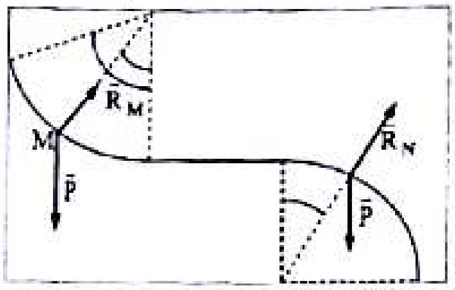
III-7

1) Calcul de V_M :

$V_M = \sqrt{2gr(\cos\theta_1 - \cos\theta_0) + V_A^2} = 5{,}05\ m.s^{-1}$

Calcul de R_M : $\overrightarrow{R_M} + \vec{P} = m\vec{a}$; Projection sur la normale :

$R_M = m\frac{V_M^2}{r} + mg\cos\theta_1 = 3{,}4$ N



2) Composante de $\vec{a}$: $\vec{a} = \frac{\overrightarrow{R_M}}{m} + \frac{\vec{P}}{m}$

- Sur la normale :

$a_n = \frac{R_M}{m} - g\cos\theta_1$

- Sur la tangente :

$a_t = g\sin\theta$

3) Calculons f : $f = \frac{\frac{1}{2}m(V_A^2 - V_C^2) - mgr(1-\cos\theta_0)}{r\theta_0 + \ell} = 0{,}24$ N

4) a) Détermination de V_N et R_N

$V_N = \sqrt{2gr'(1-\cos\alpha) + V_C^2}$

$R_N = mg\cos\alpha - \frac{mV_N^2}{r'} = mg(3\cos\alpha - 2) - \frac{mV_C^2}{r'}$

b) Décollage en C, $R_n = 0$ et $\alpha = 0$ et $r'_{min} = \frac{V_C^2}{g} = 1{,}63$ m

c) Au point N, $R_n = 0$ d'où : $\cos\alpha = \frac{mV_C^2 + 2r'g}{3r'g} = 0{,}848$ soit $\alpha = 32°$.

III-8

1)

- Vitesse V_C au sommet de la trajectoire :

$V_C = \sqrt{V_0^2 - 2g\ell(1+\cos\alpha_0)}$

- Tension T_C au point C : $\vec{T_C} + \vec{P_C} = m\vec{a}$;
- $T_C = \frac{mV_C^2}{\ell} - P_C = \frac{mV_0^2}{\ell} - mg(3 + 2\cos\alpha_0)$.

2) Valeur minimale de v_0 : Il faut : $T_C \geq 0$, d'où :

$V_{0min} \geq \sqrt{g\ell(3 + 2\cos\alpha_0)}$; $V_{0min} = 5{,}6\ m.s^{-1}$.

3) a) Vitesse de la boule:

- En C : $V_C = \sqrt{V_0^2 - 2g\ell(1+\cos\alpha_0)} = 6{,}36\ m.s^{-1}$
- En A : $V_A = \sqrt{V_0^2 + 2g\ell(1-\cos\alpha_0)} = 8{,}47\ m.s^{-1}$

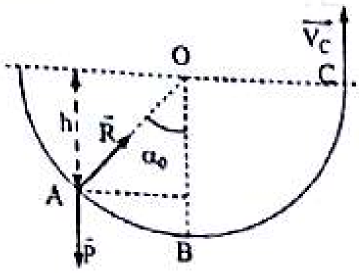
b) La tension du fil :

- Au début du mvt : $T_B = mg\cos\alpha_0 + \frac{mV_B^2}{\ell} = 16{,}98$ N.
- En C : $T_C = -m\,(g + \frac{V_C^2}{\ell}) = 8{,}16$ N.
- En A : $T_A = m\,(g + \frac{V_A^2}{\ell}) = 19{,}9$ N.

c) Valeurs des accélérations normale et tangentielle :

- En B : $a_n = \frac{V_B^2}{\ell} = 80\ m.s^{-2}$; $a_t = -g\sin\alpha_0 = -8{,}49 m.s^{-2}$
- En C : $a_n = 50{,}56\ m.s^{-2}$; $a_t = 0$.

III-9



1) a) Voir figure

b) Caractéristiques de $\vec{V_B}$: Direction : tangente à la trajectoire au point B ; Sens : celui du mouvement. Module : $V_B = \sqrt{2gr(1-\cos\alpha_0)} =$ 0,46 $m.s^{-1}$.

c) Caractéristiques de l'accélération au point B :
Direction : colinéaire au rayon OB ; Sens : de B vers O.
Intensité : $a = a_n = 2{,}6\ m.s^{-2}$.

d) Calcul de R : $R = mg + ma = 0{,}248$ N.

2) a) V_A est minimale si $V_C = 0$:
$V_A(\min) = \sqrt{2gr\cos\alpha_0} = 1{,}16 m.s^{-1}$.

b) • Le mobile dépasse le point C et continue verticalement.

- Au delà de C on a : $\vec a = \frac{\vec P}{m} = \vec g$, d'où l'équation horaire : $y = -4{,}9\,t^2 + 1{,}62t$.
- $d = \frac{V_C^2}{2g} = 0{,}13$ m

3) $\cos\alpha = \cos\alpha_0 - \frac{V_A^2}{2gr} = 0{,}228$ Soit $\alpha = 76{,}8°$

III-10

1) Vitesse au passage en C : $V_C = \sqrt{2gh} = 14{,}83\ m.s^{-1}$

2) Vitesse en D : $V_D = \sqrt{V_C^2 - 4rg} = 11{,}83\ m.s^{-1}$

3) Réaction en D : $R = m\left(\frac{V_D^2}{r} - g\right) \cong 3000$ N

4) La hauteur de lâcher : Il faut $R_D = 0$ soit $V_D = \sqrt{rg}$;
or $V_D = \sqrt{V_C^2 - 4rg} = \sqrt{rg}$ or $V_C = \sqrt{2gh}$; on déduit alors $h = \frac{5r}{2} = 5$m

5) La force de freinage. Le mobile repasse par le point C avec la même vitesse $V_C = 14{,}83\ m.s^{-1}$.

$f = \frac{mV_C^2}{2\ell} = 916{,}67$ N

III-11

1) Vitesse angulaire en I : La bille est soumise à deux forces : le poids et la tension du fil.
Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre I et M, on obtient : $V_I = \sqrt{V_M^2 + 4g\ell}$ (1)

Pour que le fil soit tendu il faut que la tension en M, $T_M > 0$.
Exprimons T_M en appliquant la RFD puis en le projetant sur la normale du repère de Frénet :

$T = m\left(\frac{V^2}{\ell} + g\cos\theta\right)$. En M : $\theta = \pi$ et il faut $T_M > 0$

d'où : $\left(\frac{V_M^2}{\ell} - g\right) > 0$ et $V_M > \sqrt{\ell g}$ (2)

En remplaçant (2) dans (1) on obtient :

$V_I > \sqrt{5\ell g}$ soit $N_1 > \frac{\sqrt{5\ell g}}{2\pi\ell}$ et $N_{limin} = \frac{\sqrt{5\ell g}}{2\pi\ell} = 1{,}3\ tr.s^{-1}$

2) a) Les valeurs N_{max} et N_{min} : $N_{max} = N_I$ et $N_{min} = N_M$
On a la relation entre V_I et V_M relation (1) :
$V_I = \sqrt{V_M^2 + 4g\ell}$ (1) en remplaçant les vitesses par le nombre de tours par seconde, on obtient :

$N_1^2 = N_M^2 + \frac{g}{\pi^2\ell}$ (1') de plus $2N = 6 = N_I + N_M$ (3)

Il faut résoudre le système (1') et (3) :
On trouve : $N_I = 3{,}11\ tr.s^{-1}$ et $N_M = 2{,}89\ tr.s^{-1}$.

b) Les tensions des fils en I en M et à l'horizontale.

On a la relation : $T = m\left(\frac{V^2}{\ell} + g\cos\theta\right)$

- En I ; $\theta = 0$: $T_I = m\left(\frac{V_I^2}{\ell} + g\right) \approx 148{,}1$ N
- En M ; $\theta = 180°$: $T_M = m\left(\frac{V_M^2}{\ell} - g\right) \approx 118{,}7$ N
- A l'horizontale ; $\theta = 90°$;

$T_H = m\left(\frac{V_H^2}{\ell}\right)$ avec $V_H^2 = V_I^2 - 2g\ell$; $T_H = 133{,}4$ N

Chap.IV : MOUVEMENT DANS LE CHAMP DE GRAVITATION

FORCES ET CHAMPS DE GRAVITATION

IV-1

1) Faux : Selon le principe des actions réciproques la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune a même intensité que la force gravitationnelle exercée par la Lune sur la Terre.

2) Vrai : $g\,[z = (\sqrt{2} - 1)R_T] = 0{,}5\ g_0$

IV-2

1) Champ de gravitation à la surface de :

– La Terre : $g_T = \frac{GM_T}{R_T^2} = 9{,}8\ N.kg^{-1}$

– Vénus : $g_V = \frac{G(0{,}82M_T)}{(0{,}95R_T)^2} = 0{,}91 g_T$.

2) Comparaison des masses. On a :

$GM_T = 9{,}8\ R_T^2$; $GM_M = 3{,}7\ (0{,}53\ R_T)^2$ d'où : $\frac{M_M}{M_T} = 0{,}106$

3) a) $g_M = 0{,}106\ g_T \approx 0{,}11\ g_T$; b) $P_{terre} \approx 2{,}65\ P_{Mars}$

c) La masse reste constante quel que soit le lieu.

d) Le point d'équigravité est plus proche de Mars la planète la moins massive.

IV-3

1) a) $F = 4{,}45.10^{-9}$ N

b) $P_A = 0{,}49$ N >> F ; $P_B = 294$ N >> F.

2) a) $g(A) = 8{,}9.10^{-9}$ N

b) $\frac{g(A)}{g_0} = 9{,}1.10^{-9}$ alors $g(A) << g_0$.

IV-4

1) $g_0 = \frac{GM_T}{R_T^2}$ et $g(Z) = \frac{GM_T}{(R_T + Z)^2} \Rightarrow$

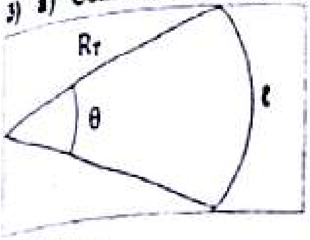
$$g(Z) = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T + Z)^2} = g_0 \frac{R_T^2}{R_T^2(1 + \frac{Z}{R_T})^2} = g_0(1 + \frac{Z}{R_T})^{-2}$$

Pour $Z \ll R_T$ on a : $\frac{Z}{R_T} \rightarrow 0$ et donc

$$g(Z) = g_0(1 + \frac{Z}{R_T})^{-2} = g_0\left(1 - \frac{2Z}{R_T}\right)$$

2) $\left(\frac{g_0 - g(z)}{g_0}\right) = \frac{2z_m}{R_T} = 10^{-3} \Rightarrow \frac{z_m}{R_T} = 5.10^{-4}$ et $z_m = 3{,}2$ km.

3) a) Comme $\ell \ll R_T$ alors $\theta = \ell/R_T = 1{,}57.10^{-3}$ rad.



b) $d = \frac{D}{\theta} = 14{,}7$ m

4) θ très faible, le champ de pesanteur est uniforme sur un domaine de volume 3 km × 10 km × 10 km, sauf s'il y a une anomalie géologique.

IV-5

1) On a : $g_1 = \frac{GM}{(R + z_1)^2}$; $g_2 = \frac{GM}{(R + z_2)^2}$; de ces deux égalités, exprimons R :

$R = \sqrt{\frac{GM}{g_1}} - z_1 = \sqrt{\frac{GM}{g_2}} - z_2$. On déduit alors :

$$M = \frac{1}{G}\left[\frac{z_2 - z_1}{\frac{1}{\sqrt{g_2}} - \frac{1}{\sqrt{g_1}}}\right]^2 = 1{,}90.10^{27}\text{ kg}$$

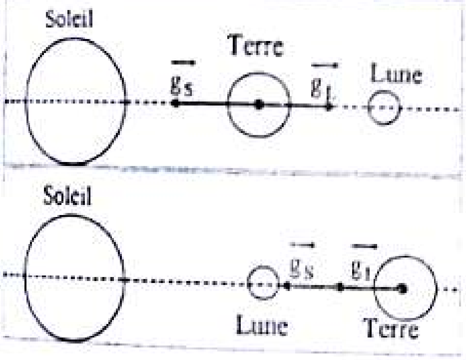
2) $R = \sqrt{\frac{GM}{g_1}} - z_1 = 71\ 000$ km

3) $g_0 = G\frac{M}{R^2} = 25{,}1\text{ N.kg}^{-1}$. 4) $\rho = 1{,}3.10^3\text{ kg.m}^{-3}$

IV-6

On a : $\vec{g} = \vec{g_S} + \vec{g_L}$

1) Pour que le champ résultant soit minimal, il faut que les vecteurs $\vec{g_L}$ et $\vec{g_S}$ soit opposés.(voir figure) Les trois astres sont alignés et la terre est située entre le Soleil et la Lune.



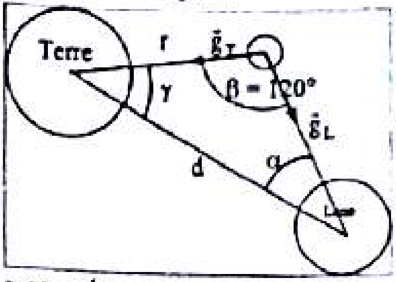
2) Pour que le champ résultant soit maximal, il faut que les vecteurs $\vec{g_L}$ et $\vec{g_S}$ soient de même direction et de même sens. Les trois astres sont alignés et la Lune est entre le Soleil et la Terre.

Calcul des valeurs des champs ;

- $g_L = \frac{GM_L}{d_L^2} = 3{,}307.10^{-5}\text{ N.kg}^{-1}$
- $g_S = \frac{GM_S}{d_S^2} = 5{,}899.10^{-3}\text{ N.kg}^{-1}$
- $g_{max} = g_S + g_L$; $g_{max} = 5{,}93.10^{-3}\text{ m.s}^{-2}$
- $g_{min} = g_S - g_L$; $g_{min} = 5{,}87.10^{-3}\text{ m.s}^{-2}$

IV-7

1) a) b) Voir figure :



2) Expressions :

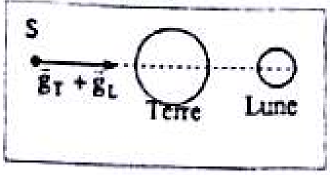
$g_T = \frac{GM_T}{r^2}$

$g_L = \frac{GM_L}{(d_{SL})^2}$ avec

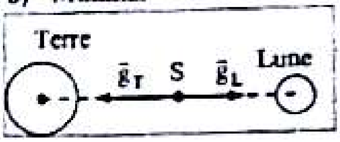
$\frac{\sin\beta}{d} = \frac{\sin\alpha}{r} = \frac{\sin\gamma}{d_{SL}}$ et

$\alpha + \beta + \gamma = 180°$; $d_{SL} = 3{,}65.10^5$ km et $g_L = 3{,}68.10^{-5}$ N/kg

3) a) Maximal



b) Minimal



c) $g_{TL\,max} = 3{,}05.10^{-1}$ N/kg $\approx g_{TLmini} \approx g_T$. En fait l'action de la lune sur le satellite est négligeable devant celle de la terre.

4) Le rayon r : Soit ce point d'équigravité situé à la distance r du centre de la terre. En ce point on a : $g_T = g_L \Rightarrow$

$\frac{GM_T}{r^2} = \frac{GM_L}{(d - r)^2} \Rightarrow r = 346.10^5$ km

MOUVEMENT D'UN POINT MATERIEL DANS LE CHAMP DE GRAVITATION

IV-8

1) La vitesse de lancement : Appliquons le théorème de l'énergie cinétique au système (balle) dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le poids est la seule force appliquée à la balle.

$\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = W(\vec{P})$ avec $v_f = 0$ et $W(\vec{P}) = -mgh_2$.

On obtient : $v_0 = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 0{,}4} = 2{,}80\text{ m.s}^{-1}$

2) Etablissons l'équation de la trajectoire de la balle. La relation fondamentale de la dynamique donne :

$\vec{P} = m\vec{a} = m\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$. Dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, $\vec{a}$ a pour

coordonnées : $\vec{a}\begin{pmatrix} a_x = 0 = \frac{dv_x}{dt} \\ a_y = -g = \frac{dv_y}{dt} \end{pmatrix}$ par intégration on obtient

$\vec{v}$; $\vec{v}\begin{pmatrix} v_x = C_1 \\ v_y = -gt + C_2 \end{pmatrix}$. C_1 et C_2 sont déterminées par les conditions initiales de la vitesse. A t = 0 on a :

$\vec{v} = \vec{v_0}\begin{pmatrix} v_x = C_1 = v_0 \\ v_y = C_2 = 0 \end{pmatrix}$, d'où à tout instant t on a :

$\vec{v}\begin{pmatrix} v_x = v_0 = \frac{dx}{dt} \\ v_y = -gt = \frac{dy}{dt} \end{pmatrix}$, par intégration, on obtient les coordonnées du vecteur position $\overrightarrow{OG}$

$\overrightarrow{OG}\begin{pmatrix} x = v_0 t + C_1' \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + C_2' \end{pmatrix}$; les constantes C_1' et C_2' sont déterminées par les conditions initiales de la position.

A t = 0 : $\overrightarrow{OG} = \overrightarrow{OA}\begin{pmatrix} x = C_1' = 0 \\ y = C_2' = h_1 + h_2 \end{pmatrix}$; on obtient pour temps t : $\overrightarrow{OG}\begin{pmatrix} x = v_0 t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + h_1 + h_2 \end{pmatrix}$; en éliminant t des équations horaires on obtient l'équation de la trajectoire :

$$y = -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_0^2} + h_1 + h_2 \Rightarrow y = -4{,}90\frac{x^2}{v_0^2} + 2.$$

3) a) Le point B(12 ; h + 0,1) doit vérifier l'équation de la trajectoire.

$$y = h + 0{,}1 = 1 = -4{,}90\frac{L^2}{v_0^2} + 2$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{4{,}9 \times 12^2} = 26{,}6 \text{ m/s}$$

b) La direction de la vitesse

La balle met un temps $t = \frac{L}{v_0} = \frac{12}{26{,}6} = 0{,}45$s pour atteindre le point B. La vitesse en B a pour coordonnées

$\vec{v_B}\begin{pmatrix} v_x = v_0 \\ v_y = -gt = -9{,}8 \times 0{,}45 \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{v_B}\begin{pmatrix} v_x = 26{,}6 \\ v_y = -4{,}4 \end{pmatrix}$

Soit α l'angle que fait la direction de $\vec{v_B}$ avec l'horizontal, on a : $\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{-4{,}4}{26{,}6} \Rightarrow \alpha = -9{,}4°$. $\vec{v_B}$ est incliné vers le bas par rapport à l'horizontal d'un angle de 9,4°

IV-9

1) v_0 est orthogonal à OI et dirigé du rocher A vers le rocher B. $v_0 = \sqrt{2g\ell(1-\cos\alpha)} = 6{,}84 \text{ m.s}^{-1}$.

2) $T = m\left(g + \frac{v_0^2}{\ell}\right) = 1174{,}3$ N.

3) a) $y = \frac{gx^2}{2v_0^2} = 0{,}107\,x^2$; b) $y_d = v_0\sqrt{\frac{2H}{g}} = 48{,}4$ m

IV-10

1) Le projectile arrive en D avec $V_D = 0$. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et D, on obtient : 0 $= \frac{F \times AB}{m} - gr(1-\cos\alpha)$ d'où $F_{min} = 2{,}5$ N

2) a) $V_D = \sqrt{\frac{2F \times AB}{m} - 2gr(1-\cos\alpha)} = 24{,}3 \text{ m.s}^{-1}$

b) Equation de la trajectoire :

Equations horaires $\begin{cases} x = V_D\cos\alpha.t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_D\sin\alpha.t \end{cases}$ En éliminant t, on obtient : $y = -0{,}034x^2 + 1{,}73\,x$

c) La hauteur $H = h_1 + h_2$; $h_1 = r(1-\cos\alpha) = 0{,}5$ m

- Calcul de h_2 : $\frac{dy}{dx} = 0 = 2(-0{,}034x) + 1{,}73$.

D'où : x = 25,44 m et $y = h_2 = 22$ m. H = 22,5 m.

3) La force exercée par le projectile sur la piste, a même intensité que la réaction R_n de la piste sur le projectile. De la RFD projetée sur la normale :

$$R_n = m\left(\frac{V_D^2}{r} + g\cos\alpha\right) = 297{,}7\text{N}$$

IV-11

1) Nature de la trajectoire du skieur

- Equations horaires : $x = v_0\cos\alpha t$ $y = \frac{1}{2}gt^2 - v_0\sin\alpha t$
- Equation de la trajectoire :

$y = \frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2 - \tan\alpha.x$; la trajectoire est une portion de parabole.

2) Les coordonnées du point C :

- Equation de la droite (OC) : $y = x\tan\beta$.
- Le point C est l'intersection entre la trajectoire du mobile et la droite (OC).
- $X_C = \frac{(\tan\alpha + \tan\beta) \times 2v_0^2\cos^2\alpha}{g} = 31{,}08$ m;
- $Y_C = X_C \times \tan 45 = 31{,}08$ m.

3) La longueur OC : $OC = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 43{,}95$ m

4) la durée du saut : $t = \frac{X_C}{v_0\cos\alpha} = 3{,}38$ s

IV-12

Soit le système {balle} dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Le poids $\vec{P}$ est la seule force appliquée.

1) TEC : $\frac{1}{2}mv_A^2 = mgh \Rightarrow v_A = \sqrt{2gh} = 10{,}8$ m/s

2) L'équation de la trajectoire : RFD : $\vec{P} = m\vec{a} = m\vec{g} \Rightarrow$

$\vec{a} = \vec{g} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow \vec{v} = t\vec{g} + \vec{c}$ or à t = 0, $\vec{v} = \vec{v}_A = \vec{c}$ d'où :

$\vec{v} = t\vec{g} + \vec{v}_A = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} \Rightarrow \overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}t^2\vec{g} + t\vec{v}_A + \vec{c}'$, or à t = 0 :

$\overrightarrow{OM} = \vec{c}' = \overrightarrow{OA}$, d'où : $\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}t^2\vec{g} + t\vec{v}_A + \overrightarrow{OA}$: en projetant cette équation vectorielle dans le repère (OX, OY)

on a : $\overrightarrow{OM}\begin{cases} x = v_A(\cos\alpha)t \Rightarrow t = \frac{x}{v_A\cos\alpha} \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A(\sin\alpha)t + 3 \end{cases} \Rightarrow$

$y = \frac{-g}{2v_A^2\cos^2\alpha}x^2 + (\tan\alpha)x + 3$, or $\frac{1}{\cos^2\alpha} = 1 + \tan^2\alpha$ et

$$y = \frac{-g}{2v_A^2}(1 + \tan^2\alpha)x^2 + (\tan\alpha)x + 3$$

3) Déterminons l'angle α : le point B(12 ; 0) vérifie

l'équation de la trajectoire.

$0 = \frac{-9{,}8 \times 12^2}{2 \times 10{,}8^2}(1+\tan^2\alpha) + 12\tan\alpha + 3 \Rightarrow$

$\tan^2\alpha - 2\tan\alpha + \frac{1}{2} = 0$ en résolvant l'équation on obtient :

$\tan\alpha_1 = \frac{2+\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \alpha_1 = 59{,}6 \approx 60°$

$\tan\alpha_2 = \frac{2-\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \alpha_2 = 16{,}3 \approx 16°$. Déterminons θ :

$2\theta = 90 - \alpha$ d'où : $2\theta_1 = 90 - 60 \Rightarrow \theta_1 = 15°$

$2\theta_2 = 90 - 16 \Rightarrow \theta_2 = 37°$

4) L'énergie cinétique

En A : $Ec = mgh = 3{,}4$ J. En B : $Ec = mg(h + 3) = 5$J.

5) La hauteur maximale au dessus du sol. En ce point :

$\frac{dy}{dx} = 0 = \frac{-g}{V_A^2\cos^2\alpha}x + \tan\alpha \Rightarrow x = \frac{V_A^2\sin\alpha\cos\alpha}{g}$; en remplaçant dans l'équation de la trajectoire x par son expression on obtient : $y = H = \frac{v_A^2\sin^2\alpha}{2g} + 3$.

Pour $\alpha_1 = 60° \Rightarrow H_1 = 7{,}5$ m et pour $\alpha_2 = 16° \Rightarrow H_2 = 3{,}5$ m.

IV-13

1) L'angle (CÔB) = 45°

$v_C = \sqrt{v_B^2 + 2gr(1-\cos45)} = 10{,}57\,m.s^{-1}$

2) $v_M = \sqrt{v_B^2 + 2gr(\cos\theta - \cos45)}$

3) $\begin{cases} a_t = -g\sin\theta \\ a_n = \frac{R}{m} - g\cos\theta \end{cases}$

Le mouvement est circulaire varié.

$R = \frac{mv_B^2}{r} + 3mg\cos\theta - 2mg\cos45$

4) $v_A = 5{,}63\,m.s^{-1}$, $R_A = 0{,}58$ N

5) $v_B > \sqrt{(3g + 2g\cos45)r}$; $v_B > 9{,}4\,m.s^{-1}$

6) a) $y = -\frac{g}{2v_A^2}x^2 + r = -0{,}158x^2 + 2$

b) Le mobile ne repasse pas par B.

c) Vérifions s'il est possible :

$y_B = -\frac{gx_B^2}{2[v_B^2 + 2gr(\cos180 - \cos45)]} + r$; $v_B = 8{,}43\,m.s^{-1}$

$v_B < v_{Bmin}$, il n'est donc pas possible que le mobile repasse en B

IV-14

1) Vitesse de la bille au passage à l'équilibre :

$V = \sqrt{2g\ell(1+\sin\theta)} = 2{,}45\,m.s^{-1}$

2) Vitesse $V_1(A)$ et $V_2(C)$ après le choc :

$\begin{cases} m_1\vec{V_1} = m_1\vec{V_1'} + m_2\vec{V_2} \\ \frac{1}{2}m_1V_1^2 = \frac{1}{2}m_1V_1'^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2 \end{cases}$ $\begin{cases} V_2 = \frac{4V_1}{5} = 1{,}96\,ms^{-1} \\ V_1' = \frac{2V_1 - 3V_2}{2} = -0{,}49\,ms^{-1} \end{cases}$

3) Equations horaires :

$\begin{cases} x = V_2t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$; $x = d = \sqrt{\frac{2V_2^2H}{g}} = 0{,}88$ m

IV-15

1) Direction et sens de la vitesse en C : $\vec{V_C}$ est tangent à la trajectoire en C, par conséquent il a même direction et même sens que le vecteur $\vec{i}$.

2) En B la balle est soumise à son poids $\vec{P}$ et à la réaction normale $\vec{R_n}$ de la piste. En appliquant la RFD puis en la projetant sur $\vec{k}$, on obtient : $R_n = \frac{mV_C^2}{r} - mg$; $\vec{R_n}$ a même direction et même sens que $\vec{k}$ en C.

3) Equation de la trajectoire : Les équations horaires sont :

$\begin{cases} x = V_Ct \\ z = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$ D'où l'équation horaire : $z = \frac{gx^2}{2V_C^2}$

4) Expression et valeur de $\vec{V_C}$: Le point D a pour coordonnées : x = L ; y = 2r. En remplaçant dans l'équation de la trajectoire, on déduit V_C : $V_C = L\sqrt{\frac{g}{4r}} = 5{,}43\,m.s^{-1}$.

5) Relation entre V_C et V_B : $V_C^2 - V_B^2 = -4rg$

6) Entre A et B la balle est soumise au poids et à la réaction. La somme de ces deux forces est nulle. Le mouvement entre A et B est rectiligne uniforme. $V_A = V_B$.

7) Vitesse de lancement : $V_A = \sqrt{V_C^2 + 4rg} = 6{,}42\,m.s^{-1}$

IV-16

1) a) Valeur de l'angle α. Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, appliquons le théorème de l'énergie cinétique à la boule entre la position initiale et la verticale.

$\frac{1}{2}Mv^2 - 0 = Mgh$ comme $h = \ell(1 - \cos\alpha)$, on a :

$\frac{1}{2}Mv^2 = Mg\ell(1 - \cos\alpha) \Rightarrow \cos\alpha = 1 - \frac{v^2}{2g\ell}$.

A.N. : $\cos\alpha = 0{,}609 \Rightarrow \alpha = 52{,}5°$

b) Tension du fil : Système étudié : {boule de masse M}

Référentiel d'étude terrestre supposé galiléen

Bilan des forces : le poids $\vec{P}$ et la tension $\vec{T}$

Le théorème du centre d'inertie s'écrit : $\vec{P} + \vec{T} = M\vec{a_G}$

La projection dans la base de Frenet sur $\vec{n}$:

$T - Mg\cos\theta = M\frac{v^2}{\ell}$ (1)

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique à la boule entre la position initiale et la position (3), toujours dans le référentiel terrestre : $\frac{1}{2}Mv^2 = Mg\ell[(1-\cos\alpha) - (1-\cos\theta)] \Rightarrow$

$v^2 = 2g\ell(\cos\theta - \cos\alpha)$ (2)

En combinant les relations (1) et (2) on obtient :

$T = Mg(3\cos\theta - 2\cos\alpha) = 1{,}38$ N.

2) Valeurs des vitesses ; Vitesse au point K :

Au cours du choc, la boule communique toute son énergie au mobile A. L'énergie reçue sert en partie à augmenter l'énergie interne (élévation de température) et à communiquer de l'énergie cinétique au système.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique au mobile A entre les positions K et Q :

$\frac{1}{2}mv_Q^2 - \frac{1}{2}mv_K^2 = W(\vec{F_f}) + W(\vec{P})$

$$\frac{1}{2}mv_Q^2-\frac{1}{2}mv_K^2=-\frac{mg}{10}(KP+r\beta)-mgr(1-\cos\beta)$$

$$\Rightarrow v_K^2=v_Q^2+\frac{g}{5}(KP+r\beta)+2gr(1-\cos\beta).\ v_K=1{,}88\ m.s^{-1}$$

Vitesse au point P : On applique le théorème de l'énergie cinétique au système entre les points K et P

$$\frac{1}{2}mv_P^2-\frac{1}{2}mv_K^2=-f\times KP,\ \ v_P^2=v_K^2-\frac{2f\times KP}{m}\Rightarrow$$

$$v_P=\sqrt{v_K^2-\frac{2f\times KP}{m}}\ ;\ v_P=1{,}59\ m.s^{-1}.$$

3) a) Composantes de la vitesse

Les composantes de $\vec{v_Q}$ dans le repère sont : $\vec{v_Q}\begin{pmatrix}v_Q\cos\beta\\ v_Q\sin\beta\end{pmatrix}$;

A.N. : $\vec{v_Q}\begin{pmatrix}1{,}2\cos 25=1{,}1\ m.s^{-1}\\ 1{,}2\sin 25=0{,}51\ m.s^{-1}\end{pmatrix}$

b) Coordonnées du point I : Dans le repère $(\overrightarrow{OX},\overrightarrow{OY})$ le mobile est soumis à la seule action de son poids.
La relation fondamentale de la dynamique donne :
$\vec{P}=m\vec{a}=m\vec{g}\Rightarrow\vec{a}=\vec{g}$. Par intégrations successives et en tenant compte des conditions initiales :

$$\vec{a}\begin{pmatrix}a_X=0\\ a_Y=-g\end{pmatrix}\Rightarrow\vec{v}\begin{pmatrix}v_X=v_Q\cos\beta\\ v_Y=-gt+v_Q\sin\beta\end{pmatrix}\Rightarrow$$

$$\overrightarrow{OG}\begin{pmatrix}x=v_Qt\cos\beta\\ y=-\frac{1}{2}gt^2+v_Qt\sin\beta+OQ\end{pmatrix}$$

D'où l'équation de la trajectoire :

$y=-\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_Q^2\cos^2\beta}+x\tan\beta+OQ$. L'équation de la droite (OI) est : $y'=-x$.

Le point appartenant aux deux courbes. On a :

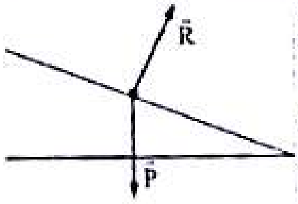
$-x_I=-\frac{1}{2}g\frac{x_I^2}{v_Q^2\cos^2\beta}+x_I\tan\beta+OQ$, avec

$OQ=r(1-\cos\beta)$. $\Rightarrow -4{,}23x_I^2+1{,}47x_I+0{,}0375=0$

La résolution de l'équation du second dégré donne :
$x_I=0{,}37\ m$; $y_I=-0{,}37\ m$.

La distance OI : $OI^2=x_I^2+y_I^2$; $OI=0{,}37\sqrt{2}=0{,}523\ m$

IV-17



1) On se place dans le repère du laboratoire supposé galiléen.
RFD : $\vec{P}+\vec{R}=m\vec{a}$.
Par projection sur l'axe $\overrightarrow{AB}$, on obtient : $a=g\sin\alpha$ = constante.
Le mouvement de S sera rectiligne uniformément accéléré ($\vec{a}$ et $\vec{v}$ ont même sens).

TEC : $\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2=W_{(\vec{R})}+W_{(\vec{P})}$

$v_B=\sqrt{2gAB\sin\alpha}$. $v_B=2{,}60\ m.s^{-1}$; $a=g\sin\alpha=3{,}35 m.s^{-1}$

2) En présence de frottements, le théorème de l'énergie cinétique s'écrit maintenant :

$$\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2=W_{(\vec{R})}+W_{(\vec{P})}+W_{(\vec{f})}\ ;$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2=mgAB\sin\alpha-fAB\ ;\ f=m\left(g\sin\alpha-\frac{v_B^2}{2AB}\right)=0{,}27\ N.$$

3) RFD : $\vec{P}=m\vec{g}=m\vec{a}$ d'où $\vec{a}=\vec{g}$

Equation horaire l'axe Bx: $X=V_Bt\cos\alpha$

Equation horaire sur l'axe orienté Bz : $z=-\frac{gt^2}{2}-V_Bt\sin\alpha$

a) Equation de la trajectoire de S.

$$z=\frac{gx^2}{2V_B^2\cos^2\alpha}-x\tan\alpha\ ;\ x\geq 0\ ;\ -h\leq z\leq 0$$

b) En P, on a $z_P=-h=-1{,}0$ m.

$$z_P=\frac{gx_P^2}{2V_B^2\cos^2\alpha}-x_P\tan\alpha\ ;\ \text{Soit }-1=-1{,}39x_P^2-0{,}364x_P$$

La résolution donne : $x'_P=-0{,}99\ m\approx-1\ m$; $x''_P=0{,}73$ m.
Avec les conventions choisies seule la racine positive est à retenir : $x_P=0{,}73$ m. La position de P est : $x_P=0{,}73$ m $Z_P=-1{,}0$ m.

IV-18

1^er Cas : Tire sans obstacle

1) Mouvement plan

Appliquons le théorème du centre d'inertie au ballon choisi comme système dans le référentiel terrestre.

$\vec{P}=m\vec{a}=m\vec{g}\Rightarrow\vec{a}=\vec{g}=\frac{d\vec{v}}{dt}\Rightarrow\vec{v}=t\vec{g}+\vec{c}$; or à t = 0 :

$\vec{v}=\vec{c}=\vec{v_0}$ d'où : $\vec{v}=t\vec{g}+\vec{v_0}$

$\vec{v}=t\vec{g}+\vec{v_0}=\frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}\Rightarrow\overrightarrow{OG}=\frac{1}{2}t^2\vec{g}+t\vec{v_0}+\vec{c'}$; or à t = 0 :

$\overrightarrow{OG}=\vec{c'}=\overrightarrow{OO}=\vec{0}$ d'où : $\overrightarrow{OG}=\frac{1}{2}t^2\vec{g}+t\vec{v_0}$

Par projection dans le repère (OXYZ) on obtient les équations suivantes : $\overrightarrow{OG}=\frac{1}{2}t^2\vec{g}+t\vec{v_0}$

$$\begin{pmatrix}x\\ y\\ z\end{pmatrix}=\frac{1}{2}t^2\begin{pmatrix}0\\ -g\\ 0\end{pmatrix}+t\begin{pmatrix}v_0\cos\alpha\\ v_0\sin\alpha\\ 0\end{pmatrix}\Rightarrow\begin{cases}x=v_0(\cos\alpha)t\\ y=-\frac{1}{2}gt^2+v_0(\sin\alpha)t\\ z=0\end{cases}$$

On a z = 0 est l'équation du plan (OX, OY) dans lequel s'effectue le mouvement du ballon.

2) Equation de la trajectoire du ballon :
En éliminant le paramètre temps t dans les équations horaires, on obtient : $y=\frac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2+(\tan\alpha)x$

3) Valeurs de v_0 pour que le but soit réussi :
Le but est réussi si : $0\leq y_M<h$ avec $x_M=d=25$ m

$$\frac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha}d^2+(\tan\alpha)d<h\Rightarrow v_0<\sqrt{\frac{gd^2}{2\cos^2\alpha(d\tan\alpha-h)}}\text{ et}$$

$$y_M\geq 0\Rightarrow\frac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha}d^2+(\tan\alpha)d\geq 0\Rightarrow$$

$v_0\geq\sqrt{\frac{gd}{2\cos^2\alpha\tan\alpha}}$. On a alors :

$\sqrt{\frac{gd}{\sin 2\alpha}} \leq v_0 < \sqrt{\frac{gd^2}{2\cos^2\alpha(d\tan\alpha - h)}}$;

AN : $\sqrt{\frac{9{,}81\times 25}{\sin 60}} \leq v_0 < \sqrt{\frac{9{,}81\times 25^2}{2\cos^2 30(25\tan 30 - 2{,}44)}} \Rightarrow$

$16{,}83 \leq v_0 < 18{,}5$ m/s

$2^{ème}$ cas : Tir avec obstacle

1)

a) le ballon n'est pas arrêté par le mur

Cherchons pour $x = d'$, la valeur de y :

$y = \frac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha}d'^2 + (\tan\alpha)d' =$

$\frac{-9{,}81}{2\times 16{,}83^2\cos^2 30}\times 9{,}15^2 + (\tan 30)\times 9{,}15 = 3{,}35$ m et $3{,}35 > 1{,}75$, donc le ballon n'est pas arrêté.

b) Dans l'équation cartésienne de la trajectoire, pour $y = 0$ on a $x = 25$ m d'où : $M_1(25m ; 0 ; 0)$

2) Durée du mouvement entre O et le but :

$x_{M1} = 25\text{ m} = v_0(\cos\alpha)t \Rightarrow t = \frac{25}{v_0\cos\alpha} = \frac{25}{16{,}83\cos 30} = 1{,}72$ s

3) Vitesse du gardien de but pour que le ballon ne rentre pas dans le but :

Déterminer la durée du trajet du mur au but :

$t' = \frac{x_{M_1} - d'}{v_0\cos\alpha} = \frac{25 - 9{,}15}{16{,}83\cos 30} = 1{,}1$ s.

La vitesse du gardien : $V = \frac{\Delta z}{t'} = \frac{3{,}66}{1{,}1} = 3{,}33$ m/s

LE MOUVEMENT DES PLANETES ET DES SATELLITES

IV-19

1) Vrai : La Terre effectue 360° en 24 h soit 15° par heure.

2) Vrai. La force gravitationnelle peut être assimilée au poids. D'où $P = F = mg_0$ avec $g_0 = \frac{GM_T}{R_T^2}$.

3) Faux : $\frac{g}{g_0} = \left(\frac{R_T}{R_T + h}\right)^2 = \frac{R_T^2}{(R_T + 2R_T)^2} \Rightarrow g = \frac{g_0}{9}$

4) Faux : $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{2\pi v^2}{\rho}\vec{n}$, avec $\vec{n}$ vecteur unitaire normal et $\vec{\tau}$ vecteur unitaire tangentiel. Le module de $\vec{a}$ ne vaut $\frac{2\pi v^2}{\rho}$ que si v = constante ce qui n'est pas précisé dans l'énoncé.

IV-20

1) La seule force appliquée est la force de gravitation exercée par la Terre.

TEC entre deux positions quelconques E_1 (vitesse $\vec{v_1}$) et E_2 (vitesse $\vec{v_2}$) ; $\frac{1}{2}M_L(v_2^2 - v_1^2) = W(\vec{F})$, or $W(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{v} = 0$ d'où $v_1 = v_2$ et donc le mouvement est uniforme.

2) $v = \sqrt{\frac{GM_T}{d}}$; 3) $T_L = 2\pi\sqrt{\frac{d^3}{GM_T}}$

4) $\frac{T_L^2}{d^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} = 9{,}9.10^{-14}s^2.m^{-3}$; 5) $d = 3{,}8.10^8$ m

IV-21

1) a) Le référentiel géocentrique.

b) Le satellite est soumis à la seule force gravitationnelle $\vec{F} = m\vec{a} = m\vec{g}$ d'où $\vec{a} = \vec{g}$. On a : $\vec{a} = \vec{a_n} = g\vec{n}$ et donc : $a_t = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = cste$, le mouvement circulaire du satellite est uniforme.

c) Vitesse du satellite : $v = \sqrt{g(R+Z)} = \sqrt{\frac{GM}{(R+Z)}}$

$v = 7682{,}87\ m.s^{-1}$.

- Vitesse angulaire :

$\omega = \frac{v}{(R+Z)} = \sqrt{\frac{GM}{(R+Z)^3}} = 1{,}133.10^{-3}\ rad.s^{-1}$

- Période : $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+Z)^3}{GM}} = 5544{,}8$ s

d) Intervalle de temps le satellite se déplace vers l'est :

$\Delta t = \frac{2\pi}{(\omega - \omega_T)} = 5927{,}1$ s

e) Intervalle de temps le satellite se déplace vers l'ouest :

$\Delta t = \frac{2\pi}{(\omega + \omega_T)} = 5210{,}3$ s

2) a) Un satellite géostationnaire reste toujours à la verticale d'un même point de la surface de la terre au cours du temps.

- Son sens de rotation est vers l'est même sens que la terre
- Son orbite est le plan équatorial.

b) Vitesse angulaire : $\omega = \omega_T = 7{,}29.10^{-5}\ rad.s^{-1}$.

- Rayon de l'orbite : $r = (R+Z) = \sqrt[3]{\frac{T^2GM}{4\pi^2}} \cong 42200$ km

IV-22

Partie A

1) Expression de g_h : $g_0 = \frac{GM_T}{R^2}$; $g_h = \frac{GM_T}{(R+h)^2}$, d'où :

$g_h = g_0\frac{R^2}{(R+h)^2}$.

2) $a_1 = \frac{F - P_1}{m_1} = 4{,}2\ ms^{-2}$.

3) $a_2 = \frac{F - P_2}{m_2} = 36{,}86\ m.s^{-2}$.

4) $a_3 = \frac{v}{t} = 10{,}11\ ms^{-2}$; $x = 0{,}5a_3t^2 = 99078$ m.

Partie B

1) $v = R\sqrt{\frac{g_0}{(R+h)}} = 7680\ m.s^{-1}$; 2) $E_C = 1{,}18.10^{10}$ J.

3) $\dot{\alpha} = \frac{v}{(R+h)} = 1{,}129.10^{-3}rads^{-1}$; $T = \frac{2\pi}{\dot{\alpha}} = 5560$ s

Partie C

1) $\dot{\alpha}_s = \frac{2\pi}{T_S} = 7{,}268.10^{-5}rad\,s^{-1}$

2) $r = (R+h) = \sqrt[3]{\frac{g_0R^2}{\dot{\alpha}_s^2}} \cong 42400$ km ; $h = 36000$ km

IV-23

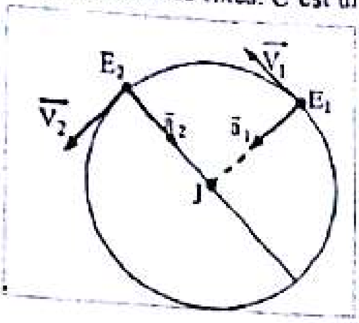
Partie I

1) a) $\vec{F}_{E\to J} = -\vec{F}_{J\to E}$

b) $\vec{F}_{J\to E} = \frac{GM_JM_E}{d^2}\vec{u}_{EJ}$;

2) a) v = constante.

b) – Référentiel dont l'origine est au centre de Jupiter et trois axes dirigés vers trois étoiles fixes. C'est un référentiel galiléen.



– RFD : $\vec{F}_{J\to E} = \frac{GM_JM_E}{d^2}\vec{u}_{EJ} = M_E\vec{a}$; d'où $\vec{a} = \frac{GM_J}{d^2}\vec{u}_{EJ} = \frac{GM_J}{d^2}\vec{n}$; $\vec{u}_{EJ}$ étant centripète l'accélération de Europe est purement centripète donc normale: $a_t = 0 = \frac{dv}{dt}$ et par conséquent v = constante.

c) $\|\vec{V_1}\| = \|\vec{V_2}\|$;

$\|\vec{a_1}\| = \|\vec{a_2}\|$ (voir schéma)

Partie II

1) $v^2 = \frac{GM_J}{r}$; 2) $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_J}}$

3) a) $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_J}$ = constante

b) $T_{Th} = T_{Io}\sqrt{\left(\frac{r_{Th}}{r_{Io}}\right)^3}$; T_{Th} = 897 min = 14 h 57 min

4) Il faut que la période de Europe soit identique à celle de Jupiter d'où Europe n'est pas un satellite jupitocentrique ».

IV-24

1) Deux masse m_A et m_B placées en deux points A et B exercent l'une sur l'autre des forces attractives de même intensité, de même direction mais de sens opposés.

$$\vec{F}_{A\to B} = -\vec{F}_{B\to A} = -G\frac{m_Am_B}{AB^2}\vec{u}_{AB}$$; $\vec{u}_{AB}$ est un vecteur unitaire de la droite (AB) orienté de A vers B

2) L'étude est effectuée dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen.

a) RFD : $\vec{F} = m\vec{a}$; $\vec{F}$ est la seule force appliquée au satellite et est dirigée vers T. On a : $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$, Le vecteur accélération est donc porté par le rayon de l'orbite circulaire.
L'accélération tangentielle est nulle.

$a_t = \frac{dv}{dt} = 0$ alors v est constant, le mouvement est uniforme.

Expression de v : $a_n = \frac{v^2}{r} = a = \frac{F}{m}$ avec $F = G\frac{M_Tm}{r^2}$ soit $v = \sqrt{G\frac{M_T}{r}}$. Cette expression de la vitesse est indépendante de la masse.

b) $M_T = \frac{v^2r}{G} = 6{,}00.10^{24}$kg.

3) On utilise le référentiel terrestre supposé galiléen.

a) Mouvement du satellite : $\overrightarrow{a_S} = \vec{0}$

$$\begin{cases} x_S = 0 \\ y_S = 0 \\ z_S = -v_1t + z_0 \end{cases} ; \begin{cases} x_B = v_2t \\ y_B = 0 \\ z_B = -\frac{1}{2}gt^2 - v_1t + z_0 \end{cases}$$

La balise : $\overrightarrow{a_B} = \vec{g}$

b) Date d'arrivée du satellite : $t_S = \frac{z_0 - 0}{v_1} = 300s$

Date d'arrivée de la balise : $z_B = 0$; on déduit :

$t_B = \frac{-v_1 + \sqrt{v_1^2 + 2gz_0}}{g} \approx 23{,}5$; Δt = 276,5 s.

IV-25

1) L'accélération : Soit le système {fusée} dans le référentiel terrestre supposé galiléen ; bilan des forces : le poids $\vec{P}$, la poussée $\vec{F}$. RFD : $\vec{P} + \vec{F} = m\vec{a}$
Par projection sur un axe vertical ascendant : $-P + F = ma$

$a = \frac{-P + F}{m} = 4{,}53$ m/s²

2) a) Le référentiel géocentrique

b) Le référentiel terrestre a son origine à la surface de la terre tandis que le référentiel géocentrique a son origine au centre de la terre.

c) Voir figure

d) Expression de g_h

$g_h = g_0\frac{R^2}{(R+h)^2}$ = 7,69 N/kg

3) Montrons que le mouvement circulaire est uniforme :
RFD : $\vec{F} = m\vec{a} = m\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$; dans le repère de Frénet $(\vec{u}, \vec{n})$ on a : $\begin{cases} \vec{a} = g\vec{n} + 0\vec{u} \\ \vec{a} = \frac{v^2}{r}\vec{n} + \frac{dv}{dt}\vec{u} \end{cases}$ par identification on déduit :

$\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = 0$: le mouvement est uniforme.

4) Expression de v : Des équations précédentes :

$v = \sqrt{rg} = \sqrt{\frac{g_0R^2}{(R+h)}}$;

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(R+h)}{\sqrt{\frac{g_0R^2}{(R+h)}}} = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g_0R^2}}$$

5) a) Les valeurs manquantes :

	Météosat	Spot
Altitude h en km	35800	820
Période T en minutes	1436	*101,3*
Vitesse v en m/s	*3075,25*	*7443,3*

b) Un satellite géostationnaire reste à la verticale d'un même point de la surface de la terre au cours du temps. On a $T_M = 1436 \times 60 = 86160$ s : $T_M = T_{terre}$: M[illegible]at est géostationnaire.

IV-26

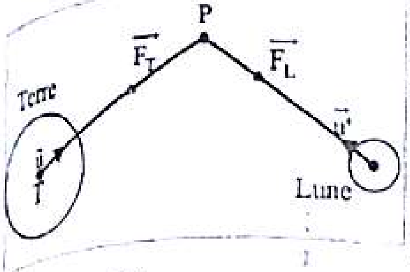
I) 1) Expressions vectorielles des forces :

– exercée par la Terre sur P :

$\vec{F}_{T/P} = \frac{GM_T m}{d_T^2}\vec{u}$; $\vec{u}$ vecteur unitaire joignant les centres des deux astres et orienté de T vers P

– exercée par la lune sur P :

$\vec{F}_{L/P} = -\frac{GM_L m}{d_L^2}\vec{u'}$ $\vec{u'}$ vecteur unitaire joignant les centres des deux astres et orienté de L vers P



2) Situation de N. En N on a : $\vec{F}_{T/N} + \vec{F}_{L/N} = \vec{0}$. D'après la définition du point neutre les deux forces gravitationnelles exercées sur l'objet, doivent être opposées, (même direction, même valeur et sens contraire). Les trois points T, L, N doivent être alignés, et N doit être entre T et L.

3) Déterminons d.

$$\frac{GM_T m}{d^2} = \frac{GM_L m}{(D_{TL} - d)^2} \Rightarrow (D_{TL} - d)^2 \times (9)^2 - d^2 = 0$$

$$\Rightarrow d = \frac{9D_{TL}}{10} = 3{,}465.10^8 \text{ m ou } d = \frac{9D_{TL}}{8} > D_{TL}$$

impossible $\vec{F}_{T/N}$ et $\vec{F}_{L/N}$ auraient le même sens.

II) 1) L'étude du mouvement du satellite se fait dans le référentiel héliocentrique ou de Copernic.

2) Montrons que le mouvement circulaire est uniforme :

RFD : $\vec{F} = m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$. Dans le repère de Frénet

$$(\vec{u},\vec{n}) : \begin{cases} \vec{a} = g\vec{n} & (1) \\ \vec{a} = \frac{v^2}{r}\vec{n} + \frac{dv}{dt}\vec{u} & (2) \end{cases}$$

De (1) et (2) : $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ v = cste. Le mouvement circulaire est uniforme.

Expression de v : de (1) et (2) on a :

$\frac{v^2}{r} = g$, d'où : $v = \sqrt{rg} = \sqrt{\frac{GM_S}{r}}$

3) La période : $T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_S}}$

4) a) Le centre de SoHO celui de la terre et du soleil étant alignés alors SoHO a la même période que la terre : T = 365 jours.

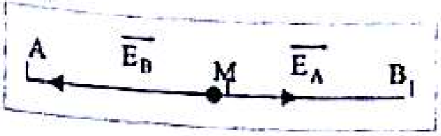
b) la période de révolution T' d'un satellite soumis à la seule force gravitationnelle exercée par le Soleil ne dépend que du rayon r de l'orbite ($T'^2 = Kr^3$).

Le rayon de la trajectoire de SoHO devrait être égal à celui de l'orbite de la Terre ; ce n'est pas le cas, donc il y a au moins une autre force à considérer.

Chap V : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTRIQUE

FORCES ET CHAMPS ELECTRIQUES

V-1



1) a) Représentons les champs $\vec{E_A}$ et $\vec{E_B}$

b) Le champ résultant en M : Direction : la droite (AB) ; sens : de B vers A ; intensité :

$$E = E_B - E_A = 9.10^9\left(\frac{8.10^{-6}}{(10.10^{-2})^2} - \frac{10^{-6}}{(10.10^{-2})^2}\right) = 6{,}3.10^6$$

N/C

c) Les points où $E_B = E_A$

– Entre A et B : soit N ce point situé à x de A

$$E_B = E_A \Rightarrow \frac{9.10^9 \times 10^{-6}}{x^2} = \frac{9.10^9 \times 8.10^{-6}}{(d-x)^2} \Rightarrow x = 5{,}2 \text{ cm}$$

Avant A : x = 10,9 cm de A ; Après B : $E_A \neq E_A$

Avant le point A les champs $\vec{E_A}$ et $\vec{E_B}$ ont même sens le champ résultant est non nul. Entre A et B les deux champs sont de sens opposé alors le point recherché est situé à 5,2 cm de A entre A et B.

2) La charge q_C : $q_C < 0$ et $E_C = \frac{9.10^9|q_C|}{(20.10^{-2})^2} = E_B - E_A$

d'où : $|q_C| = 2{,}8.10^{-5}$ C et $q_C = -2{,}8.10^{-5}$ C.

V-2

1) Valeur F de la force électrique :

On a : $\alpha = \sin^{-1}(\frac{d}{L})$ et $\tan\alpha = \frac{F}{mg}$ d'où :

$F = mg\tan\alpha = 1{,}03.10^{-4}$ N.

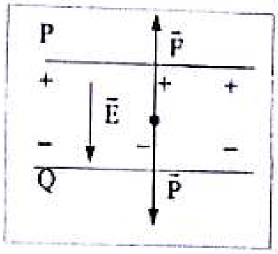
2) Calcul de la charge q : $F = |qE| = |q|\frac{U_{AB}}{D} = mg\tan\alpha \Rightarrow$

$|q| = \frac{mgD\tan\alpha}{U_{AB}} = 1{,}2.10^{-8}$ C, q < 0 car la boule s'écarte vers la plaque A positive d'où : $q = -1{,}2.10^{-8}$ C

V-3

1) Expression de la masse de la goutte :

$$m = \frac{4}{3}\pi r^3\rho = 2{,}076.10^{-14}\text{kg}$$



2) Complétons le schéma :

3)

– signe de q : $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont opposés la charge q < 0.

– Calcule de q : A l'équilibre on a : P = F ; $mg = |q|E = |q|\frac{U}{d}$;

d'où : $|q| = \frac{mgd}{U} = 1{,}94.10^{-18}$ C

$q = -1{,}94.10^{-18}$ C.

V-4

1) Valeur α : $\tan\alpha = \frac{F\sin\beta}{mg - F\cos\beta} = 0{,}456$; $\alpha = 24{,}52°$

2) Valeur de T : $T = \frac{F\sin\beta}{\sin\alpha} = 6{,}02.10^{-4}$ N

V-5

1) Caractéristiques de la force électrostatique :

Direction : normale aux armatures ; Sens : de l'armature B vers l'armature A ; Intensité : à l'équilibre on a :

$\vec{P}+\vec{T}+\vec{F}=\vec{0}$ avec $\vec{F}\perp\vec{P}$ d'où $\text{Tan}\,\alpha=\frac{F}{P}$ et donc $F=P$

$\tan\alpha=1{,}34.10^{-3}$ N.

2) Les caractéristiques de $\vec{E}$:

Direction : normale aux armatures ; sens : de l'armature A vers l'armature B , Intensité : $E=\frac{F}{|q|}=17866{,}67\ N.C^{-1}$.

3) $U_{AB}>0$; $U_{AB}=E\times d=1786{,}67$ V.

4) Le potentiel de l'ensemble des points situés à 4 cm de A. Soit M un de ces points: on a $E=\frac{U_{AB}}{d_{AB}}=\frac{U_{AM}}{d_{AM}}$ d'où:

$U_{AM}=V_A-V_M=\frac{d_{AM}}{d_{AB}}U_{AB}=714{,}67$ V et $V_M=1072$ V.

5) $|Q|=\varepsilon_0 ES=3{,}95$ Nc. $Q_A=3{,}95$nC, $Q_B=-3{,}95$nC

6) Valeur de l'angle α pour $U'=2U$

$\tan\alpha=\frac{F}{P}=\frac{|q|E}{P}=\frac{U'|q|}{mgd}=\frac{2U|q|}{mgd}=0{,}228$ et $\alpha=12{,}84°$

7) Valeur de l'angle α pour d = 15 cm.

$\text{Tan}\,\alpha=\frac{U|q|}{mgd}$. D'où : $\alpha=4{,}34°$

V-6

1) $m=\rho v=\frac{4}{3}\pi r^3\rho$; $p=mg=\frac{4}{3}\pi r^3\rho g$

2) Selon le principe de l'inertie on a : $\sum\vec{F}_{ext}=\vec{0}$

3) **Phase 1** : Bilan des forces : La force $\vec{f}$; le poids $\vec{P}$

Expression de r : $\vec{f}+\vec{P}=\vec{0}$ alors $f=P$ et on déduit :

$$r=\left(\frac{3}{4}\frac{6\eta v_1}{\rho g}\right)^{\frac{1}{2}}=1{,}013\ \mu m$$

4) **Phase 2**

a) Schéma :

b) $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont de sens opposé, $\vec{F}$ est orienté vers le bas.

c) Bilan des forces : La force $\vec{f}$; le poids $\vec{P}$, la force électrique $\vec{F}$.

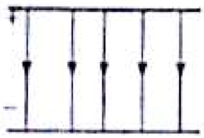
d) On a : $f=P+F$ d'où :

$$6\pi\eta r v_2=\frac{4}{3}\rho\pi r^3 g+|q|\frac{U}{d}=6\pi\eta r v_1+|q|\frac{U}{d}$$

$|q|=4{,}8.10^{-19}$ C = 3e comme q < 0 on a :

$q=-4{,}8.10^{-19}$ C = 3e$^-$. Une goutte d'huile possède la charge électrique de trois électrons.

V-7



1) a)Schéma

b) La valeur de E :

$E=\frac{U}{d}=3{,}5.10^4$ V/m

2) a) La force : $F=P=mg$

$F=\rho\times\frac{4}{3}\pi r^3 g=2{,}24.10^{-8}$ N. b) La charge q : $F=|q|E$

$|q|=6{,}4.10^{-13}$ C ; $q=-6{,}4.10^{-13}$ C

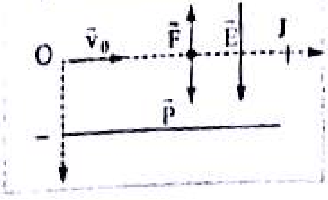
MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP ELECTRIQUE UNIFORME

V-8

1) $v_0=\sqrt{\frac{2eU}{m}}$. 2) $\vec{F}=\frac{eU'}{d}\vec{j}$. 3) $y=\frac{eU'}{2mv_0^2d}x^2$.

4) $y=\frac{U'}{4dU}x^2$;$\text{Tan}\,\beta=\left(\frac{dy}{dx}\right)_{(x=\ell)}=\frac{\ell U'}{2dU}=2.10^{-2}$;$\beta=1{,}14°$

V-9



1) a) Intensité du champ électrique : P = F alors mg = |q|E ; $E=2.10^3\ V.m^{-1}$

b) Nature du mouvement : $a_x=a_y=0$; le mouvement est rectiligne uniforme.

2) a) Nature de la trajectoire :

- $\vec{a}=\frac{q}{m}\vec{E}$, le mouvement est uniformément varié
- Equations horaires $\begin{cases}x=(v_0\cos\alpha)t\\ y=\frac{qE}{2m}t^2+(v_0\sin\alpha)t\end{cases}$
- Equation de la trajectoire :

$y=-\frac{eE}{2mv_0^2\cos^2\alpha}x^2+(\tan\alpha)x$, C'est une portion de parabole.

b) Valeur de l'angle α : L'électron ressort en J (11,4 ; 0).

$y=0=x\left(-\frac{eE}{2mv_0^2\cos^2\alpha}x+\tan\alpha\right)$ en résolvant, on obtient : $\sin(2\alpha)=\frac{eEx}{mv_0^2}=0{,}2085$ et $\alpha\cong 6°$ ou $\alpha\cong 84°$

NB : Pour $\alpha=84°$ l'électron risque de rencontrer l'armature inférieure et être absorbé alors 84° n'est pas solution.

c) • Calcul du temps mis par l'électron entre O et J :

$t=\frac{x_J}{v_0\cos\alpha}\cong 9{,}5.10^{-9}$s

- La vitesse en J : Appliquons le T.E.C entre O et J

$\Delta E_C=-e\vec{E}.\overrightarrow{OJ}=W(\vec{F})$; La force électrique $\vec{F}=-e\vec{E}$ étant la seule force appliquée. $\vec{E}\perp\overrightarrow{OJ}$, par suite $\Delta E_C=0$ et $v_J=v_0=1{,}2.10^7\ m.s^{-1}$.

V-10

1) Remplissage du tableau :

	Axe (Ox)	Axe (Oy)
Champ électrique	$E_x=0$	$E_y=\frac{-U}{d}$
Force électrique	$F_x=0$	$F_y=-\frac{2eU}{d}$
Accélération	$a_x=0$	$a_y=-\frac{2eU}{md}$
Vitesse initiale	$v_{0x}=v_0\cos\alpha$	$v_{0y}=v_0\sin\alpha$

2) Valeurs numériques du tableau :

	Axe (Ox)	Axe (Oy)
Champ électrique	$E_x=0$	$E_y=-4000\ V\,m^{-1}$
Force électrique	$F_x=0$	$F_y=-1{,}28.10^{-15}$N
Accélération	$a_x=0$	$a_y=-1{,}92.10^{11}\ m\,s^{-2}$
Vitesse initiale	$v_{0x}=1{,}81.10^5\ m.s^{-1}$	$v_{0y}=0{,}845.10^5\ m\,s^{-1}$

3) a) $\begin{cases} v_x = v_0\cos\alpha = v_{0x} \\ v_y = -\frac{2eUt}{md} + v_0\sin\alpha \Rightarrow v_{0y} = v_0\sin\alpha \\ a_x = 0 \quad a_y = -\frac{2eU}{md} \end{cases}$

b) La trajectoire : $y = -\left(\frac{eU}{md}\right)\left(\frac{x^2}{v_0^2\cos^2\alpha}\right) + x\tan\alpha$.

c) Valeur numérique de A et B :

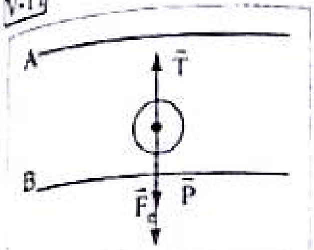
$A = -\frac{eU}{mdv_0^2\cos^2\alpha} = -2{,}91m^{-1}$; $B = \tan\alpha = 0{,}466$.

d) Valeur maximale de y : $\frac{dy}{dx} = 0 \Rightarrow x = -\frac{B}{2A} = 8$ cm.

$y = 1{,}87cm < \frac{d}{2}$, la particule ne frappe pas P.

e) Valeur de Y_S : Pour $x = \ell$; $y_S = A\ell^2 + B\ell = -2{,}3$ cm

V-11



1) Caractéristique de $\vec{F_e}$ et de $\vec{P}$: $\vec{F_e} = q\vec{E}$ avec $q > 0$: $\vec{F_e}$ a la direction et le sens de $\vec{E}$. $\vec{P} = m\vec{g}$; $\vec{P}$ est perpendiculaire aux plaques et dirigé de A vers B.

2) Calcul de V_M :

$\frac{1}{2}mV_M^2 = mg\ell + F_e\ell = mg\ell + q\frac{U}{d}\ell$ $V_M = \sqrt{\frac{2\ell}{m}\left(mg + q\frac{U}{d}\right)} =$ $1{,}48\ m.s^{-1}$

Calcul de T :

$T = \left(m\frac{V_M^2}{\ell} + mg + q\frac{U}{d}\right) = 3\left(mg + q\frac{U}{d}\right) = 6{,}6.10^{-2}$ N

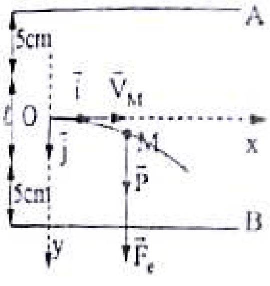
3) Etude du mouvement de M après la rupture du fil.

RFD : $\vec{P} + \vec{F_e} = m\vec{a}$. On utilise le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

- Projection dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$:

$P + F_e = ma_y$; $a_y = \left(g + \frac{qU}{md}\right)$ et $a_x = 0$

- En intégrant on obtient les équations horaires :



- $\begin{cases} x = V_M t = 1{,}48t \\ y = \frac{1}{2}\left(g + \frac{qU}{md}\right)t^2 = \frac{11}{2}t^2 \end{cases}$

- On déduit alors l'équation de la trajectoire par élimination du temps : $y = 2{,}51x^2$; La trajectoire est une parabole.

Durée du mouvement quand M touche l'armature B : dans le repère l'armature B est située à y tel que :

$y = d - (\ell + 5.10^{-2}) = 5.10^{-2} = \frac{11}{2}t^2$ et donc : $t \cong 0{,}1$ s.

V-12

1) Les forces agissant sur la sphère : Le poids $\vec{P} = m\vec{g}$ et la force électrique $\vec{F} = q\vec{E}$. Les deux forces sont dans le plan (xOy) et $v_0 = 0$, le mouvement de la sphère se déroule donc dans le plan (xOy).

2) Coordonnées de $\vec{a}$: RFD : $\vec{F} + \vec{P} = m\vec{a}$; En projetant sur les axes Ox et Oy, on obtient : $\begin{cases} a_x = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qU_{AB}}{md} \\ a_y = -\frac{P}{m} = -g \end{cases}$

3) Coordonnées de $\vec{v}$ et $\overline{OM}$:

En intégrant successivement les coordonnées de l'accélération on obtient :

$\vec{v}\begin{cases} v_x = \frac{qU_{AB}}{md}t \\ v_y = -gt \end{cases}$ et $\overline{OM}\begin{cases} x = \frac{qU_{AB}}{2md}t^2 + \frac{d}{2} \\ y = -\frac{g}{2}t^2 + \ell \end{cases}$

Equation de la trajectoire. En éliminant t on déduit :

$y = -\frac{mgd}{qU_{AB}}x + \frac{mgd^2}{2qU_{AB}} + \ell$, la trajectoire est une droite de pente : $-\frac{mgd}{qU_{AB}}$.

4) Date d'arrivée : y = 0 alors : $t = \sqrt{\frac{2\ell}{g}} = 0{,}447$ s

5) Valeur de U_{AB} :

On a : y = 0 et x = d ; d'où : $U_{AB} = \frac{mgd^2}{2q\ell} = 8$ kV

V-13

1) a) les équations horaires :

$\begin{cases} x = V_0(\cos\beta)t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0(\sin\beta)t \end{cases}$ et $\begin{cases} V_x = V_0\cos\beta \\ V_y = -gt + V_0\sin\beta \end{cases}$

b) L'ordonnée Y_M : au sommet de la trajectoire $V_y = 0$, d'où : $t = \frac{V_0\sin\beta}{g}$ et $Y_M = \frac{V_0^2\sin^2\beta}{2g}$; comme $\beta = 90°$ alors $Y_M = \frac{V_0^2}{2g} = 0{,}2$ m

c) Montrons que : $Y_{M'} = 0{,}5\ Y_M$

On a : $Y_{M'} = \frac{V_0^2\sin^2\beta}{2g}$; $\beta = 45°$ alors $Y_{M'} = \frac{V_0^2}{4g} = \frac{1}{2}Y_M$

Les coordonnées de M' : $X_{M'} = \frac{v_0^2\sin 2\beta}{2g}$ avec $\beta = 45°$

$X_{M'} = 0{,}2$ m et $Y_{M'} = 0{,}5 \times 0{,}2 = 0{,}1$ m.

2) a) Les caractéristiques de $\vec{E}$

Direction : verticale du lieu ; Sens : du haut vers le bas

Intensité : $Fe = P \Rightarrow E\ \frac{mg}{|q|} = 10^4$ V/m

b) La trajectoire de S :

Appliquons la RFD : $\vec{P} + \vec{F_e} = m\overrightarrow{a_G}$

$\Rightarrow \overrightarrow{a_G} = \vec{g} + \frac{q'\vec{E}}{m}$ avec $q' = 3q$ et $\vec{E} = -\frac{m\vec{g}}{q}$ d'où :

$\overrightarrow{a_G} = \vec{g} + \frac{3q}{m}\left(\frac{-m\vec{g}}{q}\right) = \vec{g} - 3\vec{g} = -2\vec{g}$. Par projection sur les axes et par intégration successive on obtient :

$\overrightarrow{OM}\begin{cases}x = v_0t\\ y = gt^2\end{cases} \Rightarrow y = g\frac{x^2}{v_0^2}$

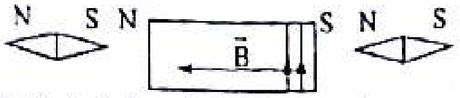
Montrons que la trajectoire passe par M'

Pour $X = 0,2$; on a $Y = 10\times\frac{0,2^2}{2^2} = 0,1$ m $= Y_M$

Chap VI : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE

CHAMPS MAGNETIQUE

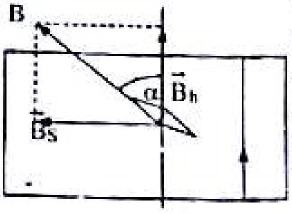
VI-1



1) $\vec{B}$ est orienté de la face 2 vers la face 1

2) 3) (voir figure). 4) $B = \mu_0 n I$.

VI-2

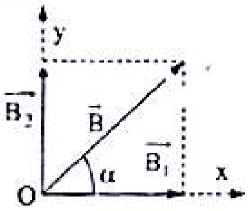


1) a) On a $\vec{B} = \overrightarrow{B_S} + \overrightarrow{B_h}$; Les champs $\overrightarrow{B_S}$ et $\overrightarrow{B_h}$ ont même direction et $\vec{B}$ a le sens du champ le plus intense. L'aiguille tournant de 180°, $\overrightarrow{B_S}$ est en sens inverse de $\overrightarrow{B_h}$ et la valeur de $B_h < B_S$.

b) On inverse alors le sens de $\overrightarrow{B_S}$: $\overrightarrow{B_S}$, $\overrightarrow{B_h}$ et $\vec{B}$ ont le même sens : l'aiguille reprend sa position initiale.

2) Valeur de B_h : $B_h = \frac{B_S}{Tan\alpha} \approx 2.10$[illegible] T

VI-3



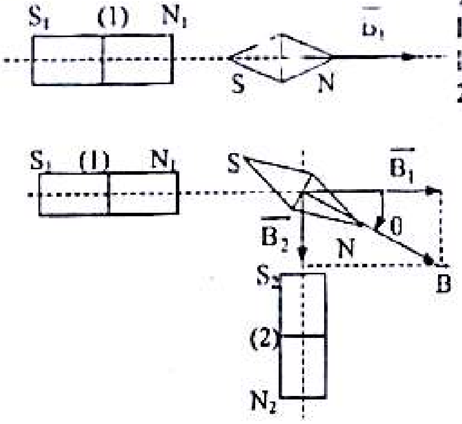
1) Le Vecteur champ

$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} \approx 5,6.10$[illegible] T ;

$Tan\,\alpha = \frac{B_2}{B_1}$; $\alpha = 63,4°$

2) Si on inverse le sens des deux courants, $\overrightarrow{B_1}$ et $\overrightarrow{B_2}$ changent de sens en conservant même direction et même norme. Il en est de même pour $\vec{B}$

VI-4



1) Les polarités de l'aiguille sont sur la figure

2) Le pôle sud S_2 de l'aimant (2) est le plus proche de O :

$\vec{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$;

$B_2 = B_1 \tan\theta$;

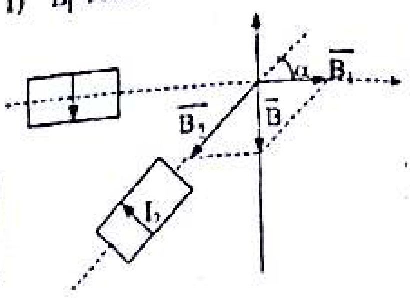
$B_2 = 2,3.10^{-3}$ T

3) On trouve deux valeurs possibles de α. En choisissant le sens trigonométrique comme sens positif, on a :

$\alpha_1 = 23°$ et $\alpha_2 = -6$[illegible]°

VI-5

1) $\overrightarrow{B_1}$: sens suivant $\vec{i}$. Direction $(O, \vec{i})$.



La face A_1 est une face nord.

2) Voir figure. A_2 est une face sud

3) $B = B_1 \tan\alpha = 4.10^{-3}$ T ; $B_2 = \frac{B}{\cos 45} \approx 5,7.10^{-3}$ T ;

$I_2 = \frac{I_1B_2}{B_1} \approx 1,7$A

VI-6

1) $\vec{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$;

$B = \sqrt{(B_2\cos\alpha)^2 + (-B_1 + B_2\sin\alpha)^2} = 3,6.10^{-2}$ T

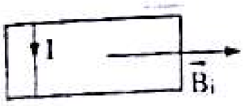
$\vec{B}$ fait l'angle $\theta = 24,5°$ avec l'axe $(O, \vec{i})$

2) $B \approx 6,1.10^{-2}$ T ; $\theta \approx 33°$

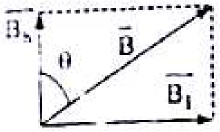
VI-7

1) $B_1 = 2,0\ 10^{-5}$ T. 2) $I_2 = 173$ mA.

VI-8



1) Représentons le champ magnétique. $B_i = \mu_0 n I = 4\pi10^{-7}\times2000\times0,1 = 2,5.10^{-4}$ T ; $n = \frac{C}{D} = 2000$ spires/m

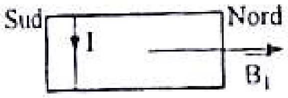


2) L'angle de rotation

$Tan\ \theta = \frac{B_i}{B_h}$; $\theta = 85,4°$.

VI-9

1) a) Représentons le champ magnétique $\overrightarrow{B_1}$ et indiquons la nature des faces.



b) Le champ magnétique créé par le passage du courant est un champ uniforme.

c) On peut intensifier ce champ en introduisant à l'intérieur du solénoïde un matériau ferromagnétique (fer cobalt ou nickel), alors μ_0 est remplacé par $\mu_0\mu_r$ avec $\mu_r > 1$.

2) a) Le solénoïde étant dans le plan du méridien magnétique alors $\overrightarrow{B_1}$ et $\overrightarrow{B_h}$ ont même direction. Si l'aiguille ne bouge pas on a :

1^{er} cas : $\overrightarrow{B_1}$ et $\overrightarrow{B_h}$ ont même sens.

2^{nd} cas : $\overrightarrow{B_1}$ et $\overrightarrow{B_h}$ sont de sens opposé et sont tels que : $B_1 \le B_h$.

b) En inversant le sens du courant on inverse le sens de $\overrightarrow{B_1}$, l'aiguille tournant de 180° on peut conclure que le 1^{er} cas est le cas réel et que $B_1 > B_h$.

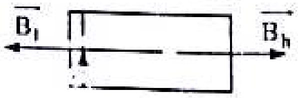
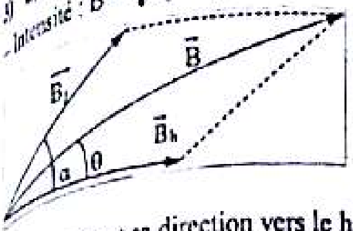


Schéma après inversion du sens du courant : $B_1 = \mu_0 nI$;

$B = 4\pi.10^{-7} \times 3500 \times 0,01 = 4,4.10^{-5}$ T

3) a) Caractéristiques du champ résultant :

- Intensité : $B = \sqrt{B_1^2 + B_h^2 + 2B_1B_h\cos\alpha} = 6,2.10^{-5}$ T



- Direction :

Soit $\theta = (\vec{B}_h, \vec{B})$.

$$\frac{\sin\theta}{B_1} = \frac{\sin(180-30)}{B}$$

$\Rightarrow \theta = 20,8°$.

- Sens : Suivant sa direction vers le haut.

b) L'aiguille s'oriente sud–nord suivant $\vec{B}$.

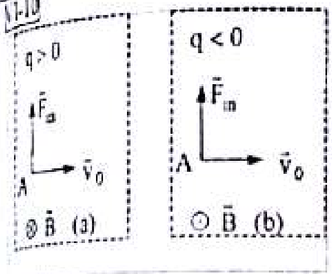
$$\cos\alpha' = \frac{B^2 - B_1^2 - B_h^2}{2B_1B_h} \Rightarrow \alpha' = 90°.$$

Il faut donc tourner le solénoïde de la position précédente de $\beta = \alpha' - \alpha = 60°$ dans le sens trigonométrique ou de $\beta = \alpha' + \alpha = 120°$ dans le sens des aiguilles d'une montre.

NB : l'angle et le sens de rotation dépendent de la figure, suivant que $\vec{B}_1$ soit orienté vers le haut ou vers le bas sur la figure initiale.

MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

VI-10



1) a) ⊙ $\vec{B}$ b) ⊗ $\vec{B}$
c) ⊙ $\vec{B}$ d) ⊗ $\vec{B}$
2) a) $q < 0$; b) $q < 0$
3) Représentons la force magnétique (voir figure ci contre).

VI-11

Signe des particules : $q_2 = 0$; $q_1 < 0$; $q_3 < 0$.

VI-12

1) a) $\vec{B}$ est orienté vers l'avant : ⊙ $\vec{B}$.

b) $\vec{F}$ est perpendiculaire à la direction de $\vec{v_0}$ et orientée à l'intérieur de la concavité de la trajectoire.

2) $R = \frac{mv}{eB}$. 3) $Y = \frac{L\ell eB}{mv}$. 4) $B = 2,2.10^{-3}$ T

VI-13

1) $\Delta E_C = W(\vec{F_e}) = q(V_F - V_{F'}) = \frac{1}{2}mv_0^2 = eU_0$;

$E_C = eU = 4$ KeV. Les ions n'ont pas la même vitesse en F' : $m_1v_1 = m_2v_2$; $m_1 \neq m_2$ alors $v_1 \neq v_2$

2) La force magnétique est centripète et la vitesse est tangente à la trajectoire et dans le sens de celui-ci.

$\vec{B}$ est donc entrant : $\vec{B}$ ⊗.

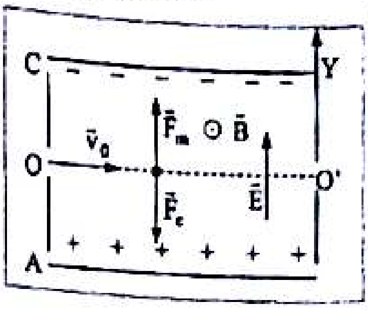
3) • $R = \frac{mv_0}{|q|B} = \frac{mv_0}{eB} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU_0}{e}}$; Le rayon R dépend de la masse m de l'ion (e, B et U_0 sont les mêmes), d'où une possibilité de séparation.

$R_1 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2A_1m_nU_0}{e}} \approx 81,2$ cm ; $R_2 \approx 82,2$ cm.

4) Calculons C_1C_2 : $C_1C_2 = 2|R_2 - R_1| = 2$cm

VI-14

1) Représentation :



2) La tension $U_{CA} = V_C - V_A$ est négative. $U_{CA} < 0$.

3) $F_m = F_e \Rightarrow$ $eE = ev_0B$

$v_0 = \frac{E}{B} = \frac{U_0}{dB} = 5.10^7 m.s^{-1}$

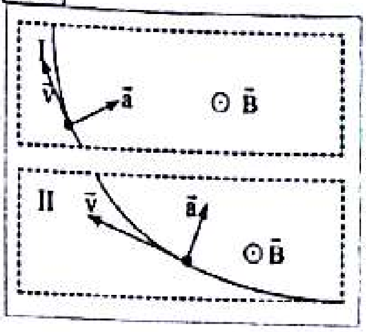
4) Calcul de la charge massique :

On a : $\vec{Fe} = -e\vec{E} = m\vec{a}$ d'où $\vec{a} = \frac{-e\vec{E}}{m}$; on trouve les équations horaires suivantes dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$

$$\begin{cases} x = v_0t \\ y = -\frac{eE}{2m}t^2 \end{cases}$$

On déduit l'équation de la trajectoire de l'électron : $y = -\frac{eE}{2m}\frac{x^2}{v_0^2}$; $y = -D$ pour $x = \ell$, en remplaçant : $\frac{e}{m} = \frac{2Dv_0^2d}{U\ell^2} = 1,76.10^{11}$ C.kg^{-1}

VI-15



1) Montrons que les mouvements circulaires sont uniformes : La puissance de la force magnétique P est : $P = \vec{F} \cdot \vec{v} = 0$ car $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ et donc $\vec{F} \perp \vec{v}$, or $P = \frac{dE_C}{dt} = 0$, d'où E_C = cste et par suite v = cste.

2) Expression des rayons : $R_1 = \frac{mv_1}{|q|B}$; $R_2 = \frac{mv_2}{|q|B}$; $R_2 > R_1$

$\Rightarrow v_2 > v_1$. La particule va de II vers I.

3) a) Représentation (voir figure).

b) La charge est positive ($q > 0$).

4) $\frac{q}{m} = \frac{v_2}{BR_2} = \frac{v_2}{3BR_1} = 9,52.10^7$ C.kg^{-1} ; c'est un proton.

VI-16

1) a) Condition pour que le faisceau de particules traverse le dispositif en ligne droite : $q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = \vec{0}$

b) Vecteur $\vec{B}$: ⊙ orienté vers l'avant.

c) Calculons v_0 : $v_0 = \frac{E}{B} = 10^5$ m.s^{-1}.

2) a) Pour recueillir un des isotopes il faut : $v = \frac{E}{B} =$ soit $U = vdB$.

b) Calcul de U_2 : Les ions ayant été accélérés par la même tension U_0 avant de pénétrer entre les plaques, ils y arrivent avec des vitesses différentes car ayant des masses différentes.

Appliquons le T.E.C à un ion de masse m accéléré par la tension U_0 (avant de pénétrer entre les plaques)

$1/2mv^2 = 2eU_0$ d'où $v = \sqrt{\frac{4eU_0}{m}}$; on déduit alors :

$v_1({}^4_2He^{2+}) = \sqrt{\frac{4eU_0}{m_1}}$ et $v_2({}^3_2He^{2+}) = \sqrt{\frac{4eU_0}{m_2}}$

Les ions ${}^4_2He^{2+}$ sortent en M pour :

$v_1 = \sqrt{\frac{4eU_0}{m_1}} = \frac{E_1}{B} = \frac{U_1}{Bd}$. Les ions ${}^3_2He^{2+}$ sortent en M pour :

$v_2 = \sqrt{\frac{4eU_0}{m_2}} = \frac{E_2}{B} = \frac{U_2}{Bd}$

On a : $\frac{v_2}{v_1} = \frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ soit $U_2 = U_1\sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = 115{,}21$ V

VI-17

1) $v_0 = \sqrt{\frac{2qU_1}{m}}$; $(qU_1 > 0)$, $m = Au$.

2) a) Les particules se déplacent dans un plan perpendiculaire à $\vec{B}$ passant par O.

b) $R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU_1}{q}}$; c) Sens de $\vec{B}$: $\odot\vec{B}$

d) $OM_2 = OM_1\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \approx 20{,}3cm$

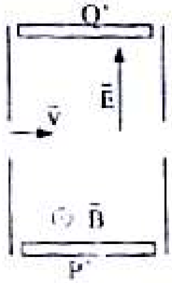
3) a) L'ion C a une charge : + e. Les ions A et D ont une charge : – e.

b) $\frac{R_A}{A_A} = \frac{R_D}{A_D} = \frac{R_C}{A_C} = \frac{OM_1}{68}$.

c) Identification des ions :

- $A_A = 19$; $m_A = 19$ u ; $A = {}^{19}F^-$; $A_C = 23$; $m_C = 23$ u ; $C = {}^{23}Na^+$; $A_D = 35$; $m_D = 35$ u ; $D = {}^{35}C\ell^-$

VI-18



1) Vitesses à la sortie :

$v_1 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m_1}}$; $v_2 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m_2}}$

2) a) Figure ci-contre.

b) Les ions ${}^{37}C\ell^-$ sont déviés vers P' car $m_2 > m_1$ alors $v_2 < v_1$ et $Fm_2 < Fm_1$ avec $Fm_1 = Fe_1 = Fe_2$

c) Valeur de B :

$B = \frac{U_1}{dv_1} = \frac{U_1}{d}\sqrt{\frac{m_1}{2eU_0}} = 170mT$

3) a) Expression de U_2 : $U_2 = U_1\sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \cong 195V$.

b) Les ions ${}^{35}C\ell^-$ sont déviés vers Q' car $Fm_2 = Fe_2 = Fe_1$ et $m_1 < m_2$ alors $v_1 > v_2$ et $Fm_1 > Fm_2$

4) Expression de U_0' : $U_0' = U_0\frac{m_2}{m_1} \cong 106V$

VI-19

1) Vitesse des électrons à la traversée du trou A

$$v_0 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}} = 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

2) Calcul B : $B = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{2mU_0}{e}} = 285$ µT. Le vecteur vitesse $\vec{v}$ a mêmes direction et sens que $\overrightarrow{Ox}$; $v = v_0$.

3) Equation de la trajectoire : $y = -\frac{1}{2}\frac{eEx^2}{mv_0^2} + R$.

Valeur de E : $x = R$ et $y = 0$; d'où : $E = \frac{4U_0}{R} = 5{,}7\text{ kV.m}^{-1}$

VI-20

1) Le sens indiqué n'est pas correct ; le vecteur est : $\vec{B}\ \odot$

2) a) Vitesse en O_2 : $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$; Entre O_2 et M les ions ne sont soumis à aucune force. Le mouvement est rectiligne et uniforme entre O_2 et M. La vitesse en O_2 est la même qu'en M soit v.

b) On a : $\vec{F} = m\vec{a} = q\vec{v}\times\vec{B}$ comme $\vec{a}\perp\vec{v} \Rightarrow$

$a_t = 0 = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = cste$; la vitesse en M est la même qu'en N soit : $v' = v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$.

c) $\vec{F} = m\vec{a} = q\vec{v}\times\vec{B}$ comme $\vec{a}\perp\vec{v} \Rightarrow a = a_n \Rightarrow$

$|q|\frac{vB}{m} = \frac{v^2}{R}$ et $R = \frac{mv}{|q|B} = cste$; la trajectoire est circulaire. : $R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$ $(q > 0)$.

d) Temps de transit des ions : $t = \frac{\pi m}{2qB}$

3) a) $\begin{cases} m = 88u \\ q = 2e \end{cases}$ $R = \sqrt{\frac{88uU_0}{eB^2}} = 0{,}70m$

b) $U = \frac{eB^2R^2}{Au}$ avec $13890 \leq U \leq 14460$ V $\Rightarrow$

$\frac{88U_0}{14460} \leq A \leq \frac{88U_0}{13890} \Rightarrow 84 \leq A \leq 87$: Les nombres de masse de ces isotopes sont : $A_1 = 84$; $A_2 = 85$; $A_3 = 86$; $A_4 = 87$.

VI-21

I) 1) Caractéristiques du champ entre les armatures : $U_{P_1P_2} \geq 0$ et constante ; alors entre les plaques P_1 et P_2 règne un champ électrique $\vec{E}$: Uniforme ; dirigé de P_1 vers P_2 ; perpendiculaire aux plaques, module $E = \frac{U_{P_1P_2}}{d}$

2) Equations horaires du mouvement dans l'espace où règne le champ $\vec{E}$. Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, soit le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$. La seule force appliquée à l'électron est la force électrique : $\vec{F_e} = -e\vec{E}$

RFD : $\vec{F_e} = -e\vec{E} = m\vec{a}$; D'où : $\vec{a} = -\frac{e}{m}\vec{E} = \frac{e}{m}E\vec{j}$

- Le mouvement des électrons ayant lieu dans le plan défini par le vecteur vitesse initiale $\overrightarrow{v_0} = v_0\vec{i}$ et par le vecteur accélération $\vec{a} = \frac{e}{m}E\vec{j}$, sa trajectoire est dans le plan (Ox, Oy).
- Projetons l'équation de l'accélération suivant les axes Ox et Oy et intégrons deux fois :

  Selon Oy, on obtient : $y = \frac{eEt^2}{2m}$ (1)

  Selon Ox, on obtient : $x = v_0t$ (2)
- Equation de la trajectoire :

De (1) et (2) on obtient : $y = \frac{eE}{2m}\frac{x^2}{v_0^2}$ avec $0 \leq x \leq \ell$;

2) Déviation D : La déviation angulaire α est :

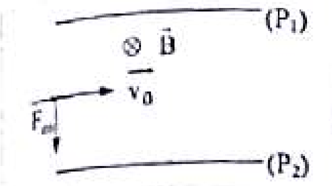
$\tan\alpha = \left(\frac{dy}{dx}\right)_{(x=\ell)} = \frac{eE\ell}{mv_0^2} = \frac{D}{L+\frac{\ell}{2}}$ et $D = \frac{eE\ell}{mv_0^2} \times (L + \frac{\ell}{2})$

II) 1) Caractéristiques de la force magnétique $\overrightarrow{F_m}$:

- Parallèle à l'axe des ordonnées
- Sens opposé à $\overrightarrow{Fe}$, dirigée de (P_1) vers (P_2).
- Même module que $\overrightarrow{Fe}$.

2) Direction de $\vec{B}$: $\vec{B}$ est orthogonal au plan (Ox, Oy).

3) Expression de $\overrightarrow{F_m}$: $\overrightarrow{F_m} = q\vec{v} \times \vec{B} = -e\vec{v} \times \vec{B}$.



- Sens de $\vec{B}$: dirigé vers l'intérieur du plan de la figure.
- Relation entre v_0, E et B : $F_m = F_e \Rightarrow ev_0B = eE \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B}$

III) 1) Expression du rapport $\frac{e}{m}$: En utilisant la relation donnant la déviation D et en remplaçant v_0, on obtient :

$\frac{e}{m} = \frac{ED}{B^2\ell\left(\frac{\ell}{2}+L\right)}$; $E = \frac{V_{P_1} - V_{P_2}}{d} \Rightarrow \frac{e}{m} = \frac{(V_{P_1} - V_{P_2})D}{B^2\ell d\left(\frac{\ell}{2}+L\right)} =$ $1{,}76.10^{11}$ C.kg^{-1}.

VI-22

1) Montrons que le proton décrit un demi-cercle de rayon R

RFD : $\overrightarrow{F_m} = m\vec{a} = q(\vec{v} \times \vec{B})$;

- $\overrightarrow{F_m}$ et $\vec{a}$ sont donc perpendiculaires à $\vec{B}$, et donc situé dans le plan de la figure.
- $\overrightarrow{F_m}$ est également perpendiculaire à $\vec{v}$ qui est tangent à la trajectoire, $\overrightarrow{F_m}$ est donc orienté suivant la normale à la trajectoire.
- $\vec{a} = \frac{\overrightarrow{F_m}}{m} = \frac{|q|vB}{m}\vec{n} = \vec{a_n} + \vec{a_t} \Rightarrow a_t = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = cste$; le mouvement est uniforme ;

$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{|q|vB}{m}$; $R = \frac{mv_0}{|q|B} = cste$

2) a) Pour un demi-tour : $\ell = R\pi = vt$ d'où :

$t = \frac{\pi R}{v} = \frac{\pi m}{qB}$; t est indépendant de v.

b) Si T est la période du mouvement et t' le temps de traversée de l'espace entre des « dees » on a : $T = 2t + 2t'$ or $t' << t$ d'où $T = 2t$ et $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{2t} = \frac{qB}{2\pi m} = 1{,}52.10^7$ Hz

3) a) Vitesse v_1 en A et en B : En appliquant le TEC :

$\frac{1}{2}mv_1^2 = qU_0$ d'où : $v_A = v_1 = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = 8{,}75.10^5$ m.s^{-1}.

$v_A = v_B$. Vitesse en C et en D :

$v_C = v_D = v_2 = \sqrt{\frac{v_1^2 + 2qU}{m}} = \sqrt{\frac{4qU}{m}} = 1{,}24.10^6$ m.s^{-1}

b) $R_1 = \frac{mv_1}{qB} = 9{,}13.10^{-3}$m ; c) $\Delta Ec = qU_0 = 6{,}4.10^{-16}$ J.

4) En écrivant l'expression de v_1, de v_2 en fonction de v_1, de v_3 en fonction de v_2 puis en fonction de v_1 on a :

$v_n = \sqrt{n\frac{2qU_0}{m}} = v_1\sqrt{n}$; $R_n = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2U_0m}{q}n} = R_1\sqrt{n}$

5) a) Le nombre de tours :

$n = \frac{v_n^2}{v_1^2} = \frac{v_n^2m}{2qU_0} = 522$ traversées : le nombre de tours est

$n' = \frac{n}{2} = 261$ tours.

b) Le rayon $R = R_1\sqrt{n} = \frac{mv}{qB} = 0{,}21$ m.

VI-23

1) a) La plaque P_1 doit être au potentiel le plus élevé.

$\Delta E_C = 2eU_0$ et $\Delta E_C > 0 \Rightarrow U_0 = V_{P1} - V_{P2} > 0 \Rightarrow V_{P1} > V_{P2}$.

b) Valeur de v_0 : $v_0 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$

c) Application numérique : $v_0 = 2{,}53.10^5$ m.s^{-1}.

2) a) Caractéristiques de $\overrightarrow{F_e}$

- Direction : normale aux armatures – sens : de P vers Q
- Intensité : $F = qE = q\frac{U}{d}$

b) L'équation de la trajectoire dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$

RFD : $\vec{F} = m\vec{a} = q\vec{E} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m} = \frac{d\vec{v}}{dt}$; par deux intégrations successives on obtient : $\overrightarrow{OM} = \frac{qt^2}{2m}\vec{E} + t\vec{v_0}$. Par projection dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ on obtient :

$\overrightarrow{OM}\begin{vmatrix} x = v_0t \\ y = \frac{qt^2E}{2m} \end{vmatrix} \Rightarrow y = \frac{qUx^2}{2mdv_0^2}$, c'est une parabole.

c) Expression de OM.

$\tan\beta = \left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=\ell} = \frac{qU\ell}{mdv_0^2} = \frac{OM}{D} \Rightarrow OM = \frac{qU\ell D}{mdv_0^2}$.

d) La durée : $t = \frac{\ell}{v_0} = 3{,}95.10^{-7}$ s.

e) Longueur du segment de droite. les points d'impact extrêmes sont atteints pour $U = \pm U_{max}$

$MM' = 2OM = 2Z_{max} = \frac{2eU_{max}\ell D}{24udv_0^2} = 0{,}057$m $= 5{,}74$ cm.

3) a) Relation entre U_0, U, B, q, m et d.

$F_e = F_m \Rightarrow q\frac{U}{d} = qv_0B = q\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}.B \Rightarrow \frac{U}{d} = B\sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$.

$\vec{B}$ sort du plan de la figure : $\odot\vec{B}$.

b) $\frac{U_2^2}{U_1^2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{A_1}{A_2}$. $A_2 = A_1\frac{U_1^2}{U_2^2} = 25$ et $A_3 = A_1\frac{U_1^2}{U_3^2} = 26$

Chap. VII : LES OSCILLATIONS MECANIQUES

VII-1

1) L'energie mécanique de l'oscillateur

$E_M = E_P + E_C = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = 4.10^{-3}$ J

2) a) La vitesse v au passage à l'équilibre :
Dans cette position $E_P = 0$ alors : $E_M = E_C$ et
$v = \sqrt{\frac{2E_M}{m}} = 0{,}28$ m.s^{-1}.

b) Les positions où v = 0, alors $E_C = 0$ et
$E_M = E_P$ d'où $X_m = \pm\sqrt{\frac{2E_m}{k}} = 0{,}028$ m

3) Equation différentielle du mouvement
$\frac{dE_M}{dt} = 0 = \frac{dE_P}{dt} + \frac{dE_C}{dt} \Rightarrow kx\frac{dx}{dt} + mv\frac{dv}{dt} = 0$ avec
$v = \frac{dx}{dt}$ et $\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$, d'où : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$

4) La solution de l'équation différentielle se met sous la forme : $x(t) = X_m \sin(\omega t + \varphi)$ et $v(t) = \omega X_m \cos(\omega t + \varphi)$

a) Origine précisée plus haut

A t = 0 $\begin{cases} x = 0{,}02 = X_m \sin\varphi \\ v = -0{,}2 = \omega X_m \cos\varphi \end{cases}$ en résolvant le système on déduit : $\varphi = \frac{3\pi}{4}$ et $x = 0{,}028\sin(10t + \frac{3\pi}{4})$

b) la position du mobile est extrémale du côté négatif du repère choisi.

A t = 0 $\begin{cases} x = -X_m = X_m \sin\varphi \\ v = 0 = \omega X_m \cos\varphi \end{cases}$ On trouve : $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

D'où l'équation horaire : $x = 0{,}028 \sin(10t - \frac{\pi}{2})$

c) Position à t = 2 s ; x (2s) = -0,011 m
Date de passage à l'origine : x = 0 ; alors t = 0,16 s

VII-2

I) 1) Calcul de v : La conservation de la quantité de mouvement nous donne :

$M_1\vec{v_1} + M_2\vec{v_2} = (M_1 + M_2)\vec{v}$ avec $v_1 = 0 \Rightarrow$

$\vec{v} = \frac{M_2\vec{v_2}}{M_1 + M_2} \Rightarrow v = 0{,}25$ m.s^{-1}

2) Nature du mouvement de S.
S est soumis au poids $\vec{P}$, à la réaction $\vec{R}$ et à la tension du ressort $\vec{T}$.
RFD : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = M\vec{a}$ avec $M = (M_1 + M_2)$ En projetant sur l'axe $(O, \vec{i})$, on obtient : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{M}x = 0$
Le mouvement de S est rectiligne sinusoidal.

- Période : $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} = 0{,}628$s.
- L'amplitude du mouvement : $X_m = \frac{v_{max}}{\omega} = 0{,}025$m
- Equation horaire du mouvement :

A t = 0 $\begin{cases} x = x_0 = 0 = X_m \sin\varphi \\ v = v_0 = X_m\omega\cos\varphi \end{cases}$ On déduit alors $\varphi = 0$ et
l'équation : $x = 2{,}5.10^{-2}\sin(10t)$

II) 1) Longueur ℓ_1 : A l'équilibre on a :
$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T_0} = 0$, par projection on : $\ell_1 = \frac{mg\cos\theta}{k} + \ell_0 = 0{,}25$m ; $R = mg\sin\theta = 0{,}866$ N

2) Nature du mouvement : RFD
$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = M\vec{a}$ par projection sur $\vec{i}$:
$Ma = -Mg\cos\theta + T = -Mg\cos\theta + k(\ell_1 - \ell_0 - x)$ avec
$Mg\cos\theta = k(\ell_1 - \ell_0)$. On déduit l'équation différentielle $M\frac{d^2x}{dt^2} - kx = 0$ Le mouvement est rectiligne sinusoïdal

- La période du mouvement : $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} = 0{,}628$s est identique à celle calculée plus haut.
- Equation horaire du mouvement

A t = 0 $\begin{cases} x = -X_m = X_m \sin\varphi \\ v = 0 = \omega X_m \cos\varphi \end{cases}$ d'où $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ et
l'équation horaire est : $x = 5.10^{-2}\sin(10t - \frac{\pi}{2})$

III) A la cassure $v = -\omega X_m = -0{,}5$;
RFD : $\vec{P} + \vec{R} = M\vec{a}$, par projection sur $\vec{i}$, on déduit $a = -g\cos\theta = -5$ m.s^{-2}. a < 0 et v < 0 d'où le mouvement est rectiligne uniformément accéléré.
Soit t = 0 à la cassure et correspondant à l'origine du repère. L'équation horaire est : $x = -2{,}5t^2 - 0{,}5$ t. On déduit la durée du parcours : pour $x = -50.10^{-2}$; t = 0,36 s

VII-3

I. Etude théorique

1) Equation différentielle du mouvement :
Le solide est soumis à trois forces : son poids $\vec{P}$, la réaction du support $\vec{R}$ et la force de rappel appelée aussi tension du ressort $\vec{F}$. RFD : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = M\vec{a}$. Projetons sur l'axe x'x, nous obtenons : $-F = m\ddot{x}$. A un instant t, l'allongement du ressort est x, donc : F = kx. D'où $-kx = m\ddot{x}$.
Soit $m\ddot{x} + kx = 0$. (1)

2) Pulsation propre de l'oscillateur. L'équation (1) s'écrit aussi : $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$, cette équation est de la forme :

$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$; d'où $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{2\pi}{T_0}$

3) a) $v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0}X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$

b) $x(0) = X_m\cos\varphi$; $v(0) = -\frac{2\pi}{T_0}X_m\sin\varphi$

II. Etude expérimentale

1) Complétons le tableau

Question I	Expériences	1	2
1) a)	T_0	2 s	2 s
	X_m	2 cm	4 cm
	x(O)	2 cm	-2 cm
1) b)	V_x(O)	nulle	positive
1) c)	ressort	étiré	comprimé

2) Justification : La période propre d'un oscillateur est donnée par la relation : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Pour les deux expériences, le solide utilisé est le même. Comme les oscillations ont dans les deux cas la même période, on en déduit que la constante de raideur k est la même : les expériences ont été faites avec le même ressort.

c) Etude énergétique

α) Energie mécanique $E_m = \frac{1}{2}kX_m^2$

β) Choix $\frac{E_{m2}}{E_{m1}} = 4$ est la bonne proposition.

d) Comparaison des énergies potentielles

[illegible] donc $x_1^2 = x_2^2$ soit $E_{p1} = E_{p2}$

VII.4

1) L'objet est soumis à trois forces

- son poids $\vec{P}$ vertical descendant
- la réaction $\vec{R}$ de la tige perpendiculaire à la tige car il n'y a pas de frottements
- la tension $\vec{T}$ du ressort. Elle est dirigée suivant la tige et orientée vers la droite lorsque le ressort est comprimé, vers la gauche lorsque le ressort est étiré.
- Conservation de l'énergie : Pendant le mouvement de l'objet, le poids et la réaction de la tige sont perpendiculaires à son vecteur vitesse. Leur travail est donc nul. Le système (objet, ressort) se comporte comme un système conservatif ; son énergie mécanique reste constante au cours du temps.

2) a) L'objet oscille de part et d'autre de sa position d'équilibre. Il passe par celle-ci avec sa vitesse maximale, alternativement dans un sens puis dans l'autre.

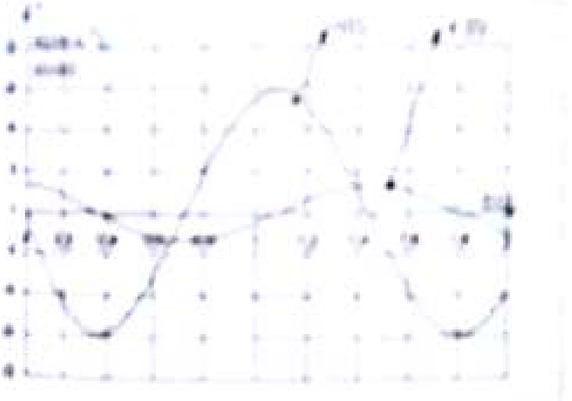
b) La période du mouvement est donnée par

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = [illegible]\ s$$

3) L'énergie mécanique du système est donnée par l'expression $E_m = E_p + E_c$ soit $E_m = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$

4) L'amplitude du mouvement est égale à la valeur absolue de son élongation maximale. Celle-ci est atteinte lorsque la vitesse de l'objet s'annule, soit $E_c = 0$ et donc $E_m = E_p = \frac{1}{2}kX_m^2$; D'où X_m = [illegible] cm

5) La vitesse de l'objet est maximale lorsqu'il passe par sa position d'équilibre, soit $E_p = 0$ et donc



$E_m = E_c = \frac{1}{2}mv_m^2$ d'où $v_m = 0,24$ m.s⁻¹

6) a) Par définition $v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$

b) (Voir figure ci-dessus) La vitesse et l'élongation de l'objet sont des fonctions périodiques du temps de même période. Lorsque la vitesse s'annule, l'élongation passe par sa valeur maximale ; aux instants où le graphe de la vitesse coupe l'axe des temps, le graphe de la fonction x(t) possède une tangente horizontale : les deux graphes sont en quadrature de phase

VII.5

I) 1) $T_0 = \frac{6,12}{15} = 0,408$ s

2) $m = \frac{F}{a}$ est homogène à $\frac{N}{m.s^{-2}}$ soit $N.m^{-1}.s^{2}$

- $k = \frac{T}{\Delta\ell}$ est homogène à $N.m^{-1}$
- $\frac{m}{k}$ a pour dimension $\frac{N.m^{-1}.s^2}{N.m^{-1}}$ d'où $\sqrt{\frac{m}{k}}$ a la dimension d'un temps

3) On a $k = \frac{4\pi^2}{T_0^2}m = 35,6$ N.m⁻¹.

4) Equation différentielle : $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$

5) Equation horaire : $x = 0,1\sin(15,4t - \frac{\pi}{2})$

6) La date du 3ème passage

- 1er passage

$x = 0,05 = 0,1\sin(15,4t - \frac{\pi}{2}) \Rightarrow t_1 = \frac{2\pi}{3\times15,4} = 0,136$s

- 3ème passage

$t_3 = t_1 + T = 0,136 + 0,408 = 0,54$ s

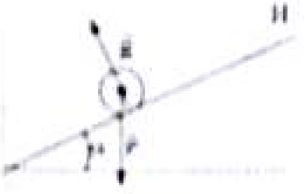
II) 1) L'énergie cinétique de la bille provient de l'énergie potentielle de compression du ressort.

2) a) Vitesse avec laquelle la bille quitte le ressort

$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}k\Delta\ell^2 = \frac{1}{2}mv^2$, $v = |\Delta\ell|\sqrt{\frac{k}{m}} = 1,54$ m.s⁻¹

b) Vitesse de la bille en A : $v_A = v = 1,54$ m.s⁻¹

3) a) Inventaire des forces : Le poids $\vec{P}$ de la bille. La réaction $\vec{R}$ du plan incliné



b) Travail des forces

$W(\vec{P}) = -mgL\sin\alpha = -0,403$ J, $W(\vec{R}) = 0$

c) Expression de la vitesse minimale v_{min}

$v_{min} = \sqrt{2gL\sin\alpha} = 2,32$ m.s⁻¹

d) Longueur minimale de compression initiale

$\frac{1}{2}kx_{min}^2 = \frac{1}{2}mv_{min}^2$ et $x_{min}(0) = -\sqrt{\frac{2mgL\sin\alpha}{k}} = -0,15$ m

VII.6

1) a) Bilan des forces : Le poids $\vec{P}$ vertical descendant, la tension $\vec{T}$ de même direction que le fil et orientée vers O.

b) RFD : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

c) Projection

- sur $\vec{i}$: $0 - P\sin\theta = ma_t$ (1) avec $a_t = \ell\ddot{\theta}$
- sur $\vec{n}$: $T - P\cos\theta = ma_n$ (2) avec $a_n = \ell\dot{\theta}^2$

2) a) Pour θ petit, $\sin\theta \approx \theta$ et la relation (1) donne : $-mg\sin\theta = m\ell\ddot{\theta}$; d'où $\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell}\theta = 0$ est l'équation différentielle du mouvement

b) La solution de l'équation différentielle peut se mettre sous la forme $\theta = \theta_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$

c) On a : $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}} = 3{,}13\ \text{rad.s}^{-1}$ et $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

d) Equation horaire du mouvement :

A t = 0 $\begin{cases} \theta = 0{,}17 = \theta_m \cos\varphi \\ \dot{\theta} = 0 = -\omega_0\theta_m \sin\varphi \end{cases}$ en résolvant le système on trouve : $\varphi = 0$ et $\theta_m = 10° = 0{,}17$ rad.

D'où l'équation horaire : $\theta = 0{,}17\cos(3{,}13t)$

VII-7

1) La vitesse au passage par la position d'équilibre

L'énergie mécanique de l'oscillateur s'écrit :

$E_M = E_P + E_C = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$;

A t = 0, on a : $E_M = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx_0^2 =$ cste

Au passage par l'équilibre : x = 0, $E_M = \frac{1}{2}mv_{eq}^2 =$ cste

$\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}mv_{eq}^2 \Rightarrow v_{eq} = \sqrt{v_0^2 + \frac{k}{m}x_0^2} = 1{,}38$ m/s

2) L'amplitude des oscillations (X_m) : Pour $x = X_m$, $v = 0$ et $E_M = \frac{1}{2}kX_m^2 \Rightarrow X_m = \sqrt{x_0^2 + \frac{m}{k}v_0^2} = 0{,}04$ m

3) L'équation différentielle

Le solide est soumis à trois forces ; son poids $\vec{P}$, la réaction du support $\vec{R}$ et la force de rappel appelée aussi tension du ressort $\vec{T}$. RFD : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$. Projetons sur l'axe Ax, nous obtenons : $-T = -kx = m\ddot{x} \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$.

Déduisons l'équation horaire du mouv [illegible] a solution est de la forme : $x(t) = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$ avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} =$ 34,64rad/s et $X_m = 0{,}04$ m.

A t = 0 $\begin{cases} x(0) = X_m \cos\varphi = 2.10^{-2} \\ v(0) = -\omega_0 X_m \sin\varphi = -1{,}2 \end{cases}$ d'où $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ et

l'équation horaire est : $x = 4.10^{-2}\cos(34{,}64\,t + \frac{\pi}{3})$

4) Expression de E_C et E_{Pe}

- $E_C(t) = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega_0^2X_m^2\sin^2(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow$

$E_C(t) = 9{,}6.10^{-3}\sin^2(34{,}64t + \frac{\pi}{3})$.

- $E_{Pe}(t) = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kX_m^2\cos^2(34{,}64t + \frac{\pi}{3}) \Rightarrow$

  $E_{Pe}(t) = 9{,}6.10^{-3}\cos^2(34{,}64\,t + \frac{\pi}{3})$.

5) Montrons que E est constant : $E = E_{Pe}(t) + E_C(t)$

$= 9{,}6.10^{-3}\cos^2(34{,}64\,t + \frac{\pi}{3}) + 9{,}6.10^{-3}\sin^2(34{,}64t + \frac{\pi}{3})$.

$= 9{,}6.10^{-3}$ J = cste. E est l'énergie mécanique du système.

VII-8

On considère les systèmes {masse m_1} et {masse m_2} dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

1) Calculons la vitesse du mobile de masse m_1 juste après le choc. Il y a conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie cinétique

$\begin{cases} \vec{p}_{avant} = \vec{p}_{après} \\ Ec_{avant} = Ec_{après} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_2\vec{v_2} = m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2'} \\ \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2'^2 \end{cases}$;

on a : $m_1 = m_2$ et les vitesses sont colinéaires d'où :

$\begin{cases} v_2 = v_1 + v_2' \\ v_2^2 = v_1^2 + v_2'^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_2' = v_2 - v_1' \\ v_2^2 = v_1^2 + (v_2 - v_1)^2 \end{cases} \Rightarrow$

$2v_1^2 - 2v_2v_1 = 0 \Rightarrow v_1 = v_2 = 0{,}8$ m/s

2) a) L'équation différentielle du mouvement

On a $E_M = E_p + E_c =$ cste $\Rightarrow$

$\frac{dE_M}{dt} = 0 = \frac{dE_P}{dt} + \frac{dE_C}{dt} \Rightarrow kx\frac{dx}{dt} + mv\frac{dv}{dt} = 0$ avec $v = \frac{dx}{dt}$ et $\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$, d'où : $\frac{dx}{dt}(\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x) = 0$ et $\frac{dx}{dt} \neq 0$ alors ;

$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$

b) Etablissons l'équation horaire

On a : : $x(t) = X_m\cos(\omega t + \varphi)$ et $v(t) = -\omega X_m \sin(\omega t + \varphi)$

A t = 0 $\begin{cases} x = X_m\cos\varphi = 0 & (1) \\ v = -\omega X_m \sin\varphi = v_2 = 0{,}8 & (2) \end{cases} \Rightarrow$ De (1) : $\cos\varphi = 0$

$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$ ou $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ or de (2) : $\sin\varphi < 0$

d'où $\varphi = -\frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{2}$ avec $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0{,}6}} = 12{,}9$ rad/s et

$\omega Xm = 0{,}8 \Rightarrow Xm = 6{,}2.10^{-2}$ m/s

On obtient l'équation horaire : $x = 6{,}2.10^{-2}\cos(12{,}9t + \frac{3\pi}{2})$

c) La position à t = 1s

$x(1) = 6{,}2.10^{-2}\cos(12{,}9\times 1 + \frac{3\pi}{2}) = 2.10^{-2}$ m

d) La date du 2ème passage à l'abscisse x = 0

Au 2ème passage $t = \frac{T}{2} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{12{,}9} = 0{,}24$s

On peut aussi résoudre l'équation :

$6{,}2.10^{-2}\cos(12{,}9t - \frac{\pi}{2}) = 0 \Rightarrow 12{,}9t - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$ ou $12{,}9t - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}$ on a deux solutions : $t_1 = 0$ correspond au départ et $t_2 = \frac{\pi}{12{,}9} = 0{,}24$s

VII-9

1) $E_{pp} = mg\ell(1-\cos\theta)$

2) A t = 0, $E_{pp}(0) = mg\ell(1-\cos\theta_m)$; la valeur de ℓ peut être déduite de celle de la période : ℓ = 0,25 m donc $E_{pp}(0) = 4{,}9$ mJ.

3) $E_{pp}(t) = mg\ell(1-\cos\theta)$

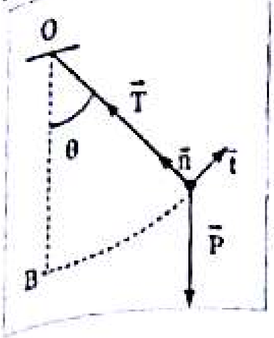
4) Avec $E_c(0) = 0$, la conservation de l'énergie mécanique conduit à :

$E_c(t) = E_{pp}(0) - E_{pp}(0) = mg\ell(\cos\theta - \cos\theta_m)$

5) A t = 0,25, θ = 0. L'énergie potentielle de pesanteur est nulle. La conservation de l'énergie mécanique conduit à : $E_c(0{,}25\ \text{s}) = 4{,}9$ mJ.

6) La vitesse du solide est égale à $\ell\frac{d\theta}{dt}$ ce qui conduit, pour t = 0,25 s, à la valeur 0,314 m.s^{-1}. On en déduit : $E_c(0{,}25\ \text{s}) = 4{,}9$ mJ.

VII-10



1) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_0}{g}}$ $\ell_0 = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 1$ m

2) La nouvelle longueur ℓ_1 : $g_z = g_0(1 - \frac{2z}{R}) = 9{,}8$ m.s^{-2} et $\ell_1 = \frac{g_z T^2}{4\pi^2} = 9{,}93.10^{-1}$ m

3) L'altitude z : $T = 2{,}01$ s $= 2\pi\sqrt{\frac{\ell_0}{g_z}}$ et $\ell_0 = 1$ m :

$g_z = \frac{4\pi^2\ell_0}{T^2} = 9{,}77$ m.s^{-2} $= g_0\left(1 - 2\frac{z}{R}\right)$, d'où : z = 73,6 km

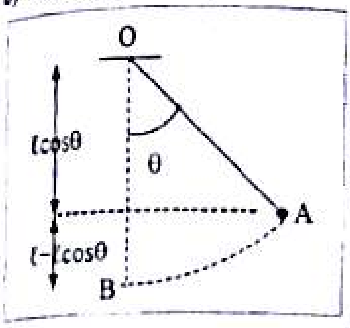
4) a) La hauteur maximale h :

Ecrire le théorème de l'énergie cinétique entre le départ A et l'arrivée B. Seul le poids travaille (la tension du fil est constamment perpendiculaire à la vitesse).

Le travail du poids est résistant lors d'une montée :

$W(\text{poids}) = -mgh = \Delta Ec = 0 - \frac{1}{2}mV_B^2$ avec $V_B = \ell\omega_0 = 1$ m.s^{-1}, soit $h = \frac{V_B^2}{2g} = 0{,}05$ m.

b) L'élongation angulaire:



$h = \ell(1 - \cos\theta_m) \Rightarrow 0_m = 18{,}2°$

c) La tension du fil :

Ecrire la seconde loi de Newton dans la base de Frénet $(\vec{n}, \vec{t})$:

$\vec{T} + m\vec{g_0} = m\frac{v^2}{\ell_0}\vec{n} + m\vec{a_t}$;

en projetant sur $\vec{n}$:

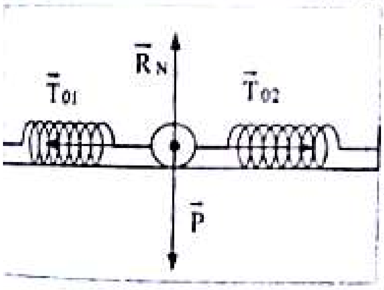
$T - mg_0\cos 0 = m\omega^2\ell_0 = m\frac{v^2}{\ell}$

$\theta = 0° \Rightarrow T = 2{,}2$ N ; $0 = 18{,}2° \Rightarrow T = 1{,}9$ N

VII-11

Soit le système {solide S} dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

1) Déterminons, à l'équilibre l'allongement de chaque essort. Bilan des forces : $\vec{T}_{01}$; $\vec{T}_{02}$; $\vec{P}$ et $\vec{R}_N$



A l'équilibre :

$\vec{T}_{O_1} + \vec{T}_{O_2} + \vec{P} + \vec{R}_N = \vec{0}$ (1)

Projetons cette relation sur X'X

$-\vec{T}_{O_1} + \vec{T}_{O2} = 0 \Rightarrow$

$-k_1x_{01} + k_2x_{02} = 0 \Rightarrow$

$_{01} = x_{02} = x_0$

n a : $L = 2x_0 + 2\ell_0$ d'où $x_0 = \frac{L - 2\ell_0}{2} = 5$cm.

a) Equation différentielle du mouvement :

ilan des forces : $\vec{T}_1$; $\vec{T}_2$; $\vec{R}_N$; $\vec{P}$.

FD : $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{R}_N + \vec{P} = m\vec{a}$: Projetons sur X'OX :

$-T_1 + T_2 = ma \Rightarrow -k_1(x_0 + x) + k_2(x_0 - x) = ma \Rightarrow$
$-k_1x_0 + k_2x_0 - k_1x - k_2x = ma$ avec $-k_1x_0 + k_2x_0 = 0$ d'où
$-2kx = m\ddot{x}$ et $\ddot{x} + \frac{2kx}{m} = 0$

b) Equation horaire du mouvement :

A $t = 0$ $\begin{cases} x = Xm\cos\varphi = 0{,}03 & (1) \\ v = \omega Xm\sin\varphi = 0 & (2) \end{cases}$ avec $\omega = \sqrt{\frac{2k}{m}} = 10$ rad.s^{-1}

De (2) : $\sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$ comme $\cos\varphi > 0$ alors $\varphi = 0$.

De (1) $Xm = \frac{0{,}03}{\cos\varphi} = 0{,}03$ d'où : $x = 0{,}03\cos(10t)$.

c) La date de passage à x = 1,5 cm en allant dans le sens négatif. On a : $x = 1{,}5.10^{-2} = 3.10^{-2}\cos 10t = \frac{1{,}5}{3} = 0{,}5$:

d'où : $10t = \frac{\pi}{3}$ où $10t = \frac{-\pi}{3}$ (mod 2π).

$t_1 = \frac{\pi}{30}$ ou $t_2 = \frac{-\pi}{30}$. On a : $v = -0{,}3\sin(10t)$ pour $t = t_1$ on a : $v < 0$ et pour $t = t_2$: $v > 0$ d'où :

$t = t_1 = \frac{\pi}{30}$ (mod 2π) $= 1{,}047.10^{-1}$s

La valeur de la vitesse : $V = -0{,}3\sin(10 \times \frac{\pi}{30}) = -0{,}26$ m.s^{-1}

3) $E_M = E_C + E_P = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(x_0 + x)^2 + \frac{1}{2}k(x_0 - x)^2 = \frac{1}{2}mv^2 + kx^2 + kx_0^2$.

Déduisons E_M en fonction de k, Xm et x_0.

Pour x = Xm on a $v = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = 0$

$E_M = kX_m^2 + kx_0^2$

4) Retrouvons l'équation différentielle.

On a : $E_M = \frac{1}{2}mv^2 + kx^2 + kx_0^2 = \text{cste}$.

$\frac{dE_M}{dt} = 0 = mv\frac{dv}{dt} + 2kx\frac{dx}{dt} = m\dot{x}\ddot{x} + 2kx\dot{x} = 0$

d'où: $\ddot{x} + \frac{2k}{m}x = 0$.

CORRIGES PHYSIQUE ELECTRICITE
Chap. VIII : LES CONDENSATEURS

VIII-1

1) $U_{AB} = 9$ V donc $Q_A = CU_{AB} = 1{,}98.10^{-5}$ C

2) $E = \frac{1}{2}CU_{AB}^2 = 8{,}91.10^{-5}$ J

3) Le courant circule de l'armature qui a le potentiel le plus élevé à celle qui a le potentiel le plus faible donc de A vers B à travers le résistor.

VIII-2

1) Un générateur de courant délivre une intensité constante au cours du temps. L'armature A est l'armature cible de la flèche représentant le sens positif choisi sur le circuit :

$i(t) = \frac{dq}{dt}$ avec $q = Cu$ et $i(t) = \frac{dq}{dt} = C\frac{du}{dt}$ d'où :

$du = \frac{1}{C}i(t)dt$ en intégrant : $u_{AB}(t) = \frac{I}{C}t + cste$

or à $t = 0$; $u_{AB} = 0 = cste$. On obtient : $u_{AB}(t) = \frac{I}{C}t$

u_{AB} est une fonction linéaire du temps, représentée par une droite passant par l'origine des coordonnées.
A la date $t = 10$ s, $u_{AB} = 0{,}64$ V, cela permet de tracer la droite représentant la courbe des variations de u_{AB} en fonction du temps.

2) On a : $u_{AB}(t) = \frac{I}{C}t$; d'où $C = \frac{It}{u_{AB}} = 2{,}2.10^{-3}$ F.

VIII-3

1) $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} = 4{,}4.10^{-13}$ F d'où : $Q = CU = 2{,}6.10^{-12}$ C

$E_{el} = \frac{1}{2}CU^2 = 8{,}0.10^{-12}$ J.

2) a) $Q' = Q$; $C' = \frac{C}{2} = 2{,}2.10^{-13}$ F

$U' = 2U = 12$ V ; $E'_{el} = 1{,}6.10^{-11}$ J

b) L'opérateur en écartant les armatures du condensateur électriquement isolé, fournit de l'énergie, puisque les armatures, qui sont de signes contraires, s'attirent. En conséquence, l'énergie emmagasinée par le condensateur augmente. C'est une énergie potentielle électrostatique.

3) a) $C'' = 8{,}85.10^{-13}$ F ; $U'' = 3$ V

$Q = Q'' = 2{,}66.10^{-12}$ C ; $E'' \approx 4.10^{-12}$ J

b) En rapprochant les armatures, le système condensateur cède de l'énergie à l'extérieur.

VIII-4

a) Charge initiale du 1er condensateur : $Q_1 = C_1U = 6\mu C$
Energie emmagasinée dans le 1er condensateur :

$E = \frac{1}{2}C_1U^2 = 1{,}8.10^{-5}$ J

b) En régime stationnaire, la tension est la même aux bornes de chacun des condensateurs. Ils doivent être tous deux chargés sous la même tension.
Celui qui était initialement déchargé n'a pu se charger que par transfert de charges à partir de l'autre.
Ce transfert s'arrête lorsque les tensions s'égalisent.

c) Conservation de la charge : $Q_1 = Q_1' + Q_2'$

D'autre part : $Q_1' = C_1U'$ et $Q_2' = C_2U'$, d'où :

$Q_1' = Q_2'\frac{C_1}{C_2}$, donc $Q_1 = Q_2'\left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right)$. On déduit alors :

$Q_2' = 2\ \mu C$ et $Q_1' = 4\ \mu C$. d) $U' = \frac{Q_1'}{C_1} = 4V$.

e) Energie finalement emmagasinée dans l'ensemble des deux condensateurs : $E' = \frac{1}{2}(C_1 + C_2)U'^2 = 1{,}2.10^{-5}$ J

L'énergie dissipée est donc : $E - E' = 6.10^{-6}$ J

VIII-5

1) L'équation différentielle :

On a : $E = u_{AB} + u_{BD}$ avec $u_{AB} = \frac{q_A}{C}$ et $u_{BD} = Ri = R\frac{dq_A}{dt}$

d'où : $E = \frac{q_A}{C} + R\frac{dq_A}{dt} \Rightarrow \frac{dq_A}{dt} + \frac{q_A}{RC} = \frac{E}{R}$.

2) A $t \to \infty$, le condensateur est complètement chargé, alors $\frac{dq_A}{dt} = i = 0$, $\frac{dq_A}{dt} + \frac{q_A}{RC} = \frac{E}{R}$ devient $\frac{q_A(\infty)}{RC} = \frac{E}{R}$

et $q_A(\infty) = CE = A = 1{,}2.10^{-4}$ C, car à $t \to \infty$,

$q_A(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = A$; $\tau = RC = 1{,}0.10^{-2}$ s

3) Déterminons la date à laquelle $q_A = \frac{Q_M}{2}$ avec $Q_M = CE$

$q_A = \frac{CE}{2} = CE(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow t = \tau\ln 2 = 6{,}9.10^{-3}$ s.

4) $q_A(\tau) = CE(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}) = 0{,}63\ CE = 7{,}6.10^{-5}$ C.

VIII-6

1) Les tensions aux bornes du condensateur et du résistor sont : $U_{AB} = Ri_{AB}$; $u_{BD} = \frac{q_B}{C}$, $i_{AB} = \frac{dq_B}{dt}$

2) $E = u_{AB} + u_{BD} = R\frac{dq_B}{dt} + \frac{q_B}{C} = RC\frac{dU_{AB}}{dt} + u_{BD}$.

3) On remplace u_{BD} par $E(1 - e^{\frac{-t}{RC}})$ dans l'équation différentielle. On obtient $RC\left(\frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{RC}}\right) + E - Ee^{-\frac{t}{RC}} = E$.

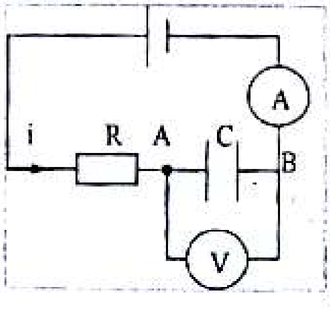
Donc l'équation différentielle est vérifiée. A la date $t = 0$, $u_{BD} = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = 0$, le condensateur est bien déchargé. Le produit RC représente la constante de temps. Pour un temps très long, $u_{BD} = E$ donc $q_B = CE$. L'intensité est la dérivée de la charge, ici constante, donc $i_{AD} = 0$, $q = 6\ \mu C$, $i_{AD} = 0A$

4) à $t = 0^+$, $u_{BD} = -E(1 - \frac{3}{2}) = \frac{E}{2} = 3$ V.

$t \to +\infty$, $u_{BD} = -E = -6$ V.

5) $u_{BD} = -\frac{E}{2} = -E\left(1 - \frac{3}{2}e^{-\frac{\Delta t}{RC}}\right) \Rightarrow \Delta t = RC\ln 3 = 0{,}11s$.

VIII-7

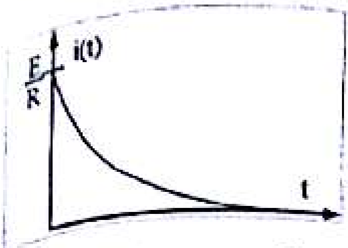


I.1) Schéma du montage : (voir figure)

2) $u_{AB} = E - Ri$; $i = (E - u_{AB})/R$

3) Valeur de l'intensité i du courant :

a) A $t = 0$: $i_0 = \frac{E}{R}$, car $u_{AB} = 0$. b) $i = 0$;



4) Allure des variations de $i = f(t)$: (voir figure).

II) 1) La tension u_{AB} aux bornes du condensateur croit progressivement jusqu'à $u_{AB} = E$: le condensateur est alors chargé.

2) En fin de charge $u_{AB} = E = 5$ V ; car $i = 0$.

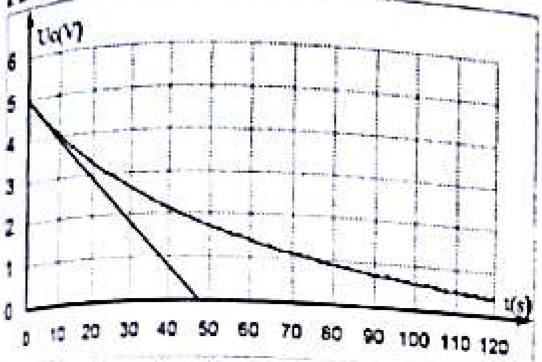
a) On trouve $\tau = 10$ ms.

b) A 63 % de sa charge maximale $u = 3{,}15$ V ; $t = \tau = 10$ms

4) $C = \frac{\tau}{R} = 4{,}5\ \mu F$

VIII-8

Partie I



1) Représentation du graphe $u_C = f(t)$

On trouve $\tau = 47$ s. 3) $C = 0{,}1$ F.

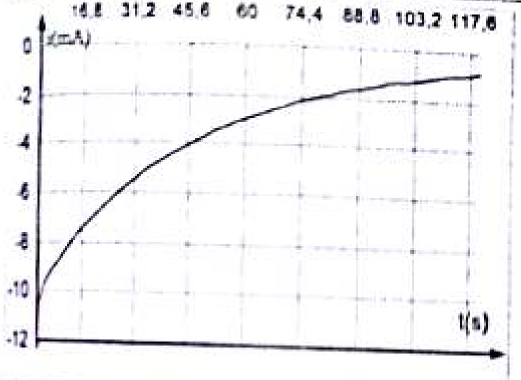
Partie II

1) a) Loi d'ohm : $u_{FE} = -u_{EF} = -Ri$

b) Expression de i : $i = - u_{AB}/R$;

2) Valeurs de i aux différentes dates.

U_C(V)	5,00	4,04	3,63	3,26	2,94	2,64



t(s)	0	10	15	20	25	30
i (mA)	−10,6	−8,6	−7,72	−6,94	−6,26	−5,6

U_C(V)	2,13	1,39	0,90	0,60	0,25
t(s)	40	60	80	100	140
i (mA)	−4,53	−2,96	−1,91	−1,28	−5,32

3) a) Le graphe $i = f(t)$

b) La durée pour $i = 37\ \%\ i_0$: $\Delta t = \tau \approx 48$ s

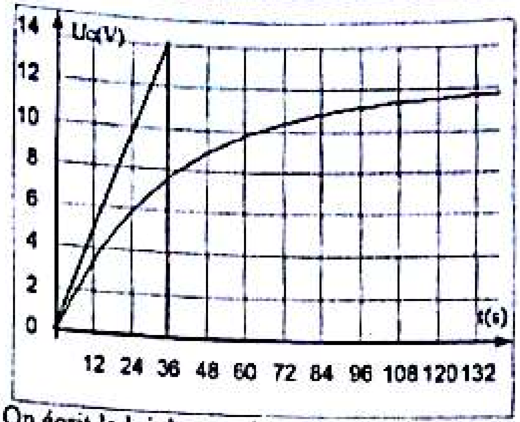
VIII-9

A) 1) Représentons la courbe.

2) On applique la loi des tensions dans le circuit : $u_0 = u_C + u_R$ avec $u_R = Ri$; Pour $i = 0$, $u_C = u_0 = 12{,}0$V

B) 1) Pour le dipôle RC la constante $\tau = RC$.

2) $[\tau] = [V][A]^{-1}[A][s][V]^{-1} = [s]$.



3) a) On écrit la loi des tensions dans le circuit série :

$u_C + u_R = u_0$. Avec $u_R = Ri = R\frac{dq}{dt} = RC\frac{du_C}{dt}$.

D'où l'équation différentielle : $RC\frac{du_C}{dt} + u_C = u_0$

b) A l'instant $t = 0$, $u_C = 0$ soit d'après l'équation précédente : $\frac{du_C}{dt}(0) = \frac{u_0}{RC}$. L'équation de la tangente à l'origine s'écrit : $u = \frac{u_0}{RC}t$, on retrouve $u = u_0$, si $t = RC$.

c) On mesure sur le graphe $\tau = 36$ s.

4) De la valeur précédente, on déduit :

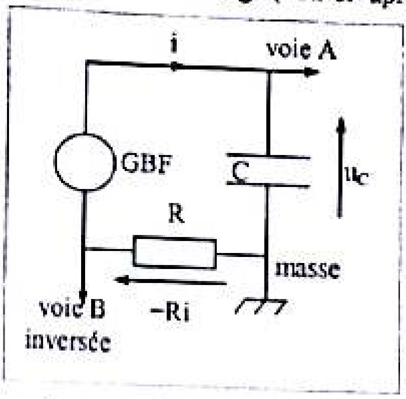
$$C = \frac{\tau}{R}\ ;\ C = 1{,}09.10^{-4}\,F = 109\ \mu F$$

5) L'indication du constructeur signifie que $C = (100 \pm 20)\ \mu F$; la valeur obtenue est en accord avec la tolérance.

VIII-10

1) La tension aux bornes de R est : $U_R = Ri$ (proportionnelle à l'intensité i, elle est son image).

2) Schéma du montage (voir ci-après).



3) a) La $1^{ère}$ courbe est l'image de l'intensité du courant. C'est la tension $u_R = Ri$.

La $2^{ème}$ courbe est la tension aux bornes du condensateur.

b)

– La $1^{ère}$ partie représente la charge du condensateur.

– La deuxième partie représente sa décharge.

c)

– Fréquence du générateur : On lit T = 9 div, d'où T = 4,5 ms et donc f = 220 Hz.

– Tension E : Sur l'oscillogramme on lit : $u_C = E = 2$div donc $E = 2\times 2 = 4$ V

– Valeur maximale de l'intensité :

$u_R = Ri = 2$ div d'où $i = I_{max} = \frac{u_R}{R} = 20.10^{-3}$ A

4) a) Valeur de τ :

On a : E = 2 div. Donc 0,63 E = 1,26 div, l'intersection de la droite $u_C = 1{,}26$ div avec la courbe de charge de u_C a pour abscisse τ : On lit $\tau = 0{,}75$ div soit $\tau = 0{,}38$ ms.

b) Expression correcte de τ : $\tau = RC$

c) Valeur de C : $C = \frac{\tau}{R} \approx 1,9.10^{-6}F$

5) Influence de la résistance R

a) Evolution des grandeurs f, E et I_{max}.

- f et E sont des grandeurs liées au générateur, elles ne dépendent pas de la charge RC.
- R influe sur la constante de temps τ.

– Tant que T/2 reste supérieur à 3τ, le condensateur peut se charger et se décharger complètement à chaque demi-période : alors $u_R = u_C = E$ et $i = I_{max} = E/R$. ; I_{max} reste inchangée.

– Lorsque R est telle que : 3τ > T/2, la tension aux bornes du condensateur ne peut atteindre E, il en est de même de u_R : l'intensité I_{max} diminue.

b) Avec R = 300 Ω, 3τ ≈ 1,7 ms. Or T/2 ≈ 2,2 ms, donc 3τ < T/2 ; $u_C = E$ et $I_{max} = E/R$. Avec R = 1000 Ω, 3τ ≈ 5,7 ms. 3τ > T/2 ; $u_C < E$ et $I_{max} < E/R$.

VIII-11

1) L'équation différentielle

On a : $E = u_R + u_{AB}$ avec $u_R = Ri = R\frac{dq}{dt}$ et $u_{AB} = \frac{q}{C}$ d'où

$$E = R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C}.$$

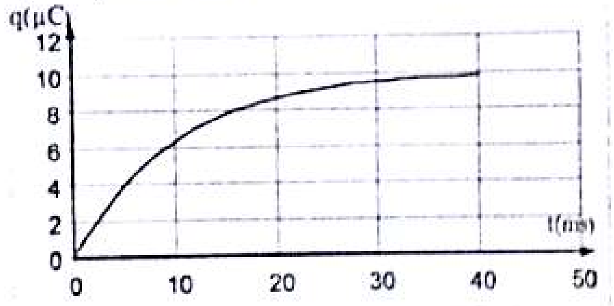
2) Vérification : On a : $q = CE[1 - e^{\frac{-t}{RC}}]$

$$\begin{cases} R\frac{dq}{dt} = Ee^{\frac{-t}{RC}} \\ \frac{q}{C} = E - Ee^{\frac{-t}{RC}} \end{cases} \Rightarrow R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = Ee^{\frac{-t}{RC}} + E - Ee^{\frac{-t}{RC}} = E$$

Complétons le tableau

t(ms)	0	2	6	10	14
q(µC)	0	1,81	4,51	6,32	7,53
t(ms)	18	22	26	30	40
q(µC)	8,35	8,89	9,26	9,5	9,82

3) Traçons la courbe



4) a) A la date t la tangente à la courbe est : $\frac{dq}{dt} = i(t)$, c'est l'intensité du courant.

b) A la date t = 0 on a : $\left(\frac{dq}{dt}\right)_{t=0} = i_0 = \frac{E}{R} = 10^{-3}$ A

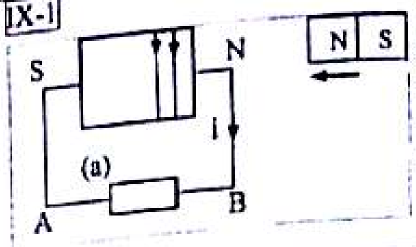
5) a) La constante de temps τ : $\tau = RC = 10^{-2}$ s.

b) Expression de u_{AB} : $u_{AB} = \frac{q}{C} = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

La limite supérieure de u_{AB} est : $u_{AB}(\infty) = E = 10$ V.

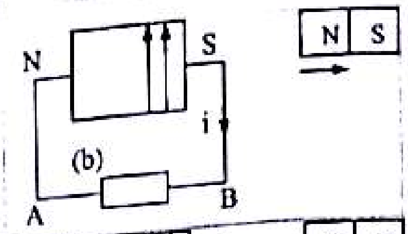
Chap XI : BOBINES INDUCTIVES

IX-1

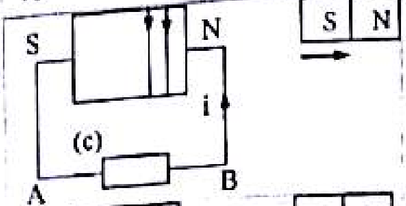


Nom des faces et signe de l'intensité du courant :

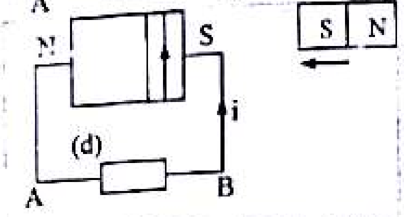
a) i est positif ; u_{AB} est négatif



b) i est négatif ; u_{AB} est positif.



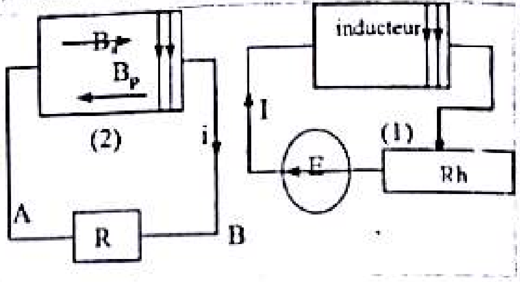
c) i est négatif ; u_{AB} est négatif



d) i est positif ; u_{AB} est positif

IX-2

1) Le champ magnétique inducteur ($\overrightarrow{B_a}$) est crée par la bobine du circuit (1). On le représente dans la bobine du circuit (2)



2) Le courant induit est nul i = 0 si I est constant

3) a) B_a augmente

b) $\overrightarrow{B_p}$ est en sens inverse de $\overrightarrow{B_a}$

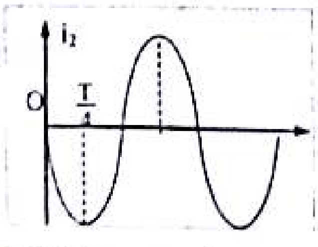
c) Le courant induit circule de A vers B dans la résistance. ; i < 0, $u_{AB} > 0$.

4) si on diminue l'intensité I, i > 0, $u_{AB} < 0$

IX-3

1) $i_1 > 0$; La face D est une face Nord

- De 0 à T/4 : i_1 croit et $i_2 < 0$.
- De T/4 à 3T/4 : i_1 décroit et $i_2 > 0$.
- De 3T/4 à T i_1 croit et $i_2 < 0$



2) Allure de i_2 (figure)

3) Lorsque la fréquence de i_1 est plus grande i_2 a même fréquence que i_1 mais son amplitude augmente.

IX-4

1) Vrai : la bobine s'oppose à l'installation du courant dans le circuit : c'est le phénomène d'auto-induction.

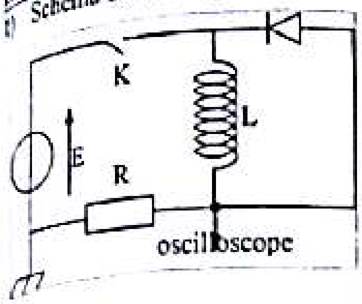
2) Vrai : $E = u_B + u_R$; comme $u_R = Ri$ et $i = 0$, à $t = 0$, on a $u_R = 0$ d'où $u_B = E = 10$ V à $t = 0$.

3) Faux : $\tau = \frac{L}{R+r} = 9{,}9$ µs et non 9,9 ms.

4) Vrai : En régime permanent : $I = \frac{E}{R+r} = 9{,}9.10^{-3}$A

IX-5

1) Schéma du montage :



On visualise la tension aux bornes de la résistance, qui est au facteur R près l'intensité dans le circuit. La diode permet d'éviter tout problème de surtension lors de l'ouverture de l'interrupteur.

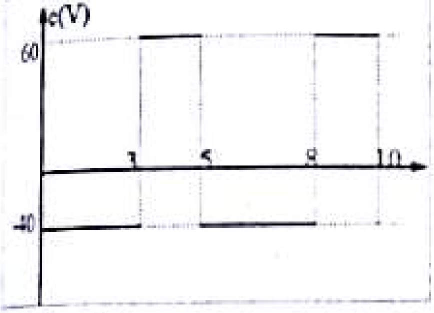
2) La tangente à la courbe à l'instant $t = 0$, coupe l'asymptote $i_0 = 45$ mA à l'instant $t = \tau$. Graphiquement : $\tau = 9$ ms.

3) On trouve $\Delta t = \tau$.

4) Lorsque le courant est établi dans le circuit, l'intensité limite qui circule dans la bobine est $i_0 = \frac{E}{R}$, on déduit : $R = 111{,}11\ \Omega$.

5) Valeur de L. On a : $\tau = \frac{L}{R}$, d'où $L = R\times\tau \approx 1$H.

IX-6



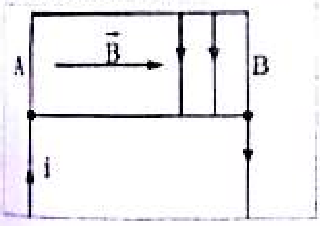
1) $e = -L\frac{di}{dt}$.

2) [0 ;3] et [5;8] : $e = -L\frac{\Delta i}{\Delta t} = -40$ V ;
[3 ; 5] et [8 ; 10] : e = 60 V ;

3) Variation de e au cours du temps : (voir figure)

IX-7

1) a) Schéma du solénoïde :



b) Caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$:

- Direction et sens : voir figure.
- Intensité : $B = \mu_0\frac{NI}{\ell} = 6{,}28.10^{-3}$ T

c) Valeur de L : L = 9,87 mH.

2) a) Expression de u_{AC} au cours des deux phases :

- $T \in [0 ; 40 \text{ ms}] : u_{AC} = L\frac{di}{dt} \cong 0{,}5$V .
- $T \in [40 ; 50 \text{ ms}] : u_{AC} \approx -2$V.

b) Faire la figure !

IX-8

1) La fréquence du GBF : On a $T = 4\times1 = 4.10^{-3}$ s d'où $f = 250$ Hz.

2) On a $u_{CB} = -e = -\left(-\frac{Ldi}{dt}\right) = L\frac{di}{dt}$ avec $u_{AB} = -Ri$ et donc $i = -\frac{u_{AB}}{R}$ d'où : $u_{CB} = -\frac{Ldu_{AB}}{Rdt}$

3) Branchement de l'oscilloscope :
La masse de l'oscilloscope est branchée en B, la voie 1 est reliée en A et la voie 2 en C. Si $\frac{du_{AB}}{dt} > 0$, on a $u_{CB} < 0$ et réciproquement.

4) L'inductance de la bobine : $L = -\frac{Ru_{CB}}{\frac{du_{AB}}{dt}}$ avec $u_{CB} = -0{,}2$ V et $\frac{du_{AB}}{dt} = \frac{10}{2.10^{-3}}$, soit : L = 0,08 H.

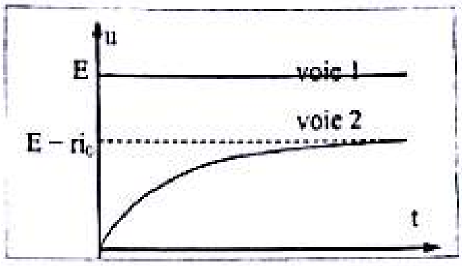
IX-9

Partie I

1) Les courants transitoires circulent dans toutes les branches sauf celle contenant la diode.

2) Les tensions observées sur les voies :

- Voie 1 : $u_{AM} = (u_{bobine} + u_{r'}) = u_{générateur} = E$.
- Voie 2 : $u_{BM} = r'i$.



3) Allure des oscillogrammes observés :

4) a) Loi d'ohm aux bornes de la bobine : $u_{AB} = L\frac{di}{dt} + ri$
Loi d'ohm aux bornes de r' : $u_{BM} = r'i$.

b) Relation entre R = r + r' ,L ,i , E et $\frac{di}{dt}$:

On a : $E = u_{AB} + u_{BM} = (r + r')i + L\frac{di}{dt}$.

c) En régime permanent : i = cste $\Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$ et donc $E = Ri_0$ alors $i_0 = \frac{E}{R}$

d) A t = 0 on a : i = 0 alors $\frac{di}{dt} = \frac{E}{L}$.

5) a) La constante de temps est le temps au bout duquel l'intensité du courant atteint 63 % de sa valeur finale au cours de son l'établissement. $\tau = \frac{L}{r+r'}$.

b) on a : $i_0 = \frac{E}{r+r'}$; $L = (r+r')\tau$ et $\frac{di}{dt} = \frac{E}{L}$; $\frac{di}{dt} = \frac{i_0}{\tau}$

II) 1) Expression de i_0 : $i_0 = \frac{E}{R}$;

2) a) Expression de l'intensité : $i = i_0$.

b) L'intensité décroît progressivement jusqu'à s'annuler.

c) $(r + r')i + L\frac{di}{dt} = 0$.

3) a) $\tau = \frac{L}{R}$. b) $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = -\frac{i_0}{\tau}$

IX-10

1) L = 10 mH

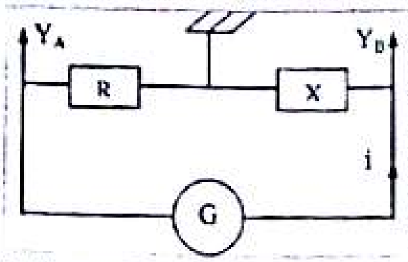
2) $e_1 = 0$; $e_2 = -50$ mV ; $e_3 = -2\pi\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ V

3) $- t \in [0 ; 20$ ms$]$: $u_{MN} = 50$ mV ;

- $t \in [20 ; 30]$: $u_{MN} = -200$ mV
- $t \in [30 ; 50$ ms$]$: $u_{MN} = 50$ mV.

IX-11

1) On désire visualiser la tension aux bornes de deux dipôles, ils doivent nécessairement avoir un point commun qui sera connecté à la masse de l'oscillographe.



2) a) L'étude du 1er oscillogramme (a) nous indique que Y_B enregistre un signal positif, ceci nous permet de préciser le sens du courant retenu comme sens positif.

b) $U_R = -Ri$ et $U_X = R_1 i$. (1)

c) $\frac{U_R}{U_X} = -\frac{R}{R_1}$. La sensibilité verticale étant la même sur les deux voies, le rapport $\frac{U_R}{U_X}$ est directement obtenu en faisant le rapport du nombre de divisions à savoir : −2, d'où :

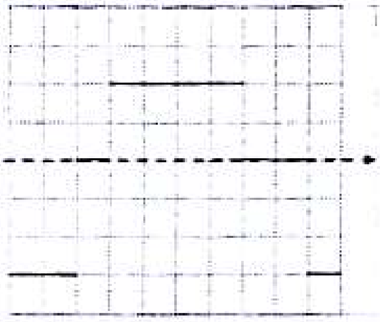
$R = 2R_1 = 100\ \Omega$

3) a) La loi d'ohm généralisée s'écrit ici :

$U_X = R_2 i - e$, où e est la f.é.m. d'auto-induction de la bobine soit : $U_X = R_2 i + L\frac{di}{dt}$ (2)

b) On est en régime stationnaire, c'est-à-dire que i ne varie plus. La f.e.m. induite est nulle, il subsiste $U_X = R_2 i$. L'oscillogramme (b) nous indique une tension nulle. La résistance est négligeable : $R_2 = 0$.

4) a) En utilisant les relations (1) et (2) avec $R_2 = 0$, on a : $L = -R\frac{U_X}{\frac{dU_R}{dt}}$. HK mesure 2 cm soit 0,4 ms. La tension U_X vaut − 3 V. La variation de tension de U_R est représentée par la longueur de 4 cm soit 4 V. Le coefficient directeur de la droite est donc : $1 \times 10^4 V.s^{-1}$.



On en déduit L = 0,03 H.

b) De la même façon, on obtient les valeurs de U_X pour le reste de la variation :

$U_X = -\frac{L}{R}\frac{dU_R}{dt}$

Les deux paliers donnent une tension nulle (dérivée d'une constante). La deuxième portion rectiligne donne :

$\frac{dU_r}{dt} = -0,5.10^4 Vs^{-1}$, d'où : $U_x = +1,5$ V.

La troisième portion rectiligne donne un coefficient directeur égal à $1 \times 10^4 V.s^{-1}$. Soit $U_X = -3$ V.

Chap X : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES

X-1

1) Vrai : $E_{Totale} = E_C + E_B$, si u_C maximale on a $i = C\frac{du_C}{dt} = 0$. Comme $E_B = \frac{1}{2}Li^2$, si $i = 0 \Rightarrow E_B = 0$.

2) Faux : l'énergie électrique est dissipée uniquement dans le résistor.

3) Faux : Plus la résistance augmente, plus l'amortissement est grand et moins on pourra observer d'oscillations.

4) Vrai : $T = 2\pi\sqrt{LC}$;

$T' = 2\pi\sqrt{L'C'} = 2\pi\sqrt{2L \times 2C} = 2 \times 2\pi\sqrt{LC}$. Soit $T' = 2T$

X-2

1) a) Vrai : Il y a dissipation de l'énergie par effet joule dans la résistance.

b) Faux : La puissance perdue est $P = R\ i^2$, si R diminue l'amortissement diminue.

c) Faux : la pseudo-période est indépendante de la résistance : $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

d) Faux : Selon les valeurs de la résistance du circuit (R LC), on distingue les régimes pseudo-périodiques, critique et apériodique (ou sous-critique).

2) a) faux : La pseudo-période est quasiment égal à la période propre dans le cas de faible amortissement.

b) faux : seulement quand la résistance est faible.

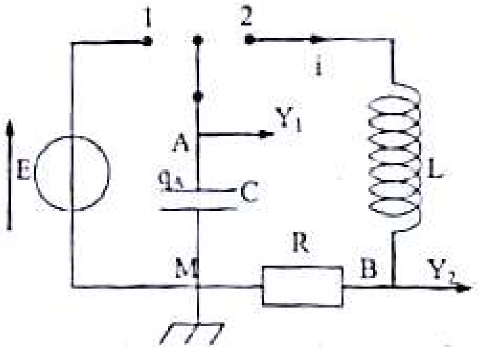
c) Vrai ; d) Faux : Plus la résistance est grande, plus l'amortissement est fort.

3) a) Faux. b) Vrai ; c) Vrai

d) Faux : A l'aide d'un montage comprenant un A.O., on peut réaliser un générateur qui permet d'entretenir des oscillations, en conservant la période propre T_0 du circuit (R, L, C) : l'oscillateur est alors auto-entretenu.

X-3

1) a) Schéma du circuit :



b) Sur la voie Y_2, on observe la tension aux bornes de la résistance qui est proportionnelle à i et sur la voie Y_1 la tension aux bornes du condensateur qui proportionnelle à sa charge.

2) a) Pour une faible résistance, on observe des oscillations peu amorties : c'est le régime pseudo périodique.

b) Pour une résistance grande : On n'observe pas d'oscillations : c'est le régime apériodique.

3) C'est la résistance critique.

X-4

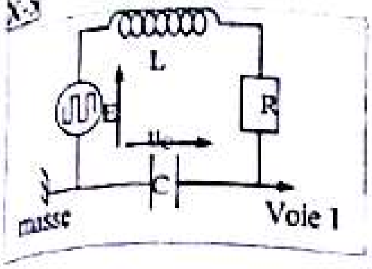
1) Période des oscillations : T = 4 ms. f = 250 Hz.

2) Valeur de l'inductance L = 58,7 mH.

3) $E_e = \frac{1}{2}Cu_m^2 = 124\ \mu J$

4) On observerait des oscillations amorties avec différents régimes (pseudopériodique, apériodique et critique).

X-5



1) Schéma du montage
2) $T_0 = 431$ µs
3) $T > 20\ T_0$; il faut régler le GBF sur $f = 116$ Hz ≈ 100 Hz et l'oscilloscope sur 0,5 ms.div^{-1}.

X-6

1) la charge maximale du condensateur : $Q = 4{,}8$ µC
2) L'énergie maximale emmagasinée : $E = 1{,}44.10^{-5}$ J
3) Valeur de L : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$; $L = 0{,}5$ H
4) Intensité : $I_{max} = 7{,}6$ mA
5) a) La période est divisée par 2
b) Il y a amortissement des oscillations.

X-7

1) $\omega_0 = 2\pi N_0 = 5{,}027.10^3$ rad.s^{-1}.

La relation : $LC\omega^2 = 1$ permet de calculer $C = 9{,}9.10^{-7}$ F.

2) Dans un circuit (L, C), l'intensité i est une fonction sinusoïdale du temps de pulsation ω_0 : $i = I_{max}\cos(\omega_0 t + \varphi)$

On détermine la valeur de φ (phase à l'origine des temps) en écrivant la condition initiale : $i = I_{max}$ pour $t = 0$, soit $I_{max} = I_{max}\cos\varphi$; $\cos\varphi = 1$, donc $\varphi = 0$ et

$i = I_{max}\cos\omega_0 t = 2\cos 5027t$ (i en A ; t en s)

3)

- La tension u aux bornes du condensateur est aussi la tension aux bornes de la bobine :

$u = L\frac{di}{dt} = -L\omega_0 I_{max}\sin(\omega_0 t)$ soit

$u = -402\sin(5027t)$ (u en V et t en s).

- $q = Cu = -LC\omega_0 I_{max}\sin(\omega_0 t) = -q_{max}\sin(\omega_0 t)$.

$q = q_{max}$ lorsque $\sin(\omega_0 t) = -1$ donc

$\omega_0 t = \frac{3\pi}{2}\text{mod}(2\pi)$; q atteint la valeur q_{max} pour la 1er fois à l'instant : $t_1 = \frac{3\pi}{2\omega_0} = 9{,}375.10^{-4}$s

$q = -q_{max}$ lorsque $\sin(\omega_0 t) = 1$, donc $\omega_0 t = \frac{\pi}{2}\text{mod}(2\pi)$

q atteint pour la 1ère fois la valeur $-q_{max}$ à l'instant :

$t_2 = \frac{\pi}{2\omega_0} = \frac{T_0}{4} = 3{,}125.10^{-4}$s

- Avec les conventions choisies : $i = -\frac{dq}{dt}$; lorsque la charge q est maximale ou minimale, le nombre dérivé $\frac{dq}{dt}$ est nul et l'intensité i est nulle également : l'énergie magnétique $E_M = \frac{1}{2}Li^2$ est nulle, toute l'énergie du circuit est sous forme d'énergie électrostatique E_E emmagasinée dans le condensateur :

$E_E = \frac{1}{2}\frac{q_{max}^2}{C} = \frac{1}{2}CU_{max}^2 \cong 8.10^{-2}$ J

4) Calculons u' et u'' aux deux instants :
$u' = -402\sin(5027\times 6{,}25.10^{-4}) = 0$; d'où $E_E' = 0$.
$u'' = -402\sin(5027\times 2.10^{-4}) = -339$ V ; d'où

$E_E'' = \frac{1}{2}Cu''^2 \cong 5{,}8.10^{-2}$ J.

On a : $E_E' + E_M' = E_E'' + E_M'' = 8.10^{-2}$ J = cste ; d'où :
$E_M' = 8.10^{-2}$ J et $E_M'' = 2{,}2.10^{-2}$ J.

X-8

I. 1) q est positif.
2) a) À la fin de la charge, i = 0.
b) La tension aux bornes du conducteur ohmique est nulle.
c) Donc $u_C = E - u_R = E - 0 = E$.
d) $q = Cu_C = CE$.

II) 1) Quand le condensateur se décharge, q diminue donc dq/dt est négatif, le courant circule dans le sens inverse de celui indiqué sur le schéma, et inversement dans le cas où le condensateur se recharge.

1) $u_C + u_L = 0 = u_C + \frac{Ldi}{dt} = u_C + LC\frac{d^2u_C}{dt^2}$

2) $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{(LC)}$.

III 1) Dissipation d'énergie par effet joule dans la bobine, du fait de sa résistance interne non nulle.

1) On obtient une sinusoïde dont l'amplitude décroit.

X-9

i. a) En régime permanent continu i_L = cste. Donc : $\frac{di_L}{dt} = 0$. Or $U_{AB} = L\frac{di_L}{dt}$, donc : $U_{AB} = 0$.

De plus $U_{AB} = \frac{Q}{C} = 0$; alors $Q = 0$.

b) Le condensateur n'est traversé par aucun courant en régime permanent continu : $i_C = 0$.

En appliquant la loi des mailles, on a : $i = i_L = \frac{E}{R} = 0{,}1$ A.

2) a) La bobine a initialement emmagasiné de l'énergie : $\left(\frac{1}{2}LI^2\right)$. Elle évacue cette énergie dans le condensateur qui lui restitue cette énergie et ainsi de suite. Il y a établissement d'oscillations électriques.

On a : $u_{AB} = -L\frac{di}{dt} = \frac{q}{C}$ comme $i = \frac{dq}{dt}$, nous obtenons :

$-L\frac{d^2q}{dt^2} = \frac{q}{C}$ d'où $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{LC} = 0$

b) Cette équation est de la forme : $\frac{d^2q}{dt^2} + \omega^2 q = 0$, avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$. La solution de cette équation est de la forme : $q = q_m\sin(\omega_0 t + \varphi)$. Comme $i = \frac{dq}{dt}$, on a :

$i = q_m\omega_0\sin(\omega_0 t + \varphi + \frac{\pi}{2})$. A t = 0, q = 0 et $i = I_0 = -q_m\omega_0$

Donc : $0 = -\frac{I_0}{\omega_0}\sin\varphi$; et $I_0 = -I_0\sin(\varphi + \pi/2)$;

d'où $\sin\varphi = 0$ et $\sin(\varphi + \pi/2) = -1$: alors $\varphi = \pi$.

On obtient alors : $q = \frac{I_0}{\omega_0}\sin\omega_0 t = 3{,}16.10^{-6}(\sin 31{,}6.10^3 t)$

$i = I_0\sin\left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2}\right) = 0{,}1\sin(31{,}6.10^3 t + 1{,}57)$

$q_m = 3{,}16.10^{-6}$ C ; $I_m = 0{,}1$ A ; $\omega_0 = 31{,}6.10^3$ rad.s^{-1}.

c) Lorsque la résistance de la bobine est non négligeable mais faible, il y a échange d'énergie entre la bobine et le condensateur avec perte d'énergie par effet joule. Cela se traduit par un amortissement des oscillations. Plus la résistance est élevée, plus l'amortissement est important. Le signal est dit pseudopériodique.

X-10 NC

X-11 NC

Chap XI : LES OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES

XI-1

1) $I = \frac{U}{Z}$ avec $Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \cong 5{,}2.10^2\ \Omega$;
$I \cong 9{,}6.10^{-3}$ A

2) On a i (t) sous la forme : $i(t) = I_m \cos(\omega t - \varphi)$ avec :

$I_m = I\sqrt{2} = 1{,}36.10^{-2}$ A et $\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} = -2{,}40$; $\varphi \cong -67{,}36° \cong -1{,}176$ rad.

u est en avance par rapport à i de φ, comme φ < 0 alors u est en retard par rapport à i . On obtient alors l'expression de i(t) : $i(t) = 1{,}36.10^{-2}\cos(500\pi t + 1{,}18)$ (en A).

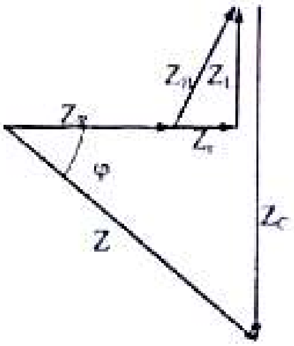
3) Valeur des tensions :

- $U_R = Z_R I$; avec $Z_R = R = 200\ \Omega$; $U_R = 1{,}92$ V
- $U_B = Z_B I$; avec $Z_B = L\omega = 157{,}1\ \Omega$; $U_B = 1{,}51$V
- $U_C = Z_C I$, avec $Z_C = \frac{1}{C\omega} = 636{,}6\ \Omega$; $U_C = 6{,}13\ \Omega$
- $U_R + U_B + U_C = 9{,}6$ V alors que U = 5 V. Les tensions efficaces ne s'additionnent pas.

4) $Z_B + Z_C + Z_R = 994\ \Omega$ alors que $Z = 519{,}6\ \Omega$, de même les impédances ne s'additionnent pas. Les seules grandeurs qui s'additionnent en courant alternatif sont les tensions instantanées pour des dipôles en série.

XI-2

1) Représentation de Fresnel des impédances



$Z_R = 50\ \Omega$; $Z_r = 10\ \Omega$;
$Z_L = 2\pi NL = 28{,}27\ \Omega$ et
$Z_C = \frac{1}{2\pi NC} = 159{,}15\ \Omega$

2) Impédance du circuit :

$Z = \sqrt{(R + r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} = 143{,}98\ \Omega$

3) L'intensité du courant :

$I = \frac{U}{Z} = 41{,}67$ mA

4) Les tensions efficaces : $U_R = RI \cong 2$ V ;
$U_{Bobine} = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} \times I = 1{,}25$ V ; $U_C = Z_C I = 6{,}63$ V

5) La phase de la tension par rapport à l'intensité :

$\cos\varphi = \frac{R + r}{Z}$; φ = 65,4° ou φ = – 65,4° comme $Z_C > Z_L$ alors la tension est en retard sur l'intensité et φ = – 65,4°

XI-3

1) Calcul de N_0 : $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \cong 240$Hz

2) Energie consommée dans le dipôle : à la résonance

$Z = R$; $E = RI^2 t = \frac{U^2}{R} t = 28{,}4$ J

3) Facteur de puissance : cos φ = 1, car φ = 0 à la résonance.

4) Tension de la bobine : $U_L = Z_L I = 190{,}8$ V, avec $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{R} = \frac{5}{22} = 2{,}3.10^{-1}$ A (car Z = R à la résonance) et $Z_L = 2\pi NL = 2\pi \times 240 \times 0{,}55 = 829{,}4\Omega$

XI-4

1) a) Calcul de L et φ

$Z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2} = \frac{U}{I} \Rightarrow L = \frac{\sqrt{\left(\frac{U}{I}\right)^2 - R^2}}{\omega} = 0{,}4$H

$\tan\varphi = \frac{L\omega}{R} \Rightarrow \varphi = 0{,}93$ rad

b) Expression de i

u est en avance sur i car φ > 0 et comme $u = 12\sqrt{2}\sin\omega t$ alors $i = I\sqrt{2}\sin(\omega t - \varphi)$ avec I = 24 mA et φ = 0,93 rad d'où : $i = 24\sqrt{2}\ 10^{-3}\sin(1000t - 0{,}93)$

2) a) Calcul de ω_0 : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^4$ rad/s

b) Calculons I_0 ; U_L et U_C

$I_0 = \frac{U}{R} = 0{,}04$ A et $U_L = U_C = L\omega_0 I_0 = 160$ V

$\frac{U_C}{U} = \frac{U_L}{U} = 13{,}33$.

XI-5

1) Si un courant continu s'installe alors le dipôle ne contient pas de condensateur, car ce dernier ne permet pas l'installation d'un courant continu en régime permanent.

2) On a $P = UI\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 0{,}5$. Donc le cas N°3 ne convient pas, car pour une résistance pure φ = 0.
Le dipôle correspond au cas N°1

- Caractéristiques du dipôle : $Z = \frac{U_{AB}}{I} = 200\ \Omega$;

$R = \frac{P}{I^2} = 100\Omega$; $L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{2\pi f} = 0{,}55$H

3) Valeur C' : $C' = \frac{1}{L(2\pi f)^2} = 18.10^{-5}$F

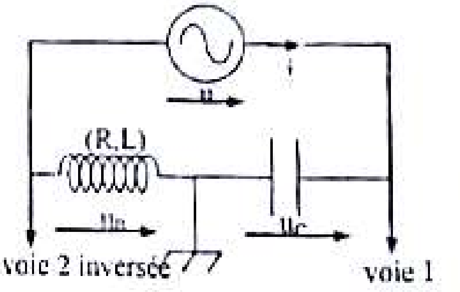
XI-6

1) L'impédance d'un circuit RLC série est :

$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$; Comme U = ZI et U = cste, l'intensité efficace sera maximale lorsque Z sera minimale alors $\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) = 0$ soit : $L = \frac{1}{C\omega^2} = \frac{1}{4\pi^2 N^2 C}$

Dans ces conditions Z = R et $I_0 = \frac{U}{R}$.

2) Applications numériques : L = 0,81 H et I_0 = 2 A.



3) Le circuit est en résonance d'intensité. La tension efficace U_C aux bornes du condensateur a pour expression : $U_C =$

$\frac{I_0}{2\pi NC} = 509V$; On a $U_C >> U$: c'est un phénomène de surtension.

4) Schéma du montage : Les tensions visualisées à l'oscilloscope ne sont pas en phase (à la résonance $Z_C = Z_L$ mais $Z_B \neq Z_L$.

5) L'ajout d'une résistance R' ne modifie pas la condition de résonance. L'intensité efficace du courant traversant le circuit diminue pour prendre la valeur : $I_0' = \frac{U}{R + R'}$. La nouvelle tension aux bornes du condensateur est :

$U_C' = \frac{I_0'}{2\pi NC} = \frac{U}{(R + R')2\pi NC}$ et

$R' = \frac{U}{U_C' 2\pi NC} - R = 20{,}5\Omega$; $R' \geq 20{,}5\ \Omega$.

XI-7

1) La courbe (a) correspond à la tension visualisée sur la voie 1(u_{AB} : tension aux bornes du générateur) car ayant la plus grande amplitude, les sensibilités sur les deux voies étant les mêmes. La courbe (b) est la tension visualisée sur la voie 2 (u_{BM}).

2) Avec l'oscillogramme calculons :

- La fréquence : N = 100 Hz
- Phase de i_{AB} par rapport à u_{AB} : $\varphi = -0{,}3\pi$ (rad)
- Equation de i_{AB} : $i_{AB} = 25\cos(200\pi t - 0{,}3\pi)$ (mA)
- Equation de u_{AB} : $u_{AB} = 2\cos(200\pi t)$ (en V)
- $Z = \frac{U_m}{I_m} = 78\Omega$

XI-8

1) Les valeurs de R, L et C :

- A la résonance :

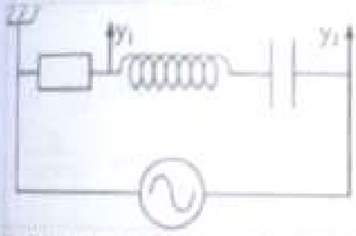
$Z = R = \frac{U}{I_0} = 20\ \Omega$;

- A la résonance : $LC\omega_0^2 = 1$ (1)
- A la fréquence N_1 : $Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1})^2}$ (2)

En résolvant les équations (1) et (2), on obtient :

$L = 4{,}76.10^{-2}$ H ; $C = 4{,}23.10^{-6}$ F

3) Schéma du montage :



Les deux fonctions à représenter : On choisit les conditions initiales de sorte que l'intensité i(t) soit de la forme : $i(t) = I_m \cos(\omega t)$ d'où :

$Y_1 = Ri(t) = 5\cos 2450{,}4t$ et $Y_2 = u(t) = 7{,}07\cos(2450{,}4t + 0{,}784)$

XI-9

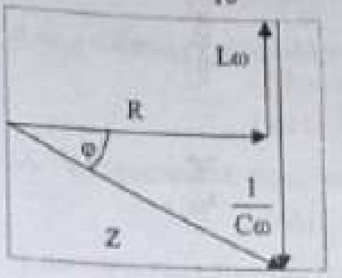
1) a) L'impédance $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

b) L'intensité $I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$

c) $\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$ ou $\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})}}$

2) Calculons Z, I et φ : Z = 65,8 Ω ; I = 1,52 A ;

$\tan\varphi = \frac{0{,}3 \times 314 - \frac{1}{20.10^{-6} \times 314}}{10} \Rightarrow \varphi = -1{,}42$ rad



3) L'allure du diagramme de Fresnel. Le circuit est capacitif.

4) a) Calculons U_{PB} et U_{AP}

$U_{PB} = \frac{I}{C\omega} = 242$ V

$U_{AP} = I\sqrt{R^2 + (L\omega)^2} = 144$V.

b) Les expressions

$u_{PB}(t) = 242\sqrt{2}\sin(314t - \frac{\pi}{2})$

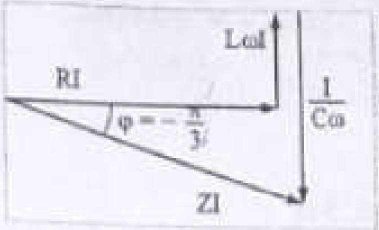
$u_{AP}(t)\ 144\sqrt{2}\sin(314t + 1{,}47)$ avec $1{,}47 = \tan^{-1}(\frac{L\omega}{R})$

XI-10

1) Relation entre L, C_0, et ω : $LC_0\omega^2 = 1$; $C_0 = 2{,}53.10^{-5}$ F.

2) Phase de la tension par rapport à l'intensité :

$\varphi = 0$ rad ; $I_m = \frac{U\sqrt{2}}{R} = 0{,}141$; $i(t) = 0{,}141\cos(100\pi t)$ en A.



3) Déphasage de $\frac{\pi}{3}$

– Diagramme de Fresnel : On prendra l'origine des phases telle que $\varphi_i = 0$. « le diagramme n'est pas à l'échelle »

– Valeur deC_1 ; $\tan\varphi = -1{,}732 = \frac{L\omega - \frac{1}{C_1\omega}}{R}$ d'où :

$C_1 = 1{,}4.10^{-5}$F.

– Expression : $i(t) = 0{,}07\cos(100\pi t)$ en A et $u(t) = 8{,}5\cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ en V.

XI-11

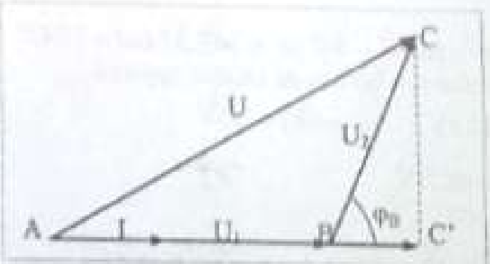
1) Calculons :

$I = \frac{U_1}{R_1} = 2{,}5$A ; $Z_T = \frac{U}{I} = 36\Omega$; $Z_B = \frac{U_2}{I} = 20\Omega$

2) Diagramme de Fresnel :

3) Eléments caractéristiques R_2 et L :

On a : $Z_B^2 = R_2^2 + L^2\omega^2$ et $Z_T^2 = (R_1 + R_2)^2 + L^2\omega^2$; en résolvant

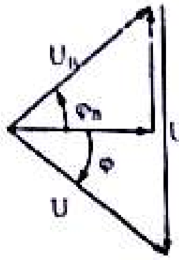


ces deux équations, on obtient : $R_2 = \frac{1}{2R_1}(Z_T^2 - Z_B^2 - R_1^2) = 12{,}4\ \Omega$; $L = \frac{1}{\omega}\sqrt{Z_B^2 - R_2^2} = 49{,}95.10^{-3}$ H

4) Facteur de puissance : $\cos\varphi_B = 0{,}63$

XI-12

1) Calcul de r : à la résonance Z = r, on a alors :



– $r = \frac{U}{I_0} = 90{,}2\,\Omega$;

– Impédance de l'ensemble pour la fréquence f_1 :

$Z = \frac{U}{I} = 150\Omega$.

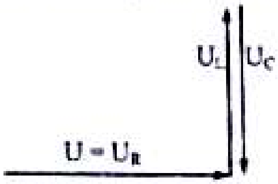
– Impédance du condensateur : $Z_C = \frac{U_C}{I} = 160\Omega$.

2) On a $Z_C > Z_L$; le circuit est capacitif, alors la tension u est en retard sur l'intensité i.

Calcul de la phase de u par rapport à i : $\cos\varphi = \frac{r}{Z} = 0{,}601 \Rightarrow$

$\varphi = -53° = -0{,}92$ rad

3) a) Diagramme de Fresnel, avec :



$U_C = 128$ V ; $U = 120$ V ; $U_r = 72{,}16$ V

b) Expression de tan φ_B :

$\tan\varphi_B = \frac{L\omega I}{rI} = \frac{U_L \quad U\sin\varphi}{U\cos\varphi}$

$\Rightarrow \varphi_B = 24° = 0{,}42$ rad.

c) Valeur de L, C et f_1 : On a :

– $4\pi^2 f_0^2 LC = 1 \Rightarrow LC = 10^{-6}$.

– $\frac{1}{2\pi f_1 C} = \frac{U_C}{I} = 160\Omega$

– $2\pi f_1 L = r\tan\varphi_B = 40{,}15\,\Omega$.

– De ces relations, on tire : $f_1 = 79{,}58$ Hz ; L = 0,08 H ; $C = 1{,}25.10^{-5}$ F.

XI-13

1) a) Les valeurs de U_R, U_L et U_C : $U_R = U = 150$ V ; $U_L = U_C = 3U_R = 450$ V

b) L'intensité efficace I :

$I = \frac{U_R}{R} = 1{,}5A$

c) A la résonance φ = 0

2) a) Intensité I' :

$U_L = 2\pi f_1 LI = \frac{1}{2\pi f_1 C} = 3RI \Rightarrow L = \frac{3R}{2\pi f_1}$ et $C = \frac{1}{6\pi R f_1}$

$I' = \frac{U}{Z'} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi f_2 L - \frac{1}{2\pi f_2 C}\right)^2}} = \frac{2U}{R\sqrt{85}} = 0{,}32A$ car $f_2 = 2f_1$.

b) Déphasage φ' : tan φ' = 9/2 ⇒ φ' = 1,35 rad = 77,47°

c) Tension efficace aux bornes de chaque appareil

1) $U'_R = RI' = 32{,}5V$; $U'_L = 6RI' = 195V$

2) $U'_C = \frac{3}{2}RI' = 48{,}75V$

XI-14

1) a) Les deux courbes (Voie 1 : $u_{AM} = u$ et voie 2 : $u_{BM} = Ri$) sont en phase : c'est la résonance d'intensité.

b) – A la résonance $L = \frac{1}{C\omega^2} = 2{,}75$ mH.

– $Z = R_{total} = R + r = \frac{U_{m1}}{I_m}$ avec $U_{m1} = 5$div ;

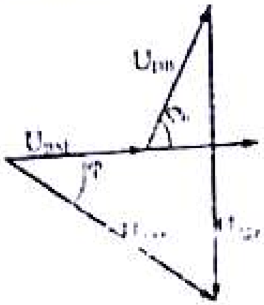
$I_m = \frac{U_{m2}}{R} = \frac{4}{40} = 0{,}1$ A. d'où r = 10 Ω.

2) a) Le dipôle est globalement capacitif car u est en retard sur i : $\frac{1}{C\omega} > L\omega$.

b) Calcul de φ : Sur l'oscillogramme

$|\varphi| = \frac{2\pi t}{T} = \frac{\pi}{3}$ d'où $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ car u est en retard sur i (t est le déphasage temporel entre les deux courbes t = 1div , T = 6div.

On peut aussi utiliser l'expression : $\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$



c) A t = 0, $u = U_m \rightarrow u = U_m \cos\omega t$ et $i = I_m\cos(\omega t + \varphi)$

Sur le graphe : $U_m = 1V$;

$I_m = 0{,}01A$ et $\omega = 10472 rad.s^{-1}$;

On obtient alors les expressions : u = cos 10472t ; i = 0,01cos (10472t + π/3)

– $u_{BM} = Ri = 0{,}4\cos(10472t + \pi/3)$

– $u_{DB} = ri + L\frac{di}{dt}$

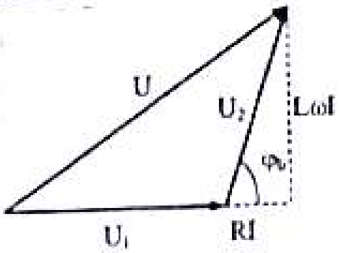
$u_{DB} = 0{,}1\cos(10472t + \frac{\pi}{3}) + 0{,}288\cos(10472t + \frac{5\pi}{6})$

– $u_{AD} = \frac{q}{C} = \frac{1}{C}\int idt = 1{,}15\cos(10472t - \frac{\pi}{6})$

– $u_{AM} = u = \cos(10472\,t)$

d) diagramme de Fresnel (voir figure)

XI-15



1) Diagramme de Fresnel (voir figure)

Calcul de φ_b. On a :

$U^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1U_2\cos$

$\Rightarrow \cos\varphi_b = 0{,}16 \Rightarrow \varphi_b \approx 80{,}5°$

2) Expression de Z_b :

– en fonction de U_1, U_2 et r :

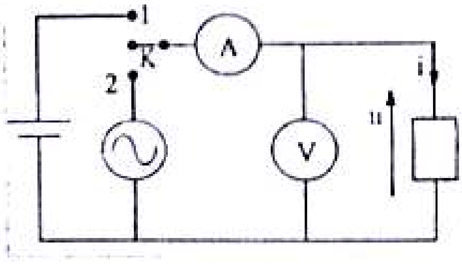
$U_2 = Z_bI$ or $I = \frac{U_1}{r}$ d'où $U_2 = Z_b\frac{U_1}{r}$ et $Z_b = r\frac{U_2}{U_1}$.

– en fonction de r et φ_b : $\cos\varphi_b = \frac{R}{Z_b} \Rightarrow Z_b = \frac{R}{\cos\varphi_b}$

– Expression de R = f(U_1 ,U_2 , r et φ_b) :

$R = \frac{U_2}{U_1}r\cos\varphi_b = 9{,}6\,\Omega$ et $L = \sqrt{\frac{Z_b^2 - R^2}{\omega^2}}$ 0,9 H

XI-16



1) Montage : K en position 1, le circuit est alimenté en continu, les appareils de mesures sont sur la position (DC).

K en position 2 le circuit est alimenté par le GBF, les appareils de mesures sont sur la position (AC).

1) a) Dipôle 1 : $R = \frac{U_{cont}}{I_{cont}} = \frac{U_{alt}}{I_{alt}} = 1000\ \Omega$

b) Dipôle 2 : En régime permanent continu, un condensateur ne laisse pas passer de courant. En régime permanent alternatif, on a : $U_C = U_{alt} = \frac{I_{alt}}{2\pi NC} = 4{,}6.10^{-7}$ F

c) Dipôle 3 : On a : $u = ri + L\frac{di}{dt}$

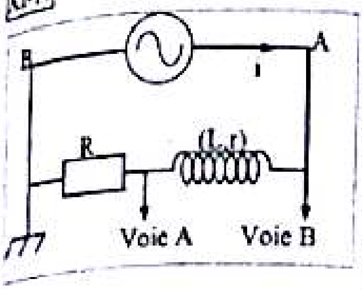
- En continu : $i = I_{cont}$ = cste donc $\frac{di}{dt} = 0$ d'où :

$U_{cont} = rI_{cont}$ et $r = 354\ \Omega$

- En alternatif : $U_{alt} = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} \times I_{alt}$ d'où :

$L = \frac{1}{2\pi N}\sqrt{\left(\frac{U_{alt}}{I_{alt}}\right)^2 - r^2} = 0{,}965$ H

XI-17



1) Calcul de r et L : En courant continu permanent le dipôle se comporte comme une résistance :

$r = \frac{U}{I} = \frac{3}{0{,}214} = 14\Omega$

(résultat en accord).

En courant alternatif on peut écrire : $Z = \frac{U}{I} = \sqrt{L^2\omega^2 + r^2}$

D'où $L = \sqrt{\frac{\frac{U^2}{I^2} - r^2}{\omega^2}} = 0{,}337$H (Résultat non en accord)

2) a) Branchement de l'oscillographe (figure).

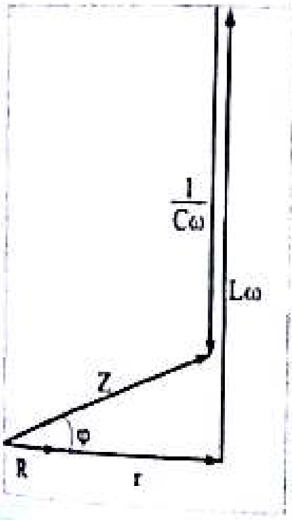
b) Le dipôle est inductif (absence de condensateur) $\varphi_{u/i} > 0$ alors la courbe 1 représente u(t) et la courbe 2 i(t).

c) Calcul de R : On a : $|\varphi| = \frac{2\pi t}{T} = \frac{2\pi \times 1div}{6div} = \frac{\pi}{3}$

(t déphasage temporel entre les deux courbes et T la période).

d) $\text{Tan}\ \varphi = \frac{L\omega}{R + r}$ d'où $R = \frac{L\omega}{\tan\varphi} - r = 6\Omega$.

Expression de i(t) : $i(t) = I_m\cos(\omega t + \varphi)$ avec $I_m = \frac{U_m(R)}{R} = \frac{2 \times 3}{6} = 1A$; $\omega = 100\pi$; $\varphi\ (i/u) = -\frac{\pi}{3}$ d'où :



$i(t) = \cos\left(100\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$

3) a) Expression de u_{AB} :

$u_{AB} = u_R + u_C + u_b = Ri + \frac{1}{C}\int idt + ri + L\frac{di}{dt}$

b) Diagramme de Fresnel :

$R = 6\ \Omega \rightarrow 1{,}2$ cm ; $r = 14\ \Omega \rightarrow 2{,}8$ cm ; $L\omega = 34{,}5\ \Omega \rightarrow 6{,}9$ cm ; $\frac{1}{C\omega} = 26{,}53 \rightarrow 5{,}3$cm.

c) On a : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 275{,}24\ \text{rad.s}^{-1}$; si $\omega > \omega_0$ le circuit est inductif, l'effet de la bobine prédomine.

d) Expression de la puissance : $P = UI\cos\varphi$.

Pour $\omega = \omega_0$ on a : $P = UI = (R + r)I^2 = 28{,}8$ watts

CORRIGES PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE

Chap. XII : LE NOYAU ATOMIQUE

XII-1

Calculons le défaut de masse :

$\delta m = (3m_P + 4m_N) - m = 0,04044\ u \cong 6,71.10^{-29}$ kg.

L'énergie de liaison ; $E_\ell = \delta mc^2 = 6,04.10^{-12}$ J = 37,8MeV

L'énergie de liaison par nucléon :

$E = \frac{E_\ell}{A} = 5,4$MeV / nucléon. Si on choisit d'exprimer les masses en MeV/c^2, on trouve des résultats sensiblement différents, car les données numériques ne coïncident pas exactement.

XII-2

1) 88 protons ; 138 neutrons. 2) $3,75.10^{-25}$ kg ;
3) 225,9 g. 4) 225,9770 u ; 225,8 g. 5) $8,5.10^{-15}$ m
6) $1,46.\ 10^{17}$ kg. m^{-3}.

XII-3

$M(C\ell) = (75,8\% \times 34,97) + (36,97 \times 24,2\%) = 35,45\ g.mol^{-1}$

XII-4

1) Noyau d'hélium 4 : $E = \frac{E_\ell}{A} = 7,08$ MeV/nucléon

Noyau de carbone 12 : $E' = \frac{E_\ell}{A} = 7,68$ MeV/nucléon

2) Le noyau le plus stable des deux noyaux est le carbone 12 car E' > E.

XII-5

1) – L'énergie de masse d'un noyau de carbone 14 :
$E = mc^2 = 2,09.10^{-9}$ J = $1,3.10^4$ MeV

– Le défaut de masse a pour valeur :
$\Delta m = (Zm_P + (A-Z)m_N) - m = 1,8041.10^{-28}$ kg

– L'énergie de liaison a pour valeur :
$E_\ell = \Delta m \times c^2 = 1,62.10^{-11}$ J = 101,25 MeV

– L'énergie moyenne de liaison par nucléon est :
$E = \frac{E_\ell}{A} = 7,23$ MeV/nucléon.

2) – L'énergie de liaison d'un noyau d'uranium 238 :
$E_\ell = A\ E \cong 1802$ MeV

– Le défaut de masse : $\Delta m = \frac{E_\ell}{c^2} = 3,212.10^{-27}$ kg.

– La masse d'un noyau a pour valeur
$m = (Zm_P + (A-Z)m_N) - \Delta m = 395,209.10^{-27}$ kg.

XII-6

1) Le nombre 54 est le numéro atomique Z. Le nombre 129 est le nombre de masse A. Le noyau correspondant comporte 54 protons et 129 nucléons.

La composition du noyau est la suivante :
-nombre de protons : Z = 54
-nombre de neutrons : N = A – Z = 129 – 54 = 75

2) L'énergie de liaison du noyau a pour expression :
$E_\ell = [Zm_p + (A - Z)m_n - M]c^2$ avec
$M = m(Xe) - Zm_e$; m_e est la masse d'un électron.
$E_\ell = 1087$ MeV et $E = \frac{E_\ell}{A} = 8,43$ MeV/ nucléon.

XII-7

1) Les nucléides isotopes ont le même nombre de charge mais des nombres de masse ou des nombres de neutron différents.

2) Composition de $^{235}_{92}U$: Nombre de protons : Z = 92
Nombre de neutron : N = 143
Composition de $^{238}_{92}U$: Nombre de protons : Z = 92
Nombre de neutron : N = 146

3) Pourcentage : x étant le pourcentage de $^{235}_{92}U$ et y celui de $^{238}_{92}U$, il faut résoudre le système :

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ 2350439x + 2380508y = 23803 \end{cases} \Rightarrow x = 0,7\%\ ;\ y = 99,3\%$$

XII-8

1) a) « 235 » et « 238 » est le nombre total de nucléons ou nombre de masses de chaque variété ; « 92 » est le nombre de charges.

b) Le noyau de l'uranium 235 est composé de 92 protons et de 235 – 92 = 143 neutrons. Pour l'uranium 238 on a 92 protons et 238 – 92 = 146 neutrons.

c) Mêmes propriétés chimiques ayant même nombre de charge

2) L'énergie de liaison est l'énergie qu'il faut fournir pour briser un noyau en ses nucléons.

3) Pour l'uranium 235 ;
$\Delta m_1 = 92\ m_p + (235 - 92)m_n - m_{235} = 1,91302$ u
$E_{\ell_1} = \Delta m_1 C^2 = 1781,978$ MeV ;
$E_1 = \frac{E_{\ell_1}}{23} = 7,583$ MeV / nucléon

Pour l'uranium 238 on a :
$\Delta m_2 = 92\ m_P + (238 - 92)m_n - m_{238} = 1,8824$ u ;
$E_{\ell_2} = \Delta m_2 C^2 = 1753,46$ MeV ;
$E_2 = \frac{E_{\ell_2}}{238} = 7,37$MeV/ nucléon

Le plus stable est $^{235}_{92}U$ car ayant la plus grande énergie de liaison par nucléon.

4) $m = \frac{99,29}{100} m_{238} + \frac{0,71}{100} m_{235} = 238,0291u$.

Chap. XIII : LA RADIOACTIVITE

XIII-1

1) Lors de la désintégration du polonium $^{210}_{84}Po$ en plomb $^{226}_{82}Pb$ on constate :
–Le nombre de masse diminue de 4 : (210 – 206)
–Le nombre de charge diminue de 2 : (84 –82).
On a émission d'une particule de nombre de masse 4 et de nombre de charges 2 : cette particule possède 2 protons et 2 neutrons : c'est un noyau d'hélium 4 : c'est une particule α.
L'équation-bilan de cette désintégration α est :

$$^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{206}_{82}Pb$$

2) L'énergie libérée Q (vue de l'extérieur) lors de cette réaction vaut : Q = [m(Po)–m(He)–m(Pb)]c2 = 4,378 MeV = $7,005.10^{-13}$ J

3) a) On a le tableau :

t (jours)	0	30	60	90	120	150	180
N/N_0	1	0,86	0,74	0,64	0,55	0,47	0,40

$-\ln(N/N_0)$	0	0,15	0,30	0,45	0,60	0,76	0,92

Représenter le graphe !

b) La loi de décroissance radioactive est : $N = N_0 e^{-\lambda t}$ d'où : $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$, il en résulte : $-\ln\frac{N}{N_0} = \lambda t$, λ est donc le coefficient directeur de la droite $-\ln\frac{N}{N_0} = f(t)$. Soit A un point de la droite qui passe par l'origine :

$$\begin{cases} t_A = 120j = 1{,}037.10^7 s \\ -\ln\frac{N}{N_0}\ )_A = 0{,}60 \end{cases} \qquad \lambda = \frac{-\ln\frac{N}{N_0})_A}{t_A} = 5{,}8.10^{-8}\ s^{-1}$$

Par définition la période radioactive T d'un nucléide est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux de ce nucléide subisse la désintégration.

A $t = T$ on a : $N = \frac{N_0}{2}$; d'où $-\ln\frac{N}{N_0} = 0{,}693$.

Graphiquement on obtient $T = 139$ jours $= 1{,}2.10^7$ s.

XIII-2

1) a) ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\ {}^{4}_{2}He + y\ {}^{0}_{-1}e$; $x = 8$; $y = 6$

b) Dans l'ordre 1, 2, 3, 4, 5 on a :

${}^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{214}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon}$ (β^-)

${}^{214}_{83}Bi \rightarrow {}^{214}_{84}Po + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon}$ (β^-)

${}^{214}_{83}Bi \rightarrow {}^{210}_{81}T\ell + {}^{4}_{2}He$ (α) (X = Plomb (Pb))

${}^{214}_{84}Po \rightarrow {}^{210}_{82}X + {}^{4}_{2}He$ (α)

${}^{210}_{81}T\ell \rightarrow X + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon}$ (β^-)

2) a) $Q = [m_1 - (m_2 + m_3)]c^2$; $v = \sqrt{\frac{2Q}{m_3}} = 1{,}54.10^7\ m.s^{-1}$

b) $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{hc}{\lambda}$; $\lambda = 1{,}249.10^{-12}$ m

XIII-3

1) a) Le noyau de radium ${}^{226}_{88}Ra$ est composé de 88 protons (Z = 88) et de 138 neutrons (N = A – Z = 226 – 88 = 138).

b) • Une désintégration α se traduit par l'émission de particules α : noyau d'hélium : ${}^{4}_{2}He$. Son équation bilan est de la forme : ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$ (1)

• Une désintégration β^- se traduit par l'émission d'électrons et d'antineutrino d'électron ; son équation bilan est de la forme : ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon}_e$ (2)

2) a) L'équation-bilan de la désintégration α du noyau de radium ${}^{226}_{88}Ra$ est : ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{222}_{86}Rn$ (3)

b) Cette réaction nucléaire (3) s'accompagne d'une riation de masse Δm tel que : Δm = somme des masses itiales – somme des masses finales soit :

$\Delta m = m_{Ra} - m_\alpha + m_{Rn}$;

$\Delta m = -(4{,}0015 + 221{,}9702) + 225{,}9770 = 0{,}0053$ u.

a une perte de masse : Δm > 0, vue de l'extérieur. 'après la relation d'Einstein le système cède l'énergie $Q_1 = \Delta mc^2$ ($Q_1 > 0$ car le système perd de l'énergie en eur de l'extérieur : réaction exo–énergétique). énergie libérée Q_1 par cette réaction vaut donc :

$Q_1 = \Delta mc^2 = 0{,}0053 \times 1{,}66.10^{-27} \times (3.10^8)^2$
$Q_1 = 7{,}97.10^{-13}$ J.

3) • Seule la désintégration α fait varier le nombre de masse A : chaque désintégration α le fait diminuer de 4. En passant du radium 226 au plomb 206 le nombre de masse diminue de : 226 – 206 = 20. Ce qui correspond à 20/4 = 5 désintégrations α.

• Sachant qu'en plus une désintégration α fait diminuer de 2 le nombre de charges, 5 désintégrations α le font diminuer de 5×2 = 10. Or en passant du noyau ${}^{222}_{88}Ra$ au noyau ${}^{206}_{82}Pb$, le nombre de charges ne diminue que de 6 (88 – 82 = 6). Il faut donc chercher combien de désintégrations β^- sont nécessaires pour faire diminuer globalement de 6 et non de 10 le nombre de charges.

Une désintégration β^- fait augmenter de 1 le nombre de charges, il faudra pour limiter la diminution globale du nombre de charges à 6 et non à 10, 4 désintégrations β^- (les 5 désintégrations α font diminuer de 10 le nombre de charges, les 4 désintégrations β^- font augmenter de 4 ce même nombre d'où une diminution globale de 6 (–10 + 4 = – 6) de ce nombre de charges).

XIII-4

1) Equation de la désintégration : ${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

2) Constante radioactive : $\lambda = 1{,}24.10^{-4} an^{-1}$

3) Nombre d'atomes : $N = 5.10^{14}$ atomes

4) l'activité $A_0 = 1970$ Bq et l'âge t = 4135 ans

XIII-5

1) Equation de désintégration : ${}^{36}_{17}C\ell \rightarrow {}^{36}_{18}Ar + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon}_e$

Les lois utilisées sont : la conservation du nombre de charge et du nombre de masse.

C'est une désintégration de type β^-.

2) •La période radioactive T d'un nucléide est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux de ce nucléide subisse la désintégration.

L'âge de la nappe : On a : $N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ soit en prenant le logarithme : $t = -\frac{\ln\frac{N}{N_0}}{\ln 2} \times T$; sachant qu'au bout de la durée t la nappe ne contient plus que 39 % de la quantité de chlore 36 initiale alors $\frac{N}{N_0} = 36\% = 0{,}39$ d'où : l'âge de la nappe : t = 40800 ans.

3) Pour obtenir une datation valable en utilisant un isotope radioactif il faut que l'âge t cherché soit du même ordre de grandeur (au maximum 10 fois plus) que la période radioactive de cet isotope. Ce qui n'est pas vérifié avec le silicium 32.

4) a) Le becquerel est l'unité S.I. de l'activité : un becquerel correspond à une activité de 1 désintégration par seconde.

b) Nombre de noyaux de chlore 36 présents dans l'échantillon :

On a : $A(t) = -\frac{dN}{dt}$ or $N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ d'où

$A(t) = \frac{\ln 2}{T} N(t)$ et $N(t) = \frac{T}{\ln 2} A(t)$ avec A = 4000 Bq et

$T = 3.10^4$ ans $= 3.10^4 \times 365 \times 24 \times 3600 = 9,46.10^{11}$ s
$N(t) = 5,46.10^{15}$ noyaux de chlore 36.

XIII-6

A) 1) L'équation bilan de la désintégration α d'un noyau d'uranium 238 s'écrit sous la forme :

$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}X$. Où $^{A}_{Z}X$ le noyau fils.

-Conservation du nombre de masse :
$238 = 4 + A$ d'où $A = 234$
-conservation du nombre de charge :
$92 = 2 + Z$ d'où $Z = 90$.
En utilisant le tableau de l'énoncé, on constate que le noyau fils X de nombre de charges 90 est un noyau de thorium.
D'où l'équation-bilan demandée : $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$

Le noyau fils est un noyau de thorium 234.
2) L'énergie libérée par la désintégration :
$Q = [m_U - (m_{Th} + m_\alpha)]c^2 = 5,96$ MeV
B 1) • E_U : Energie de liaison par nucléon d'un noyau $^{238}_{92}U$.

$$E_U = \frac{E_\ell(U)}{238} = \frac{(92m_p + 146m_n - M_U)c^2}{238}$$

$E_U = 7,2$ MeV/nucléon
• E_{Pb} : Energie de liaison par nucléon d'un noyau $^{206}_{82}Pb$.

$$E_{Pb} = \frac{E_\ell(Pb)}{206} = \frac{(82m_p + 124m_n - M_{Pb})c^2}{206} = 7,87\text{MeV/ nucléon}$$

2) On a $E_{Pb} > E_U$.
L'énergie de liaison par nucléon étant plus grande pour le plomb 206 que pour l'uranium 238, il en résulte que le noyau de plomb 206 est plus stable que le noyau d'uranium 238.
C 1) • Soit une substance radioactive formée d'un certain nombre de noyaux d'un nucléide radioactif. Son activité est égale au nombre moyen de désintégrations par seconde dont elle est le siège L'activité se mesure en becquerel (Bq), 1becquerel correspondant à 1 désintégration par seconde.
• L'échantillon d'uranium étudié émet $7,4.10^2$ particules α par minute. Il est donc le siège de $7,4.10^2$ désintégrations par minute (à chaque particule α émise correspond 1désintégration). En 1s on a donc : $A_0 = \frac{740}{60} = 12,33$ Bq

3) a) On a $A_0 = \lambda N_0$ (N_0 nombre moyen de noyaux radio actifs présents initialement). $\lambda = \frac{A_0}{N_0}$

Le nombre N_0 de noyaux d'uranium 238 vaut :

$$N_0 = \frac{m}{\frac{M(U)}{N_A}} = \frac{N_A m}{M(U)}$$ (N_A est le nombre d'Avogadro)

$$\lambda = \frac{A_0}{N_0} = \frac{A_0 M(U)}{N_A m} = 4,876.10^{-18}\ s^{-1}.$$

a) • La période radioactive T d'un nucléide est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux de ce nucléide subisse la désintégration.

• On a : $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = 1,42.10^{17}$ s $= 4,5.10^9$ ans. T est du même ordre de grandeur que l'âge de la terre : $4,6.10^9$ ans.

XIII-7

1) Isotopes : On appelle isotopes des noyaux ayant même nombre de protons (ils ont donc même numéro atomique Z : ils appartiennent au même élément chimique) mais un nombre de neutrons différent (ils ont donc des nombres de masses A différents).
• Radioactif : Un noyau est dit radioactif s'il est capable de se transformer, de manière naturelle ou artificielle, en d'autres noyaux.
• Période : La période radioactive T d'un nucléide est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux de ce nucléide subisse la désintégration.
2) • (Réaction 1) : Capture d'un neutron par un noyau d'uranium 238: $^{238}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{239}_{92}U$.

• (Réaction 2) : Désintégration β^- du noyau d'uranium 239 : $^{239}_{92}U \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{239}_{93}Np + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$.

• (Réaction 3) : Désintégration β^- du noyau $^{239}_{93}Np$
$^{239}_{93}Np \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{239}_{94}Pu + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$.

3) a) Comme on l'a indiqué dans le 1). La période radioactive T est la durée pour que la moitié des noyaux de ce nucléide subisse la désintégration :

Donc si à $t = 0$ on a $N = N_0$. On a, à $t = T$, $N = \frac{N_0}{2}$

Comme $N = N_0 e^{-\lambda t}$ il en résulte : $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t}$

Soit : $\frac{1}{2} = e^{-\lambda t}$ d'où en prenant le logarithme de cette égalité : $-\ln 2 = -\lambda T$. On a finalement : $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$

b) On a : $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ .La loi de décroissance radioactive devient : $N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$; soit : $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$
Soit Δt la durée au bout de laquelle 99 % des noyaux présents à l'état initial ont disparu : il n'en reste plus que : 100 % – 99 % = 1 %.

Donc pour $t = \Delta t$ on a $N = \frac{N_0}{100} \Rightarrow \frac{N_0}{100} = N_0 2^{-\frac{\Delta t}{T}}$.
Soit en prenant le logarithme de cette égalité :
$-\ln 100 = -\ln 2 \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \Delta t = \frac{\ln 100}{\ln 2} T = 6,64T$

c) • Durée Δt pour la désintégration β^- de l'uranium 239 comme la période de l'uranium 239 est T = 23 min on a : $\Delta t_U = 152,8$ min $= 0,106$ jour.
• Durée Δt pour la désintégration β^- du neptunium 239 comme la période du neptunium 239 est T = 2,3 jours on a : $\Delta t_{Np} = 15,28$ jours.
• Durée Δt pour la désintégration du Plutonium 239 : Comme la période du Plutonium 239 est T = 24000ans, on a : $\Delta t_{Pu} \approx 159000$ ans.
De ces trois résultats on constate que le passage de l'uranium 239 au Plutonium 239 est rapide (en 15 jours environ on obtient 99 % du Plutonium 239 possible), par contre la désintégration du Plutonium 239 formé est très longue : il faudra attendre plus de cent cinquante mille ans pour que 99 % du Plutonium 239 formé soit désintégrés. Cela ne va pas sans poser de graves problèmes pour le stockage des « déchets nucléaires » des centrales nucléaires classiques, déchets qui contiennent du Plutonium 239.

XIII-8

1) Désintégration β^- de l'iode 131.

$^{131}_{53}I \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{131}_{54}X_e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$.

2) • La période radioactive T d'un nucléide est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux de ce nucléide subisse la désintégration

• L'activité A (t) d'un échantillon à l'instant t est égale au nombre de désintégrations par seconde qui ont lieu dans cet échantillon autour de cet instant. Soit dn le nombre de désintégrations qui ont lieu pendant l'intervalle de temps de t à t + dt

Comme $dn = -dN$; (Si on a des désintégrations, le nombre de noyaux radioactifs varie de $dN = -dn$).

On a : $A(t) = -\frac{dN}{dt}$. (1)

Sachant que la loi de décroissance radioactive est :
$N(t) = N_o e^{-\lambda t}$ (2) avec N_o : nombre de noyaux radioactifs initiaux et λ : constante radioactive, on obtient $A(t) = \lambda N_o e^{-\lambda t}$ Soit : $A(t) = \lambda N(t)$ (3)

Pour $t = T$, on a : $N(T) = \frac{N_o}{2}$. De l'égalité (2) on a :

$\frac{N_o}{2} = N_o e^{-\lambda T} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T} \Rightarrow -\ln 2 = -\lambda T \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T}$ (4)

L'égalité (4), (3) donne : $A(t) = \frac{\ln 2 \times N(t)}{T}$ (5)

3) De l'égalité (2), on a en remplaçant λ par sa valeur trouvée en (4). $N(t) = N_o e^{-\frac{\ln 2\, t}{T}}$; Soit : $N(t) = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$ (6)

En utilisant les égalités (5) et (6) on obtient :

$A(t) = \frac{\ln 2}{T} N_0 2^{-\frac{t}{T}}$; pour $t = 0$ on a $A_0 = \frac{\ln 2 \times N_o}{T}$ (7)

D'où : $A(60\ j) = 1{,}53.10^7$ Bq

4) Comme $A(60\ j) > 4.10^6$ Bq. On peut encore utiliser l'échantillon du colis au 1^er^ octobre 93.

5) De l'égalité (7) on a : $N_0 = \frac{T}{\ln 2} \times A_0$; La masse d'un atome d'iode 131est : $m_I = \frac{M_I}{N_A}$ avec M_I masse atomique molaire de l'iode 131et N_A le nombre d'Avogadro.

$m_0 = m_I N_0 = \frac{N_0 M_I}{N_A}$; soit : $m_0 = \frac{T \times M_I \times A_0}{\ln 2 \times N_A}$

AN : $T = 8{,}1$ jours $= 7{,}00.10^{-5}$ s, $A_0 = 2{,}6.10^9$ Bq.

$m_0 = 5{,}73.10^{-7}$ g $= 5{,}73.10^{-10}$ kg.

XIII-9

1) a) Désintégration β^- du nucléide $^{108}_{47}Ag$.

$^{108}_{47}Ag \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$.

En plus du noyau fils on a émission d'un électron (rayonnement β^-) et d'un antineutrino d'électron. Pour déterminer A et Z on utilise les règles suivantes :

$108 = 0 + A + 0$ d'où $A = 108$

Conservation du nombre de charges :

$47 = -1 + Z + 0$ d'où $Z = 48$.

b) Le numéro atomique du noyau fils étant $Z = 48$, c'est du cadmium de symbole $^{108}_{48}Cd$, il est composé de $Z = 48$ protons et de $A - Z = 108 - 48 = 60$ neutrons.

2) a) $N = N_0 e^{-\lambda t}$ (1)

N_0 : nombre de nucléides radioactifs à $t = 0$

N : nombre de nucléides radioactifs à l'instant t.

λ : Constante radioactive.

b) La période radioactive T d'un nucléide est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux de ce nucléide subisse la désintégration.

c) A $t = 0$ on a $N = N_0$. A $t = T$ on a : $N = \frac{N_0}{2}$.

De la relation (1) on a : $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T} \Rightarrow$

$-\ln 2 = -\lambda T$, il en résulte $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ (2)

d) • De la relation (1) on a :

$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$; Avec $A_0 = \lambda N_0$. On obtient donc : $A = A_0 e^{-\lambda t}$ (avec $A_0 = 89$ Bq) (3)

• On a le tableau de mesures :

t(min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5
A(Bq)	89	73	63	52	46	39
ln(A)	4,49	4,29	4,14	3,95	3,83	3,66

t(min)		3	3,5	4	4,5	5
A(Bq)		33	29	24	21	18
ln(A)		3,50	3,37	3,18	3,04	2,89

• Tracer la courbe !

• De la relation (3) on a : $\ln A = \ln A_0 - \lambda t$; λ est donc le coefficient directeur de la droite représentant la fonction $\ln A = f(t)$.

$\lambda = \frac{(\ln A)_C - (\ln A)_B}{t_C - t_B} = 5{,}3.10^{-3}\ s^{-1}$ (B et C étant 2 points de la droite).

De la relation (2) on a : $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = 130$ s.

• $A_0 = \lambda N_0$; on a $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = N_0 = 16700$ noyaux.

XIII-10

1) a) La particule α est un noyau d'hélium $^{4}_{2}He$; la particule β^- est un électron $^{0}_{-1}e$.

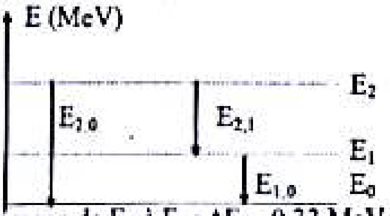
$^{212}_{83}Bi \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{208}_{81}T\ell$; $^{212}_{83}Bi \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{212}_{84}Po$.

b) $^{208}_{81}T\ell \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{208}_{82}Pb$; $^{212}_{84}Po \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{208}_{82}Pb$

c) Faire la représentation.

2) a) Il y a émission de photons (ou rayonnement γ)

b) Différentes façons de revenir à l'état fondamental.



– Passage de E_2 à E_0 : $\Delta E = 0{,}33$ MeV ;

$\nu_{2,0} = \frac{\Delta E}{h} = 7{,}97.10^{19}$ Hz et $\lambda_{2,0} = 3{,}76.10^{-12}$ m.

– Passage de E_2 à E_1 : $\Delta E = 0{,}33 - 0{,}04 = 0{,}29$ MeV ;

$\nu_{2,1} = 7{,}01.10^{19}$ Hz et $\lambda_{21} = 4{,}28.10^{-12}$ m.

– Passage de E_1 à E_0 : $\Delta E = 0{,}04 - 0 = 0{,}29$ MeV ;

$\nu_{10} = 0{,}96.10^{19}$ Hz et $\lambda_{10} = 31{,}03.10^{-12}$ m.

– On constate que : $\nu_{2,0} = \nu_{2,1} + \nu_{1,0}$

3) a) $A_0 = \frac{1{,}89.10^{17}}{7} = 27.10^{15}$ Bq

b) $A_0 = \lambda N_0$ avec $N_0 = \frac{m_0 N_A}{M}$ (N_A est le nombre d'Avogadro) d'où T = 60,7 min et $\lambda = 1{,}9.10^{-4}\ s^{-1} = 11{,}4.10^{-3}\ min^{-1}$;

c) $m = m_0 e^{-\lambda t}$; on a : 0,0494 g ; 0,04472 g ; 0,0252 g et $2{,}76.10^{-16}$ g

d) $m = m_0 - \frac{7}{8} m_0 = m_0 e^{-\lambda t}$ d'où :

$t = \frac{\ln 8}{\lambda} = 182{,}4$ min = 10944 s.

XIII-11

1) Conservation de la charge : 92 = 82 + 2x − y
Conservation du nombre de masse : 238 = 206 + 4x ; alors x = 8 et y = 6.

2) a) Relation entre λ et T : $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

b) Le nombre de noyaux de plomb est égal au nombre de noyaux d'uranium qui se sont désintégrés :

$\overline{N}_{Pb}(t) = \overline{N}_U(0) - \overline{N}_U(t) = \overline{N}_U(0)\left(1 - e^{-\lambda t}\right)$

3) L'âge du minerai

$\frac{\overline{N}_{Pb}(t)}{N_U} = \frac{\overline{N}_U(0)\left(1 - e^{-\lambda t}\right)}{N_U(0)e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} - 1 = e^{\frac{t\ln 2}{T}} - 1$; pour t << T

on a : $e^{\frac{t\ln 2}{T}} - 1 \approx 1 + \frac{t\ln 2}{T} - 1$; on déduit :

$\frac{t\ln 2}{T} = \frac{\overline{N}_{Pb}(t)}{N_U}$ et donc $t = \frac{T}{\ln 2} \times \frac{\overline{N}_{Pb}(t)}{N_U}$

4) Calcul de l'âge du minerai

$n_U(t) = \frac{m}{M} = 4{,}20168.10^{-3}$mol ; $n_{Pb} = 4{,}8543.10^{-5}$ mol

$t = 7{,}5.10^7$ ans.

XIII-12

1) Composition du noyau ${}^{131}_{53}I$:

Z = 53 protons et N = A − Z = 78 neutrons

2) Calcul de N_0 : $N_0 = \frac{m}{M}\mathcal{N}_A = 4{,}6.10^{15}$ noyaux.

3) Au cours d'une transformation nucléaire, il y a conservation du nombre de charge et du nombre de masse

${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\upsilon}$

4) a) Loi de décroissance radioactive : $\overline{N}(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

b) La demi vie T est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents se soit désintégrée.

c) $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$

d) Allure de la courbe(voir figure)

5) a) $A(t) = \frac{d}{dt}\left(\overline{N}_0 e^{-\lambda t}\right) = \overline{N}_0 \lambda e^{-\lambda t} \Rightarrow A_0 = \lambda \overline{N}_0$ alors

$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$; A.N : $A_0 = \lambda \overline{N}_0 = 4{,}6.10^9$ Bq

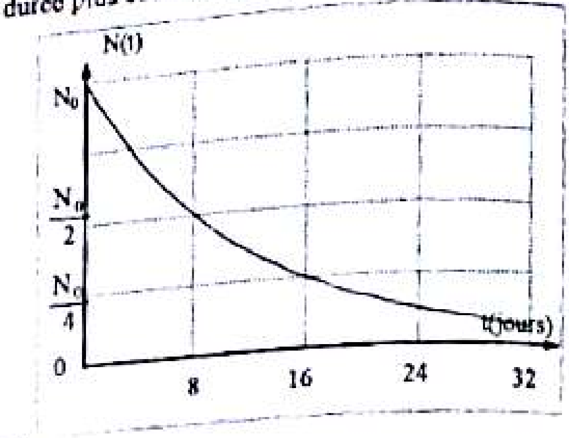
b) pour t = 4 heures : $A(t) = 4{,}5.10^9$ Bq

c) La perte relative : $\frac{|\Delta A|}{A_0} \simeq 2{,}17\%$

6) Pour ${}^{131}_{53}I$; $A(t) = 4{,}6.10^9 e^{-\frac{(\ln 2)t}{T}}$

Pour ${}^{123}_{53}I$; $A'(t') = 4{,}6.10^9 e^{-\frac{(\ln 2)t'}{T'}}$;

Pour A(t) = A'(t') avec T > T' alors t' < t ; Il faudra une durée plus courte à ${}^{123}_{53}I$ pour avoir la même activité que ${}^{131}_{53}I$.



XIII-13

1) La constante : $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 0{,}21h^{-1} = 5{,}83.10^{-5}\ s^{-1}$

2) a) Le nombre moyen de noyaux radioactifs à l'instant où l'on mesure son activité :

$A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{4{,}5.10^8}{5{,}83.10^{-5}} = 7{,}71.10^{12}$ noyaux

b) La masse de polonium correspondante :

$m = nM = \frac{N_0}{N_{Avo}} M = \frac{7{,}71.10^{12}}{6{,}02.10^{23}} \times 212 = 2{,}71.10^{-9}$ g

c) La durée nécessaire pour qu'il ne reste que les $\frac{2}{3}$ de cette masse : $m(t) = m_0 e^{-\lambda t} = \frac{2}{3} m_0 \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda}\ln\frac{2}{3} = 1{,}93$ heures.

3) Le nombre moyen de noyaux restant après 10 heures :

$N(t) = N_0 e^{\lambda t} = 7{,}71.10^{12}\ e^{-0{,}21\times10} = 9{,}44.10^{11}$noyaux

L'activité : $A = \lambda N = 5{,}5.10^7$ Bq

XIII-14

1) L'équation de la réaction nucléaire

${}^{227}_{90}Th \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{223}_{88}Ra$

2) a) La demi vie est le temps nécessaire pour que la moitié des noyaux initiaux subisse la désintégration.

b) Calculons A_0 : $A_0 = \lambda N_0$ avec $N_0 = \frac{N_A m_0}{M}$, N_A est le nombre d' Avogadro. $A_0 = \frac{\ln 2}{T}\frac{N_A m_0}{M} = 1{,}16.10^{15}$ Bq

c) La masse ayant disparu : $\Delta m = m_0 - m = m_0 - m_0 e^{-\lambda t}$

$\Delta m = m_0(1 - e^{-\lambda t}) = (1 - \exp(-\frac{\ln 2}{T}t)) = 0{,}678g$

L'activité : $A = A_0 \exp\left(-\frac{\ln 2}{T}t\right) = 3{,}72.10^{14}$ Bq

d) Le temps nécessaire : $m = \frac{2m_0}{3} = m_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{2}{3} = e^{-\lambda t}$

$t = \frac{T}{\ln 2} \times \ln\frac{2}{3} = 924\ 896$ s = 10,7 jours.

Chap. XIV : LES REACTIONS NUCLEAIRES PROVOQUEES

XIV-1

1) Les lois utilisées : Conservation du nombre de charge et conservation du nombre de masse.

- (1) ${}^1_1H + {}^1_1H + {}^0_1e \to {}^2_1H$; x = ${}^2_1H$
- (2) ${}^2_1H + {}^1_1H \to {}^3_2He$, y = ${}^3_2He$
- (3) ${}^3_2He + {}^4_2He \to {}^7_4Be$, z = ${}^7_4Be$
- (4) ${}^7_4Be + {}^0_{-1}e \to {}^7_3Li$, w = ${}^7_3Li$
- (5) ${}^7_3Li + {}^1_1H \to 2\,{}^4_2He$

2) Réaction globale : On fait la somme des cinq équations membre à membre.

$$4\,{}^1_1H + 2\,{}^0_1e \to {}^4_2He \quad (6)$$

C'est une réaction de fusion nucléaire. Une fusion nucléaire est une union de noyaux légers pour constituer un noyau plus lourd.

3) L'énergie libérée :

$Q = (4m({}^1_1H) + 2\,m({}^0_1e) - m({}^4_2He))c^2$; ${}^1_1H$ est un proton

$Q = 0{,}02872 \times 931{,}5 = 26{,}75$ MeV.

4) a) le défaut de masse

$\Delta m = 4\,m_p + 2m_e - m_{He} = 0{,}02872$ u

b) l'énergie de liaison par nucléon :

$E = \frac{E_l}{A} = \frac{\Delta m c^2}{A} = 6{,}688$ MeV/nucléon.

XIV-2

1) En appliquant les lois de conservation on obtient :

x = 54 et y = 3

L'énergie libérée par la fission :

$Q = \Delta m\,c^2 = [(m_U + m_n) - (m_{Xe} + m_{Sr} + y m_n)]c^2$

$Q = 3{,}18.10^{-11}$ J = 199 MeV

2) Energie libérée par 1 g d'uranium :

$Q' = Q \times N$ avec N le nombre de noyaux d'uranium présent dans 1 g.

$N = \frac{1 \times 6{,}02.10^{23}}{235} = 2{,}56.10^{21}$ noyaux, soit $Q' = 8{,}16.10^{10}$ J

3) Rendement de la centrale

$\eta = \frac{Q_{[illegible]}}{Q_{[illegible]}}$, sur un an, on obtient :

$\eta = \frac{900.10^6 \times 365 \times 24 \times 3600}{8{,}16.10^{10} \times 1.10^6} = 0{,}35$ ou 35 %

XIV-3

1) 1 kg d'eau contient $N = 10^{23}$ atomes de deutérium.

2) Pour ${}^2_1H$: $E_{l1} = 2{,}22$ MeV ; ${}^3_1H$: $E_{l2} = 7{,}14$ MeV ; ${}^1_1H$ est un proton et n'a donc pas d'énergie de liaison.

3) La perte d'énergie de masse lors de la réaction nucléaire est $\Delta E = E_{l2} - 2E_{l1} = 2{,}7$ MeV

L'énergie susceptible d'être libérée par le deutérium contenu dans 1kg d'eau est

$E = N \times \frac{\Delta E}{2} = 1{,}35.10^{23}$ MeV $= 2{,}16.10^{9}$ J

4) Pour obtenir une énergie identique il faut brûler 51,4 kg de pétrole.

XIV-4

1) a) Le noyau ${}^{235}_{92}U$ se désintègre en deux noyaux moyens par conséquent c'est une réaction de fission

b) La conservation du nombre de charge et du nombre de masse conduit à : x = 40 et y = 142.

c) Le noyau fils est alors : ${}^{91}_{40}Zr$

2) Calcul de l'énergie de liaison par nucléon de ${}^{235}_{92}U$

$E = \frac{E_l}{A} = \frac{1}{A}[(92m_p + 143m_n) - m_U]c^2 = 7{,}8$ MeV $= 1{,}25.10^{-12}$ J

3) a) Détermination de A et Z : ${}^{239}_{92}U \to 2\,{}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z}Pu$

D'où : A = 239 et Z = 94

b) Calcul de la proportion : $\overline{N}/\overline{N}_0$

De la loi de décroissance radioactive on a :

$\overline{N}/\overline{N}_0 = e^{-\lambda t}$ or t = 125 min = 5T avec $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$; d'où :

$\overline{N}/\overline{N}_0 = e^{-\frac{\ln 2}{T} \times 5T} = e^{-5\ln 2} = = 0{,}03125 = 3{,}125\%$

XIV-5

1) C'est une réaction de fission car le noyau est cassé en deux noyaux plus légers.

A = 255 + 1 − 94 − 3 = 139 ; z = 92 + 0 − 54 − 0 = 38

2) La masse d'uranium consommée par an

- L'énergie dégagée par la fission : $E = \frac{E_{élec}}{0{,}30}$
- Le nombre de noyau : $n = \frac{E}{E_m}$ avec Em = 200MeV
- La masse par an : $M = \frac{E}{E_m} \times 235u = \frac{E_{élec} \times 235u}{0{,}30 \times E_m}$

$M = \frac{2{,}8.10^{16} \times 235 \times 1{,}67.10^{-27}}{0{,}30 \times 200 \times 1{,}6.10^{-13}} = 1145$ kg

3) Equation de désintégration de ${}^{131}_{53}I$

${}^{131}_{53}I \to {}^{0}_{-1}e + {}^{131}_{54}I$; C'est une désintégration β

La loi de décroissance radioactive : $N = N_0 e^{-\lambda t}$

La période radioactive : On a : $A = A_0 e^{-\lambda t}$ avec $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$,

D'où : $A = A_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$ et $T = -\frac{t \ln 2}{\ln \frac{A}{A_0}}$ avec t = 81 jours et

$\frac{A}{A_0} = 10^{-3}$; T ≈ 8,13 jours.

EPREUVES DU BACCALAUREAT 2004–2015

BAC 2004 SERIE D

Chimie Exercice 1 (voir chimie VI–16)

Chimie Exercice 2 (Hors nouveau programme)

Physique Exercice 1 (voir physique VII–4)

Physique Exercice 2 (voir physique II–4)

Physique Exercice 3 (voir physique XIII–7)

BAC 2004 SERIE C–E

Chimie Exercice 1 (voir chimie VIII–11)

Chimie Exercice 2

On prépare deux litres de solution aqueuse en introduisant 9,51 g d'un acide carboxylique dans l'eau. On introduit dans un bécher, 30 cm^3 de cette solution que l'on neutralise progressivement par une solution aqueuse de concentration 0,1 mol.ℓ^{-1} d'hydroxyde de potassium. On note les résultats suivants :

$V_B(cm^3)$	0	5	10	15	20	24
pH	2,4	3,4	3,6	3,7	3,9	4,3
$V_B(cm^3)$	28	30	32	34	36	40
pH	5,0	5,5	10,9	11,4	11,5	11,7

1) Tracer la courbe pH = $f(v_B)$. Echelle : axe des abscisses : 1 cm pour 4 cm^3 ; axe des ordonnées : 1cm pour une unité de pH.

2) Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.

3) Déduire de la courbe une valeur approchée de la concentration molaire volumique de la solution acide initiale. Trouver la masse molaire, la formule chimique et le nom de l'acide.

4) Déterminer le pKa du couple acide / base dosé.

5) Pour v_B = 28 cm^3, calculer les concentrations molaires volumiques des diverses espèces chimiques présentes dans le bécher. *On donne : masse atomique molaire des éléments en g.mol^{-1} : M(H) = 1 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16.*

Physique Exercice 1 (voir physique V–9)

Physique Exercice 2

Un générateur délivre une tension alternative sinusoïdale $u_{AB} = 100\sqrt{2}\sin\omega t$ (en volt). Il débite dans une portion AB de circuit série comprenant un conducteur ohmique de résistance R = 20 Ω, une bobine d'auto-inductance L = 0,5 H et un condensateur de capacité C.

1) Donner l'expression littérale de l'impédance Z de la portion de circuit AB.

2) On fait varier C en maintenant R, L, U_m et ω fixes. Lorsque le condensateur a une capacité C_1 = 15 μF on constate que l'intensité efficace a la valeur la plus grande.

a) Calculer la fréquence f de la tension sinusoïdale.

b) Calculer l'intensité efficace I du courant traversant alors le circuit.

3) Faire le schéma d'un montage permettant d'observer simultanément sur l'écran d'un oscillographe bicourbe, la tension entre les points A et B d'une part, et l'intensité du courant dans le circuit d'autre part.

4) On fixe la capacité C du condensateur à C_2 = 17 μF, calculer le déphasage φ de l'intensité du courant sur la tension u_{AB}. Donner l'expression de l'intensité instantanée i(t) du courant qui passe dans le circuit.

Physique Exercice 3 (voir physique XIII–11)

BAC 2005 SERIE D

Chimie Exercice 1 (voir chimie VI–15)

Chimie Exercice 2(voir chimie VII–21)

Physique Exercice 1

Un satellite artificiel de la terre, sans moteur, est animé d'un mouvement circulaire uniforme ; le centre de sa trajectoire est confondu avec le centre de la terre. Il évolue à une altitude z de la surface de la terre où la valeur du champ de pesanteur terrestre vaut g.

1) a) Préciser les caractéristiques du référentiel dans lequel le mouvement du satellite est décrit.

b) Faire l'inventaire des forces appliquées au satellite et les représenter sur un schéma.

2) On appelle h la distance du centre de la terre au satellite : h = R + z où R représente le rayon de la terre. On appelle T la période de révolution du satellite.

Montrer que T et h sont liées par la relation : $T^2 = \frac{4\pi^2 h}{g}$

AN : Calculer T en secondes puis en heures pour : R = 6400 km ; z = 1678 km ; g = 6,15 m.s^{-2}.

3) Calculer la vitesse angulaire du satellite et sa vitesse linéaire sur la trajectoire.

Physique Exercice 2 (Hors nouveau programme)

Physique Exercice 3

Le césium $^{137}_{55}Cs$ est un émetteur β^- et donne un noyau de baryum Ba qui subit ensuite une désexcitation.

1) Ecrire l'équation-bilan de la désintégration du césium. Préciser le nom du rayonnement émis lors de la désexcitation. Cette émission modifie-t-elle le numéro atomique et le nombre de masse du baryum ?

2) La période du césium est T = 30 ans et son activité était $A_0 = 3.10^4$ Bq lors de la préparation de la source en juin 1994. Calculer le nombre de noyaux contenus dans l'échantillon lors de la préparation.

a) Durant une séance de travaux pratiques, une source de césium est utilisée en moyenne 1 heure. Son activité est-elle modifiée de façon appréciable pendant cette durée ?

b) Quelle sera l'activité de la source mesurée en juin 2054.

BAC 2005 SERIE C–E

Chimie Exercice 1 (voir chimie VI–17)

Chimie Exercice 2

On considère un monoacide carboxylique A et un monoalcool B, tous deux à chaînes carbonées saturées non cyclique possédant respectivement n et n +2 atomes de carbones.

1) Sachant que les formules brutes générales de ces deux composés organiques sont :

A = $C_nH_{2n}O_2$ et B = $C_{n+2}H_{2n+6}O$, en déduire leurs pourcentages en masse respectifs d'oxygène P_A et P_B en fonction de n.

2) Le rapport de ces pourcentages en oxygène est tel que : $\frac{P_A}{P_B} = \frac{37}{15}$, déterminer les formules brutes de A et B.

3) L'alcool B est primaire et à chaîne ramifiée.

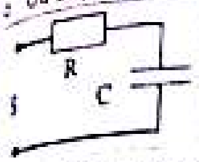
Donner la formule semi-développée et le nom des composés A et B.

4) Un des isomères de B de classe supérieure (C) présente une particularité ; identifier le composé organique (C) et préciser les conséquences qui découlent de sa particularité. Écrire l'équation–bilan de la réaction entre les composés A et B et rappeler les caractéristiques d'une telle réaction.

Physique Exercice 1 (voir physique II–11)

Physique Exercice 2

I. On dispose d'une résistance non inductive R = 100 Ω et d'une source S de tension alternative sinusoïdale à fréquence variable.



On règle la fréquence de la source S à la fréquence f = 160 Hz et on branche en série aux bornes de S, la résistance R et un condensateur C de capacité inconnue. On relève les différences de potentiel efficaces :

- Aux bornes de R ; V_R = 14 V
- Aux bornes de C , V_C = 14 V

1) Calculer l'intensité efficace I du courant dans le circuit et la capacité du condensateur.

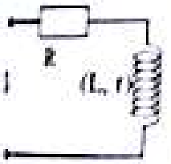
2) A l'aide de la construction de Fresnel, déterminer la tension efficace U_S aux bornes de la source S et le déphasage φ entre l'intensité du courant et la tension instantanée aux bornes de S. Préciser le sens de ce déphasage.

II. On monte maintenant en série aux bornes de la source S réglée à la fréquence de 160 Hz, la résistance R et une bobine de résistance r et d'inductance L inconnues.

On relève les tensions efficaces :

- Aux bornes de R, V_R = 14V
- Aux bornes de la bobine, V_L = 7V
- Aux bornes de S, V_S = 18V

1) Calculer l'intensité efficace I dans le circuit.



2) Déterminer à l'aide de la construction de Fresnel, le déphasage φ entre l'intensité du courant et la tension instantanée aux bornes de S.

3) Calculer la résistance r et l'inductance L de la bobine.

(On donne : 1/π = 0,32)

Physique Exercice 3 (voir physique XIII–10)

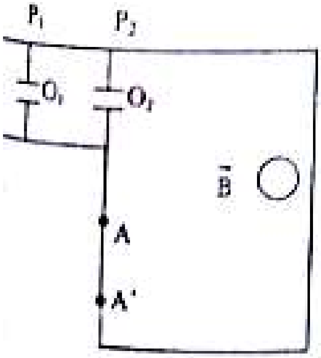
BAC 2006 SERIE D

Chimie Exercice 1 (Hors nouveau programme)

Chimie Exercice 2 (Hors nouveau programme)

Physique Exercice 1 (Voir physique XIV-4)

Physique Exercice 2



On envisage la séparation d'isotope du zinc à l'aide d'un spectrographe de masse. On négligera le poids des ions.

1) Une chambre d'ionisation produit des ions $^{68}Zn^{2+}$ et $^{x}Zn^{2+}$, de masses respectives 68u et xu. Ces ions sont ensuite accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles P_1 et P_2. La tension accélératrice a pour valeur U = 10^3 V. On négligera la vitesse des ions lorsqu'ils traversent la plaque P_1 en O_1.

a) Quelle est la plaque qui doit être portée au potentiel le plus élevé ?

b) Calculer la vitesse V_0 des ions $^{68}Zn^{2+}$ lorsqu'ils sont en O_2.

c) Exprimer en fonction de x et de V_0 la vitesse V'_0 des ions $^{x}Zn^{2+}$ en O_2.

2) Les ions pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan de la figure, d'intensité B = 0,1 T.

a) Indiquer sur un schéma le vecteur $\vec{B}$ pour que les ions $^{68}Zn^{2+}$ parviennent en A et les ions $^{x}Zn^{2+}$ en A'. Justifier la construction.

b) Montrer que les trajectoires des ions sont planes ; établir la nature du mouvement ainsi que la forme de ces trajectoires.

Calculer le rayon de courbure pour les ions $^{68}Zn^{2+}$.

c) On donne : AA' = 8 mm. Calculer x.

Données : 1 u = $1{,}67.10^{-27}$ kg ; e = $1{,}6.10^{-19}$ C.

Physique Exercice 3

Un circuit RLC est composé d'un conducteur ohmique de résistance R = 20 Ω, d'une bobine de résistance nulle et d'inductance L = 0,1 H et d'un condensateur de capacité C = 8 µF montés en série. On alimente par une tension sinusoïdale de valeur efficace U = 12 V et de fréquence N réglable.

1) Pour N = 200 Hz

a) Calculer l'impédance du circuit.

b) Calculer la valeur de l'intensité efficace I du courant.

c) Calculer la phase de la tension u par rapport à l'intensité i. Laquelle de ces deux grandeurs est en avance sur l'autre ?

d) Si i se met sous la forme i = I_m cos ωt, exprimer numériquement i et u en fonction du temps t.

2) On règle la fréquence pour que le circuit soit dans les conditions de résonance d'intensité.

a) Quelle est la fréquence N_0 correspondante ?

b) Quelle est la tension efficace aux bornes de la bobine ?

3) On remplace la bobine précédente par une bobine d'inductance L = 0,1 H et de résistance r = 50 Ω, la fréquence étant N_0, la tension efficace restant 12 V.

a) Tracer le diagramme de Fresnel des impédances.

b) En déduire la phase φ' de la tension u'_b aux bornes de la bobine par rapport à l'intensité i' du courant.

c) Si i' = I'_m cosω_0t, exprimer numériquement i', u'_b et u' (tension aux bornes du circuit) en fonction du temps t.

BAC 2006 SERIE C–E

Chimie Exercice 1 (Voir chimie IV–11)

Chimie Exercice 2

On considère un alcool saturé A, à chaîne linéaire, de formule semi-développée R–CH₂–OH. On transforme complètement une masse m_A de A en son acide carboxylique B et on fait deux parts de masses égales.

1) a) On fait réagir sur B un dérivé chloré (chlorure de thionyle SOCl₂). Soit C le composé organique obtenu.

Donner la formule semi–développées de C. A quelle famille chimique appartient C ?

b) Par action d'une solution concentrée d'ammoniac sur C, on obtient entre autres un composé organique D. Ecrire l'équation–bilan de cette réaction et préciser la fonction chimique de D.

c) La détermination expérimentale de la masse molaire de D donne $M_D = 59$ g.mol^{-1}. En déduire la formule semi–développée de D et le nommer.

2) On fait réagir sur la deuxième part de B, une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration $C_1 = 1$ mol.ℓ$^{-1}$ en présence d'un indicateur coloré approprié. Il faut verser V = 20 cm^3 de la solution d'hydroxyde de sodium pour observer le virage de l'indicateur, à l'équivalence.

b) Ecrire l'équation–bilan de cette réaction.

c) Calculer le nombre de moles de l'acide B qui a réagi à l'équivalence. En déduire le nombre de moles de A qui a été oxydé en B.

Sachant que $m_A = 1,84$ g, donner la formule semi–développée de A et le nommer.

Physique Exercice 1(Voir Physique II-13)

Physique Exercice 2

Une source S fournit entre deux points E et F une tension alternative sinusoïdale $u = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$ de valeur efficace U constante (U = 20 V) et de pulsation ω réglable.

1) On branche entre E et F le circuit (1) qui comprend une résistance R_1 en série avec une bobine d'inductance L_1 de résistance négligeable et un condensateur de capacité C_1.

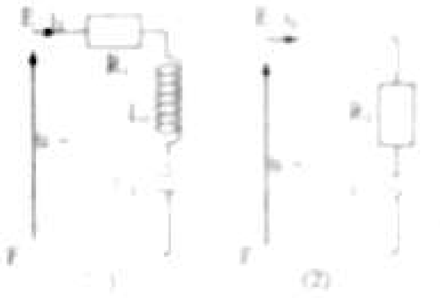
$R_1 = 400\ \Omega$ $L_1 = 0,25$ H $C_1 = 0,5\ \mu F$

a) Donner les expressions littérales de l'impédance Z_1 de ce circuit et la puissance P_1 consommée en régime sinusoïdal forcé.

b) Dans quel élément du circuit cette puissance est–elle dissipée ? Le justifier.

c) Déterminer l'expression ω_0 de ω pour que la puissance consommée dans le circuit (1) soit maximale.

d) AN : calculer ω_0 et la puissance maximale consommée par le circuit (1).



2) On remplace le circuit (1) par le circuit (2) comprenant une résistance R_2 en série avec un condensateur de capacité C_2.

$R_1 = R_2 = 400\ \Omega$ $C_2 = 1\ \mu F$

a) Exprimer la puissance P_2 consommée dans le circuit (2).

b) On désire que les puissances P_1 et P_2 soient égales. Montrer que ceci est réalisé pour deux valeurs de ω(ω' et ω'') que vous exprimerez en fonction de L_1, C_1 et C_2.

c) Calculer ω' (ω' < ω'').

d) On désigne par i_1 et i_2 les valeurs instantanées des intensités des courants respectivement dans le circuit (1) et (2). Montrer que pour ω = ω' les phases φ_1 et φ_2 des intensités i_1 et i_2 par rapport à u sont égales.

Physique Exercice 3 (voir physique 3-23)

BAC 2007 SERIE D

Chimie Exercice 1

Une solution de volume 100 mℓ, est préparée en dissolvant 12,2 mg d'acide benzoïque C_6H_5–COOH dans l'eau pure. Le coefficient (ou degré) d'ionisation α de l'acide benzoïque pour la solution étudiée est égal à 0,22.

1) Calculer la concentration molaire de cette solution.

2) Le Ka du couple acide benzoïque/ ion benzoate est 6,3.10^{-5}

a) Calculer les concentrations molaires des espèces C_6H_5–COOH et C_6H_5–COO$^-$ dans cette solution.

b) En déduire le pH de la solution.

3) A la solution précédente d'acide benzoïque, on ajoute une masse m' d'hydroxyde de sodium pour obtenir une solution de pH = 4,2. L'ajout de l'hydroxyde de sodium se fait sans variation sans variation notable de volume.

a) Ecrire l'équation–bilan de la réaction qui a lieu lors de l'ajout de l'hydroxyde de sodium.

b) Comment montrer que la solution obtenue contient des ions ?

c) Déterminer la valeur de m'

Chimie Exercice 2 (Hors nouveau programme)

Physique Exercice 1

Un train se compose d'une locomotive de masse $m_0 = 150$ tonnes et de 2 wagons. Le 1er wagon, directement lié à la locomotive, a une masse $m_1 = 100$ tonnes. Le 2ème wagon, lié au premier, a une masse $m_2 = 50$ tonnes. Les forces de frottement sont supposées constantes et égales à 50 N par tonne en mouvement. On prendra g = 10N.kg^{-1}

1) Le train démarre d'un mouvement uniformément accéléré et sa vitesse passe de 0 à 90 km.h^{-1} après une distance d = 3125 m sur une route rectiligne de pente 3% (dénivellation de 3 m pour un trajet le long de la route de 100 m). Calculer les intensités de

a) La force propulsive $\vec{F}$ créée par le moteur de la locomotive

b) La force de traction liant la locomotive au 1er wagon.

c) La force de traction liant le 1er wagon au 2ème wagon.

2) La phase d'accélération terminée, le train poursuit sa montée à la vitesse constante v = 90 km.h^{-1} Calculer l'intensité de la force de traction exercée par la locomotive sur le reste du convoi.

3) Au plafond du 1er wagon est fixé un fil de masse négligeable soutenant une masselotte de masse m. Calculer l'angle d'inclinaison du fil par rapport à un axe perpendiculaire au plafond du wagon pendant chaque phase du mouvement.

Physique Exercice 2 (Hors nouveau programme)

Physique Exercice 3 (Voir Physique XIII-13)

BAC 2007 SERIE CE 1er TOUR

Chimie Exercice 1 (voir chimie V-4)

Chimie Exercice 2

L'ester (E) dont la formule semi–développée est CH_3–COO–CH_2–CH_2–$CH(CH_3)$–CH_3 a une odeur de banane. On désire le préparer par action d'un acide (A) sur un alcool (B).

Données : Masse volumique de l'acide (A) : 1,05.10^3 g/ℓ

Masse volumique de l'alcool (B) : 8,10.10^2 g/ℓ

Masse molaire de l'alcool (B) 88 g/mol.

ans un ballon de 100 mℓ, on introduit un volume V_1 = 4,0 mℓ d'alcool (B) et un volume V_2 d'acide (A). On y joute avec précaution 1 mℓ d'acide sulfurique concentré. n réalise un chauffage à reflux.

Nommer en nomenclature officielle l'ester (E).

Nommer et écrire les formules semi–développées de cide (A) et de l'alcool (B) utilisés. Quelle est la classe de lcool ?

Ecrire l'équation–bilan de la réaction de cet acide sur lcool et préciser les caractéristiques de cette réaction

4 Calculer le volume V_2 d'acide nécessaire pour que le élange avec 44,0 mℓ d'alcool soit équimolaire.

5 a) Quelle serait la masse d'ester obtenue s'il s'agissait une réaction totale ?

b) On récupère en réalité 26,3 g d'ester, quel est le ndement de la réaction à ce stade ?

ysique Exercice 1

oscillateur élastique horizontal est constitué par un lide de masse M attaché à un ressort de raideur k. La esse de cet oscillateur a pour valeur V = 0,5 m.s⁻¹ rsqu'il passe par la position de repos en se déplaçant dans sens de la dilation du ressort ; puis, il atteint la position bscisse maximale x_m = 0,05 m.

L'équation horaire du mouvement est de la forme : $x(t) = x_m \cos(2\pi f t + \varphi)$; l'axe du mouvement est orienté ns le sens de la dilation du ressort ; l'origine de l'axe ncide avec la position de repos.

Déterminer les constantes du mouvement, en prenant ur origine des temps, l'instant de passage par la position repos observée.

Ecrire les équations horaires de l'élongation et de la sse.

Quelle est

La fréquence ?

La période de l'oscillation de cet oscillateur ?

Au bout de quelle durée passe–t–il, la première fois, par position extrémale après être passé par sa position de pos ?

4 On désire déterminer la masse du solide sans démonter scillateur. Pour cela, on place sur le solide une surcharge masse m = 10 g. On écarte le solide de sa position de pos de a = 0,05 m et on le lâche sans vitesse initiale. Lors son premier passage par la position de repos, la mesure la vitesse donne V' = 2 48 m.s

Quelle est la période T' du mouvement ?

En déduire la masse du solide

Quelle est la valeur de la raideur k du ressort ?

ysique Exercice 2 (Hors nouveau programme)

ysique Exercice 3 (Voir physique XIV-5)

BAC 2007 SERIE C.E. 2nd TOUR

imie Exercice 1(Voir chimie VI–14)

mie Exercice 2

Un monoalcool saturé A, a pour masse molaire M(A) = mol⁻¹

Quelle est sa formule brute ?

L'oxydation ménagée de A par une solution de romate de potassium en milieu acide conduit à un composé B qui réagit avec la 2,4–DNPH mais est sans action sur la liqueur de Fehling et sur le nitrate d'argent. En déduire la formule semi développée et le nom de l'alcool A.

c) Montrer que A possède deux énantiomères. Les représenter

d) Ecrire l'équation bilan de l'oxydation ménagée de A par la solution acidifiée du dichromate de potassium.

($Cr_2O_7^{2-}$ /Cr^{3+} est le couple oxydant réducteur mis en jeu).

Donner le nom de B.

2) L'action d'un monoacide carboxylique saturé R–COOH sur l'alcool A conduit à un corps E de formule brute $C_5H_{10}O_2$

a) –De quel type de réaction s'agit-il ?

Quelle sont ses caractéristiques ?

–Quel serait l'effet d'une élévation de température sur cette réaction ?

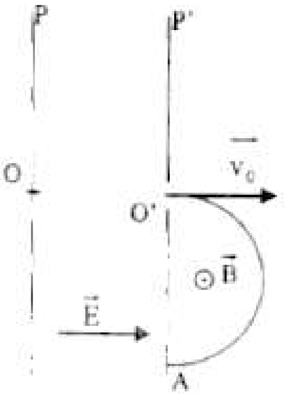
b) Ecrire l'équation-bilan générale de cette réaction.

c) En déduire la formule semi développée et le nom de l'acide utilisé.

d) Donner le nom et la formule semi-développée du corps E formé

Physique Exercice 1

Dans tout l'exercice on négligera la force de pesanteur. Un proton émis sans vitesse initiale en un point O, d'une plaque P verticale, est accéléré par un champ électrostatique $\vec{E}$ dû à la tension $U_{PP'}$ appliquée entre la plaque P et une autre plaque P' parallèle à P et séparée d'une distance d. Le proton traverse la plaque P' en un point O'



1) a) Le sens du champ électrique $\vec{E}$ est indiqué sur le schéma. Préciser le signe de la tension $U_{PP'}$ et la trajectoire du mouvement du proton de O à O'

b) Le proton arrive en O' avec une vitesse v_0. Exprimer la valeur v_0 en fonction de e, $U_{PP'}$, m et la calculer.

2) Après avoir traversé la plaque P' en O', le proton entre dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal parallèle aux plaques P et P' dont le sens est indiqué sur le schéma.

b) Etablir la nature du mouvement du proton dans cette région.

c) On précise que le proton revient sur la plaque P' en un point A. Donner l'expression de la distance O'A en fonction de e, m, B, $U_{PP'}$ et la calculer

d) Placer sur le schéma les points O' et A et représenter la force magnétique $\vec{F_m}$ appliquée au proton quand celui-ci arrive en A, sans tenir compte des valeurs

3) a) Après le passage du proton en A, quelle est la nature du mouvement du proton ?

b) Calculer la durée t du trajet du proton quand il revient sur la plaque P

On donne : charge du proton $e = 1{,}6.10^{-19}$ C ; masse du proton $m = 1{,}67.10^{-27}$ kg ; Valeur absolue de la tension $|U_{PP'}| = 6{,}31$ kV ; Distance entre P et P' : d = 10 cm ; Valeur du champ magnétique : B = 200 mT

Physique Exercice 2

Une portion de circuit électrique de bornes A et B comprend en série un condensateur de capacité C, une bobine de résistance R et d'inductance L. On alimente cette portion à l'aide d'un générateur de basse fréquence qui impose à ces bornes la tension $u = U_m\sin(\omega t + \varphi)$, φ étant le déphasage de la tension par rapport au courant. La valeur efficace de la tension vaut U = 220 V

1) Faire le schéma de la portion de circuit et calculer U_m.

2) On désigne par u_1 et u_2 respectivement la tension aux bornes du condensateur et celle aux bornes de la bobine.

a) Exprimer u_1 et u_2 en fonction de i. En déduire l'expression de u.

b) En utilisant la construction de Fresnel, déterminer les expressions

- du déphasage φ de la tension sur le courant.
- de l'impédance z de la portion du circuit.
- la valeur efficace de l'intensité du courant.

A.N. : N = 50 Hz ; C = 5µF ; R = 200 Ω ; L = 0,5 H.

3) On fait varier la fréquence N de la tension.

a) Pour quelle valeur N_0 de la fréquence, le déphasage est-il nul ? En déduire la valeur ω_0 correspondante

b) Calculer alors l'impédance de la portion du circuit et la valeur efficace de l'intensité du courant qui la parcourt.

Physique Exercice 3 (Hors nouveau programme)

BAC 2008 SERIE D

Chimie Exercice 1

1) Une solution aqueuse S de méthanoate de sodium à 10^{-1} mol.L^{-1} a un pH = 8,4

Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans la solution et en déduire la valeur du pKa du couple acide méthanoïque/ion méthanoate

2) On verse une solution d'hydroxyde de sodium décimolaire (concentration $C_B = 10^{-1}$ mol.L^{-1}) dans $V_A = 20$ cm^3 d'une solution d'acide méthanoïque décimolaire

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit

b) Pour quel volume V_B d'hydroxyde de sodium versé se trouve-t-on à l'équivalence acido-basique ?

c) Quelle est la nature du mélange ainsi obtenu (acide, base, neutre) ? Justifier votre réponse.

3) a) Quelle masse m d'hydroxyde de sodium doit-on mettre dans un litre de la solution d'acide méthanoïque pour obtenir un mélange de pH = 3,8 ?

b) Donner les propriétés du mélange obtenu

4) On verse dans la solution S quelques gouttes d'un indicateur coloré HIn. Le couple HIn/In$^-$ a un pKa égal 5,1. La forme acide HIn est rouge et la forme basique In$^-$ est jaune. Une solution contenant quelques gouttes de l'indicateur coloré apparaît rouge si [HIn] > 9[In$^-$] et jaune si [In$^-$] > 10 [HIn].

a) Quelles sont les valeurs du pH délimitant la zone de virage de cet indicateur coloré ?

b) Quelle couleur prend alors la solution S ? Justifier la réponse. M(Na) = 23 g.mol^{-1}, M(O) = 16 g.mol^{-1}, M(H) = 1 g.mol^{-1}

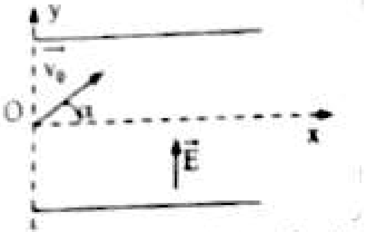
Chimie Exercice 2 (Hors nouveau programme)

Physique Exercice 1

1) Des électrons sont émis dans le vide à vitesse supposée nulle par un dispositif à cathode chaude. Ils sont accélérés sous une tension U jusqu'à une anode percée d'un trou perpendiculaire à leur trajectoire.

Déterminer l'expression de la vitesse d'un électron lors de son passage par le trou, en fonction de U, m et e.

2) Ces électrons au sortir de l'anode, pénètrent perpendiculairement aux lignes de champ dans une région où règne un champ magnétique uniforme d'intensité B. Ils décrivent alors un arc de cercle de rayon R.



a) En utilisant le principe fondamental de la dynamique, déterminer le rapport $\frac{e}{m}$

b) En déduire la valeur de la masse m de l'électron.

Données : $e = 1{,}6.10^{-19}$C ; $U = 4{,}5.10^3$ V ; $B = 0{,}45.10^{-2}$ T ; R = 5 cm.

3) Un électron entre en O dans un champ électrique uniforme avec une vitesse $\vec{v_0}$ faisant un angle α avec l'horizontale. Le poids de l'électron est négligeable devant la force électrique.

a) Déterminer l'équation horaire du mouvement de l'électron dans la région où règne le champ $\vec{E}$. Données $v_0 = 3{,}2.10^6$ m.s^{-1} ; α = 30° ; E = 180 V.m^{-1}

b) Déterminer l'abscisse du point où la trajectoire de l'électron coupe l'axe Ox. Quelle serait alors la valeur de sa vitesse ?

Physique Exercice 2

Les frottements seront négligés dans tout l'exercice.

Un ressort de masse négligeable à spires non jointives et de raideur k = 10 N.m^{-1}, peut se déplacer le long de l'axe horizontal(Ox). On fixe l'une de ses extrémités en A et l'on accroche à l'autre extrémité un objet S de masse m = 0,1 kg.

Lorsque le solide est en équilibre, la projection sur (x'x) de son centre d'inertie G coïncide avec l'origine O des abscisses

A l'instant t = 0s, G a pour abscisse x_0 = 2 cm, et l'on communique à l'objet une vitesse $\vec{v_0}$ dirigée suivant l'axe du ressort (cf. schéma) et de valeur v_0 = 0,4 m.s^{-1}

1) Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G du solide S.

2) En déduire l'équation horaire du mouvement de G en précisant les valeurs numériques de l'amplitude, de la pulsation et de la phase

3) Donner les expressions de la vitesse et de l'accélération de l'objet

4) Calculer la valeur de l'énergie mécanique du système

Physique exercice 3 (Hors nouveau programme)

BAC 2008 SERIE C-E 1er Tour

Chimie Exercice 1 (Voir chimie VI-22)

Chimie Exercice 2

Un alcène X par hydratation donne deux composés A et B.

Le composé A par oxydation ménagée avec un oxydant en excès donne un composé organique C inactif sur le réactif de Schiff et la 2,4-dinitrophenylhydrazine (2,4-DNPH).

Le composé B par oxydation ménagée produit un composé D qui donne un précipité jaune avec la 2,4 DNPH.

1) Préciser les fonctions chimiques des composés C, D, A et B.

2) L'analyse de D montre qu'en masse, il contient 27,58% d'oxygène.

a) Retrouver les formules semi-développées de X, A, B, C et D.

b) Nommer :

- un isomère de fonction de C.
- un isomère de fonction de D.

Physique Exercice 1

Le tableau suivant donne la valeur du champ magnétique au centre d'un solénoïde en fonction de la longueur du solénoïde.

l(cm)	1	2,1	4,1	6,2	10,3	14,4
$B_0(10^{-4}T)$	12,1	19,8	26	28,3	29,7	30

1) Construire la courbe donnant B_0 en fonction de la longueur du solénoïde.

2) A partir de la courbe, montrer que ce champ magnétique tend vers une valeur limite $B_{0\ell}$ que l'on précisera. En déduire que pour un solénoïde long, le champ magnétique au centre est indépendant de la longueur du solénoïde.

3) On veut produire au centre d'un solénoïde, de longueur l = 60cm, un champ magnétique $B = 5.10^{-3}$ T. L'intensité du courant est de 2A.

a) Quel est le nombre N de spires nécessaire ?

b) L'enroulement est réalisé sur un cylindre creux en matière plastique à l'aide d'un fil gainé de 2 mm de diamètre, les spires étant jointives. Quel est le nombre de couches qu'il faudra disposer sur le cylindre ?.

On donne : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI.

Physique Exercice 2

On superpose en un point A de l'espace deux champs gnétiques $\overrightarrow{B_1}$ et $\overrightarrow{B_2}$ créés par des solénoïdes dont les ections sont perpendiculaires. (Figure 1).

solénoïde S_1 est constitué d'un enroulement sur un indre creux en matière plastique d'un fil de cuivre gainé diamètre D_1. Il comporte un nombre C_1 de couches de fil. ntensité du courant qui traverse S_1 est I_1.

solénoïde S_2 possède au total C_2 couches de fil dont le mètre est D_2 et est parcouru par un courant d'intensité I_2.

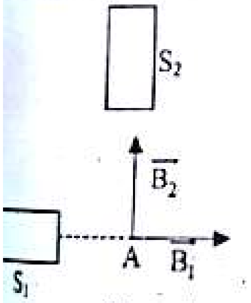


Figure 1

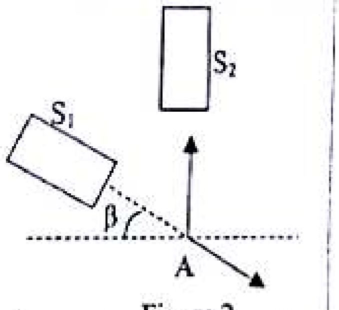


Figure 2

1) Donner les caractéristiques du champ résultant $\vec{B}$ en A.

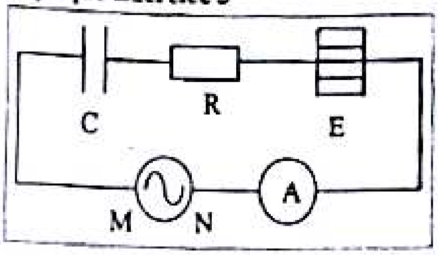
On désignera par $\alpha = (\overrightarrow{B_2}, \vec{B})$ et on donnera les expressions littérales des grandeurs en fonction des données de l'exercice. On prendra $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI.

2) Calculer B, valeur de $\vec{B}$ et α pour $C_1 = 2$, $D_1 = 1$ mm, $I_1 = 1$ A, $C_2 = 4$, $D_2 = 2$ mm et $I_2 = 2$A.

3) Calculer la longueur L_1 du solénoïde S_1, sachant que le nombre total de spires est de 1800.

4) On tourne le solénoïde S_1 d'un angle β = 15° comme le montre la figure 2 vers le haut sans modifier $\overrightarrow{B_1}$. Calculer l'intensité de $\overrightarrow{B'}$, champ résultant de $\overrightarrow{B_1}$ et $\overrightarrow{B_2}$ ainsi que l'angle $\alpha' = (\overrightarrow{B_2}, \overrightarrow{B'})$.

Physique Exercice 3



Entre les deux bornes M et N d'une source de courant alternatif, de fréquence variable N on dispose d'une tension de valeur efficace constante $U_{MN} = 100$ V. (On prendra $\pi^2 = 10$)

1) U_{MN} alimente un condensateur C de capacité $5\pi.10^{-6}$ F et un ampèremètre d'impédance négligeable. On donne à N la valeur 50 Hz. Calculer :

a) La valeur de l'intensité efficace dans le circuit.

b) Les expressions instantanées de u et i.

2) U_{MN} alimente, placés en série, le condensateur C précédent, l'ampèremètre, un conducteur ohmique de résistance R = 40Ω et un électro-aimant E ; E a une résistance r de 20 Ω et une inductance L inconnue.(Voir figure). On constate que, pour une fréquence de 100 Hz, l'intensité efficace I_{eff} est de 1 A.

a) Calculer les deux valeurs L' et L'' qui peuvent être celle de L.

Interpréter l'existence de ces valeurs à l'aide de la construction de Fresnel.

b) Calculer pour chaque valeur L' et L'', la fréquence de résonance du circuit.

c) Lorsqu'on augmente la fréquence à partir de 100 Hz dans le circuit RCE, on constate que le courant I commence par augmenter. En déduire parmi les deux valeurs L' et L'' calculées précédemment la valeur de l'inductance de l'électro-aimant.

BAC 2008 SERIE C-E 2nd Tour

Chimie Exercice 1

Toutes les solutions sont supposées à la température de 25°C.

1) Une solution S_1 d'hydroxyde de sodium (soude) a un pH égal à 12,0. Calculer la concentration molaire des différentes espèces présentes en solution.

2) Une solution S_2 de chlorure d'ammonium a un pH égal à 5,6 pour une concentration molaire $C_2 = 1,00.10^{-2}$ mol.L^{-1}.

a) Préciser les couples acide/base en équilibre dans cette solution.

b) Calculer les concentrations molaires des différentes espèces présentes en solution.

c) Déterminer le pKa du couple dont l'acide est l'ion ammonium.

3) On dispose d'une solution S_3 d'ammoniac de concentration molaire $C_3 = 1,00.10^{-1}$ mol.L^{-1}. Quel volume de cette solution faut-il ajouter à 20,0 cm^3 de la solution S_2 de chlorure d'ammonium pour obtenir une solution de pH égal à 9,2 ?

Chimie Exercice 2

On donne, exprimées en g/mol, les masses molaires atomiques suivantes : H : 1, C : 12, O : 16. Voici les formules semi-développées de quatre composés organiques :

A) $CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-OH$

B) $CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3$

C) CH_3-COOH ; D) $CH_3-COC\ell$

1) Donner le nom et la fonction chimique de chacun d'eux.

2) L'éthanoate d'amyle, arôme artificiel entrant dans la composition des bonbons est en fait un mélange de deux esters qu'on notera respectivement E_1 et E_2. Pour les obtenir on réalise les deux réactions suivantes :

Réaction 1 : A + C donnent E_1 + eau

Réaction 2 : B + C donnent E_2 + eau

On rappelle que A, B et C sont les composés dont les formules semi-développées sont ci-dessus données.

a) Ecrire l'équation-bilan de chacune des réactions 1 et 2.

b) Comment pourrait-on accélérer chacune de ces réactions ?

3) Dans une industrie de fabrique d'arôme artificiel, on procède ainsi qu'il suit :

a) Pour la réaction 1, on part de 6,0 kg du corps C et 8,8 kg du corps A. A l'équilibre, il se forme 8,67 kg de E_1. Quel est le rendement de la réaction 1 ?

b) Pour la réaction 2, on part de 6,0 kg de C et de 8,8 kg de B. En utilisant les informations suivantes, calculer la masse de E_2 formée à l'équilibre.

Classe de l'alcool	Primaire	Secondaire	Tertiaire
Limite d'estérification	66,7%	60%	5%

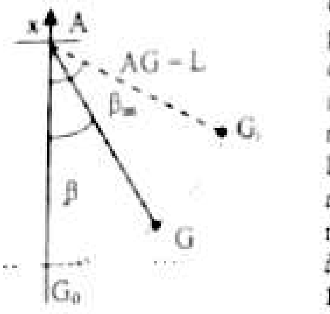
4) En examinant la liste des composés A, B, C et D, il est possible d'obtenir E_1 et E_2 autrement.

a) Ecrire les équations des réactions permettant d'obtenir autrement E_1 et E_2.

b) Quels avantages tirerait-on en procédant de la sorte ?

Physique Exercice 1

Les frottements sont négligés dans tout le problème. On étudie un pendule simple constitué d'une masse ponctuelle m, attachée à l'une des extrémités d'un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur L. L'autre extrémité du fil est attachée à un point fixe A. On repère la position du pendule à la date t par l'angle β.



1) a) Donner l'expression de l'énergie cinétique en G.

b) En prenant pour origine des énergies potentielles le plan horizontal passant par G_0, établir l'expression de l'énergie potentielle de la bille en fonction de m, g, L et β.

2) a) Donner l'expression de l'énergie mécanique en fonction de m, g, L, v et β.

b) Pourquoi l'énergie mécanique se conserve-t-elle ?

c) Exprimer la vitesse au passage par la position d'équilibre en fonction de g, L et β_m (amplitude angulaire). Calculer sa valeur. Données : g = 10 m.s^{-2} ; L 1,0 m ; $\cos\beta_m = 0,95$

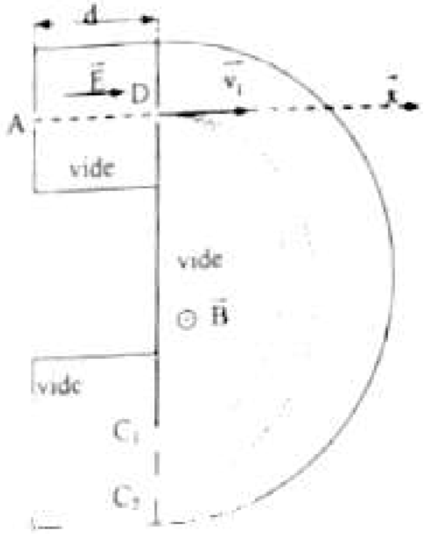
3) a) Choisir l'expression correcte de la période parmi les suivantes :

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{L}}$; $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\beta_m}{L}}$; $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{L}}$; $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

b) Si l'on transporte ce pendule sur la lune, comment varie sa période ? Justifier.

Physique Exercice 2

1) Un proton de masse m_1 et de charge q initialement au repos à l'orifice A est soumis à l'action d'un champ électrique uniforme $\vec{E}$ créé par un condensateur plan dont les armatures portent les orifices A et D permettant le passage de particules. A l'intérieur du condensateur, le proton effectue un mouvement rectiligne suivant $\vec{x}$. On donne $m_1 = 1,67.10^{-27}$ kg ; q = + e = $1,6.10^{-19}$ C ; d = 10 cm (distance séparant les plaques) ; g = 9,8 m.s^{-2} ; U = 5000 V (ddp entre les plaques).



a) Déterminer l'intensité de la force électrique appliquée au proton.

b) Comparer cette force électrique au poids du proton puis conclure.

c) Quelle est l'intensité de l'accélération du proton entre les plaques ?

d) En déduire la valeur de la vitesse v_1 de ce proton à l'orifice de sortie D. Quelle est la durée du trajet (AD) ?

2) Le proton, à la sortie du champ électrique en D, pénètre dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal à la vitesse $\vec{v}$ (voir figure). B = 8.10^{-2} T.

a) Montrer que dans ce champ magnétique uniforme le proton effectue un mouvement circulaire uniforme.

b) Calculer le rayon R_1 de la trajectoire décrite.

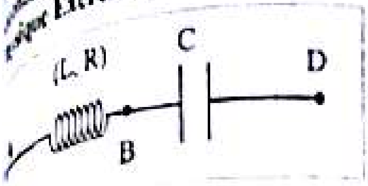
c) Quelle est sa vitesse angulaire ω ? En déduire la durée du trajet DC_1.

3) Une seconde particule de masse m_2 et de même charge q, initialement au repos, subit l'action du champ électrique $\vec{E}$ et arrive en D avec une vitesse v_2. Soumise ensuite à l'action du champ magnétique uniforme $\vec{B}$, elle a un mouvement circulaire uniforme de rayon R_2.

a) Montrer que $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

périmentalement on mesure la distance DC_2 et on e DC_2 = 36,2 cm. En déduire m_2. Quelle est cette de particule ?

ique Exercice 3



On considère un circuit comprenant en série une bobine de résistance R et d'inductance L et ndensateur de capacité C.

semble est alimenté par une tension sinusoïdale $= 52\sqrt{2}\cos 100\pi t$. On mesure les tensions efficaces $= 30$ V et $U_{BD} = 60$ V. L'intensité efficace vaut alors I = 2A.

Construire le diagramme de Fresnel relatif à ce circuit. elle 1 cm pour 10 V.

Le circuit est-il capacitif ou inductif ?

Calculer :

l'impédance Z_C et la capacité C du condensateur.

l'impédance Z_b de la bobine et l'impédance Z du circuit D

Retrouver à l'aide du diagramme de Fresnel les valeurs R et de L puis calculer les différences de phase φ_B entre et i et φ entre U_{AD} et i.

Donner l'expression de i(t).

Déterminer la fréquence de résonance et l'intensité cace du courant à la résonance.

BAC 2009 SERIE D

mie Exercice 1

prépare trois solutions A, B, C comme suit :

Solution A : on verse 10 cm^3 d'acide chlorhydrique de centration molaire C = 0,1 mol/L dans 90 cm^3 d'eau tillée

Solution B : on verse 1,2g d'acide éthanoïque dans 100 cm^3 d'eau distillée

olution C : on dissout 1,64g d'éthanoate de sodium dans cm³ d'eau distillée

supposera que la dissolution n'entraîne pas de variation volume. On donne les masses molaires atomiques en mol : M(Na) = 23 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1. Le Ka du couple CH_3COOH/CH_3COO^- = 4,7.

a) Calculer les concentrations molaires respectives des lutions A, B, C.

Calculer le pH de la solution A.

On étudie la solution B

En supposant que les ions OH^- sont minoritaires dans la lution et que l'acide est peu dissocié, montrer qu'à l'équilibre $[CH_3COO^-] \approx [H_3O^+]$.

Etablir l'expression du pH en fonction du pKa du uple considéré et de la concentration C_B de la solution B.

Calculer la valeur du pH.

On étudie la solution C

Montrer qu'à l'équilibre $[CH_3COOH] \approx [OH^-]$

En déduire le pH de la solution C.

Quels volumes V_A de la solution A et V_C de la solution C faut-il mélanger pour obtenir 150 cm^3 d'une solution de pH = 4,7.

Exercice 2

Un composé organique A, a pour formule générale : $C_nH_mO_2$.

1) Sachant que le rapport $\frac{m}{n} = 2$, donner la formule du composé A en fonction de n. Quelles sont les fonctions chimiques possibles de A ?

2) On considère maintenant n = 2

a) Donner la formule brute du composé A.

b) Ecrire les formules semi-développées de tous les isomères correspondant à A.

c) Nommer les et préciser leurs fonctions chimiques respectives.

d) Identifier A sachant que le composé A rougit le papier pH.

3) Soit la suite des réactions chimiques ci-après schématisées :

a) $A \xrightarrow{PCl_5} C$

b) C + butan-2-ol → D + HCl

c) $D + (K^+ + OH^-) \rightarrow E + F$ (F est chirale)

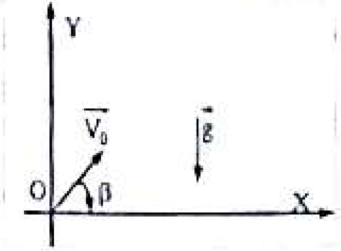
– Déterminer les formules semi-développées et les noms des composés organiques A, C, D, E, F et G.

– Donner les noms et caractéristiques des réactions b) et c).

– Représenter les énantiomères de F.

Physique Exercice 1

Un solide S ponctuel de masse m = 2 g est lancé de l'origine O d'un repère galiléen d'axes (ox, oy) à la date t = 0 avec



une vitesse initiale faisant un angle β avec l'horizontale (voir figure). Dans toutes les expériences la valeur de $\overrightarrow{V_0}$ restera constante et égale à 2 m/s, l'angle β prenant lui, des valeurs différentes.

2) Le solide S non chargé est soumis à la seule action du champ de pesanteur caractérisé par un vecteur $\vec{g}$ tel que g = 10 m/s^2

a) Etablir les équations horaires du mouvement de S.

b) Lorsque β = 90°, calculer l'ordonnée Y_M du sommet M de la trajectoire.

c) Lorsque β = 45° montrer que l'ordonnée $Y_{M'} = \frac{1}{2} Y_M$ et donner les coordonnées de M'.

2) On suppose que β prend la valeur nulle et que S porte maintenant une charge électrique q. On superpose au champ de pesanteur, un champ électrique $\vec{E}$ uniforme et constant.

c) Lorsque $q = -2.10^{-6}$ C, le mouvement du solide est rectiligne et uniforme. En déduire les caractéristiques de $\vec{E}$.

d) Lorsque $q = -6.10^{-6}$ C ; établir l'équation de la trajectoire de S et montrer qu'elle passe par le point M' défini précédemment.

Physique Exercice 2 (voir Physique XI-4)

Physique Exercice 3

1) On considère les radioactivités α, β^- et β^+ : compléter le tableau suivant :

Radio éléments	désin-tégration	Equation de désintégration
$^{210}_{84}Po$	α	$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ...$
$^{32}_{15}P$	β^-	$....... \rightarrow S + ...$
$^{40}_{19}K$	β^+	$....... \rightarrow Ar + ...$

2) Calculer l'énergie de liaison par nucléon du noyau de polonium 210.

3) Un échantillon de polonium 210 a une masse $m_0 = 1$ g à l'instant t = 0.

a) La demi-vie du polonium 210 est T = 138,5 jours. Que se passera-t-il au bout de 138,5 jours.

b) Déterminer l'activité A_0 de l'échantillon à t = 0.

c) Soit m(t) la masse de l'échantillon à l'instant t.

Vérifier qu'à l'instant t = nT, $m(t) = \frac{m_0}{2^n}$.

d) Quelle masse de polonium 210 de l'échantillon considéré a disparu lorsque n = 2 ? Quelle est alors l'activité de l'échantillon ?

Données : masse du noyau de polonium 210 : m = 210,04821 u ; masse du proton : $m_p = 1,0073$ u ; masse du neutron : $m_n = 1,0087$ u ; masse molaire atomique : M(Po) = 210 g/mol ; nombre d'Avogadro : $N = 6,02\ 10^{23}$;
1 u = 931,5 MeV/C^2.

BAC 2009 SERIE CE 1er TOUR

Chimie exercice 1

Une solution S a été obtenue en mélangeant un volume v_1(cm^3) d'une solution A d'acide nitrique HNO_3 de concentration C_1(mol/l) et un volume v_2(cm^3) d'une base B d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de concentration égale à C_2(mol/l)

1) Déterminer les concentrations C_1 et C_2 sachant que le pH de la solution A est 2,3 et que le pH de la solution B est 11,7.

2) Le volume de la solution S ainsi obtenue est égal à 40 cm^3. Son pH vaut 4 à 25°C. Calculer les volumes v_1 et v_2 des solutions A et B.

3) Quel serait le pH d'une solution S' que l'on obtiendrait de la même façon que la solution S en remplaçant la solution d'hydroxyde de calcium par une solution d'hydroxyde de sodium de même concentration molaire.

Exercice 2

Soit un alcool noté B dont la formule brute est $C_5H_{12}O$.

1) Donner les formules semi développées des différents alcools ayant la formule $C_5H_{12}O$.

2) Des analyses montrent que la molécule de B est ramifiée et chirale. L'oxydation ménagée de B par le permanganate de potassium en milieu acide donne, entre autres, un acide carboxylique.

a) Montrer que B est le 2-méthylbutan-1-ol.

b) Qu'appelle-t-on atome de carbone asymétrique ? Indiquer par un astérisque l'atome de carbone asymétrique dans la formule semi-développée de B.

c) Représenter les énantiomères correspondant à B.

d) Donner la formule semi développée et le nom de l'acide carboxylique obtenu par oxydation ménagée de l'alcool B par l'ion permanganate en milieu acide.

3) On fait réagir l'acide éthanoïque avec l'alcool B.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction et nommer le produit organique obtenu à la fin de la réaction. Préciser les caractéristiques de cette réaction.

b) Les masses utilisées de l'acide éthanoïque et de l'alcool B sont respectivement $m_A = 15$ g et $m_B = 22$ g. Calculer la masse du produit organique obtenu à la fin de la réaction sachant que le rendement de la réaction est 66,7%.

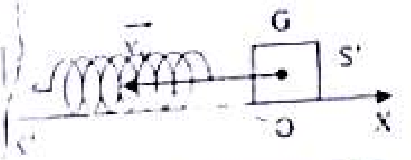
4) a) Proposer une autre méthode pour préparer le produit organique obtenu à la question 3)a.

b) Ecrire l'équation bilan de la réaction correspondant à cette méthode.

c) Quelles sont ces caractéristiques ? Données : masses atomiques molaires en g/mol : C = 12 ; H = 1 ; O = 16.

Physique Exercice 1

Un ressort à masse négligeable, à spires non jointives de constante de raideur K = 10 N/m peut se déplacer le long d'un axe horizontal (OX). On fixe l'une de ses extrémités en



X' et on accroche à l'autre extrémité un solide (S') de masse m = 0,1 kg.

Lorsque (S') est en équilibre, la projection sur (X'X) de son centre d'inertie G coïncide avec l'origine des abscisses.

Le solide (S') étant dans sa position d'équilibre stable, on lui communique une vitesse initiale $\vec{v_0}$ d'intensité constante $v_0 = 4.10^{-1}$ m/s à la date t = 0 s. Le plan horizontal exerce sur le solide (S') des forces de frottements dont la résultante f est caractérisée par $\vec{f} = -\lambda\vec{v}$ où $\lambda \in IR^+$

1) Montrer que l'équation différentielle de cet oscillateur amorti est de la forme : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\lambda}{m} \times \frac{dx}{dt} + \frac{K}{m}x = 0$

2) Dans la suite, on suppose les frottements du plan horizontal nuls.

Déterminer les valeurs numériques de :

a) L'amplitude x_m

b) La pulsation ω

c) La phase initiale φ

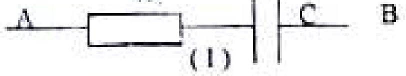
3) Ecrire l'équation horaire du mouvement de G.

4) a) Calculer E_m l'énergie mécanique de cet oscillateur. On suppose nulle l'énergie potentielle lorsque le ressort n'est pas déformé.

b) Donner l'expression de l'énergie mécanique du système « ressort + solide » à tout instant en fonction de K, m, x, et $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$

c) En utilisant le principe de conservation de l'énergie mécanique dans ce système, retrouver l'équation différentielle précédente.

Physique Exercice 2

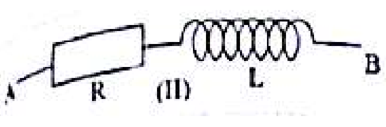


A partir des trois dipôles suivants :

– un conducteur ohmique de résistance R

– une bobine d'inductance L et de résistance négligeable

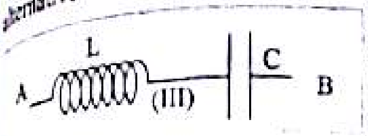
– un condensateur de capacité C.



On réalise l'un des trois montages suivants :

On branche A et B aux bornes :

- d'une pile : aucun courant permanent ne circule
- d'un générateur délivrant une tension sinusoïdale alternative soit $u = 15\sqrt{2}\cos(100\pi t)$: on note alors un courant d'intensité efficace 1,5 A et 13,5 W de puissance moyenne.



1) Quel est des trois montages envisagés celui qui a été étudié ? Justifier la réponse.

2) Déterminer les caractéristiques des composants utilisés. Quel est le déphasage courant-tension ? On précisera laquelle de ces deux grandeurs est en avance sur l'autre ?

3) Les trois dipôles RLC sont montés en série. On constate alors que la tension et le courant sont en phase.

a) Quel est le phénomène observé ?

b) Déduire des résultats numériques précédents la grandeur caractéristique du troisième dipôle.

Physique Exercice 3

Le neptunium $^{237}_{93}Np$ produit dans les piles atomiques est radioactif. Sa désintégration donne du protactinium $^{233}_{91}Pa$. La période correspondante est $T = 6,75.10^{13}$ s.

1) a) Préciser le type de désintégration observé et écrire l'équation nucléaire correspondante.

b) Calculer la constante radioactive λ du neptunium 237.

2) A la date t = 0, les déchets d'un réacteur contiennent une masse m = 100 g de neptunium 237.

a) Déterminer le nombre de noyaux dans 100 g de neptunium.

b) Exprimer le taux de désintégration (ou activité $A = -\frac{dN}{dt}$) en fonction de N à une même date t, N étant le nombre de noyaux présent à la date t.

c) Calculer la variation relative de A en un siècle. En déduire que l'activité A reste pratiquement constante pendant plusieurs décennies.

NB : On rappelle que si $x << 1$, $e^{-x} \approx 1 - x$.

3) Les noyaux fils engendrés se désintègrent à leur tour. Ils sont émetteurs β^-. Leur période est $T' = 2,37.10^6$ s.

a) Au bout de quelques années, l'activité $A' = -\frac{dN'}{dt}$ du protactinium 233 devient constante et est alors égale à celle du neptunium 237.

En déduire que la masse m' du protactinium 233 reste alors constante et calculer m'.

Données : $1u = 1,66.10^{-27}$; $\mathcal{N} = 6,02.10^{23}$; $_{90}Th$ (thorium) ; $_{91}Pa$ (protactinium); $_{92}U$ (uranium); $_{93}Np$ (neptunium); $_{95}Am$ (américanium)

BAC 2009 SERIE CE 2nd TOUR

Chimie Exercice 1

$pKa(NH_4^+/NH_3) = 9,2$

Pour obtenir une solution (S) de concentration molaire C ; on dissout un échantillon de chlorure d'ammonium (NH_4Cl) de masse m dans un volume $V = 200\ cm^3$ d'eau distillée sans variation de volume.

1) Ecrire les équations des réactions qui ont lieu dans la solution (S). En déduire la nature de cette solution.

2) Le pH de la solution (S) à 25°C vaut 5,6.

a) Faire le bilan qualitatif de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution (S).

b) Donner les expressions littérales des concentrations molaires de ces espèces et montrer que la concentration molaire C de la solution (S) a pour expression :

$C = [10^{(pka - 2pH)} + 10^{-pH}]$

c) Calculer la concentration molaire C et en déduire la valeur de la masse m.

3) a) Quelle masse m' d'hydroxyde de sodium solide faut-il dissoudre dans 50 cm^3 de la solution (S) pour que le pH devienne égal à 9,2 ? La dissolution de l'hydroxyde de sodium se fait sans variation de volume.

b) Comment appelle-t-on la solution ainsi préparée ?

c) Quelles propriétés présente t-elle ?

Chimie Exercice 2

On dispose de trois alcools : alcool A : butan–2–ol ; alcool B : 2–méthylpropan–2–ol ; alcool C : butan–1–ol.

1) a) Ecrire les formules semi développées des trois alcools A, B, C.

a) Représenter les énantiomères de l'alcool qui possède un carbone asymétrique.

2) On réalise l'oxydation ménagée des trois alcools avec un oxydant doux en défaut.

a) Ecrire avec les formules semi développées, les demi-équations d'oxydation de chaque alcool qui subit l'oxydation ménagée et donner les noms des produits d'oxydation.

b) Indiquer les résultats des tests obtenus avec chaque produit de l'oxydation, avec la DNPH et le réactif de Schiff.

3) On réalise l'oxydation ménagée des produits obtenus avec l'oxydant doux. Ecrire avec les formules semi développées la demi-équation d'oxydation du produit obtenu qu'on notera D.

4) On fait réagir un mélange équimolaire du produit D et une masse m = 600 g de chaque alcool A, B, C.

a) Ecrire avec les formules semi développées, les équations bilan de chaque réaction.

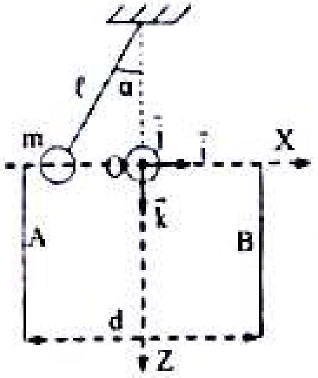
b) Calculer la masse m_E d'ester obtenu pour chaque alcool.

Le tableau donne le rendement de l'estérification pour un mélange équimolaire des réactifs pour chaque classe d'alcool.

Classe d'alcool	Rendement d'estérification
Alcool primaire	66%
. Alcool secondaire	60%
Alcool tertiaire	5%

Physique Exercice 1

On considère une boule en polystyrène électrisée par frottement de masse m = 1,2 mg. Cette boule est suspendue à un fil mince inextensible et est soumis à un champ électrique $\vec{E}$ uniforme d'un condensateur plan comme l'indique la figure ci-contre.



On donne : charge de la boule q = $-1,5\ 10^{-9}$C, tension appliquée aux armatures U = 2500 V, L = 0,6 m ; d = 25 cm ; ℓ = 10 cm ; AO = OB.

I) 1) Donner les signes des armatures et en déduire le sens de la tension U > 0.

2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent à la boule lorsqu'elle est en équilibre et donner les caractéristiques de chacune d'elles.

3) Quelle est la valeur de α, l'angle d'inclinaison du fil par rapport à l'axe OZ.

II) A l'équilibre le fil casse.

1) Dans un repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$), montrer que le mouvement ultérieur de la boule est plan et rectiligne.

2) Déterminer les coordonnées de la boule à la sortie du condensateur ainsi que la valeur de sa vitesse.

3) A quelle distance de O doit-on placer un écran pour avoir un impact situé à 15 cm de l'axe OZ ?

Physique Exercice 2

1) Un condensateur de capacité C = 33 µF est chargé à l'aide d'un générateur de tension idéale de f.é.m. E = 10 V.

a) Calculer la valeur de la charge Q_0 du condensateur à la fin de la charge.

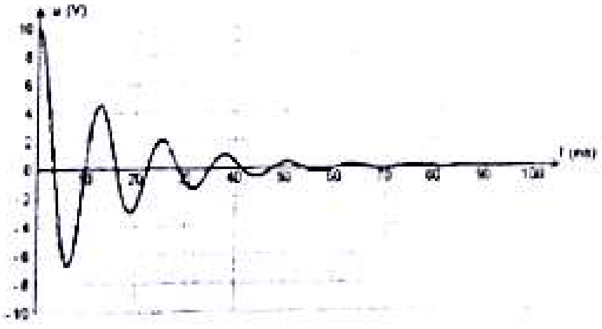
b) Quelle est alors l'énergie E_0 emmagasinée par le condensateur ?

2) Le condensateur chargé est déconnecté du générateur et ses armatures sont reliées aux bornes d'une bobine purement inductive d'inductance L = 120 mH.

a) Faire un schéma du circuit en précisant les connexions à l'oscilloscope pour observer la tension aux bornes du condensateur.

b) Dessiner sans considération d'échelle l'oscillogramme observé.

c) Donner une interprétation énergétique du phénomène observé.



3) a) Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée u(t) aux bornes du condensateur.

b) Déterminer alors, l'expression de la charge instantanée q(t) en fonction des caractéristiques des composants du circuit. On choisira comme instant origine, l'instant où les armatures ont été reliées aux bornes de la bobine.

c) Calculer la valeur maximale de l'intensité du courant dans le circuit et la valeur de la période T_0 des oscillations.

4) En réalité, on observe l'oscillogramme ci-dessous.

a) Que peut-on dire alors de la bobine.

b) Donner une interprétation énergétique justifiant l'oscillogramme observé

c) L'échelle horizontale étant de 10 ms/div, mesurer la pseudo période T et la comparer à T_0.

d) Quel composant électronique permet par intégration dans le circuit d'obtenir l'oscillogramme représenté à la question 2)b)

Physique Exercice 3

Le soleil est essentiellement constitué d'hydrogène à très haute température. Les protons subissent des réactions nucléaires conduisant à la formation de noyaux d'hélium.

1) Le bilan de ces réactions est : $x{}_1^1H \rightarrow {}_2^4He + y{}_1^0e + 2{}_0^0\nu$

Déterminer x et y

2) Pour chaque noyau d'hélium formé, quelle est, en unité de masse atomique (u), la masse transformée en énergie ? En déduire le pourcentage de la masse des noyaux d'hydrogène nécessaire à la formation d'un noyau d'hélium, transformé en énergie.

3) La masse du soleil est $M_S = 2.10^{30}$kg. On admet qu'il s'éteindra quand environ un vingtième $\left(\frac{1}{20}\right)$ de sa masse actuelle aura subit une fusion nucléaire. En admettant que 0,7% de la masse de l'hydrogène qui aura fusionné sera transformé en énergie, déterminer :

a) La masse d'hydrogène transformée en énergie jusqu'à l'extinction du soleil

b) L'énergie totale rayonnée pendant la même durée, exprimée en unité d'énergie du système international

4) La puissance rayonnée par le soleil dans l'espace est P = $4,0.10^{26}$ W. Calculer, en année, une valeur approximative de la durée pendant laquelle le soleil rayonnera avant de s'éteindre.

Données : masses des noyaux : m(${}_1^1H$) = 1,00728 u ; m(${}_2^4He$) = 4,0015 u ; m(${}_1^0e$) = $5,5.10^{-4}$ u

BAC 2010 SERIE D

Chimie Exercice 1

Toutes les solutions aqueuses sont à 25°C. On considère deux solutions aqueuses S_1 et S_2 de même concentration molaire C.

- S_1 est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de pH = 11,9.
- S_2 est une solution aqueuse de sulfate d'ammonium de pH = 5,5.

1) Calculer la concentration molaire volumique C.

2) Le sulfate d'ammonium est un solide ionique de formule $(NH_4)_2SO_4$ qui en solution aqueuse subit une dispersion totale suivant l'équation :

$$(NH_4)_2SO_4 \xrightarrow{eau} SO_4^{2-} + 2NH_4^+$$

a) Justifier brièvement la nature acide de la solution S_2.

b) Quelles sont les espèces chimiques présentes dans la solution ? Calculer leur concentration.

c) Montrer que le pKa du couple NH_4^+/NH_3 est 9,2.

3) On prépare un mélange M des solutions S_1 et S_2. Le pH du mélange M est de 9,2.

Calculer les volumes V_1 et V_2 qu'il faut prélever pour aliser un mélange M de volume V = 200cm^3.

Comment appelle-t-on la solution obtenue ? Donner ses opriétés.

mie Exercice 2

ydratation d'un alcène symétrique A donne un corps B.

Quelle est la fonction chimique du composé B ?

On fait réagir B avec l'acide éthanoïque ; il se forme les rps C et D. C est un composé organique de masse molaire = 116g/mol.

Quelle est la fonction chimique de C ? Déterminer la mule brute de B.

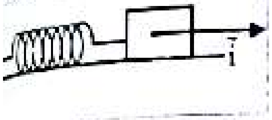
En déduire les formules semi-développées de A, B et C.

Ecrire le bilan de la réaction entre B et l'acide anoïque.

Une des molécules précédentes A ou B est chirale. quelle ? Pourquoi ? donner une représentation spatiale de s énantiomères.

ysique Exercice 1

Un solide de masse m = 200g peut glisser sans ttement, le long d'un axe $(O, \vec{i})$ horizontal. Ce solide est ché à l'extrémité droite d'un ressort de masse gligeable et de raideur k = 125 N/m dont l'extrémité gauche est fixée rigidement. Le point O, origine de l'axe $(O, \vec{i})$, est confondu avec G_0, position du centre ertie G du solide dans sa position d'équilibre. Lorsque le lide se trouve dans une position quelconque, on note x scisse du centre d'inertie G : $\overrightarrow{OG} = x\vec{i}$; $\vec{v} = v\vec{i}$ le teur vitesse du centre d'inertie G



En appliquant la relation fondamentale de la dynamique blir l'équation différentielle du mouvement du centre nertie G.

A l'instant t = 0, on comprime le ressort en poussant le ide à partir de sa position d'équilibre d'une longueur a = m et on le lâche sans vitesse initiale.

Calculer la pulsation propre ω_0, la fréquence propre N_0 a période propre T_0 de l'oscillateur.

Donner l'équation horaire x(t) du mouvement du centre ertie G du solide.

Calculer :

L'énergie potentielle élastique E_{pe}^{o} du ressort à l'instant al t = 0.

L'énergie mécanique E_m du système formé par le ressort solide à l'instant t et montrer qu'elle est constante.

sique Exercice 2 (Voir Physique XI-9)

sique Exercice 3

de 131 $^{131}_{53}I$ est un radionucléide ayant la propriété de se r sur la glande thyroïde.

ésente une radioactivité de type β^-.

Définir la désintégration β^-.

Donner la composition du noyau d'iode 131.

Lors de la désintégration β^- quelle transformation se duit dans le noyau d'iode 131 ? Ecrire l'équation de cette sformation.

4) Ecrire l'équation de la réaction de désintégration β^- de l'iode 131 et préciser les lois de conservation utilisées.

Antimoine (Sb) : Z = 51 ; Tellure (Te) : Z = 52 ; Xénon (Xe) : Z = 54 ; Césium (Cs) : Z = 55.

5) Une personne a été contaminée par l'iode 131 dont le temps de demi-vie ou période est T = 8 jours.

a) Définir en une phrase le mot demi-vie.

b) Le nombre N(t) de noyau non désintégrés au bout d'un temps t est donné par $N(t) = N_o e^{-\lambda t}$ où No est le nombre de noyau d'iode 131 à l'instant t = 0 et λ une constante radioactive.

Déterminer l'expression de la constante radioactive λ en fonction de la période T et calculer sa valeur numérique.

6) Pour la personne contaminée à l'instant t = 0, calculer le temps au bout duquel il ne restera plus que $1/128^{ème}$ du nombre de noyaux d'iode 131 initial fixés sur la glande thyroïde.

BAC 2010 SERIE CE 1er TOUR

Chimie Exercice 1

1) On veut préparer 0,1ℓ d'une solution de pH égale à 4. Pour cela on mélange un volume V_1 d'une solution d'acide méthanoïque de concentration $C_1 = 1.10^{-1}$ mol/ ℓ et un volume V_2 d'une solution de méthanoate de sodium de concentration $C_2 = 5.10^{-2}$ mol/ℓ. Le pKa du couple acide méthanoïque /ion méthanoate est égal à 3,8.

a) Quelles sont les espèces chimiques présentent dans la solution ? Calculer leurs concentrations en fonction de V_1 et V_2.

b) Calculer V_1 et V_2.

c) Calculer en mol les quantités d'ions méthanoate et de molécules d'acide méthanoïque présents dans le volume de solution préparée.

2) On verse dans 0,1ℓ de la solution ci-dessus un volume V de solution de soude de concentration 10^{-1} mol/ℓ.

a) Donner l'équation bilan de la réaction chimique entre les ions OH^- et les molécules d'acide méthanoïque.

b) En déduire en mol, les quantités d'ions méthanoate et des molécules d'acide méthanoïque dans le mélange après réaction. (On exprimera ces 2 nombres en fonction de V).

c) Calculer V sachant que le pH après réaction est 4,1.

Chimie Exercice 2

1) L'hydratation d'un alcène A dont la molécule contient 4 atomes de carbone donne deux alcools B et B'. L'alcool B' est majoritaire.

– L'oxydation ménagée de B donne un produit C qui précipite avec la 2,4-D.N.P.H et réagit avec le réactif de Schiff

– L'oxydation ménagée de B' par l'ion dichromate en milieu acide n'est pas possible.

a) Préciser la fonction du composé C et la classe de l'alcool B et B'.

b) En déduire les formules semi-développées des produits B', A, B, et C.

2) **a)** Si on poursuit l'oxydation ménagée de B par un excès de dichromate de potassium ($2K^+ + Cr_2O_7^{2-}$) en milieu acide, on obtient un composé D dont on donnera la formule et le nom.

b) Etablir l'équation bilan de la réaction d'oxydation de l'alcool B en D par l'ion dichromate.

3) Le produit D obtenu, isolé, est dissout dans l'eau et donne 0,50ℓ d'une solution S. Il faut un volume $V_B = 8,0$ cm^3 de solution de soude de concentration molaire $C_B = 1,0.10^{-2}$ mol/ℓ pour doser 20,0 cm^3 de la solution S.

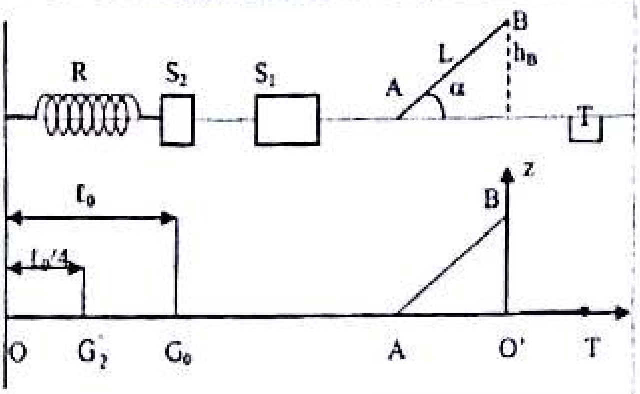
a) Calculer la quantité de matière de D contenue dans 0,50ℓ de la solution S.

b) Le rendement de la transformation de A en D est 8%. Calculer la masse de A qui a été hydratée.

Physique Exercice 1

Un solide S_1 de masse m_1 est propulsé le long d'une piste. La piste comporte une partie AB de longueur L incliné d'un angle α sur l'horizontale, suivie d'un trou T afin de recevoir ce solide. Le solide S_1 est propulsé grâce à un choc avec le solide S_2 de masse $m_2 = 4m_1$. Le solide S_2 est lui-même relié à un ressort R horizontal, de masse négligeable et de constante de raideur k. L'autre extrémité du ressort est fixe en O.

A l'équilibre, la position du centre d'inertie du solide S_2 est notée G_0 telle que $OG_0 = \ell o$. Tous les frottements sont négligés. Lors du choc, le solide S_2 transmet intégralement son énergie cinétique au solide S_1 ; le ressort exerce une force proportionnelle à sa déformation.



I) Un joueur comprime le ressort : la nouvelle position du centre d'inertie G_2 du solide S_2 devient G_2' telle que $OG_2' = 0,25\ell o$. Puis ce même joueur le lâche à un instant pris comme origine des dates, sans communiquer de vitesse initiale à S_2.

1) Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G_2 du solide S_2. L'origine sur l'axe x'x est G_0.

2) L'équation du mouvement de G_2 est

$x(t) = A\sin(\omega_0 t + \phi)$ où x est l'abscisse de G_2 sur l'axe G_0x.

a) Quelle est la nature du mouvement de G_2 ?

b) Préciser la signification physique de : A, ω_0 et ϕ

c) Etablir l'expression littérale de ω_0 et de la période T_0

d) Déterminer les valeurs des constantes A et ϕ

e) En déduire littéralement puis numériquement l'équation horaire x(t).

3) **a)** Donner l'expression littérale de la vitesse v(t) de G_2.

b) A quel instant t_0 le centre d'inertie G_2 du solide S_2 passe-t-il en G_0.

c) Déterminer la valeur de la vitesse lors du passage en G_0 ?

4) **a)** Exprimer l'énergie mécanique du système ressort et solide S_2 à un instant t quelconque.

b) Que vaut cette énergie à l'instant t_0.

c) En déduire la vitesse v_0 du solide S_2 à l'instant t_0. Cette valeur est-elle en accord avec celle trouvée en 3.c ?

II) Le choc entre les solides à lieu lorsque le centre d'inertie G_2 du solide S_2 passe en G_0.

1) Calculer la vitesse v_1 acquise par le centre d'inertie G_1 du solide S_1 au moment du choc.

2) En déduire la vitesse V_A du centre d'inertie G_1 du solide S_1 au passage en A.

3) On prévoit que le solide S_1 aborde la partie AB avec la vitesse $V_2 = 3,6$ m/s. Vérifier que cette valeur est en accord avec les hypothèses formulées au départ.

4) Calculer la vitesse V_B au passage du sommet de la partie AB, sachant que B est situé à une hauteur $h_B = 25$cm au dessus du plan horizontal passant par A.

5) Quelle doit être la longueur L de la partie AB ?

6) Déterminer l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G_1 du solide S_1 au delà de B, dans le repère O'xz.

7) Déterminer l'expression littérale, puis numérique, de la vitesse du solide S_1 retombant sur le sol.

8) A quelle distance du point O' faut-il percer le trou ?

Données : $m_1 = 50$g ; $m_2 = 200$g ; k = 20N/m ; $\ell_0 = 24$cm ; g = 10m/s^2 ; α = 30°. Aide au calcul : $\pi^2 = 10$; sin30 = 0,5 ; cos30 = 0,87 ; tan30 = 0,58 ; $(3,6)^2 = 13$; $(1,4)^2 = 2$; $18^2 = 324$;

8×0,87 = 7.

Physique Exercice 2

1) On réalise un circuit en montant en série une bobine d'inductance L, un condensateur chargé de capacité C et un interrupteur K (figure I). On suppose négligeable la résistance de la bobine et des fils de connexion.

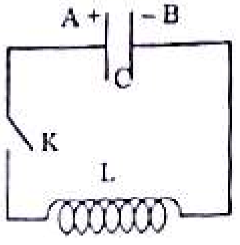


Figure I

Figure II

a) On ferme l'interrupteur K. Quel phénomène se produit-il dans le circuit ? En précisant, sur le schéma, le sens positif choisi pour le courant, établir l'équation différentielle liant la charge q du condensateur à sa dérivée seconde par rapport au temps.

b) En déduire l'expression de la période T_0 du circuit. Application numérique : C = 20µF ; L = 5.10^{-2}H.

2) Soit un ressort élastique, de constante de raideur K, de masse négligeable ; une de ses extrémités est fixée en O, l'autre est attachée à un solide S de masse m qui peut se déplacer sans frottement. (figure II)

a) A partir de l'étude énergétique, établir l'équation différentielle du mouvement du solide.

En déduire la nature du mouvement de S.

b) L'étude du mouvement montre que 25 oscillations durent 8,1s. Sachant que la masse du solide vaut m = 200g, en déduire la valeur numérique de la constante de raideur K.

En comparant l'étude des systèmes précédents, faire une analogie entre les grandeurs électriques et mécaniques. Trouver les grandeurs mécaniques correspondant à la charge la capacité C du condensateur, à l'intensité I du courant l'inductance L de la bobine.

Physique Exercice 3

Le polonium 210 $\left(^{210}_{84}Po\right)$ est un radionucléide émetteur

Le noyau fils est un isotope du plomb $^{A}_{Z}Pb$.

Ecrire l'équation de cette désintégration radioactive et déterminer A et Z.

Calculer l'énergie Q libérée par la désintégration d'un noyau de polonium 210 (en MeV).

On montre que lors de la désintégration d'un noyau de polonium, les vitesses du noyau fils V_{pb} et de la particule α, sont dans le rapport inverse des masses c'est à dire $V_\alpha = m_\alpha/m_{Pb}$.

En déduire l'expression de l'énergie cinétique Ec(Pb) du noyau fils en fonction de l'énergie cinétique Ec(α) de la particule α et des masses m_α, m_{Pb}.

Calculer en MeV l'énergie cinétique de la particule α si la désintégration se fait :

Sans émission de photon γ

Avec émission de photon de longueur d'onde λ = 5.10^{-12}m.

La demi-vie du polonium 210 est T = 138 jours.

Quelle est sa constante radioactiveλ ?

Un échantillon de polonium 210 a une activité A_0 = Bq à t = 0. Calculer le nombre No de noyaux présents dans cet échantillon.

Après quelle durée l'activité sera-t-elle divisée par 4 ?

Donner la relation entre A(t) (Activité à la date t) et Ao.

Exprimer la diminution relative d'activité r = $\frac{Ao-A(t)}{Ao}$ en fonction de T et de t. Calculer r pour t = 1 an.

Données : $m\left(^{210}_{84}Po\right)$ = 209,98286u ; $m\left(^{A}_{Z}Pb\right)$ = 5,97445u. m_α = 4,00150u ; 1eV = $1,6.10^{-19}$J ; 1u = 6.10^{-27}kg ; h = $6,63.10^{-34}$J.s ; C = 3.10^{8} m/s; 1u = 1,502 MeV/c².

BAC 2010 SERIE CE 2nd TOUR

Chimie Exercice 1

Un laborantin dispose dans son laboratoire des solutions suivantes :

- Solution S_1 d'acide benzoïque de concentration C_1 = mol/ℓ.
- Solution S_2 de benzoate de potassium de concentration $C_2 = 10^{-2}$mol/ℓ.
- Solution S_3 d'acide chlorhydrique de concentration C_3 = mol/ℓ.

Il mesure le pH de la solution S_1 et trouve 3,1.

Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution S_1.

En déduire les valeurs des constantes Ka et pKa du couple $C_6H_5-COOH/ C_6H_5-COO^-$

Il dose 100 mℓ de la solution S_2 avec la solution S_3. L'opération est suivie avec un pH mètre.

a) Faire le schéma annoté du dispositif expérimental.

b) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit.

c) Quelle est la nature de la solution qu'il obtient à l'équivalence ? Justifier.

3) A V_1 = 10 mℓ de la solution S_1, il ajoute un volume V_2 de la solution S_2 pour obtenir une solution de pH = 5.

a) En négligeant les concentrations des ions H_3O^+ et OH^- devant celle des ions K^+, exprimer, en fonction de V_2 les concentrations des ions $C_6H_5-COO^-$ et de l'acide C_6H_5-COOH.

b) Donner l'expression de la constante Ka en fonction de V_2. Calculer V_2.

Chimie Exercice 2

Un composé oxygéné A, non cyclique à chaîne carbonée saturée, a pour formule C_4H_8O.

1) Ecrire les formules semi-développées correspondantes à cette formule brute et indiquer leur fonction chimique.

2) A réagit avec le D.N.P.H et avec le réactif de Tollens. En déduire la fonction de A.

3) A donne, par oxydation avec une solution acidifiée de dichromate de potassium, un produit B.

a) En déduire la fonction chimique de B.

b) Ecrire les formules semi-développées possibles pour B et donner les noms correspondants.

4) Sachant que la chaîne carbonée de B n'est pas ramifiée, écrire la formule semi-développée et donner le nom du chlorure d'acyle C que l'on peut obtenir à partir de B.

5) On fait réagir ensuite 21,3g de C avec 18g de propan – 1 – ol.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction.

b) Donner le nom des produits formés.

c) Montrer qu'un des réactifs est en excès.

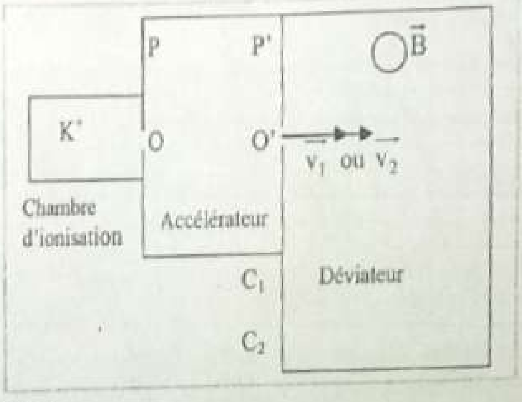
d) Calculer les masses des produits formés.

Données : Masses atomiques molaires g/mol : C = 12 ; H = 1 ; O = 16 ; Cℓ = 35,5.

Physique Exercice 1

- Charge élémentaire : e = $1,6.10^{-19}$C
- Unité de masse atomique : u = $1,67.10^{-27}$kg

A l'intérieur d'une chambre d'ionisation on produit des ions potassium isotopes $^{a}K^{+}$ et $^{b}K^{+}$ de masses respectives m_1 et m_2.



1) Ces ions pénètrent dans un accélérateur linéaire, constitué de deux plaques P et P' par un trou O fait dans la plaque P avec une vitesse pratiquement nulle. Entre les plaques P et P' existe une tension positive $U = V_P - V_{P'}$. On

désigne par $\vec{v_1}$ et $\vec{v_2}$ les vecteurs vitesses respectifs des ions $^{a}K^{+}$ et $^{b}K^{+}$ en O' (trou fait dans la plaque P')

a) Exprimer les rapports $\frac{m_2}{m_1}$ et $\frac{v_2}{v_1}$ en fonction des nombres de masses a et b des deux ions

b) Calculer les valeurs de ces deux rapports pour a = 39 et b = 40

c) La vitesse v_1 de $^{a}K^{+}$ vaut 10^5m/s. calculer la valeur de la tension accélératrice U et celle de la vitesse v_2 de $^{b}K^{+}$

2) Les ions potassium pénètrent ensuite dans un déviateur magnétique où règne un champ magnétique $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure (Voir figure)

a) Montrer que dans le déviateur magnétique, le mouvement d'un ion potassium est plan, uniforme et circulaire

b) Quel sens doit avoir $\vec{B}$ pour que les ions potassium soient déviés vers le bas ?

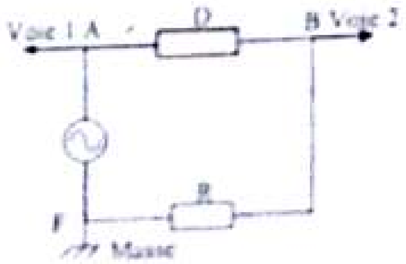
c) On désigne par C_1 et C_2 les points de sortie du champ magnétique des ions après un demi-tour de leurs trajectoires respectives. Sachant que a = 39 , b = 40 , $O'C_1$ = 2m

Calculer

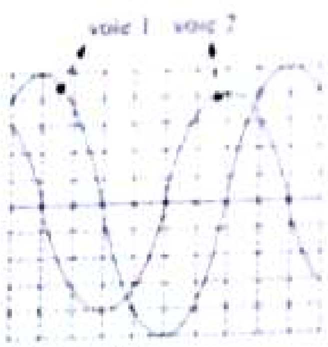
- Le rapport $\frac{O'C_2}{O'C_1}$, -La distance C_1C_2

Physique Exercice 2

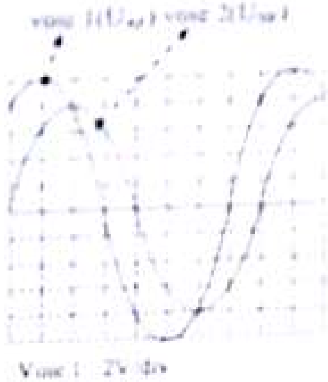
On dispose deux dipôles dont l'un noté D_1 est un condensateur de capacité C et l'autre noté D_2 est une bobine de résistance R_0 et d'inductance L. On branche d'abord l'un des dipôles dans le circuit ci-après, puis l'autre ensuite



Entre A et F, un générateur maintient une tension sinusoïdale de pulsation ω = 300 rad.s⁻¹. Entre B et F se trouve un conducteur ohmique de résistance R = 20 Ω. Un oscilloscope bicourbe permet de suivre les variations des tensions U_{AF} (voie 1) et U_{BF} (voie 2). Ces variations sont représentées ci-après selon que l'on place dans le circuit l'un où l'autre des dipôles



Voie 1 : 2V/div
Voie 2 : 0,5V/div
Figure 3



Voie 1 : 2V/div
Voie 2 : 1V/div
Figure 2

1) Monter que la simple observation des figures 2 et 3 permet de déterminer la nature des dipôles D_1 et D_2 placés dans le circuit entre A et B

2) Donner l'expression de l'impédance du circuit constitué de la bobine et du conducteur ohmique en série et l'expression de la phase φ entre le courant d'intensité instantanée i_{AF} = Im cosωt et la tension U_{AF} = Umcos(ωt + φ) En utilisant l'une des figures 2 et 3 déterminer R_0 et L

3) Rappeler l'expression de l'impédance du circuit constitué par le condensateur et le conducteur ohmique montés en série. Calculer la capacité C du condensateur

4) On monte les dipôles D_1, D_2 et R en série aux bornes du générateur basse fréquence (GBF) précédent

a) Pour quelle valeur de la pulsation a-t-on le facteur de puissance maximal ?

b) Calculer le facteur de qualité et conclure.

c) Calculer la différence de phase entre la tension u(t) aux bornes du générateur et l'intensité i(t) qu'il délivre pour ω = 300 rad.s⁻¹ et donner la caractéristique du dipôle

Physique Exercice 3 (Hors nouveau programme)

BAC 2011 SERIE D

Chimie Exercice 1

1) On prépare 500 mL de solution d'acide ascorbique par dilution dans l'eau de 0,44 g d'acide ascorbique $C_6H_8O_6$ (vitamine C) en poudre. La solution obtenue, qui fait intervenir le couple $C_6H_8O_6/C_6H_7O_6^-$, a un pH de 3,2 à 25°C

a) Quelle est la concentration molaire de cette solution ?

b) Ecrire l'équation de la réaction de l'acide ascorbique avec l'eau

c) Déterminer la concentration de toutes les espèces présentes dans cette solution

d) En déduire le coefficient d'ionisation et le Ka du couple $C_6H_8O_6/C_6H_7O_6^-$

2) A 20 mL de cette solution, on ajoute un volume V d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de concentration 10^{-3} mol/L et le pH devient 4. Déterminer le volume V versé

Données : masse atomique molaire en g/mol : H 1 , C 12 , Ca 40

Chimie Exercice 2

On considère les molécules ci-dessous

A. $CH_3 - CO - CH_3$; B $CH_3 - CH_2 - CHO$

C. $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

D. $CH_3 - COOH$; E $CH_3 - COO - CH_3$

1) a) Nommer les fonctions chimiques présentes dans ces molécules

b) Nommer ces molécules

2) Certaines de ces molécules sont isomères. Lesquels ? Pourquoi ?

3) Les molécules C et D sont liquides. Leur mélange subit une réaction au cours de laquelle il y a formation d'un composé organique noté F

Ecrire l'équation bilan de cette réaction. Nommer le composé F.

Quel est le nom de cette réaction ? Donner ses caractéristiques.

On verse 150mL du composé C dans 120mL du composé D. Lorsque la transformation est terminée le mélange contient entre autres 4/3 moles de composé F.

Déterminer en moles la composition initiale du mélange.

La transformation est-elle totale ? Justifier.

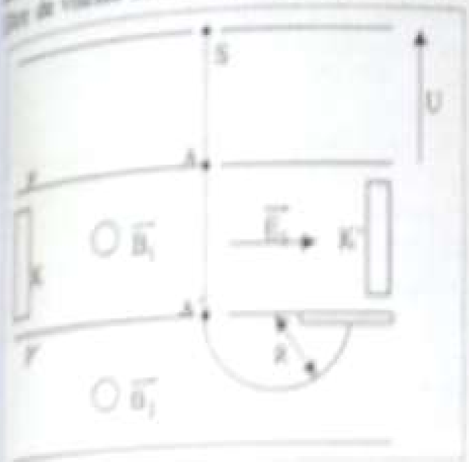
Déterminer en mole la composition finale du mélange.

Déterminer le pourcentage d'acide estérifié.

On donne les masses molaires en g/mol : C : 12 ; O : 16 ; H : 1. Masses volumiques du corps C : 0,8 g/mL ; du corps D : 1g/mL.

Physique Exercice 1

Une source ponctuelle(S) d'ions émet un pinceau très étroit composé de deux types d'ions $^{200}_{80}Hg^{2+}$ et $^{202}_{80}Hg^{2+}$ de masses respectives m_1 et m_2 et de charges respectives q_1 et q_2. Les particules émises avec une vitesse initiale négligeable sont accélérées avec une différence de potentiel (ddp) U et arrivent à une première fente A situé au niveau du plan P. Les ions traversent ensuite la fente A et arrivent à une deuxième fente A' située au niveau du plan P', à travers un filtre de vitesse constitué par l'association de deux champs



$\vec{E_1}$ et $\vec{B_1}$ uniformes et orthogonaux. Après A', les ions pénètrent dans une capsule où règne un champ magnétique $\vec{B_2}$ uniforme qui leur impose une trajectoire circulaire de rayon R et vont impressionner une plaque photographique (voir figure).

1)

a) Calculer la vitesse V_A d'un ion $^{200}Hg^{2+}$ en A.

b) A quelle condition a-t-on $\vec{V_A} = \vec{V'_A}$ ($\vec{V'_A}$ étant la vitesse en A')

c) Déduire la relation entre V_A, B_1 et E_1.

d) Donner le sens de $\vec{B_1}$.

2) a) Donner également le sens de $\vec{B_2}$.

b) Montrer que le mouvement des particules dans la région où règne le champ $\vec{B_2}$ est uniforme.

c) Exprimer la charge massique $\frac{q}{m}$ des particules qui impressionnent la plaque photographique en fonction de E_1, B_1, B_2 et R.

d) Calculer la distance entre les points d'impact des isotopes $^{200}_{80}Hg^{2+}$ et $^{202}_{80}Hg^{2+}$ sur la plaque photographique.

Données : U = 12 kV ; e = 1,6.10^{-19}C ; E$_1$ = 6.10^4 V/m ; B$_1$ = 0,1 T ; B$_2$ = 0,2 T ; 1uma = 1,6.10^{-27}kg ; $\mathcal{N}$ = 6,02.10^{23}mol^{-1} ; M$_1$ = 200g/mol ; M$_2$ = 202g/mol.

Physique Exercice 2

On constitue un dipôle en plaçant en série une bobine B d'inductance L et de résistance r avec un conducteur ohmique de résistance R.

On applique aux bornes de cette association une tension sinusoïdale de fréquence f = 50 Hz et d'expression u = U√2cosωt. L'intensité instantanée est alors i = I√2cos(ωt + φ). On donne U = 82,5 V et I = 2A. Un voltmètre branché successivement aux bornes de R puis de B donne respectivement U_R = 40 V et U_B = 60 V.

1)

a) Déterminer R

b) En prenant l'horizontale comme origine des phases, déterminer à l'aide de la construction de Fresnel :

- La phase φ de i par rapport à u
- La phase φ_B de la tension u_B aux bornes de B par rapport à i.

c) Calculer L et r.

2) Quelle est la capacité C du condensateur qu'il faut mettre en série avec le dipôle précédent pour que l'intensité soit en phase avec la tension aux bornes de la nouvelle association.

3) On enlève le condensateur et on alimente le dipôle constitué de B et R en série avec une tension continue de valeur U_1 = 12 V. Quelle est l'intensité I_1 du courant qui traverse ce dipôle ?

Physique Exercice 3

L'isotope 198 de l'or est radioactif β^-.

1)

a) Ecrire l'équation bilan de la désintégration d'un noyau d'or.

b) Quel est, parmi ceux du tableau suivant, le noyau X formé ?

$_{77}Ir$	$_{78}Pt$	$_{79}Au$	$_{80}Hg$	$_{81}T\ell$

2) Calculer en MeV, l'énergie libérée par cette réaction.

3) La période radioactive de l'isotope 198 de l'or est égale à 65 heures. Soit m_0 la masse d'un échantillon d'or(isotope 198 pur) à la date t_0 = 0 et m la masse d'isotope 198 restant à la date t_1.

a) Calculer la valeur du rapport $\frac{m_1}{m_2}$ à t_1 = 130 heures.

b) Au bout de combien de temps ce rapport vaudra t-il 0,125 ?

Données : m(^{198}Au) = 197,92493u ; m(X) = 197,9229u ; m(β^-) = 5,5.10^{-4} u ; 1u = 931,5 Mev/c^2.

BAC 2011 SERIE CE 1er TOUR

Chimie Exercice 1

Deux solutions aqueuses (S_1) et (S_2) ont exactement le même pH à 25°C mais des concentrations molaires respectives C_1 et C_2 différentes.

S_1 est une solution aqueuse d'un monoacide fort de volume V_1 = 500 cm^3 obtenue en dissolvant 44,8 L de HCℓ gazeux dans l'eau.

S_2 de volume $V_2 = 500\ cm^3$ est une solution aqueuse d'un monoacide AH de formule $C_xH_yO_2$ contenant en masse 69,56% d'oxygène, qu'on a obtenu par la dissolution d'une masse m = 2,3 g de cet acide.

On donne : $V_M = 22,4$ L et y = 2x.

1) Déterminer la concentration molaire C_1 de (S_1) et en déduire le pH.

2)

a) Déterminer la formule brute de l'acide AH de (S_2)

b) Déterminer sa concentration molaire C_2

c) Montrer que cet acide est faible et écrire l'équation de sa réaction avec l'eau.

d) Déterminer les concentrations molaires des espèces chimiques en solution.

e) En déduire le pKa de son couple acide/base

3) On désire obtenir à partir de (S_2) une solution tampon

On y ajoute alors une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0,2$ mol/L.

Quel volume a-t-on ajouté

On donne les masses atomiques molaires en g/mol : H : 1 ; O : 16 ; C : 12 ; Volume molaire $V_M = 22,4$ L/mol.

Chimie Exercice 2 (cet exercice a été modifié)

1) Un monoalcool de masse 1,5g brûle complètement en donnant 3,75g de dioxyde de carbone.

a) Ecrire l'équation bilan de sa combustion et déterminer sa formule brute.

b) Donner les formules semi développées de tous ses isomeres alcools.

c) Quels sont les isomères qui ne peuvent pas subir d'oxydation ménagée. Les nommer.

d) Donner en le nommant la formule semi développée du produit obtenu par oxydation ménagée de l'alcool secondaire à chaine ramifiée

2) On fait reagir 15 g d'acide éthanoïque avec 22g de *l'alcool secondaire à chaine ramifiée.*

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction et nommer le produit organique obtenu.

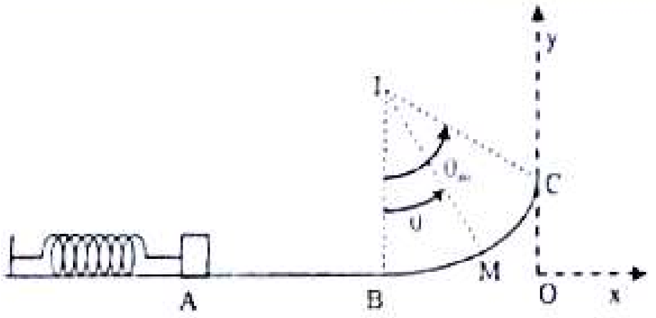
b) Déterminer la masse de ce produit sachant que le rendement de la réaction est de 60%

Données : les masses atomiques molaires en g/mol :

H : 1 ; C : 12 ; O 16

Physique exercice 1

Un ressort de raideur k = 100 N/m sert à lancer un solide de petites dimensions de masse m = 50g. Lorsque le ressort n'est ni comprimé ni allonge, son extrémité libre se trouve en A. En poussant cette extrémité à l'aide du solide, on comprime le ressort de Δℓ puis on lâche le système. Le ressort se détend et le solide arrive en A avec une vitesse V_A = 4m/s. Il se déplace sur la partie horizontale de la piste entre A et B pendant 0,8 s. A partir de B, il aborde une partie circulaire verticale BC de centre I et de rayon r = 0,4m. Sa position en M sur l'arc de cercle est repérée par l'angle θ formé par IB et IM dont la valeur maximale est θ_m = (IB, IC) = 60°, (voir figure). On négligera les frottements sur tout le parcours de A à C. On rappelle que l'énergie potentielle elastique d'un ressort se calcule par $E_{pe} = \frac{1}{2}k\Delta\ell^2$.



1) Calculer le raccourcissement du ressort.

2) Quelle est la longueur de la partie rectiligne AB de la piste ?

3) Exprimer la vitesse du solide en M en fonction de V_A, g, r et θ

4) Calculer la vitesse du solide en C. On prendra g = 9,8 m/s².

5) A partir du point C, le solide perd le contact avec la piste et retombe sur le sol, au même niveau que AB. On étudie son mouvement dans le repère (O, x, y), le point O étant la projection de C sur le plan horizontal

a) En prenant comme origine des dates l'instant de passage en C, établir les équations horaires des coordonnées cartésiennes du solide.

b) Ecrire l'équation de la trajectoire du solide.

c) Calculer l'abscisse du point de chute du solide.

d) Quelle est l'intensité de la vitesse du solide juste avant l'impact au sol ?

Physique Exercice 2

Un générateur délivrant une tension sinusoïdale u(t) de valeur efficace U = 6V, de fréquence N, est branché aux bornes d'un dipôle AB comprenant, montés en série :

Un conducteur ohmique de résistance R = 23Ω, une bobine inductive d'inductance L et de résistance r, un condensateur de capacité C = 2,5μF, un ampèremètre d'impédance négligeable

1) Pour la pulsation correspondant à la fréquence N, donner l'expression de l'impédance Z_{AB} du dipôle AB.

2) On fait varier la fréquence N. On constate que l'intensité efficace du courant est maximale (I_0 = 0,2 A) pour la fréquence N_0 = 100 Hz.

a) Calculer alors l'impédance Z_{AB}.

b) En déduire les caractéristiques r et L de la bobine.

3) La fréquence vaut maintenant N_1 = 80Hz.

a) Representer l'allure du diagramme de Fresnel correspondant (diagramme des impédances), sur lequel on fera apparaitre la phase φ de la tension u en prenant celle de l'intensité i comme origine des phases.

b) Calculer φ et donner l'expression de u(t) = Ucos(ωt + φ).

Physique Exercice 3

Le bombardement du cobalt naturel $^{59}_{27}Co$ par un neutron produit l'isotope ^{60}Co qui est un radioélément très utilisé en médecine.

1) Ecrire l'équation de la réaction de production de l'isotope 60 du cobalt.

2) On étudie 10 echantillons identiques contenant chacun au départ (t = 0) une masse m(0) de 1 mg de ^{60}Co. A t = 0, l'échantillon ne contient pas d'autres noyaux radioactifs. Tous les ans on effectue l'analyse d'un echantillon et on détermine ainsi la masse m(t) qui subsiste dans l'échantillon analysé. On remarque que le quotient $\frac{m(t)}{m(t+1)}$ est en moyenne égal à 1,14 (t en années)

a) Calculer la constante radioactive du cobalt

b) En déduire sa période

3) Calculer la masse de cobalt désintégrée à la date t = 15,87 ans

BAC 2011 SERIE CE 2nd TOUR

Chimie Exercice 1

On dispose des quatre solutions suivantes :

- Solution S_1 d'acide méthanoïque de concentration $C_1 = 10^{-2}$ mol/L
- Solution S_2 d'acide chlorhydrique de pH = 2
- Solution S_3 d'acide éthanoïque de concentration $C_3 = 10^{-2}$ mol/L
- Solution S_4 d'acide monochloroéthanoïque $CH_2ClCOOH$ de concentration $C_4 = 10^{-1}$ mol/L

1) La solution S_4 a un pH = 2 à 25°C.

a) Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans cette solution

b) En déduire le pKa du couple acide– base mis en jeu.

2) On dose V = 20 mL de la solution S_4 par une solution de soude contenant 0,40g d'hydroxyde de sodium par litre.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit lors du dosage.

b) Calculer le volume V' de la solution de soude versé à l'équivalence.

c) A l'equivalence, calculer le pH de la solution.

3) Le tableau ci–dessous indique quelques valeurs de pH obtenues lors de l'addition de la solution de soude utilisée à la question 2 à 10 mL de chacune des solutions S_1, S_2 et S_3.

$V_b(cm^3)$	0	5	9,5	10	10,5	15
pH_a	2	2,5	3,6	7	10,5	11,3
pH_b	3,4	4,8	5,9	8,2	10,5	11,3
pH_c	2,9	3,7	4,9	7,7	10,5	11,3

a) Vérifier que les volumes de solution de soude versés à l'equivalence ont tous la même valeur.

b) Attribuer à chacune des solutions S_1, S_2 et S_3 la valeur du pH initial qui lui correspond. Justifier brièvement le choix.

c) Tracer dans le même repère d'axe, les courbes C_1, C_2 et C_3 donnant $pH_a = f_a(V_b)$; $pH_b = f_b(V_b)$; $pH_c = f_c(V_b)$.

Echelles : 1cm pour 1,5 mL et 1cm pour une unité de pH.

d) Parmi les indicateurs colorés dont les noms et zone de virage suivent, choisir celui ou ceux qui conviennent à chacun des dosages précédents.

Bleu de thymol (1,2–2,8)	Rouge de crésol (7,2–8,8)
Hélianthine (3,1–4,4)	Phénolphtaléine (8–10)
Bleu de bromothymol (6–7,6)	

Donnée : masse molaire de NaOH : 40 g/mol

Chimie Exercice 2

Pour préparer un composé organique E, on fait réagir un acide carboxylique de formule $C_nH_{2n+1}COOH$ et l'éthanol.

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit.

2) A quelle famille de composé appartient E ?

3) Le pourcentage en masse de carbone du composé E est de 58,82%.

a) Déterminer la formule semi développée et le nom de E.

b) Quels sont la formule semi développée et le nom de l'acide carboxylique ?

4) Pour préparer le composé E, on a dilué 0,2 mol d'acide et 0,5 mol d'alcool. A une date t donnée, le dosage du mélange permet de constater qu'il reste 0,024 mol d'acide.

a) Calculer le nombre de moles du composé E formé.

b) Calculer le rendement de la réaction à la date t.

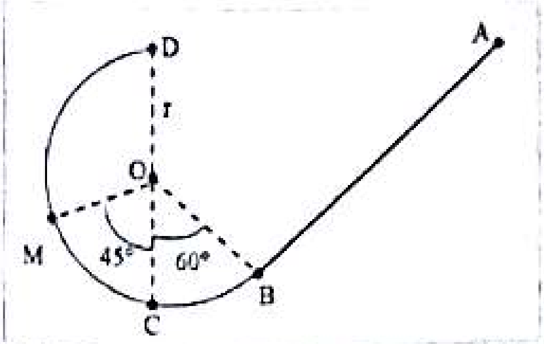
c) Calculer la masse de composé E que l'on obtiendrait si on élimine au fur et à mesure le second produit.

On donne : les masses atomiques molaires en g/mol:

H : 1 ; C : 12 ; O : 16.

Physique Exercice 1

Un jeu consiste à lancer une bille de masse m = 100g à partir d'un point A.



Cette bille doit décrire le trajet ABCD, avec AB rectiligne et BCD circulaire de centre O tel que COD soit vertical et l'angle $\widehat{COB}$ égal à 60°.

1) On lâche la bille en A sans vitesse. Déterminer :

a) Sa vitesse en B, en C et en D.

b) La réaction du plan sur la bille en C et en D.

c) Les valeurs des composantes de l'accélération en M tel $\widehat{MOD}$°= 45°.

2) A quelle distance de A sur le trajet AB faut–il lâcher la bille pour qu'elle atteigne D ?

3) On lance la bille en A avec une vitesse V_A, elle quitte D avec une vitesse V_D.

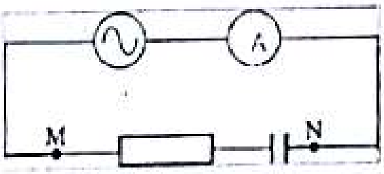
a) Etablir l'équation de la trajectoire de la bille lorsqu'elle quitte la piste en D dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ avec $\vec{i}$ l'horizontal et $\vec{j}$ vertical ascendant.

b) Déterminer la vitesse en D pour que la bille retombe en P milieu de AB.

c) Est–il possible de lancer la bille en A pour qu'elle retombe en P ? Justifier votre réponse.

Données : g = 10 m/s² ; AB = 10 cm ; r = OC = OD = 2 cm.

Physique Exercice 2



Dans tout le problème on prendra $\pi^2 = 10$.

Au cours d'une manipulation destinée à illustrer la loi d'ohm en courant alternatif, on dispose :

- D'une source de courant entre les bornes de laquelle existe une ddp alternative de valeur efficace U = 125 V et de fréquence f = 50 Hz.
- D'une résistance non inductive R
- D'un condensateur de capacité C = 80.10^{-6}F
- D'un ampèremètre A d'impédance négligeable.

1) R et C sont placés en série entre M et N. L'ampèremètre indique un courant d'intensité I_1 = 2,5 A. Calculer :

a) La valeur de R que l'on pourra arrondir au nombre entier le plus proche.

b) Le déphasage φ_1 entre la tension instantanée u aux bornes de la source et l'intensité instantanée i dans le circuit

c) L'inductance L_1 d'une bobine de résistance nulle qui placée en série avec R, et C annulerait le déphasage φ_1.

d) Quelle serait l'intensité efficace I du courant dans le circuit.

2) Une bobine B, portant une plaque sur laquelle on lit L, est placée en série avec R et C entre M et N. Le manipulateur constate que l'ampèremètre indique une intensité I_2 = 3,5 A.

a) Si L = 0,125 H, calculer r de la bobine B

b) Si la résistance r de la bobine est nulle calculer les deux (2) valeurs possibles de L.

Physique Exercice 3

En bombardant un nucléide X par des particules α, on observe la réaction suivante, où n est un neutron :

$X + \alpha \rightarrow {}^{22}_{11}Na + n$

L'isotope 22 du sodium est radioactif, il émet des positons selon ${}^{22}_{11}Na \rightarrow \beta^+ + Y + \gamma$

1) Quels sont les nucléides stables X et Y ?

2) On a isolé 20 mg de chlorure de sodium (isotope 22) qui présentent une activité de $17,7.10^{11}$ désintégrations par seconde. Quelle est :

a) La constante radioactive λ du ^{22}Na ?

b) Sa période ?

$_3Li$	$_4Be$	$_5B$	$_6C$	$_7N$	$_8O$	$_9F$	$_{10}Ne$

On donne en g/mol : ^{22}Na : 22 ; Cl : 35,5 1an = $3,16.10^7$ s ; $\mathcal{N} = 6.10^{23}$ mol^{-1} ; γ est un neutrino.

BAC 2012 SERIE D

Chimie Exercice 1

1) On donne les pKa des différents couples acide/base suivants :

Couples	pKa
CH_3COOH/CH_3COO^-	4,75
$CH_2ClCOOH/CH_2ClCOO^-$	2,79
CCl_3COOH/CCl_3COO^-	0,7

a) Quel est l'acide le plus fort ? Quelle est la base la plus forte ? Justifier dans chaque cas votre réponse

b) En déduire l'influence des atomes de chlore sur l'acidité de la molecule d'acide éthanoïque

2) On prend 100 mℓ d'une solution de méthanoate de sodium(HCOONa) dont la concentration est C_b = $1,0.10^{-1}$mol.L^{-1} et on ajoute 50mℓ d'acide chlorhydrique de concentration C_a = $1,0.10^{-1}$mol.L^{-1}. Le pH de la solution est 3,8

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu.

b) Déterminer les concentrations molaires des espèces chimiques en solution. En déduire le pKa du couple $HCOOH/HCOO^-$

c) Quelles sont les propriétés de la solution obtenue ?

Chimie Exercice 2

On réalise la saponification d'un ester E par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire 1mol.L^{-1}. Une masse m = 8,8g de cet ester réagit avec 100mℓ de solution d'hydroxyde de sodium.

1)

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction de saponification

b) Déterminer la masse molaire et la formule brute de cet ester.

c) Donner les formules semi développées et les noms des isomères de E.

2) On récupère l'alcool C formé au cours de la réaction de saponification. Son oxydation ménagée par un excès d'une solution de dichromate de potassium en milieu acide conduit à un acide carboxylique A. Un volume v_a = 20mℓ de cet acide est neutralisé exactement par un volume v_b = 20 mℓ d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 10^{-1} mol.L^{-1}

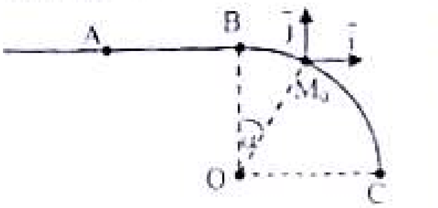
a) Sachant que 1litre de cette solution contient 4,6g de cet acide, calculer la masse molaire de cet acide. En déduire sa formule brute et celle de l'alcool C.

b) Identifier l'ester E (formule semi développée et nom). En déduire le nom et la formule semi développée de l'acide qui a servi à la préparation de cet ester

3) Ecrire les demi– équations redox et en déduire l'équation bilan de la réaction d'oxydation de l'alcool C, sachant que le couple oxydant/réducteur est : $Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}$

Données en g.mol^{-1} : M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16

Physique Exercice 1



Un point matériel de masse m = 0,30 kg glisse sans frottement sur une piste formée de deux parties(voir schéma) AB est une partie rectiligne et horizontale. En B commence une portion de piste circulaire de rayon R = OB de centre O, tangente en B à AB, d'ouverture θ = $\widehat{BOC}$ = $\frac{\pi}{2}$. OC est horizontal et contenu dans le plan du sol. Toute la trajectoire est dans un plan vertical. Le point matériel glisse avec une vitesse constante sur AB

1) Exprimer la vitesse du point matériel en M en fonction de L'angle α = $\widehat{BOM}$, de la vitesse V_B au point B, de g et de R

2) a) Quelle est l'expression de l'intensité de la réaction de la réaction $\vec{F}$ exercée par la portion de la piste sur le point matériel au point M en fonction de α ?

b) Pour quelle valeur α_0 de α le point matériel quitte-t-il la piste ? Soit M_0 le point correspondant.

c) Quelle est la vitesse en ce point M_0 ?

AN : V_B = 2 m.s^{-1} ; R = 2 m ; g = 10 m.s^{-2}

) Déterminer dans le repère ($M_0, \vec{i}, \vec{j}$) la nature de la jectoire du point matériel après son passage en M_0 ($\vec{i}$ allèle à $\overrightarrow{AB}$, $\vec{j}$ orthogonal à $\vec{i}$).

Calculer l'abscisse de son point de chute.

ysique Exercice 2

e bobine de borne A et B dont l'inductance est L = 0,1 H le résistance R = 20 Ω est soumise à une tension antanée : $u = V_A - V_B = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

a) Représenter la bobine en indiquant le sens du rant.

Donner l'allure du diagramme de Fresnel sans se soucier l'échelle.

Calculer l'intensité efficace du courant dans la bobine.

Donner l'expression de l'intensité instantanée i_{AB}, on ndra $\pi^2 = 10$.

On monte en série avec la bobine précédente, un densateur, de telle sorte qu'il n'y ait aucun déphasage re la tension instantanée $u = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ aux nes du circuit et l'intensité instantanée du courant dans le cuit.

Calculer la capacité C du condensateur.

Quel est le phénomène observé ?

Calculer la puissance moyenne P consommée par le cuit.

ysique Exercice 2

nnées : *Unité de masse atomique 1u = 1,66.10^{-27} kg ; ergie correspondant à l'unité de masse atomique E(u) = 1,5 MeV ; Célérité de la lumière C = 3.10^{8} m/s*

Nom	Radon	Radium	Neutron	Proton	Hélium
mbole	${}^{222}_{86}Rn$	${}^{226}_{88}Ra$	${}^{1}_{0}n$	${}^{1}_{1}p$	${}^{4}_{2}He$
asse (u)	221,970	225,977	1,009	1,007	4,001

ir contient du radon 222 en quantité plus ou moins portante. Le radon se forme par désintégration du radium on l'équation de la réaction nucléaire suivante :

$Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

Quel est le type de radioactivité correspondant à cette action de désintégration ? Justifier votre réponse.

a) Donner l'expression littérale du défaut de masse m(X) d'un noyau de symbole ${}^{A}_{Z}X$ et de masse m(X).

Calculer le défaut de masse du radium ${}^{226}_{88}Ra$ en unité de asse atomique u.

Ecrire la relation d'équivalence masse–énergie et éciser les unités.

Le défaut de masse Δm(Rn) du noyau de radon vaut 04.10^{-27} kg.

Définir l'énergie de liaison $E_l(X)$ d'un noyau X et son pression littérale.

Calculer en Joule l'énergie de liaison E_l (Rn) du noyau radon ${}^{222}_{86}Rn$.

En déduire l'énergie de liaison par nucléon E(Rn) du don 222.

)

a) Etablir littéralement la variation d'énergie ΔE de la réaction de désintégration du radium en fonction de m(Ra), m(Rn) et m(He).

b) Calculer ΔE en MeV.

BAC 2012 SERIE CE 1er TOUR

Chimie Exercice 1

1) a) Quelle masse de cristaux de chlorure d'ammonium $NH_4Cℓ$ faut-il dissoudre pour obtenir 500 cm^3 d'une solution aqueuse S_1 de concentration molaire C = 10^{-2} mol.ℓ$^{-1}$?

On donne les masses atomiques en g/mol : H = 1 ; N = 14 ; Cℓ = 35,5.

b) Le pH de cette solution précédente est 5,6 à la température ordinaire. Calculer les concentrations molaires des différentes espèces en solution puis en déduire le pKa du couple NH_4^+/NH_3

2) On prépare une solution S_2 en dissolvant le gaz ammoniac dans un litre d'eau.

a) Calculer le pH de la solution préparée si le coefficient de dissociation est α = 2%

b) Calculer la concentration en ions NH_4^+ et en déduire la concentration initiale C_2 de la solution préparée.

3) Une solution S_3 d'acide chlorhydrique a une concentration C_3 = 5.10^{-3} mol.ℓ$^{-1}$. On désire préparer un litre de solution tampon S.

a) Calculer les volumes V_1 de S_1 et V_2 de S_2 à utiliser pour préparer S.

b) Calculer les volumes V_2 de S_2 et V_3 de S_3 à utiliser pour préparer S.

Chimie Exercice 2

1) L'hydratation de 6,2 g d'un alcène donne 7,8g d'un alcool B. Déterminer la formule brute de B et écrire ses formules semi développées possibles.

2) L'oxydation ménagée de B donne un composé qui réagit avec la 2,4–dinitrophénylhydrazine (2,4–DNPH) et donne un miroir d'argent avec le réactif de Tollens. Déterminer la formule semi développee et le nom de B sachant qu'il possède deux groupes méthyles.

3) On dose un volume v = 70 cm^3 d'un acide carboxylique A contenant 0,84 g de cet acide avec une solution d'hydroxyde de potassium de concentration C = 0,6 mol/L. L'équivalence acido–basique est atteinte quand on a versé 23,3cm^3 de la solution d'hydroxyde de potassium (K^+ + OH^-). En deduire la formule semi développée et le nom de A.

4) On désire préparer un ester E à partir de l'acide carboxylique A et de l'alcool B. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre A et B. Nommer l'ester E.

Physique Exercice 1

Partie A : Champ électrique uniforme.

Le champ électrique est créé dans un condensateur plan constitué de deux plaques parallèles horizontales P_1 et P_2 reliées à un générateur de tension constante U = 205V et distantes de d = 0,04m comme l'indique la figure 1. Tous les électrons pénètrent dans le champ supposé uniforme, à l'ordonnée y_0 et sont animés de la même vitesse parallèle aux plaques.

1) Montrer par un calcul, qu'on peut négliger la force de pesanteur par rapport à la force électrique pour l'électron.

Données :

Masse de l'électron $m = 9,1.10^{-31}$kg

Charge de l'électron $q = -e = -1,6.10^{-19}$C

Intensité du champ de pesanteur $g = 9,81N.kg^{-1}$.

2) Un électron pénètre dans le champ à l'instant initial (t = 0). Etablir l'expression vectorielle de son accélération $\overrightarrow{a_1}$ en fonction de e, m et E

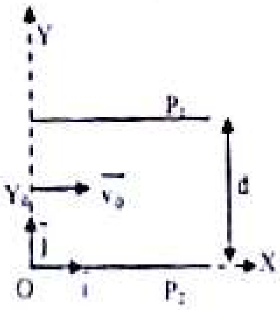


Figure 1

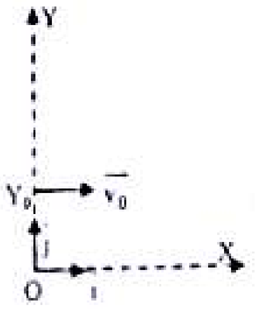


Figure 2

3) On veut que le faisceau d'électron soit dévié vers le bas.

a) Reproduire la figure et représenter sans soucis d'échelle la force qui s'exerce sur la particule à son entrée dans le champ ainsi que le vecteur champ électrique

b) Quelle est la plaque de plus haut potentiel ? Justifier la réponse

4) Equation cartésienne de la trajectoire

a) Donner les composantes du vecteur accélération dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$ et établir les équations horaires du mouvement de la particule dans ce repère

b) Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire est de la forme $y = A_1x^2 + B_1$ où A_1 et B_1 sont des constantes. Calculer A_1 pour $V_0 = 1,5.10^{7}$ $m.s^{-1}$

Partie B : Champ de pesanteur terrestre

Une bille homogène de masse m est lancée horizontalement avec une vitesse initiale. A l'instant initial, son altitude par rapport au sol est y_0 comme l'indique la figure 2

1) Donner les caractéristiques du vecteur accélération $\overrightarrow{a_2}$ du mouvement

2) Montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire est de la forme $y = A_2x^2 + B_2$ où A_2 et B_2 sont des constantes avec $A_2 = \frac{a_2}{2V_0^2}$. Si $V_0 = 14$ $m.s^{-1}$, calculer A_2

Partie C : Comparaison des mouvements de ces deux corps

1) Comparer les trajectoires des centres d'inertie de chacun des deux corps.

2) Dans chaque cas, quelle est l'influence de la masse du corps sur

a) La force subie par le corps

b) L'accélération du mouvement

Physique Exercice 2

Dans tout le problème, on prendra $\pi^2 = 10$.

Au cours d'une manipulation en courant alternatif, on dispose :

D'une source de courant entre les bornes de laquelle existe une différence de potentiel de valeur efficace U = 125V et de fréquence $f = 50Hz$.

D'un conducteur ohmique de résistance R ;

D'un condensateur de capacité $C = 80.10^{-6}$ F ;

D'un ampèremètre A de résistance négligeable

1) Le conducteur ohmique et le condensateur sont placés en série entre B et D. L'ampèremètre indique un courant d'intensité $I_1 = 2,5$ A, voir figure 3.

On demande de calculer

a) La valeur de R que l'on arrondira au nombre entier le plus proche.

b) Le déphasage φ_1 de la tension instantanée u aux bornes de la source par rapport à l'intensité instantanée i dans le circuit.

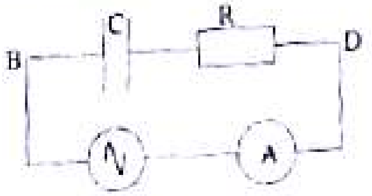


Figure3

c) L'inductance L_1 d'une bobine de résistance nulle susceptible, si elle était placée entre B et D en série avec le conducteur ohmique et le condensateur, d'annuler le déphasage φ_1.

d) Quelle serait alors l'intensité efficace I du courant dans le circuit

2) Une bobine portant une plaque sur laquelle on lit L est placée en série avec R et C entre B et D. L'ampèremètre indique alors un courant

$I_2 = 3,5$ A

a) Si L = 0,125 H calculer la résistance r de ladite bobine.

b) La résistance r de la bobine est nulle. Calculer les deux valeurs possibles de L.

Physique Exercice 3

La désintégration d'un noyau de polonium $^{210}_{84}Po$ donne une particule α et un noyau de plomb (Pb)

1) Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire

2) Calculer en Joules puis en électron volts l'énergie libérée par la désintégration de 2g de polonium 210. *On donne :*

Masse du noyau de polonium : m(Po) = 210,4821u

Masse de la particule α : m(α) = 4,00260 u

Masse du noyau de plomb : m(Pb) = 206,03853 u

1u = 931,5 MeV/c²

$\mathcal{N} = 6,02.10^{23}$

3) La période radioactive du polonium 210 est égale à 140 jours ; à la date t = 0, on dispose de $m_0 = 2g$ de polonium 210

a) Calculer la masse restante au bout d'une année (1 an = 365,25 jours)

b) Calculer le temps correspondant à la disparition de 2/3 de la masse initiale du polonium

c) Calculer l'activité au bout de t = 280 jours.

d) Quel est le volume d'hélium libéré au bout de cette date. Le volume molaire est $V_M = 22,4$ L/mol.

BAC 2013 SERIE D

Chimie Exercice 1

us les solutions utilisées sont à 25°C.

On dissout 3 g d'acide éthanoïque dans l'eau pure pour nir 1L de solution S, dont le pH est 3,05.

Calculer la concentration molaire volumique C_1 de S_1.

Calculer les concentrations molaires volumiques des pèces chimiques présentes dans cette solution.

Déterminer la valeur de la constante pKa.

Une solution S_2 d'éthanoate de sodium, de centration $C_2 = 10^{-1}$ mol.L^{-1} a un pH = 8,9.

Calculer les concentrations molaires volumiques des pèces chimiques présentes dans S2.

Vérifier la valeur du pKa trouvée dans 1) c)

A 10 cm^3 de S_1, on ajoute V cm^3 d'une solution hydroxyde de sodium de concentration C = 10^{-1} mol.L^{-1} a solution S_3 ainsi obtenue a un pH égal au pKa du couple ide éthanoïque/ion éthanoate.

Calculer le volume V.

Déterminer la concentration molaire volumique en ide éthanoïque et ion éthanoate.

Quelle est la particularité de la solution S_3.

e donne les masses molaires atomiques suivantes en mol⁻¹ C : 12 , H : 1 , O : 16

imie Exercice 2

On étudie l'estérification du butan-1-ol par l'acide hanoïque.

Ecrire l'équation bilan de la réaction.

Nommer les produits formés et préciser les ractéristiques de la réaction.

On mélange 5.10^{-2} mol de butan-1-ol, 5.10^{-2} mol 'acide éthanoïque et un peu d'acide sulfurique dans une mpoule qu'on scelle et porte à 100°C. Au bout d'une ure, l'ampoule est refroidie et on dose l'acide éthanoïque stant par une solution d'hydroxyde de sodium. Un volume V_b = 11 mL d'hydroxyde de sodium de concentration C_b 2,0 mol.L^{-1} est nécessaire pour obtenir l'équivalence duction faite de la quantité utilisée pour doser l'acide lfurique.

Préciser le rôle de l'acide sulfurique.

Déterminer la quantité d'ester formé au bout d'une ure.

Déterminer la proportion d'alcool estérifié.

Proposer une autre façon d'obtenir le même ester à rtir du butan-1-ol et écrire les équations bilans rrespondantes.

ysique Exercice 1

ns cet exercice le poids du proton est négligeable devant force magnétique à laquelle il est soumis.

Un faisceau de protons accélérés pénètre par un trou A ns une région R_1 où règne un champ magnétique iforme $\vec{B}$ d'intensité B = 1,04.10^{-1} T. Il en sort par un ou O après avoir décrit un demi-cercle de diamètre D = cm (voir figure).

Préciser la direction et le sens de $\vec{B}$ pour que le faisceau protons décrive la trajectoire indiquée.

Montrer que la trajectoire est effectivement circulaire.

En déduire la valeur v_A de la vitesse d'entrée.

Dès la sortie du faisceau en O, il entre dans une autre gion R_2 délimitée par deux plaques P et P' portées à des tentiels tels qu'il y règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$. La distance entre P et P' est d = 10 cm et la longueur de chaque plaque vaut L = 20 cm. Sachant que le point O est équidistant des deux plaques P et P' et que le faisceau sort de la région R_2 en passant par le point C :

a) Donner la direction et le sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ en justifiant la réponse.

b) Etablir l'équation de la trajectoire du proton dans le repère (BX , BY). En déduire l'intensité du champ $\vec{E}$ et la valeur de la tension entre P et P'.

c) Quel est le signe de la tension $U_{PP'} = V_{P'} - V_P$? Représenter $U_{PP'}$. Données : masse du proton m_P = 1,67.10^{-27} Kg ; charge de élémentaire : e = 1,6.10^{-19} C.

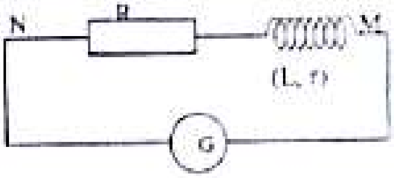
Physique Exercice 2

A) Une bobine assimilable à un solénoïde long possède les caractéristiques suivantes : Nombre de spires N = 1000 ; longueur de la bobine ℓ = 50 cm ; surface d'une spire : S = 200 cm^2 ; la résistance interne de la bobine : r = 15Ω

1) La bobine est parcourue par un courant continu de 5A. Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique créé à l'intérieur de cette bobine. Perméabilité magnétique $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$SI.

2) Calculer son coefficient d'inductance L.

3) La bobine est maintenant parcourue par un courant qui varie linéairement de 0 à 5A en 0,1s. Calculer la force électromotrice (f.e.m) d'auto-induction.



B) On réalise le montage suivant :

1) La bobine (L, r) est montée en série avec un résistor de résistance R = 30 Ω aux bornes d'un générateur et on fait les mesures suivantes

a) Le générateur délivre une tension continue U_{MN} = 9V ; le courant a pour intensité I_1 = 0,2 A.

b) Le générateur délivre une tension sinusoïdale de valeur efficace U_{MN} = 110 V, de fréquence *f* = 100 Hz ; le courant a pour intensité efficace I_2 = 2A. Calculer les valeurs L et r de la bobine. Sont-elles en accord avec les indications du constructeur ?

2) Dans le cas b) calculer l'impédance de la bobine et faire la construction de Fresnel représentant les tensions aux bornes de chaque élément et en déduire le facteur de puissance de ce circuit.

3) Quelle est la valeur de la capacité du condensateur à monter en série dans ce circuit pour ramener le facteur de puissance à la valeur 1. Conclure.

Physique Exercice 3

1) Le plutonium $^{241}_{94}Pu$ est un nucléide fissile produit dans les réacteurs nucléaires. Le plutonium 241 est radioactif β^- et sa période est T = 13,2 ans. Il engendre ainsi l'américium (Am), lui-même radioactif α (période 460 ans) qui se désintègre en un noyau de neptunium (Np).

a) Ecrire les équations des réactions de désintégration.

b) Calculer en MeV l'énergie libérée par la désintégration de l'américium.

2) On prélève du réacteur nucléaire un échantillon contenant une masse de 1kg du plutonium 241 non fissionnée

a) Calculer l'activité de cet échantillon à t = 0 et à t = 26,4 ans.

b) Soit m la masse du plutonium restant à l'instant t et m_0 la masse initiale. Etablir l'expression de m en fonction de t.

c) Calculer le temps correspondant à la disparition de 800g de plutonium.

d) Représenter m = f(t) pour une durée égale à 4T.

Données : masse de noyau de l'américium : 241,0567u ; masse du noyau de neptunium : 237,0480u ; masse de la particule α : 4,0015u ; unité de masse atomique 1u = 931,5MeV/c² ; Nombre d'Avogadro $\mathcal{N}$ = 6,02.10²³.

BAC 2013 SERIE C-E 1er TOUR

Chimie Exercice 1

1) Définir un acide fort au sens de Bronsted

2) Ecrire l'équation de la réaction entre un monoacide fort AH et l'eau.

3) Le pH d'une solution aqueuse S d'un monoacide fort AH est égal à 2,7. Calculer sa concentration

4) On dispose d'une solution S_1 d'un monoacide A_1H de concentration C_1 et de $pH_1 = 2,4$. A partir de S_1, on prépare une solution aqueuse S_1' de concentration $C_1' = \frac{C_1}{10}$. Le pH de S_1' a pour valeur 2,9.

a) En déduire si A_1H est un acide fort ou faible. Justifier.

b) Ecrire l'équation de la réaction entre A_1H et l'eau.

5) a) Donner l'expression de la constante d'acidité Ka d'un couple acido-basique AH/A^-.

b) Calculer le pKa du couple A_1H/A_1^- sachant que la solution S_1 de pH = 2,4 a une concentration $C_1 = 0,10$ mol/L à 25°C

6) A un volume $V_1 = 50$ mL de solution S_1, on ajoute un volume d'une solution aqueuse S_2 d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2 = 0,10$ mol/L.

a) Quel volume V_2 de la solution S_2 faut-il ajouter pour obtenir l'équivalence acido-basique ?

b) Justifier la valeur du pH à l'équivalence.

c) Quel volume V_2' de la solution S_2 faut-il ajouter pour obtenir un mélange de pH = 3,8 ? Comment s'appelle une telle solution ?

Chimie Exercice 2

Soit un composé organique A de formule brute $C_nH_{2n}O$.

1) La combustion complète de 2g de A donne 2,1g d'eau

a) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction

b) En déduire la formule brute de A

2) a) La réaction du composé A avec la 2,4-DNPH donne un précipité jaune orangé. Quelles peuvent être les fonctions chimiques du composé A ?

b) Avec le nitrate d'argent ammoniacal, le composé A donne un dépôt d'argent. Conclure.

3) En milieu acide, A est oxydé par le dichromate de potassium et donne l'acide 2-méthylbutanoïque qui constitue le composé B

a) En déduire la formule semi-développée et le nom de A.

b) Etablir l'équation-bilan permettant d'obtenir B à partir de A

c) Quel est le changement de couleur observée ?

4) On fait réagir le composé B sur le méthanol. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction et donner le nom du composé organique C obtenu. *Masses atomiques molaires en g/mol : H : 1 ; C : 12 ; O : 16.*

Physique Exercice 1

Un jouet de masse m = 250g se déplace sur une piste ABCE situé dans un plan vertical. Pour les trajets (AB) et (BC) le jouet est soumis à une force de frottement constante $\vec{f}$ qui lui permet d'atteindre C avec une vitesse nulle.

On donne : AB = 1,5 m ; BC = 1m ; OC = r = 0,5 m ; α = 30° ; β = 35° ; $V_A = 0$; g = 10 m.s⁻².

1) Calculer l'intensité de la force de frottement $\vec{f}$.

2) Calculer la puissance de chacune des forces qui s'exerce sur le jouet en B puis en C.

3) Du point C, le jouet aborde la partie circulaire CE de la piste avec une vitesse nulle , les forces de frottement sur ce trajet sont équivalent à une force unique d'intensité f' = 0,25N.

a) Quelle est la vitesse du jouet au point E ?

b) Donner l'expression de la réaction $\vec{R}$ de la piste sur le jouet juste avant E. Calculer son intensité.

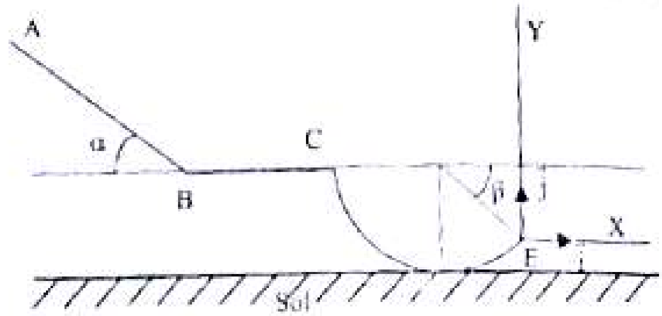
4) Le jouet quitte la piste en E.

a) Quelle est la nature du mouvement ultérieur du jouet ?

b) Etablir les équations horaires du mouvement, puis en déduire l'équation cartésienne.

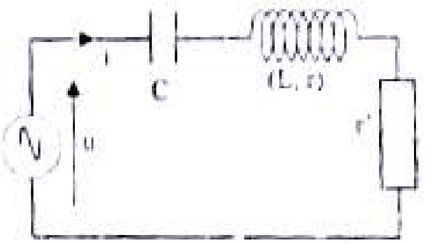
c) Quelle est la hauteur maximale atteinte par le jouet dans le repère (E, $\vec{i}$, $\vec{j}$) ?

d) Donner les coordonnées du point d'impact I au sol du jouet.



Physique Exercice 2

On étudie à l'oscilloscope un circuit résonnant série en régime sinusoïdal. Il comporte un condensateur de capacité C = 0,1µF, une bobine d'inductance L et de résistance r et un élément résistif de résistance r' = 10 Ω (voir figure). Il est alimenté sous une différence de potentiel sinusoïdale d'expression $u = U_m\cos(\omega t)$ où U_m reste constante et où ω peut varier d'une expérience à l'autre. L'intensité du courant dans le circuit est : $i = I_m\cos(\omega t - \varphi)$



1) Proposer un branchement des deux voies Y_1 et Y_2 de l'oscillographe et de sa masse qui permette de visualiser respectivement les courbes représentatives des grandeurs u

2) a) Etablir une relation permettant de calculer le déphasage φ en fonction de L, C, r, r' et ω

b) Exprimer la valeur ω_0 de ω pour laquelle φ = 0

c) Quelle est alors la propriété du circuit ?

3) a) Exprimer l'impédance Z du circuit en fonction de L, ω, r et r'

b) Calculer sa valeur lorsque φ = 0 en fonction de r

4) On a réglé φ = 0 et mesuré à l'oscillographe la période T = 630 µs, U_m = 14V et I_m = 310 mA

a) Dessiner les courbes représentatives des grandeurs u et i sur une période.

b) Calculer ω_0, L et r

Physique Exercice 3

Dans une centrale nucléaire, les noyaux d'uranium (${}^{235}_{92}U$) subissent la fission sous le choc d'un neutron lent.

L'un des nombreux processus possibles conduit à la formation d'un noyau de lanthane (${}^{144}_{57}La$), d'un noyau de brome (${}^{}_{35}Br$) et de plusieurs neutrons

1) Donner l'expression littérale de l'énergie de liaison d'un noyau

2) Calculer en MeV, l'énergie de liaison d'un noyau (${}^{235}_{92}U$) Calculer l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau

3) Ecrire l'équation de la réaction de la fission étudiée

4) Calculer en MeV la valeur de l'énergie libérée par la fission d'un noyau (${}^{235}_{92}U$) en fonction des énergies de liaisons par nucléon du noyau père et des noyaux fils

5) Dans le cœur de la centrale, de nombreuses autres réactions de fissions du noyau (${}^{235}_{92}U$) se produisent. La perte de masse est en moyenne de 0,200u par noyau.

a) Calculer en MeV l'énergie moyenne libérée par la fission d'un noyau. Ce résultat est-il en concordance avec celui de la question 4) ?

b) Calculer en joule l'énergie moyenne libérée par une mole de noyaux [illegible]

Données : constante d'Avogadro N = 6,02.10 mol [illegible] ; [illegible] 1,602.10 J ; masse d'un [illegible] ; masse d'un neutron m_n [illegible] ; célérité de la lumière dans le vide c = 2,998.10 [illegible] ; masse du noyau d'uranium 235 m(${}^{235}_{92}U$) = [illegible] 0,24u ; énergie de liaison par nucléon

A(${}^{144}_{57}La$) = 8,28 MeV/nucléon

A(${}_{35}Br$) = 8,26 MeV/nucléon

BAC 2014 SERIE D

Chimie Exercice 1(Voir chimie VI 21)

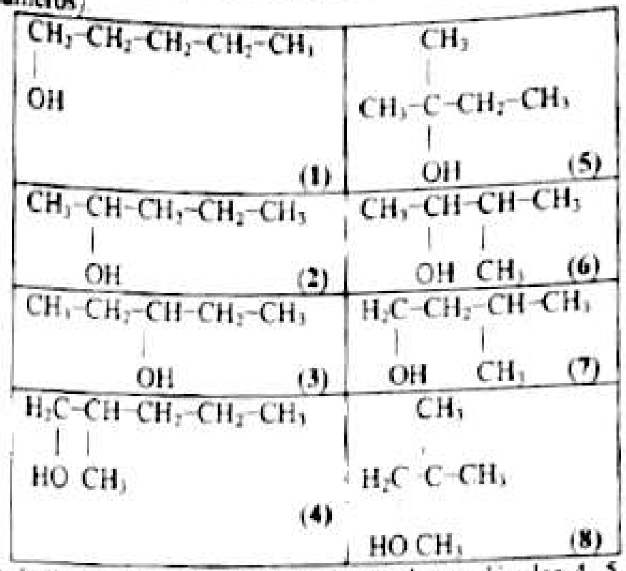
Chimie Exercice 2

L'éthanoate d'isoamyle est un ester synthétisé à partir d'un alcool B nommé alcool isoamyle de formule brute $C_5H_{11}OH$ et d'un acide A. Il existe huit molécules de formule brute $C_5H_{11}OH$ possédant une fonction alcool, regroupées dans le tableau suivant et numérotées de 1 à 8.

1) Les molécules 1, 4, 8 sont isomères. De quel type d'isomérie s'agit-il ?

2) Les molécules 4, 5, 6, 7 sont isomères. De quel type d'isomérie s'agit-il ?

3) Quelles sont les molécules possédant un atome de carbone asymétrique (on désignera ces molécules par leur numéros)



$\underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ (1)

$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{C}}-CH_2-CH_3$ (5)

$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-CH_3$ (2)

$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$ (6)

$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_3$ (3)

$\underset{\underset{OH}{|}}{H_2C}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$ (7)

$\underset{\underset{HO}{|}}{H_2C}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-CH_3$ (4)

$\underset{\underset{HO}{|}}{H_2C}-\overset{CH_3}{\underset{CH_3}{C}}-CH_3$ (8)

4) Indiquer la classe de l'alcool pour les molécules 4, 5, 6 et 7

5) L'alcool isoamyle est l'alcool primaire ne possédant pas de carbone asymétrique et ne portant qu'une ramification. L'identifier par son numéro et donner son nom dans la nomenclature officielle

6) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre A et B. Donner alors le nom systématique de l'éthanoate d'isoamyle.

7) Donner les cractéristiques de la réaction

8) Pourquoi est-il conseillé de chauffer lors de la réaction ? Donner le nom d'un catalyseur possible

9) On fait réagir 15g de A avec 22g de B pour la formation de l'éthanoate d'isoamyle. A la fin de la réaction, il reste 7,33g de B. Calculer alors la limite d'estérification. Le résultat est-il en accord avec la classe de l'alcool ? Justifier

Données : masse atomique molaire en g/mol ; M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1

Physique Exercice I

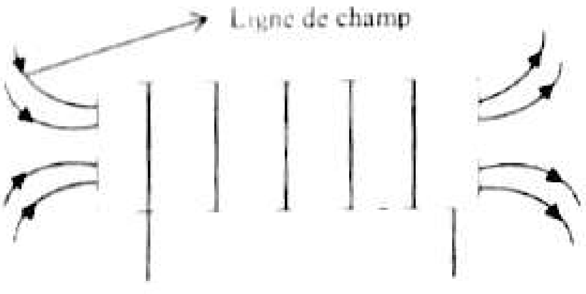
Les deux parties A et B sont indépendantes.

A) Un solénoïde long parcouru par un courant A continu d'intensité I crée un champ magnétique $\vec{B}$

1) Reproduire le schéma du solénoide ci-contre et représenter

a) Le sens du courant

b) Le champ magnétique au centre du solénoide (direction et sens)



2) Compléter le schéma en y indiquant les faces du solénoides

B) Pour utiliser ce solénoide, on se propose de déterminer son nombre de spires. Pour ce faire, on mesure la valeur du champ magnétique $\vec{B}$ au centre du solénoide en faisant varier l'intensité du courant I qui le traverse.

I(A)	0	1	1,5	2	2,5
B(mT)	0	0,63	0,94	1,25	1,55

I(A)	3	3,5	4	4,5
B(mT)	1,89	2,15	2,48	2,80

1) Tracer la courbe B = f(I). Echelle : 1cm pour 0,5A et 1cm pour 0,5mT. Déduire de la courbe que le champ magnétique B est proportionnel à l'intensité I et déterminer le coefficient de proportionnalité k (en unité SI).

2) a) Donner l'expression de l'intensité du champ magnétique à l'intérieur de la bobine.

b) Déterminer le nombre N de spires

3) Donner l'expression de l'inductance L de ce solénoide et calculer sa valeur. *Données : $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ (unité SI), ℓ = 40 cm section de base du solénoide S = 20 cm^2*

Physique Exercice 2

On réalise un circuit électrique comportant en série une bobine d'inductance L = 0,45H et de résistance R = 50 Ω et un conducteur ohmique de résistance r = 1Ω. L'ensemble est alimenté par un générateur G de tension sinusoïdale de fréquence N variable. (voir schéma)

On désire étudier à l'oscilloscope bicourbe ce circuit en visualisant la tension u(t) fournie par G sur la voie Y_A et l'intensité i(t) du courant dans le circuit sur la voie Y_B

1) La fréquence de la tension aux bornes de G est fixée à N = 50 Hz.

a) Proposer un branchement des voies Y_A et Y_B et de la masse de l'oscillographe qui permet de visualiser les courbes représentatives des grandeurs u(t) et i(t)

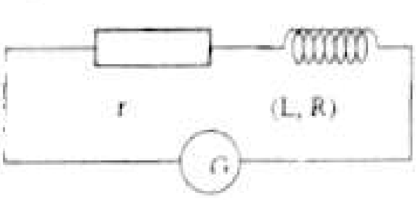
b) Donner sur une même figure les allures des deux courbes observées

c) A l'aide de la représentation de Fresnel, expliquer pourquoi l'une des courbes est en avance de phase sur l'autre. Calculer ce déphasage

2) On ajoute en série au conducteur ohmique et à la bobine un condensateur de capacité C. On fait varier la fréquence du générateur G , on constate alors que i(t) et u(t) sont en phase pour une valeur N_0 = 193,7 Hz.

a) A quel phénomène correspond cette observation ? Calculer la capacité C du condensateur

b) La tension efficace aux bornes du générateur étant U = 12V, calculer les tensions efficaces aux bornes de la bobine et du condensateur



c) Comparer ces tensions efficaces à celle du générateur. Quel risque ce phénomène comporte-t-il ?

Physique Exercice 3 (Voir Physique XIII-14)

BAC 2014 SERIE C-F 1er TOUR

Chimie Exercice 1

L'acide borique H_3BO_3 admet pour base conjuguée l'ion borate H_2BO_3 (celui-ci ne se dissocie pas dans l'eau). On considère une solution S d'acide borique de concentration molaire égale à 10^{-2} mol.L^{-1}. Son pH est égal à 6,1

1) a) Cet acide est-il fort ou faible ? Justifier la réponse

b) Ecrire l'équation de la réaction d'ionisation de cet acide en solution aqueuse. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans cette solution, puis vérifier, à partir de ces résultats, que le pKa de ce couple acido-basique est égal à 10,2.

2) A 1L de solution S on ajoute 0,2g d'hydroxyde de sodium solide anhydre. On négligera la variation de volume de la solution

a) Ecrire et interpréter l'équation de la réaction se produisant lors de cette addition

b) Dire en justifiant la réponse, quelles propriétés particulières possède la solution ainsi obtenue. En déduire, sans calcul, la valeur de son pH. On donne : Na : 23g/mol et H : 1g/mol.

Chimie Exercice 2

Soit un corps A, à chaine carbonée saturée, ne possédant qu'une fonction organique, dont on désire déterminer la formule semi-développée

1) Sur 3,7g de A, on fait agir du chlorure d'éthanoyle en excès. Il se forme un ester et du chlorure d'hydrogène.

a) Quelle est la fonction portée par A

b) Ecrire l'équation de la réaction réalisée (on utilisera pour A une formule de type général)

c) Le chlorure d'hydrogène formé est recueilli en totalité dans 5 litres d'eau, le pH de la solution obtenue vaut 2. Déterminer la masse molaire de A

d) Donner la formule brute de A.

e) Quelles sont les formules semi-développées envisageables pour A ?

2) Sur une autre part de A, on fait à présent agir une petite quantité de dichromate de potassium en milieu acide. Il se forme un produit B qui donne avec la liqueur de Fehling à chaud, un précipité rouge brique

a) Quelle est la fonction portée par B ?

b) Ces expériences ont-elles permis de déterminer précisement le composé A ?

Physique Exercice 1

Un condensateur à air est constitué par deux plateaux circulaires de diamètre D = 7cm, parallèles et distants de d = AM. En effet M est un point situé entre A et B distants de ℓ = 20 cm. Au point M, le vecteur champ électrique crée par les charges q_A = 15 µC et q_B = 20µC s'annule.

1) Le condensateur est chargé sous une tension U= U_{MA} = 100V. Après avoir exprimé la charge Q du condensateur en fonction de ε_0, π, D, ℓ et U, trouver sa valeur

2) Quelles sont les charges électriques portées par les armatures A et M ?

Entre les armatures verticales d'un condensateur plan où règne un champ $\vec{E}$ de valeur égale à celle de celui qui règne entre les plateaux circulaires, on place un pendule électrostatique chargé de masse m = 0,75g. Ce pendule s'incline d'un angle α = 30° par rapport à la verticale dans le sens opposé du champ.

... un schéma où apparaîtront les forces qui s'exercent sur la boule du pendule.

c) [illegible] est le signe de la charge q portée par le pendule.

d) Après avoir exprimé q en fonction de m, g, α, E et calculer sa valeur. On donne g = 10N/kg ; ε_0 = [illegible]

36π [illegible]

Physique Exercice 2

Une portion de circuit MN alimentée par une tension alternative sinusoïdale, d'expression u(t) = [illegible] comprend un conducteur ohmique sans inductance de résistance R_1 et une bobine de résistance R_2 et d'inductance L (voir figure).

1) Répondez par vrai ou faux aux affirmations suivantes puis justifiez.

a) [illegible]

b) [illegible]

c) [illegible]

d) $Z = Z_1 + Z_2$ où Z, Z_1 et Z_2 sont respectivement l'impédance de la portion MN, du conducteur ohmique et de la bobine.

2) Donnez les expressions de Z, Z_1 et Z_2 en fonction de R_1, R_2, L et ω la pulsation de u(t).

Un ampèremètre indique une intensité I = 0,[illegible]A ; à l'aide d'un voltmètre on mesure [illegible] et [illegible] = 4,[illegible]

Calculer les impédances [illegible]

En déduire les valeurs de R_1, R_2 et L.

Calculer la phase φ de [illegible] par rapport à l'intensité [illegible] expression [illegible] de [illegible]

On introduit un condensateur [illegible] dans la portion MN [illegible] et la pulsation de u(t) ne changent [illegible]

Déterminer [illegible] de la capacité C du condensateur pour que le facteur de puissance de la portion MN reste [illegible]

Calculer la puissance [illegible] consommée par le dipôle [illegible]

Physique Exercice 3

[illegible] d'argent ^{108}Ag subissant une désintégration β [illegible] donner le [illegible]

Écrire l'équation bilan de cette réaction nucléaire.

Donner une interprétation de la transformation qui [illegible] dans le noyau.

On étudie l'évolution de l'activité d'un échantillon d'argent 108 au cours du temps.

On mesure l'activité A en fonction du temps.

[illegible] le tableau

t [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
A (Bq)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
A [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
ln A	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

c) Tracer la courbe lnA = f(t)

d) En déduire la constante radioactive λ des noyaux $^{108}_{47}Ag$ et de la demi-vie T.

e) Quelle est la masse de cet échantillon à la date t = 0 ?

f) Quelle masse d'argent 108 reste-t-il dans cet échantillon à l'instant t = 3,00 min ?

Données : Masse molaire atomique de $^{108}_{47}Ag$ = 108g/mol

Nombre d'Avogadro N_A = 6,[illegible]

BAC 2015 SERIE D

Chimie Exercice 1

Une solution de volume 100 mL est préparée en dissolvant [illegible]2 mg d'acide benzoïque C_6H_5COOH dans l'eau pure. Le coefficient (ou degré) d'ionisation α de l'acide benzoïque pour la solution étudiée est égal à 0,22.

4) Calculer les concentrations molaires de cette solution.

5) Le Ka du couple acide benzoïque/ion benzoate est 6,3.10[illegible]

a) Calculer les concentrations molaires des espèces C_6H_5COOH et $C_6H_5COO^-$ présentes dans cette solution.

b) En déduire le pH de la solution.

6) A la solution précédente d'acide benzoïque, on ajoute une masse m d'hydroxyde de sodium pour obtenir une solution de pH = 4,[illegible]. L'ajout de l'hydroxyde de sodium se fait sans variation notable de volume.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu lors de l'ajout de l'hydroxyde de sodium.

b) Montrer qu'il s'agit d'une réaction acide-base.

c) Déterminer la valeur de m.

On donne en g/mol : C : 12 ; H : 1 ; O : 16 ; Na : 23

Chimie Exercice 2

1) La combustion complète par le dioxygène de 0,1mole d'un alcool saturé A a donné 8,96 L de dioxyde de carbone et de l'eau. Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire d'un gaz est 22,4 L/mol.

a) Ecrire l'équation bilan de la combustion complète d'un alcool saturé et en déduire que la formule brute de l'alcool A est $C_4H_{10}O$.

b) Donner la formule semi-développée, le nom et la classe de chacun des isomères possibles de A.

2) On effectue l'oxydation de trois isomères, notés A_1, A_2 et A_3 par une solution aqueuse de dichromate de potassium en milieu acide.

L'oxydation ménagée de A_1 à chaîne non ramifiée donne un mélange de deux produits organiques B_1 et C_1 ; celle de A_2 donne un mélange de deux produits organique B_2 et C_2.
B_1 et B_2 donnent un test positif avec la liqueur de Fehling ; C_1 et C_2 font virer au jaune le bleu de bromothymol.

L'oxydation ménagée de A_3 donne un produit organique D qui réagit positivement avec la DNPH mais négativement avec la liqueur de Fehling.

a) Identifier sans ambiguïté les réactifs A_1, A_2 et A_3.

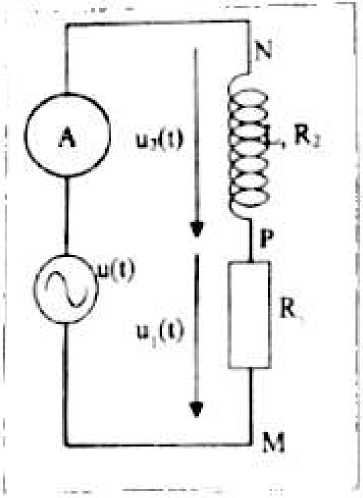
b) Donner la formule semi-développée et le nom de chacun des produits B_1, B_2, C_1, C_2 et D.

b) Ecrire l'équation bilan d'oxydoréduction qui permet le passage de l'alcool A_1 au produit D

Physique Exercice 1 (Voir Physique VII-7)

Physique Exercice 2

On réalise un circuit électrique comprenant un conducteur ohmique de résistance R_1, monté en série avec une bobine d'inductance L et de résistance interne R_2. L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) qui délivre entre les bornes M et N une tension sinusoïdale *u*(t) de la forme *u(t)* = $8,4\sqrt{2}\cos(100\pi t + \varphi)$ où φ est le déphasage de la tension par rapport à l'intensité. Par la suite on désigne par :



- *I(t)* et *u(t)* les expressions respectives de l'intensité et de la tension instantanée ,
- *I* et *U*, les valeurs efficaces respectives de l'intensité et de la tension
- I_m et U_m les valeurs maximales respectives de l'intensité et de la tension ,
- *Z* l'impédance

1) Répondre par vrai ou faux

a) $u(t) = u_1(t) + u_2(t)$

b) $U = U_1 + U_2$

c) $U_m = U_{1m} + U_{2m}$

d) $Z = Z_1 + Z_2$

2) Donner les expressions des impédances

a) Z_1 de la résistance R_1

b) Z_2 de la bobine

c) Z de l'ensemble du circuit

3) Les mesures effectuées à l'aide d'un multimètre ont donné

- Une intensité I de 0,7A dans le circuit
- Des tensions U_1 et U_2 respectivement aux bornes de la résistance R_1 et de la bobine : $U_1 = 5,60$ V et $U_2 = 4,76$ V

a) Calculer les valeurs des impédances :

- Z_1 de la résistance R_1
- Z_2 de la bobine
- Z de l'ensemble du circuit

b) Déduire des résultats précédents les valeurs de R_1, R_2 et L.

c) Calculer le déphasage du circuit et donner l'expression de la tension instantanée u(t).

Physique Exercice 3

On dispose d'une source radioactive accompagnée d'une fiche technique portant les indications suivantes

Césium 137 : $^{137}_{55}Cs$, Masse molaire M = 137g/mol ,

Radioactivité : β ; Constante de désintégration λ = $5,63.10^{-2}$ an^{-1} ; Masse initiale de substance radioactive m = 2,00 g. La date de fabrication de la source n'apparait pas sur la fiche. On effectue alors une mesure de son activité totale et on obtient la valeur $A_1 = 1,01.10^{13}$ Bq.

1) Ecrire l'équation de désintégration de cette source. Quel est le nom du noyau fils formé ?

2) Calculer le nombre initial d'atomes de césium 137 contenu dans la source. En déduire le nombre initial N_0 de noyaux de césium 137 contenu dans la source

3) Exprimer la constante de désintégration dans l'unité du système international

4) a) Exprimer l'activité A d'une source en fonction du nombre de noyaux radioactifs N qu'elle contient.

b) En déduire la valeur de l'activité A_0 de la source.

5) Déterminer l'âge de la source à l'instant où la mesure de l'activité A_1 a été effectuée.

Données : Nombre d'Avogadro $\mathcal{N}_A = 6,02.10^{23}$ mol^{-1} ; 1an = 365 jours ; Extrait du tableau de classification périodique :

Nom	Iode	Xénon	Césium	Baryum	Lanthane
Symbole	I	Xe	Cs	Ba	La
Charge Z	53	54	55	56	57

BAC 2015 SERIE C–E 1^er^ TOUR

Chimie Exercice 1

Dans cet exercice, le produit ionique de l'eau Ke sera pris égal à 10^{-14} à 25°C. On considère une solution aqueuse d'acide benzoïque de concentration molaire volumique Ca = 5.10^{-2} mol/L. La constante d'acidité de cet acide est Ka = $6,34.10^{-5}$

1) Calculer le pKa de cet acide et –logCa

2) En considérant que la quantité de matière d'ions OH^- présents est négligeable devant celle des ions H_3O^+ d'une part puis d'autre part que Ca est très grand devant $[H_3O^+]$, montrer que $[H_3O^+] = \sqrt{KaCa}$, en déduire l'expression du pH de la solution et le calculer

3) Définir le degré d'ionisation d'un acide et le calculer pour l'acide benzoïque.

4) On considère de façon générale, un acide de formule AH, de concentration molaire volumique Ca et de constante d'acidité Ka.

a) En prenant $x = [H_3O^+]$, établir l'expression $x^2 + Kax - KaCa = 0$.

b) Dans le cas où la concentration est très inférieure à Ka, ($\frac{Ca}{Ka} \ll 1$), montrer que $[H_3O^+] = Ca$ et en déduire une expression simple du pH. Que vous suggère ce résultat.

c) Dans le cas contraire ($\frac{Ca}{Ka} \gg 1$), montrer que

$$pH = \frac{1}{2}(pKa - \log Ca)$$

Chimie Exercice 2

1) L'hydrogénation d'un alcène A conduit à un composé B. La combustion complète de 1,45g de B donne 2,25g d'eau.

a) Donner les formules brutes des composés A et B.

b) Ecrire les formules semi-développées et les noms des isomères de A.

2) On dispose d'un isomère de A. Afin de l'identifier, on procède à son hydratation. Donner la formule semi-développée, le nom et la classe du ou des alcools qu'il est possible d'obtenir à partir de chaque isomère.

3) L'expérience montre que l'on obtient deux alcools C et D de classes différentes. De quels isomères proviennent ces alcools C et D ?

4) On réalise l'oxydation ménagée de C et D avec une faible quantité de dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) acidulé par l'acide sulfurique concentré. Seul C s'oxyde en onnant un composé C'' qui donne un précipité jaune avec le 2,4-DNPH et vire le réactif de Schiff en rose.

) Trouver l'isomère de l'alcène dont il est question

) Donner le nom et la formule semi-développée de C''

) Ecrire l'équation de la réaction entre C' et le dichromate de potassium

Physique Exercice 1

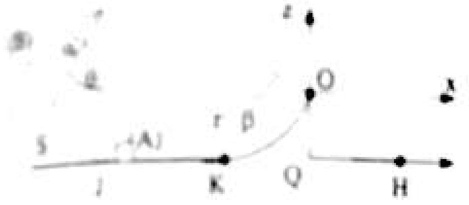
Un pendule (B) de masse M = 100 g et de longueur ℓ = 80 cm est écarté d'un angle α de la verticale et lâché sans vitesse initiale. Le pendule (B) passe par la verticale avec une vitesse v = 2,5 m.s⁻¹. Les frottements sont négligés.

1) a) Calculer la valeur de l'angle α. On donne g = 10m.s⁻²

b) Exprimer littéralement la tension du fil, lorsque celui-ci fait avec la verticale un angle θ, en fonction de α, M et g.

c) Calculer cette tension pour θ = 30°

2) Le pendule (B) heurte un mobile (A) de masse m = 50 g lorsqu'il passe à la verticale. (A) glisse sur un rail horizontal de longueur JK = 50 cm prolongé par une glissière circulaire KO parfaitement lisse, situé dans un plan vertical, de rayon r = 40 cm et d'angle au centre β = 34°. Le mobile (A) est supposé ponctuel, sa vitesse en O a pour valeur V_0 = 1,2 m.s⁻¹. Il quitte la glissière en O et atteint H sur le plan horizontal

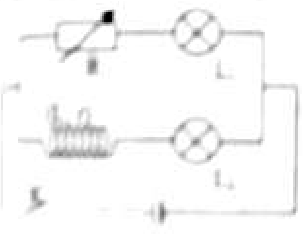


contenant JK.

a) Etablir l'équation de la trajectoire dans le repère (O, x, z)

b) Calculer l'abscisse du point de chute H

3) Sur toute la longueur du rail (A) est soumis à une force de frottement de valeur moyenne égale 10% de son poids. Calculer la vitesse V_A de (A) après le choc



4) a) Calculer la vitesse V_B du pendule juste après le choc

c) Le choc entre le pendule (B) et le mobile (A) était-il parfaitement élastique ? Justifier votre réponse

Physique Exercice 2

Pour étudier un phénomène physique, le professeur d'une classe de terminale C réalise le montage dont le schéma est suivant.

Les lampes L_1 et L_2 sont identiques

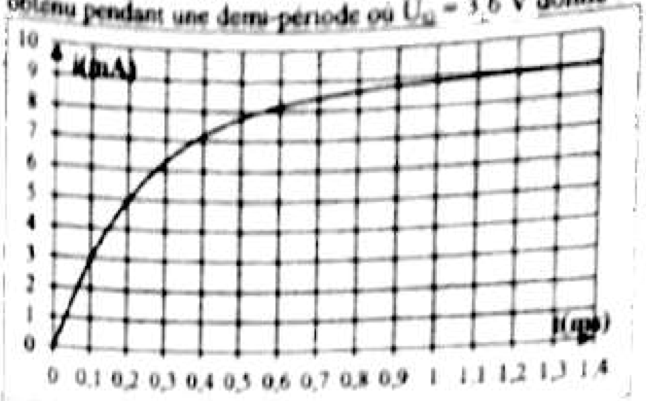
1) Les réglages terminés, le professeur ferme K

a) Qu'observe-t-on ?

b) Quel dipôle en est responsable ?

c) Quel nom donne-t-on au phénomène ainsi mis en évidence ?

2) Le solénoïde (L, r) est monté en série avec un conducteur ohmique de résistance R' = 390 Ω. L'ensemble est alimenté par un générateur délivrant une tension en créneaux d'amplitude 3,6V et de fréquence f = 233Hz. Un dispositif approprié permet de suivre l'évolution de l'intensité i du courant en fonction du temps. Le tracé obtenu pendant une demi-période où U_0 = 3,6 V donne



a) On note I_0 la valeur maximale de i. Calculer I_0

b) Définir la constante de temps τ. Déterminer sa valeur à l'aide du graphe.

c) Calculer la valeur de l'inductance L. On donne r = 10 Ω

3) On monte en série avec le solénoïde (L, r), un condensateur de capacité C = 100 μF. L'association ainsi obtenue est soumise à une tension alternative dont la fréquence du courant est N = 50 Hz. A l'aide d'un oscilloscope, on observe la tension aux bornes de l'association et l'intensité du courant qui traverse le circuit.

a) Calculer l'impédance de l'association.

b) Qu'observe t-on sur l'oscilloscope ?

c) Représenter sur un schéma l'évolution de la tension et celle de l'intensité.

Physique Exercice 3

1) a) Définir le phénomène de la radioactivité

b) Quelles sont les deux lois de conservation à utiliser pour écrire l'équation-bilan d'une réaction nucléaire

2) Compléter le tableau suivant

Radio éléments	Types de radioactivité (α, β⁺ ou β⁻)	Equation de désintégration
$^{32}_{15}P$	β	…… → S + ……
$^{210}_{84}Po$		$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$
$^{40}_{19}K$	β⁺	…… → Ar + ……

3) On considère la masse m = 0,100g d'un échantillon de phosphore 32. Calculer le nombre de noyaux N qu'elle renferme

4) On détermine en fonction du temps t (t en jours) la masse m de phosphore 32. Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous

m(g)	0,1	0,082	0,068	0,056	0,046
t(j)	0	4	8	12	16
m(g)	0,038	0,03	0,023	0,018	0,014
t(j)	20	25	30	35	40

Représenter graphiquement la variation de masse m en fonction du temps.

5) En admettant que l'activité d'un échantillon à l'instant t est proportionnelle au nombre N de noyaux présents dans l'échantillon à cet instant, donner la loi de décroissance radioactive en fonction du temps

6) a) Définir la période T et la déterminer graphiquement

CORRIGES DES EPREUVES DU BACCALAUREAT

BAC 2004 SERIE D

Chimie Exercice 1 (Voir corrigé chimie VI–16)
Exercice 2 (Hors nouveau programme)
Physique Exercice 1(Voir corrigé physique VII–4)
Exercice 2 (Voir corrigé physique II–4)
Exercice 3 (Voir corrigé physique XIII–7)

BAC 2004 SERIE CE

Chimie Exercice 1(Voir corrigé chimie VIII–11)

Chimie Exercice 2

1) Tracer la courbe pH = *f*(v)

2) En utilisant la méthode des tangentes on trouve comme coordonnées : $v_{BE} = 31\ m\ell$ et $pH_E = 8{,}5\ m\ell$

3) La concentration de la solution initiale :

$$C_A = \frac{C_B v_{BE}}{v_A} = 0{,}103\ mol.\ell^{-1}$$

Nombre de mol dans les 2ℓ : $n = C_A v_A = 0{,}206$ mol

Masse molaire de l'acide : $M = \frac{m}{n} = 46{,}02 \cong 46 g.mol^{-1}$.

Les acide carboxyliques ont pour formule générale : $C_nH_{2n}O_2$; de masse molqire : $14n + 32 = 46$ alors $n = 1$
C'est l'acide méthanoïque ou formique HCOOH.

4) A la demi-équivalence pH = pKa = 3,7

5) Concentrations des espèces en solution :
Pour $v = 28\ cm^3$, $pH = 5$: $[H_3O^+] = 10^{-5}\ mol.\ell^{-1}$,

$$[OH^-] = 10^{-9}\ mol.\ell^{-1},\ [Na^+] = \frac{C_B V_B}{V_A + V_B} = 0{,}483\ mol.\ell^{-1}$$

$$[HCOO^-] \cong [Na^+] = 4{,}83.10^{-2}\ mol.\ell^{-1};$$

$$[HCOOH] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} - [HCOO^-] = 4{,}97.10^{-3}\ mol.\ell^{-1}.$$

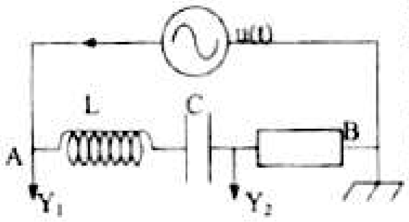
Physique Exercice 1 (Voir corrigé physique V–9)

Physique Exercice 2

1) $Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$

2) **a)** A la résonance $Z = R$, $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 58{,}12Hz$

b) L'intensité efficace I du courant $I = \frac{U}{Z} = 5A$



3) Schéma du montage (voir figure)

4) –Déphasage φ de i(t) sur u(t)
$L\omega = 182{,}6\ \Omega$,
$\frac{1}{C\omega} = 161\Omega$,

$$Tan|\varphi| = \frac{L\omega \quad \frac{1}{C\omega}}{R} \cong 1{,}1 \text{ d'où } |\varphi| = 47{,}7° = 0{,}83 \text{ rad}.$$

i(t) est en retard sur u(t). $\varphi_{i/u} = -47{,}7 = -0{,}83$ rad.

– Expression : $i(t) = 3{,}36\sqrt{2}\sin(1\,628\pi t - 0{,}83)$

Physique Exercice 3 (Voir corrigé physique XIII-11)

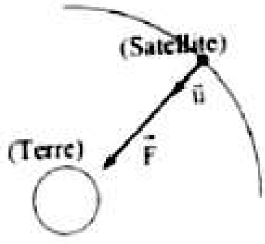
BAC 2005 série D

Chimie Exercice 1 (Voir corrigé chimie VI–15)

Chimie Exercice 2 (Voir corrigé chimie VII–21)

Physique Exercice 1

1) **a)** On se place dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. C'est un référentiel dont l'origine coïncide avec le centre de la Terre et ayant trois axes dirigés vers des étoiles lointaine:



b) Force appliquée au satellite la force gravitationnelle

$$\vec{F} = m\vec{g} = G\frac{mM_T}{r^2}\vec{u}$$

2) De la RFD appliquée au satellite on a $m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{g} = \vec{a}$ Le mouvement est circulaire et uniforme car $\vec{g}$ est centripete. Par projection sur la normale dans le repère de Frénet on a : $\frac{v^2}{h} = g$ soit $v = \sqrt{hg}$

La période de révolution étant le temps mis par le satellite pour
effectuer un tour complet on déduit

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi h}{v} = \frac{2\pi h}{\sqrt{hg}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 h}{g}.$$

AN : T = 7201 s = 2heures 1 s.

2) La vitesse angulaire $\omega = \frac{2\pi}{T} = 8{,}7.10^{-4}\ rad.s^{-1}$

La vitesse linéaire est $v = \omega h = 7048\ m.s^{-1}$

Exercice 2 ((Hors nouveau programme)

Exercice 3

1) Equation de la désintégration

$^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$, le rayonnement émis est un photon γ qui ne modifie ni le nombre de charge Z, ni le nombre de masse A

2) Le nombre de noyaux initiaux $A_0 = \lambda N_0$ avec

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} \text{ d'où } N_0 = \frac{A_0 T}{\ln 2} = 4{,}1\ 10^{13} \text{ noyaux}$$

a) Il n'y a pas de modifications appréciables car la durée d'utilisation est très inferieure à la période

b) L'activité en juin 2054 : soit 60 ans plus tard et

$$t = 60 \text{ ans} = 2T,\ A(t) = A_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{A_0}{4} = 7{,}5.10^3\ Bq$$

BAC 2005 SERIE CE

Chimie Exercice 1 (Voir corrigé chimie VI–17)

Chimie Exercice 2

1) Pourcentage en masse P_A et P_B

$$\frac{32}{P_A} = \frac{14n + 32}{100} \Rightarrow P_A = \frac{3200}{14n + 32} \text{ et } P_B = \frac{1600}{14n + 46}$$

2) Formule brute de A et B

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{37}{15} \Rightarrow \frac{3200}{14n + 32} \times \frac{14n + 46}{1600} = \frac{37}{15} \Rightarrow n = 2 \text{ d'où}$$

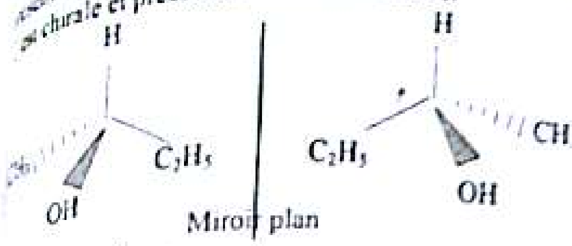
A : $C_2H_4O_2$ et B : $C_4H_{10}O$

3) Formule semi développée de A et B

A : $CH_3–COOH$ (acide éthanoïque ou acétique)
B : $CH_3–CH(CH_3)–CH_2OH$ (2 -méthylpropan–1–ol)

4) Identifions le composé C . Il s'agit du butan–2–ol
$CH_3–CH(OH)–CH_2–CH_3$

carbone fonctionnel est asymétrique, le composé C présente une stéréo-isomérie de configuration : la molécule est chirale et présente deux énantiomères.



Equation bilan :

$CH_3-COOH + CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3 \rightleftarrows H_2O + CH_3-COO-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$

est une réaction d'estérification , elle est lente, limitée et athermique.

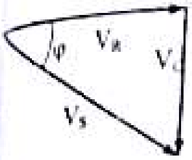
ysique Exercice 1 (Voir corrigé physique II-11)

ysique Exercice 2

1) Intensité du courant et capacité du condensateur :

$\frac{V_R}{R} = 0{,}14A$, $Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{V_C}{I} \Rightarrow C = 10^{-5}F$

Construction de Fresnel :

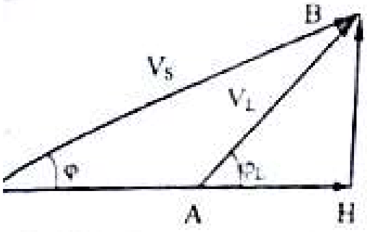


$V_S = \sqrt{V_R^2 + V_C^2} = 14\sqrt{2} = 198V$. La tension aux bornes de S est en retard de phase ($\varphi = -\frac{\pi}{4}$) sur l'intensité.

B 1) $I = \frac{V_R}{R} = 0{,}14\,A$

Construction de Fresnel :

$\,= V_R^2 + V_L^2 - 2V_RV_r\cos(\pi - \varphi_L) \Rightarrow \cos\varphi_L = 0{,}40306$; et



$\varphi_L = 66°14'$. La tension aux bornes de S est en avance de phase sur l'intensité. $\cos\varphi = \frac{V_R^2 + V_S^2 - V_L^2}{2V_RV_S}$

$= 20{,}8°$

ans le triangle AHB :

$_L\cos\varphi_L$ et $L\omega I = V_L\cos\varphi_L \Rightarrow r = 20\Omega$ et $L = 46$ mA

que Exercice 3 (Voir physique XIII-10)

BAC 2006 SERIE D

Exercice 1 (Hors nouveau programme)

Exercice 2 (Hors nouveau programme)

ue Exercice 1 (Voir physique XIV-4)

ue Exercice 2

Les ions étant chargés positivement alors (P_1) doit é au potentiel le plus élevé.

ul de la vitesse v_0 des ions $^{68}Zn^{2+}$.

: $\frac{1}{2}mv_0^2 = qU = 2eU$ et donc $v_0 = \sqrt{\frac{4eU}{68\,u}}$;

$= 7{,}5.10^4\ m.s^{-1}$.

ul de v_0' de $^xZn^{2+}$: $v_0' = \sqrt{\frac{4eU}{xu}} = v_0\sqrt{\frac{68}{x}}$

2) a) Par la règle de la main droite on trouve que $\vec{B}$ doit sortir du plan de la figure $\vec{B}$ ○

b) -Montrons que les trajectoires des ions sont planes

On considère le repère (O_2, $\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$) tel que $\vec{k}$ soit colinéaire à $\vec{B}$ et de même sens RFD $m\vec{a} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ des propriétés du produit vectoriel on déduit que $\vec{a} \perp \vec{B}$ et donc que $\vec{a} \perp \vec{k}$ par conséquent $a_z = \frac{d^2z}{dt^2} = 0 \Rightarrow \frac{dz}{dt} = v_z =$ cste et donc $z = At + B$ A $t = 0$ on a $z = B = 0$ (la particule est en O_2) et $v_z = A = 0$ car $\vec{v} \perp \vec{k}$ selon les conditions initiales. Finalement $a_z = 0$; $v_z = 0$ et $z = 0$ Le mouvement de la particule à lieu dans le plan $z = 0$ c'est-à-dire le plan (XOY) orthogonal à $\vec{B}$

- La nature du mouvement

Dans la base de Frenet ($\vec{u}$, $\vec{n}$), on a : $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{u} + \frac{v^2}{R}\vec{n}$ (1)

D' autre part de la RFD on a $\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v} \wedge \vec{B} = \frac{q}{m}vB\vec{n}$ (2)

(des propriétés du produit vectoriel $\vec{a} \perp \vec{v}$ par conséquent $\vec{a}$ est porté par la normale puisque $\vec{v}$ est toujours porté par la tangente)

En identifiant (1) et (2) on déduit :

- $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v =$ cste . le mouvement est uniforme.
- $\frac{q}{m}vB = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB} =$ cste : la trajectoire est

circulaire de rayon R.

- Calcul du rayon de courbure pour $^{68}Zn^{2+}$:

$R = \frac{mv}{2eB} = \frac{68uv_0}{2eB} = 0{,}266m$

c) Calcul de x :

$AA' = O_2A' - O_2A = \frac{m'v'}{eB} - \frac{mv}{eB}$, en remplaçant v' par v $\sqrt{\frac{68}{x}}$ on obtient : $x = \frac{\left(\frac{eBAA'}{uv} + 68\right)^2}{68} = 70.$

Physique Exercice 3

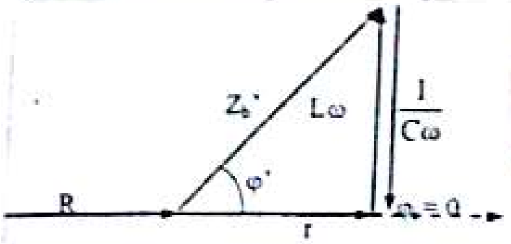
1) a) $Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} = 33\Omega$

b) $I = \frac{U}{Z} = 0{,}36\ A$

c) $\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} = 1{,}31$ d'où $\varphi = 52{,}6° = 0{,}919$ rad

Tan $\varphi > 0$: la tension u est en avance sur l'intensité i.

d) $i = I\sqrt{2}\cos\omega t = 0{,}51\cos 1257t$



$u = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi) = 16{,}97\cos(1257t + 0{,}919)$

2) a) $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 178$ Hz

b) $U_b = L\omega I_0$ avec $I_0 = \frac{U}{R} = \frac{12}{20} = 0,6$ A

$U_b = 0,1 \times 2\pi \times 178 \times 0,6 = 67,1V$

3) **a)** Diagramme des tensions efficaces(figure)

b) $\tan\varphi' = \frac{L\omega_0}{r} = 2,2 \Rightarrow \varphi' = 1,15$ rad $= 65,9°$

c) $i' = I'\sqrt{2}\cos\omega_0 t$

avec $I' = \frac{U}{R+r} = 0,171$ A ; $i' = 0,242\cos 1118t$

$u_b' = U_b'\sqrt{2}\cos(\omega_0 t + \varphi')$ avec

$U_b' = Z_b' I' = \frac{U}{R+r}\sqrt{r^2 + L^2\omega_0^2} = 20,9$ d'où :

$u_b' = 29,6\cos(1118t + 1,15)$ et

$u' = U\sqrt{2}\cos\omega_0 t = 17\cos 1118t$

BAC 2006 SERIE CE

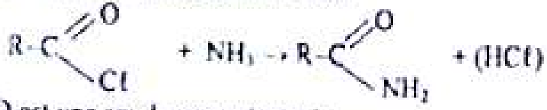
Chimie Exercice 1 (Voir corrigé chimie IV-11)

Chimie Exercice 2

1) **a)** C est un chlorure d'acyle 

$R-C(=O)-Cl$

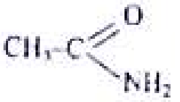
b) Equation bilan de la réaction



$R-C(=O)-Cl + NH_3 \rightarrow R-C(=O)-NH_2 + (HCl)$

D est une amide non substituée.

c) Formule semi développée de D : $M_D = M_R + 44$ avec $M_R = 14n + 1 = M_D - 44 \Rightarrow n = 1$; R est donc un groupe méthyle, soit D



$CH_3-C(=O)-NH_2$: éthanamide

2) a) Equation : $R-COOH + OH^- \rightarrow R-COO^- + H_2O$

b) Le nombre de mol de B :

A l'équivalence $n_B = n(OH^-) = C_1V = 2.10^{-2}$ mol

Le nombre de mol de A : $n_A = 2n_B = 4.10^{-2}$ mol

c) Formule semi developpée de A

$n_A = \frac{m_A}{M_A} \Rightarrow M_A = 46$ g mol^{-1} et comme $M_A = 14n + 32$

alors n = 1 d'ou : A est CH_3-CH_2-OH ; l'éthanol.

Physique Exercice 1 (Voir Physique II-13)

Physique Exercice 2

1) **a)** Expression de Z_1 et P_1

$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C_1\omega}\right)^2}$; $P_1 = UI\cos\varphi$ et $\cos\varphi = \frac{R_1}{Z_1}$

b) Cette puissance est dissipée dans la résistance par effet joule $P = RI^2$

c) Pour que la puissance consommée soit maximale il faut que : $\cos\varphi = 1$ soit $R_1 = Z_1 \Rightarrow L_1C_1\omega_0^2 = 1 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{L_1C_1}}$

d) A.N : $\omega_0 = 2,83.10^3$ rad.s^{-1} ; $P_{max} = UI = \frac{U^2}{R_1} = 1W$

2) **a)** $P_2 = \frac{UIR_2}{\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{C_2^2\omega^2}}}$ car $\cos\varphi = \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{C_2^2\omega^2}}}$

b) $P_1 = P_2 \Leftrightarrow \frac{UIR_1}{\sqrt{R_1^2 + \left(L_1\omega - \frac{1}{C_1\omega}\right)^2}} = \frac{UIR_2}{\sqrt{R_2^2 + \frac{1}{C_2^2\omega^2}}}$

En résolvant l'équation on obtient les deux expressions de ω : $C_2^2L_1^2C_1^2\omega^4 - 2C_2^2L_1C_1\omega^2 + C_2^2 - C_1^2 = 0$

c) Calcul de ω' : En posant $\Omega = \omega^2$ et en résolvant l'équation du 2nd degré on obtient : $\omega' = 2.10^3$ rad s^{-1} ou $\omega'' = 3,46.10^3$ rad.s^{-1}.

d) Pour le circuit (1) : $\tan\varphi_1 = \frac{L_1\omega' - \frac{1}{C_1\omega'}}{R_1}$

Pour le circuit (2) : $\tan\varphi_2 = -\frac{1}{R_2C_2\omega'}$

A.N : $\tan\varphi_1 = -1,25 = \tan\varphi_2$ et $\varphi_1 = \varphi_2 = -51,34$

Physique Exercice 3 (voir corrigé physique XIII-12)

BAC 2007 SERIE D

Chimie Exercice 1

1) Concentration molaire de la solution :

$C = \frac{m}{MV} = \frac{12,2.10^{-3}}{122 \times 100.10^{-3}} = 10^{-3}$ mol.ℓ$^{-1}$

2) **a)** Concentrations de C_6H_5-COOH et $C_6H_5-COO^-$

- $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{[C_6H_5-COO^-]}{C}$ d'où :

$[C_6H_5-COO^-] = C\alpha = 10^{-3} \times 0,22 = 2,2.10^{-4}$ mol.ℓ$^{-1}$.

- De la conservation de la matière :

$C = [C_6H_5-COOH] + [C_6H_5-COO^-]$ d'où :

$[C_6H_5-COOH] = C - [C_6H_5-COO^-] = 10^{-3} - 2,2.10^{-4}$

$[C_6H_5-COOH] = 7,8.10^{-4}$ mol ℓ$^{-1}$.

b) Le pH : $pH = pKa + \log\frac{[C_6H_5-COO^-]}{[C_6H_5-COOH]} =$

$pH = -\log 6,3.10^{-5} + \log\frac{2,2.10^{-4}}{7,8.10^{-4}} = 3,65$

3) **a)** Equation bilan de la réaction :

$C_6H_5-COOH + OH^- \rightarrow C_6H_5-COO^- + H_2O$

b) La solution obtenue contient des ions si elle conduit le courant électrique.

c) La valeur de la masse m' :

On a pH = pKa, c'est la demi-équivalence d'où :

$n(NaOH) = \frac{n(C_6H_5-COOH)_{initial}}{2} \Rightarrow$

$\frac{CaVa}{2} = CbVb = n(NaOH) = \frac{m'}{M(NaOH)}$ et

$m' = n(NaOH) \times M = \frac{CaVa}{2} \times M = \frac{10^{-3} \times 100.10^{-3}}{2} \times 40$

$m' = 2.10^{-3}$ g

Chimie Exercice 2 (Hors nouveau programme)

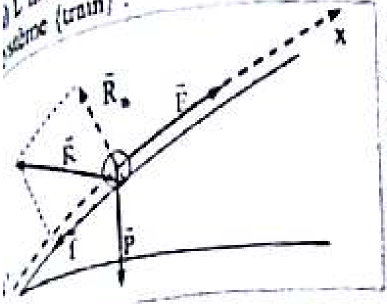
Physique Exercice 1

- Soit le système (train) dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
- Bilan des forces : la force propulsive $\vec{F}$; la réaction du support $\vec{R} = \vec{R_N} + \vec{f}$; le poids $\vec{P}$.

ccélération du train : $V^2 - V_0^2 = 2ad$ avec $V_0 = 0$

$a = \frac{V^2}{2d} = \left[\frac{90\times1000}{3600}\right]^2 \times \frac{1}{2\times3125} = 0,1\ m.s^{-2}$.

L'intensité de la force propulsive Appliquons la RFD ystème (train) :



$\vec{P}+\vec{F}+\vec{R} = m_T\vec{a}$ avec $m_T = m_0 + m_1 + m_2 = 300.10^3$ kg. En projetant sur l'axe x'x on a : $-P\sin\alpha + F - f = m_Ta$; avec $f = \times\mu$; (μ = 50 N/tonne = 5.10^{-2} N/kg) et α = 3/100 = 0,03 ; d'où : $F = m_1(a + g\sin\alpha + \mu)$

N : $F = 300.10^3 \times (0,1 + 10\times0,03 + 5.10^{-2}) = 1,35.10^5$ N.

L'intensité de la force de traction $\vec{T}_1$ liant la locomotive 1^{er} wagon.

n considère les deux systèmes d'étude {wagon 1} et agon 2} dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

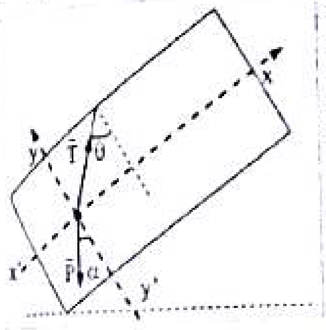
Bilan des forces sur le {wagon 1}et {wagon 2} (voir gures)

pliquons la RFD aux deux systèmes : {wagon 1} :

$\vec{f}_1+\vec{R}_1+\vec{P}_1+\vec{T}_2 = m_1\vec{a}$; par projection sur l'axe x'x, on a : $T_1 - f_1 - P_1\sin\alpha - T_2' = m_1a$ soit :

$T_1 = f_1 + P_1\sin\alpha + T_2' + m_1a$ avec $f_1 = m_1\mu$

$T_1 = m_1\mu + m_1g\sin\alpha + m_1a + T_2'$ (1)



- {wagon 2} : $\vec{T}_2 + \vec{P}_2 + \vec{R}_2 = m_2\vec{a}$; par projection sur l'axe x'x, on a : $T_2 - P_2\sin\alpha - f_2 = m_2a$ avec $f_2 = \mu m_2$

$T_2 = m_2a + m_2g\sin\alpha + m_2\mu$ (2)

On a : $T_2 = T_2'$ d'où :

$T_1 = m_1\mu + m_1g\sin\alpha + m_1a + m_2a + m_2g\sin\alpha + m_2\mu$

$T_1 = (m_1 + m_2)(a + g\sin\alpha + \mu)$

AN : $T_1 = 150.10^3(0,1 + 10\times0,03 + 5.10^{-2}) = 6,75.10^4$ N.

c) L'intensité de la force de traction $\vec{T}_2$ liant le 1^{er} et le 2^{nd} wagon :

$T_2 = m_2a + m_2g\sin\alpha + m_2\mu = m_2(a + g\sin\alpha + \mu)$

$T_2 = 50.10^3(0,1 + 10\times0,03 + 5.10^{-2}) = 2,25.10^4$ N.

2) L'intensité de la force de traction exercée par la locomotive sur le reste du convoi :

$T_1' = (m_1 + m_2)(a + g\sin\alpha + \mu)$ avec a = 0 (MRU)

$T_1' = (m_1 + m_2)(g\sin\alpha + \mu)$

AN : $T_1' = 150.10^3(10\times0,03 + 5.10^{-2}) = 5,25.10^4$ N.

3) Les angles d'inclinaison pour les deux phases :

Appliquons la RFD au système {masselotte} dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

$\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$; Projection sur les axes x'x et y'y on a :

$$\begin{cases}-P\sin\alpha + T\sin\theta = ma \quad (1)\\ T\cos\theta - P\cos\alpha = 0 \quad (2)\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}T\sin\theta = m(a + g\sin\alpha)\\ T\cos\theta = mg\cos\alpha\end{cases}$$ et

- $1^{ère}$ phase :

$\tan\theta = \frac{a + g\sin\alpha}{g\cos\alpha} = \frac{0,1 + 10\times0,03}{10\times\cos(1,72)} = 0,04$; $\theta = 2,29°$

- $2^{ème}$ phase : a = 0 d'où θ = α = 1,72°

Physique Exercice 2 (Hors nouveau programme)

Physique Exercice 3 (Voir Physique XIII–13)

BAC 2007 SERIE CE 1^{er} TOUR

Chimie Exercice 1 (voir corrigé chimie V– 4)

Chimie Exercice 2

1) L'ester E a pour nom : Ethanoate de 3-méthylbutyle

2) Formules et noms :

– L'acide : acide éthanoïque CH_3COOH

– L'alcool : 3-méthylbutan-1-ol de formule : $CH_3–CH(CH_3)–CH_2–CH_2OH$, C'est un alcool primaire.

3) L'équation bilan de la réaction :

$CH_3COOH + CH_3–CH(CH_3)–CH_2–CH_2OH \rightleftarrows H_2O + CH_3–COO–CH_2–CH_2–CH(CH_3)–CH_3$

Les caractéristiques : la réaction est lente, limitée et athermique.

4) Calcul du volume V_2 d'acide :

On a : $n_A = n_B \Rightarrow \frac{\rho_AV_A}{M_A} = \frac{\rho_BV_B}{M_B} \Rightarrow$

$V_2 = V_A = \frac{8,1.10^{-2}\times44\times60}{88\times1,05.10^{-3}} = 23,1\ m\ell$

5) a) La masse m d'ester obtenue :

$m_E = n_EM_E = \frac{\rho_BV_B}{M_B} \times M_E = 52,65$ g

b) Le rendement de la réaction

$r = \frac{m}{m_E}\times100 = \frac{26,3}{52,65}\times100 = 50\ \%$

Physique Exercice 1

1) a) Les constantes du mouvement :

A t = 0 : $\begin{cases}x = x_m\cos\varphi = 0\\ v = \dot{x} = -2\pi fx_m\sin\varphi = v_m\end{cases}$ avec $v_m > 0$ d'où

$\begin{cases}\cos\varphi = 0\\ \sin\varphi = -1\end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$

$-2\pi fx_m\sin\varphi = v_m \Rightarrow f = \frac{-v_m}{2\pi x_m\sin\varphi} = 1,6$ Hz et

$\omega = 2\pi f = 10\ rad.s^{-1}$.

b) Les équations horaires de l'élongation et de la vitesse :

$x(t) = 0,05\cos(10t - \frac{\pi}{2})$; $v(t) = -0,5\sin(10t - \frac{\pi}{2})$

2) a) f = 1,6 Hz ; b) $T = \frac{1}{f} = 0,625$ s.

3) Temps mis pour passer à la position extrémale

$x(t) = x_m \Rightarrow 0,05\cos(10t - \frac{\pi}{2}) = 0,05$

$\Rightarrow \cos(10t - \frac{\pi}{2}) = 1 \Rightarrow 10t - \frac{\pi}{2} = 1$ et $t = \frac{\pi}{20} = 0,157$ s.

4) a) La période T' du mouvement

On a : $v_m = \omega x_m = \frac{2\pi}{T'} x_m$ d'où $T' = \frac{2\pi x_m}{v_m} = 0{,}654$ s

b) La masse du solide

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$ et $T'^2 = 4\pi^2 \frac{(m+m')}{k}$

$\frac{T'^2}{T^2} = \frac{m+m'}{m}$ d'où : $m = \frac{m'}{\left(\frac{T'}{T}\right)^2 - 1} = 105{,}3$ g

La raideur k du ressort : $k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 10{,}65$ N.m^{-1}

Physique Exercice 2 (Hors nouveau programme)
Physique Exercice 3 (Voir Physique XIV-5)

BAC 2007 SERIE CE 2nd TOUR

Chimie Exercice 1 (voir chimie VI–14)
Chimie Exercice 2

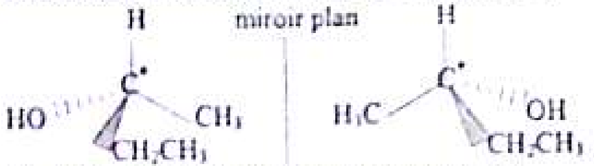
1) a) La formule brute de l'alcool :

$M(C_nH_{2n+1}OH) = 14n + 18 = 74 \Rightarrow n = 4$ d'où : $C_4H_{10}O$

b) Formule semi-développée : A conduit à une cétone c'est donc un alcool secondaire de formule semi-développée :

$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$ butan-2-ol

c) A possède un carbone asymétrique, il est donc dédoublable en deux énantiomères de formules spatiales :



d) L'équation bilan de l'oxydation ménagée :

– Demi équation de la réduction :

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightleftarrows 2Cr^{3+} + 7\,H_2O$

– Demi équation de l'oxydation de A

$3\times(\,C_2H_5-CH(OH)-CH_3 \rightleftarrows C_2H_5-CO-CH_3 + 2H^+ + 2e^-)$

– Equation bilan

$Cr_2O_7^{2-} + 3\,C_2H_5-CH(OH)-CH_3 + 8H^+ \rightarrow 7H_2O + 2Cr^{3+}$
$+ 3\,C_2H_5-CO-CH_3$

B est le butanone.

2) a) C'est une estérification, elle est lente, limitée et athermique. L'élévation de température accélère la réaction.

b) L'équation de la reaction

$C_2H_5-CH(OH)-CH_3 + R-COOH \rightleftarrows H_2O +$
$R-COO-CH(CH_3)-C_2H_5$

c) L'acide utilisé est l'acide méthanoïque : HCOOH

d) Le nom et la formule de E :

$HCOO-CH(CH_3)-C_2H_5$ Méthanoate de 1-méthylpropyle

Physique Exercice 1

Le système est le proton dans le référentiel terrestre galiléen

1) a) $U_{PP'} > 0$ car le champ $\vec{E}$ est dirigé de P vers P'.

La trajectoire : Le proton est soumis à la force électrique

$\vec{F} = e\vec{E} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e\vec{E}}{m}$; $\vec{a}$ a même direction et même sens que $\vec{i}$ et $\vec{v} = v\vec{i}$: la trajectoire du proton est une droite portée par $\vec{i}$.

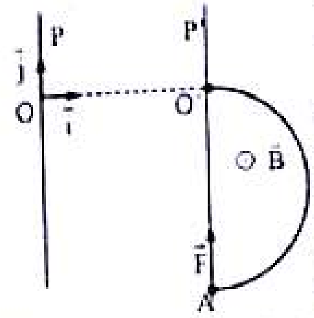
b) Expression de $v_{0'}$

Par application du théorème de l'énergie cinétique, on a :

$\frac{1}{2}mv_{0'}^2 = eU_{PP'} \Rightarrow v_{0'} = \sqrt{\frac{2eU_{PP'}}{m}} = 1{,}1.10^6$ m s^{-1}.

2) a) La nature du mouvement du proton.

- Le proton est soumis à la force magnétique : $\overrightarrow{F_m} = e(\vec{v}\wedge\vec{B}) = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{e}{m}(\vec{v}\wedge\vec{B})$; $\overrightarrow{F_m} \perp \vec{B} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{B}$; $\vec{k}$ étant le vecteur unitaire de l'axe O'Z // $\vec{B}$ et de même sens, on a : $a_z = 0 \Rightarrow v_z = \text{cste} = v_{0z} = 0$ et $z = \text{cste} = z_{0'} = 0$; le mouvement du proton est plan, c'est le plan $z = 0$.
- On a : $\overrightarrow{F_m} = e(\vec{v}\wedge\vec{B})$, du produit vectoriel : $\overrightarrow{F_m} \perp \vec{v} \Rightarrow P = \frac{dEc}{dt} = \overrightarrow{F_m}\cdot\vec{v} = 0 \Rightarrow Ec = \text{Cste} \Rightarrow v = \text{cste} = v_{0'}$ le mouvement du proton est uniforme de vitesse $v_{0'}$.



- Le mouvement étant uniforme : $v = \text{cste} \Rightarrow a = a_n = \frac{v_{0'}^2}{R} = \frac{e}{m}v_{0'}B \Rightarrow R = \frac{mv_{0'}}{eB} = \text{cste}$: la trajectoire du proton est circulaire.

Le mouvement du proton est donc circulaire et uniforme dans le plan $z = 0$.

b) La distance O'A :

$O'A = 2R = \frac{2mv_{0'}}{eB} = \frac{2}{B}\sqrt{\frac{2mU_{PP'}}{e}} = 0{,}115$ m.

c) Schéma

3) a) Nature du mouvement du proton après A.

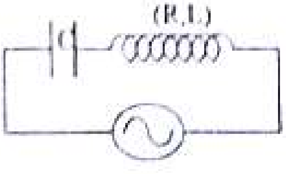
Après A, le proton est à nouveau soumis à la force électrique $\overrightarrow{F_e}$ et $\overrightarrow{v_A} = -\overrightarrow{v_{0'}} = v_0\,\vec{i}$ avec $\overrightarrow{F_e} = F_e\vec{i}$: $\overrightarrow{F_e}$ et $\overrightarrow{v_A}$ sont opposés, le mouvement du proton est rectiligne uniformément retardé d'accélération : $a_e = \frac{-eU_{PP'}}{md}$

b) Calcul de la durée du trajet : t_e étant la durée dans le champ électrique et t_m la durée dans le champ magnétique : on a : $t = 2t_e + t_m$

- $d = \frac{1}{2}a_e t_e^2 \Rightarrow t_e = \sqrt{\frac{2d}{a_e}} = d\sqrt{\frac{2m}{eU_{PP'}}}$
- $t_m = \frac{\pi R}{v_{0'}} = \frac{\pi m v_{0'}}{eBv_{0'}} = \frac{\pi m}{eB}$
- $t = 2d\sqrt{\frac{2m}{eU_{PP'}}} + \frac{\pi m}{eB} = 5{,}27.10^{-7}$ s

Physique Exercice 2

1) Schéma du montage (voir figure)



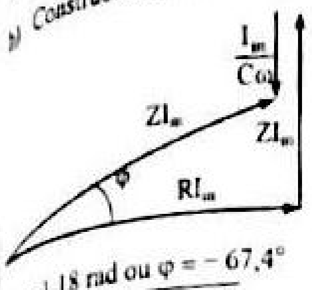
Calcul de U_m :

$U_m = U_{eff}\sqrt{2} = 311{,}12$ V

2) a) Expression de u_1 et u_2 en fonction de i :

- $u_1 = \frac{q}{C}$; $i = \frac{dq}{dt}$; $u_1 = \frac{1}{C}\int idt$
- $u_2 = Ri - e$; $e = -L\frac{di}{dt}$ d'où : $u_2 = Ri + L\frac{di}{dt}$
- Expression de u : $u = u_1 + u_2 = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int idt$

b) Construction de Fresnel des amplitudes.



On a : $i = I_m \sin\omega t$ d'où $u = RI_m \sin\omega t + L\omega I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I_m}{C\omega}\sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$

$\text{Tan } \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \Rightarrow$

$\varphi = -1{,}18$ rad ou $\varphi = -67{,}4°$

$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} = 520\ \Omega$; $I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = 0{,}423$ A

3) a) La valeur de N_0 et de ω_0 : C'est la résonance $LC\omega_0^2 = 1$ avec $\omega_0 = 2\pi N_0$ d'où $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 100{,}7$ Hz et $\omega_0 =$ 32,45 rad s^{-1}

b) L'impédance de la portion de circuit et l'intensité efficace. A la résonance $Z = R = 200\ \Omega$ et $I_0 = \frac{U}{R} = 1{,}1$ A

Physique Exercice 3 (Hors nouveau programme)

BAC 2008 SERIE D

Chimie Exercice 1

1) Les concentrations des espèces

- Du pH : $[H_3O^+] = 10^{-pH} \approx 4.10^{-9}$ mol.L^{-1}
- Du Ke : $[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 2{,}5.10^{-6}$ mol.L^{-1}
- Na$^+$ étant indifférent : $[Na^+] = 10^{-1}$ mol.L^{-1}.
- De l'électroneutralité $[HCOO^-] = [Na^+] + [H_3O^+] - [OH^-]$

et comme $[H_3O^+] << [OH^-]$ alors
$[HCOO^-] = [Na^+] - [OH^-] \approx 10^{-1}$ mol.L^{-1}

- De la conservation de HCOO$^-$

$[HCOO^-] + [HCOOH] = 10^{-1}$ d'où
$[HCOOH] = 10^{-1} - [HCOO^-] = 10^{-1} - ([Na^+] - [OH^-])$
$[HCOOH] = 2{,}5.10^{-6}$ mol.L^{-1}

Déduisons la valeur du pKa :

$pKa = pH - \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 8{,}4 - \log\frac{10^{-1}}{2{,}5.10^{-6}} = 3{,}8$

2) a) L'équation de la réaction
$HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$

b) Calcul de V_B : $V_B = \frac{C_AV_A}{C_B} = 20\ cm^3$.

c) La nature du mélange : A l'équivalence on obtient une solution de méthanoate de sodium qui est basique.

3) a) La masse d'hydroxyde de sodium
pH = pKa = 3,8 : on obtient alors une solution tampon

$\frac{n(acide)}{2} = n(base) \Rightarrow \frac{C_AV}{2} = \frac{m}{M} \Rightarrow m = \frac{C_AVM}{2}$

$m = 0{,}5 \times 10^{-1} \times 1 \times (23 + 17) = 2$ g

b) Les propriétés du mélange obtenu :
- Son pH ne varie pas lors d'une dilution modérée.
- Son pH varie peu lors d'un ajout modéré d'acide ou de base.

4) a) Les valeurs du pH délimitant la zone de virage

On a : $pH = pKi + \log\frac{[In^-]}{[HIn]}$

- Limite couleur rouge : $[HIn] > 9\,[In^-] \Rightarrow \frac{[In^-]}{[HIn]} < \frac{1}{9}$ et

donc : $pH < 5{,}1 + \log\frac{1}{9} \Rightarrow pH < 4{,}14$

- Limite couleur jaune : $[In^-] > 10[HIn] \Rightarrow \frac{[In^-]}{[HIn]} > 10$ et

$pH > 5{,}1 + \text{Log } 10 \Rightarrow pH > 7{,}1$

b) Couleur de la solution : On a $pH_S = 8{,}4$ et $pH_S > 7{,}1$ d'où la solution prend une couleur jaune

Chimie Exercice 2 (Hors nouveau programme)

Physique Exercice 1

On considère le système {électron} dans le référentiel terrestre supposé galiléen

1) L'expression de la vitesse
Appliquons le TEC entre C et A à l'électron

$\Delta Ec = \sum W(\vec{F}_{ext})$ $\frac{m}{2}(v_A^2 - v_C^2) = q(V_C - V_A) = qU_{CA} = -eU_{CA} = eU_{AC} = eU \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$

2) a) Déterminons le rapport $\frac{e}{m}$

Appliquons la RFD au système {électron}, la seule force appliquée étant la force magnétique

$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v} \wedge \vec{B}$

Dans la base de Frénet $(\vec{u}, \vec{n})$ on a

$\begin{cases} \vec{a} = \frac{|q|}{m} vB\vec{n} \text{ (I)} \\ \vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n = \frac{dv}{dt}\vec{u} + \frac{v^2}{R}\vec{n} \text{ (II)} \end{cases} \Rightarrow$ De I et II on déduit

$\frac{v^2}{R} = \frac{|q|}{m}vB$ avec $|q| = e$, d'où $\frac{e}{m} = \frac{v}{RB}$

b) Déduisons la masse de l'électron ,

On a $\frac{e}{m} = \frac{v}{RB}$ avec $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ d'où

$m = \frac{eR^2B^2}{2U} = 9.10^{-31}$ kg

3) a) Déterminons l'équation horaire du mouvement
Appliquons la RFD, la force électrique étant la seule force appliquée $\vec{F}_e = q\vec{E} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ par intégration successive on obtient l'équation vectorielle suivante

$\overrightarrow{OM} = \frac{q}{2m}t^2\vec{E} + t\vec{v}_0 + \overrightarrow{OM_0}$

Projetons cette équation sur les axes Ox et Oy

$\begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix} = -\frac{et^2}{2m}\begin{vmatrix} 0 \\ E \end{vmatrix} + t\begin{vmatrix} v_0\cos\alpha \\ v_0\sin\alpha \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \end{vmatrix}$ d'où

$x = v_0(\cos\alpha)t$ (1); $y = -\frac{eE}{2m}t^2 + v_0(\sin\alpha)t$ (2)

$\Rightarrow x = 2{,}77.10^6\ t$ et $y = -1{,}6.10^{-13}t^2 + 1{,}6.10^6 t$

b) L'abscisse du point d'intersection
L'équation de la trajectoire :

De (1) et (2) on déduit $y = -\frac{eE}{2mv_0^2\cos^2\alpha}x^2 + (\tan\alpha)x$

Sur l'axe Ox, on a $y = 0$. On obtient deux valeurs de x :

$x = 0$ (l'origine) et $x = \frac{2mv_0^2\cos^2\alpha\tan\alpha}{eE} = 0{,}277$ m.

La vitesse en O' a même valeur qu'en O car O et O' sont situés sur la même équipotentielle

Physique Exercice 2

On considère le système {objet S, ressort} dans le référentiel terrestre supposé galiléen

1) Etablissons l'équation différentielle du mouvement

Appliquons la RFD $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$, par projection sur x'x on obtient $-kx = m\ddot{x}$ soit $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$.

2) L'équation horaire du mouvement

On considère la solution de l'équation différentielle sous la forme $x = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$ avec à $t = 0$

$$\begin{cases} x_0 = X_m\cos\varphi = 2.10^{-2} \ (1) \\ v_0 = -\omega_0 X_m \sin\varphi = -0{,}4 \ (2) \end{cases} \quad \text{avec } \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10 \text{ rad.s}^{-1}$$

De $\frac{(2)}{(1)}$ $\tan\varphi = 2$ d'où $\varphi = 1{,}1$ rad ou $\varphi = 4{,}2$ rad

De (1) $\cos\varphi > 0$ d'où $\varphi = 1{,}1$ rad.

De (1) $X_m = \frac{2.10^{-2}}{\cos\varphi} = 4{,}5.10^{-2}$ m , d'où

$x = 4{,}5.10^{-2}\cos(10t + 1{,}1)$

3) Les expressions de

- la vitesse $v = \frac{dx}{dt} = -4{,}5.10^{-1}\sin(10t + 1{,}1)$
- l'accélération $a = \frac{d^2x}{dt^2} = -4{,}5\cos(10t + 1{,}1)$

4) L'énergie mécanique de l'objet

$E_M = \frac{1}{2}k(X_m)^2 = 10{,}125.10^{-3}$ J

Physique Exercice 3 (Hors nouveau programme)

BAC 2008 SERIE C-E 1^er TOUR

Chimie Exercice 1 (voir chimie VI-22)

Chimie Exercice 2

1) Les fonctions chimiques des composés

A : alcool primaire ; B : alcool secondaire ; C : acide carboxylique ; D : cétone

2) a) Les formules semi-développées

Formule brute de D : $C_nH_{2n}O$, $M(D) = \frac{M(O)}{\%O} = 58$ g/mol

; $14n + 16 = 58 \Rightarrow n = 3$

D : propanone $CH_3-C(O)-CH_3$

B : propan-2-ol $CH_3-CH(OH)-CH_3$

A : propan-1-ol $CH_3-CH_2-CH_2OH$

C : acide propanoïque CH_3-CH_2-COOH

X : propène $CH_3-CH=CH_2$

b) Les isomères de fonction

de C : éthanoate de méthyle $CH_3-COO-CH_3$

de D : propanal : CH_3-CH_2-CHO

Physique Exercice 1

1) Tracer la courbe $B_0 = f(L)$

2) La courbe croît et admet une asymptote horizontale lorsque L devient grand. La courbe admet une valeur limite $B_{0l} = 3.10^{-3}$ T

Pour un solénoïde long, le champ magnétique au centre est indépendant de la longueur du solénoïde.

3) a) Le nombre de spires

$N = \frac{B_0 L}{\mu_0 I} = 1193{,}66 \approx 1200$spires

b) Le nombre de couches nécessaire

Le nombre de spires nécessaire pour une couche

$N' = \frac{L}{d} = 300$ spires

Le nombre de couche $n = \frac{N}{N'} = 4$ couches

Physique Exercice 2

1) Les caractéristiques du champ résultant $\vec{B}$ en A

Sens : vers le haut

Direction : $\vec{B}$ fait un angle α avec la verticale tel que $\tan\alpha = \frac{B_1}{B_2}$ avec $B_1 = \frac{\mu_0 C_1 I_1}{D_1}$ et $B_2 = \frac{\mu_0 C_2 I_2}{D_2}$ car

$B = \frac{\mu_0 N I}{l}$, $N = \frac{C \times l}{D}$ C : nombre de couches, l : longueur du solénoïde et D : diamètre du fil

$\tan\alpha = \frac{C_1 I_1}{D_1} \times \frac{D_2}{C_2 I_2}$.

$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \mu_0\sqrt{\left(\frac{C_1 I_1}{D_1}\right)^2 + \left(\frac{C_2 I_2}{D_2}\right)^2}$

2) Applications numériques $\alpha = 26{,}56°$ et $B = 5{,}62.10^{-3}$ T

3) La longueur L_1 de S_1 : $L_1 = \frac{ND}{C} = 0{,}9$ m

4) Calcul de B' et de α'

$B' = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2\cos(\vec{B_1}, \vec{B_2})} \approx 5.10^{-3}$ T

$\cos\alpha' = \frac{B'^2 + B_1^2 - B_2^2}{2B'B_1} = 0{,}87$; $\alpha' = 29°$

Physique Exercice 3

1) a) L'intensité efficace dans le circuit

$U_{MN} = Z_c I$ avec $Z_c = \frac{1}{2\pi NC}$ d'où $I = 2\pi NCU_{MN} = 0{,}5$ A

b) Les expressions instantanées de u et i

On choisit l'origine des phases telle que $i = I_m\cos(\omega t)$ d'où u sera de la forme $u = U_m\cos(\omega t - \varphi)$

$I_m = I\sqrt{2}$, $\omega = 2\pi N = 314$ rad.s^{-1} , $\varphi = \frac{\pi}{2}$ d'où

$i(t) = \frac{\sqrt{2}}{2}\cos(314t)$ et $u(t) = 100\sqrt{2}\cos(314t - \frac{\pi}{2})$

2) a) Les valeurs de L' et L'' de l'inductance L

$U_{MN} = Z_{RLC} I \Rightarrow Z_{RLC} = \frac{U_{MN}}{I} = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \Rightarrow$

$(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 = Z_{RLC}^2 \Rightarrow$

$(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 = Z_{RLC}^2 - (R + r)^2$, on a deux solutions

$(L'\omega - \frac{1}{C\omega}) = 80$ ou $(L''\omega - \frac{1}{C\omega}) = -80$ d'où

$L' = 0{,}286$H et $L'' = 0{,}032$H

- Pour L = L' le circuit est inductif $L'\omega > \frac{1}{C\omega}$

Pour L = L'' le circuit est capacitif $L''\omega < \frac{1}{C\omega}$

b) La fréquence de résonance dans chaque cas

– Pour L = L' $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L'C}} = 75{,}14$ Hz our L = L'' : $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L''C}} = 224,65$ Hz

éduction de l'inductance :

fréquence de résonance est supérieure à 100 Hz d'où

$= 224,65$ Hz et L = L'' = 0,032H.

BAC 2009 SERIE D

imie exercice 1

a) Les concentrations molaires :

$= \frac{n_A}{V+V_e} = \frac{CV}{V+V_e} = 10^{-2}$ mol/ℓ

$= \frac{m_B}{M_B V_B} = 2.10^{-1}$ mol/ℓ

$= \frac{m_C}{M_C V_C} = 2.10^{-1}$ mol/ℓ

Calcul du pH de la solution A :

$H = -\log C_A = 2$

a) Montrons que $[CH_3COO^-] \approx [H_3O^+]$

e l'électroneutralité : $[CH_3COO^-] + [OH^-] \approx [H_3O^+]$ or

$H^-] << [H_3O^+]$ d'où $[CH_3COO^-] \approx [H_3O^+]$.

Établissons l'expression du pH :

u pKa on a : $pH = pKa + \log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

e la conservation de $[CH_3COOH]$:

$H_3COOH] = C_B - [CH_3COO^-]$ d'où :

$H = pKa + \log\frac{[CH_3COO^-]}{C_B - [CH_3COO^-]}$ et

$H = pKa + \log\frac{[H_3O^+]}{C_B - [H_3O^+]}$; l'acide étant peu dissocié :

$_3O^+] << C_B$ d'où : $pH = pKa + \log\frac{[H_3O^+]}{C_B} \Rightarrow pH = pKa$

$\log[H_3O^+] - \log C_B \Rightarrow 2pH = pKa - \log C_B$ et

$H = \frac{1}{2}(pKa - \log C_B)$

La valeur du pH : $pH = \frac{1}{2}(pKa - \log C_B) = 2,7$

a) Montrons l'égalité à l'équilibre

De l'électroneutralité :

$a^+] + [H_3O^+] = [CH_3COO^-] + [OH^-]$

$[H_3O^+] << [OH^-]$ d'ou

$H_3COO^-] \approx [Na^+] - [OH^-]$

De la conservation de CH_3COO^-

$= [CH_3COO^-] + [CH_3COOH] \Rightarrow$

$= [Na^+] - [OH^-] + [CH_3COOH]$ or

$= [Na^+]$ d'où : $[CH_3COOH] \approx [OH^-]$

Le pH de la solution

pKa on a : $pH = pKa + \log\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$, or

$_3COO^-] \approx [Na^+] \approx C_C$ et $[CH_3COOH] \approx [OH^-]$ d'où :

$= pKa + \log\frac{C_C}{[OH^-]} = pKa + \log C_C - \log[OH^-]$ or,

$= 14 + \log[OH^-] \Rightarrow \log[OH^-] = pH - 14$ d'où :

$= pKa + \log C_C - pH + 14 \Rightarrow$

$= \frac{1}{2}(14 + pKa + \log C_C) = 9.$

4) Les volumes V_A et V_C

$$\begin{cases} V_A + V_C = 150 \\ n_A = \frac{1}{2}n_C \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_A + V_C = 150 \\ 2C_AV_A = C_CV_C \end{cases} \Rightarrow V_A = 136,36\ cm^3$$

et $V_C = 13,64\ cm^3$.

Chimie Exercice 2

1) La formule générale : $C_nH_{2n}O_2$; A peut être un acide carboxylique ou un ester.

2) a) La formule brute de A : $C_2H_4O_2$

b) c) Les isomères de A, leur nom et leur fonction :

CH_3COOH : acide éthanoïque ; acide carboxylique.

$HCOOCH_3$: éthanoate de méthyle ; ester

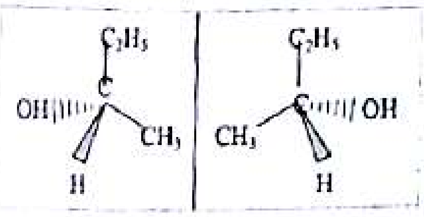
d) Si A rougit le papier pH, alors A est un acide carboxylique d'où A est l'acide éthanoïque CH_3COOH.

3) Les formules semi développées et les noms :

A : acide éthanoïque, CH_3COOH ; C : chlorure d'éthanoyle, $CH_3COC\ell$; D : éthanoate de 1–méthylpropyle : $CH_3COOCH(CH_3)CH_2CH_3$; E : éthanoate de potassium : CH_3COOK ; F : butan–2–ol : $CH_3CH(OH)CH_2CH_3$;

Caractéristique des réactions :

La réaction (b) est une estérification avec un chlorure d'acyle, elle est rapide et totale.



La réaction (c) est une saponification, elle est lente mais totale.

Les énantiomères de F sont sur la figure ci–contre.

Physique Exercice 1

3) a) les équations horaires :

$$\begin{cases} x = V_0(\cos\beta)t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0(\sin\beta)t \end{cases} \text{et} \begin{cases} V_x = V_0\cos\beta \\ V_y = -gt + V_0\sin\beta \end{cases}$$

b) L'ordonnée Y_M : au sommet de la trajectoire $V_y = 0$, d'où : $t = \frac{V_0\sin\beta}{g}$ et $Y_M = \frac{V_0^2\sin^2\beta}{2g}$; comme $\beta = 90°$ alors $Y_M = \frac{V_0^2}{2g} = 0,2$ m

c) Montrons que $Y_{M'} = 0,5\ Y_M$:

On a : $Y_{M'} = \frac{V_0^2\sin^2\beta}{2g}$; $\beta = 45°$ alors $Y_{M'} = \frac{V_0^2}{4g} = \frac{1}{2}Y_M$

Les coordonnées de M' : $X_{M'} = \frac{v_0^2\sin 2\beta}{2g}$ avec $\beta = 45°$

$X_{M'} = 0,2$ m et $Y_{M'} = 0,5 \times 0,2 = 0,1$ m.

4) a) Les caractéristiques de $\vec{E}$

Direction : verticale du lieu ; Sens : du haut vers le bas

Intensité : $Fe = P \Rightarrow E \frac{mg}{|q|} = 10^4$ V/m

c) La trajectoire de S :

Appliquons la RFD : $\vec{P} + \vec{F_e} = m\overrightarrow{a_G}$

$\Rightarrow \overrightarrow{a_G} = \vec{g} + \frac{q'\vec{E}}{m}$ avec $q' = 3q$ et $\vec{E} = -\frac{m\vec{g}}{q}$ d'où :

$\overrightarrow{a_G} = \vec{g} + \frac{3q}{m}\left(\frac{-m\vec{g}}{q}\right) = \vec{g} - 3\vec{g} = -2\vec{g}$. Par projection sur les axes et par intégration successive on obtient :

$\overrightarrow{OM}\begin{cases} x = v_0 t \\ y = gt^2 \end{cases} \Rightarrow y = g\frac{x^2}{v_0^2}$

Montrons que la trajectoire passe par M'

Pour X = 0,2 ; on a $Y = 10 \times \frac{0{,}2^2}{2^2} = 0{,}1\ m = Y_{M'}$

Physique Exercice 2 (Voir Physique XI-4)

Physique Exercice 3

1) Complétons le tableau

Radio–éléments	désintégration	Equation de désintégration
$^{210}_{84}Po$	α	$^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$
$^{32}_{15}P$	β^-	$^{32}_{15}P \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$
$^{40}_{19}K$	β^+	$^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{0}_{1}e + {}^{0}_{0}\nu$

2) L'énergie de liaison par nucléon du polonium 210

$E = \frac{E_1}{A} = 7{,}37$ MeV/nucléon

3) a) Au bout de 138,5 jours, il reste la moitié des noyaux initiaux.

b) L'activité A_0 : $A_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{T} \times \frac{m_0 N_A}{M}$, N_A est le nombre d'Avogadro. $A_0 = 1{,}66.10^{14}$ Bq

c) Vérifions l'expression : On a : $m(t) = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}}$;

Pour t = nT on obtient : $m(nT) = \frac{m_0}{2^{\frac{nT}{T}}} = \frac{m_0}{2^n}$

d) La masse de polonium ayant disparue :

$m_d = m_0 - m = m_0(1 - \frac{1}{2^2}) = 0{,}75$ g

L'activité de l'échantillon : $A = \frac{A_0}{2^2} = 4{,}15.10^{13}$ Bq.

BAC 2009 SERIE CE 1^er^ TOUR

Chimie Exercice 1

1) Déterminons les concentrations C_1 et C_2

$C_1 = 10^{-pH} = 10^{-2,3} = 5.10^{-3}$ mol/ℓ

$C_2 = \frac{1}{2}(10^{pH-14}) = 2{,}5.10^{-3}$ mol/ℓ

2) Déterminons les volumes V_1 et V_2

Le mélange étant acide, on a :

$n_{mel}(H_3O^+) = n(HNO_3) - 2n(Ca(OH)_2)$

$[H_3O^+]_{mel} = \frac{C_1V_1 - 2C_2V_2}{V_1 + V_2}$ avec $V_T = V_1 + V_2$;

$V_1 = V_T - V_2$ et $[H_3O^+]_{mel} = 10^{-4}$ mol/L d'où : $[H_3O^+]_{mel}V_T = C_1(V_T - V_2) - 2C_2V_2 \Rightarrow$

$V_2 = \frac{V_T(C_1 - [H_3O^+]_{mel})}{C_1 + 2C_2} = 19{,}6\ cm^3$ et $V_1 = 20{,}4\ cm^3$

3) Le pH du nouveau mélange :

$[H_3O^+]_{mel} = \frac{C_1V_1 - C_2V_2}{V_1 + V_2}$ et $pH = -\log[H_3O^+] = 2{,}87$

Chimie exercice 2

1) Les formules semi developpées :

$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2OH$: pentan–1–ol

$CH_3–CH(OH)–CH_2–CH_2–CH_3$: pentan–2–ol

$CH_3–CH_2–CH(OH)–CH_2–CH_3$: pentan–3–ol

$CH_3–CH(CH_3)–CH_2–CH_2OH$: 3–méthylbutan–1–ol

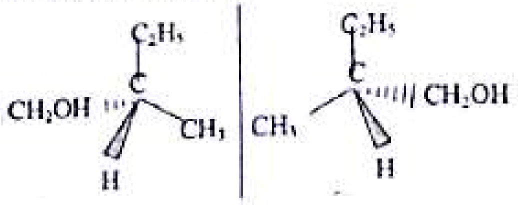
$CH_3–CH_2–CH(CH_3)–CH_2OH$: 2–méthybutan–1–ol

$CH_3–CH(CH_3)–CH(OH)–CH_3$: 3 méthylbutan–2–ol

$CH_3–CH_2–C(CH_3)_2–OH$: 2–méthylbutan–2–ol

$CH_3–C(CH_3)_2–CH_2–OH$: 2,2–diméthylpropan–1–ol

2) a) Le seul alcool primaire chirale et ramifié est le 2–méthylbutan–1–ol



b) Un carbone asymétrique est un carbone tétraédrique lié à 4 atomes ou groupes d'atomes différents. Indiquons le carbone asymétrique : $CH_3–CH_2–{}^*CH(CH_3)–CH_2OH$.

c) Les énantiomères de B

d) L'acide obtenu par oxydation ménagée de B est : acide 2–méthylbutanoique : $CH_3–CH_2–CH(CH_3)–COOH$.

3) a) L'équation de la réaction :

$CH_3COOH + CH_3–CH_2–CH(CH_3)–CH_2OH \rightleftarrows$
$CH_3–COO–CH_2–CH(CH_3)–CH_2–CH_3 + H_2O$

Le produit organique est l'ethanoate de 2–méthylbutyle.

La réaction est lente limitée et athermique.

b) La masse de produit organique obtenue

$n_A = \frac{m_A}{M_A} = \frac{15}{60} = 0{,}25mol$; $n_B = \frac{m_B}{M_B} = \frac{22}{88} = 0{,}25mol$

Le mélange étant équimolaire on a :

$m_E = n_E \times M_E = 0{,}25 \times 0{,}667 \times 130 \approx 21{,}68$ g

4) a) On remplace l'acide par un chlorure d'acyle : le chlorure d'éthanoyle.

b) Equation de la réaction :

$CH_3COCl + CH_3–CH_2–CH(CH_3)–CH_2OH \rightarrow$
$CH_3–COO–CH_2–CH(CH_3)–CH_2–CH_3 + HCl$

c) La réaction est rapide et totale

Physique Exercice 1

1) Etablissons l'équation différentielle. Bilan des forces soumises au solide (S') dans le référentiel terrestre supposé galiléen : Le poids $\vec{P}$; la réaction normale $\overrightarrow{R_n}$; la tension du ressort $\overrightarrow{F_1} = -K\vec{x}$; les frottements $\vec{f} = -\lambda\vec{v}$.

RFD : $\vec{P} + \vec{f} + \overrightarrow{R_n} + \overrightarrow{F_1} = m\vec{a}$; par projection suivant X'X on : $m\frac{d^2x}{dt^2} = -\lambda v - Kx$, comme $v = \frac{dx}{dt}$, on déduit :

$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\lambda}{m} \times \frac{dx}{dt} + \frac{K}{m}x = 0$

2) a) L'amplitude X_m : $X_m = v_0\sqrt{\frac{m}{K}} = 4$ cm

b) La pulsation ω : $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = 10$ rad/s

c) La phase initiale φ : l'équation horaire étant de la forme : $x(t) = X_m\cos(\omega t + \varphi)$

$$t=0\begin{cases} x = 0 = X_m \cos\varphi \\ v = -4\,10^{-1} = -\omega X_m \sin\varphi \end{cases}$$; d'où $\varphi = \frac{\pi}{2}$

L'équation horaire du mouvement :

$x(t) = 4.10^{-2}\cos(10t + \frac{\pi}{2})$ en mètre

4) a) L'énergie mécanique :

$E_m = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 = 8.10^{-3}$ J

b) L'énergie mécanique : $E_m = \frac{1}{2}(m\dot{x}^2 + Kx^2)$

c) Retrouvons l'équation différentielle :

$\frac{d}{dt}\left[\frac{1}{2}(m\dot{x}^2 + Kx^2)\right] = 0 = \frac{dx}{dt} \times [m\ddot{x} + Kx]$ d'où

$\ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0$

Physique Exercice 2

1) Le montage étudié est (I) car ne permettant pas l'établissement d'un courant continu il contient donc un condensateur. La puissance consommée n'étant pas nulle, il a une résistance.

2) Déterminons les caractéristiques des composants

$Z = \frac{U}{I} = 10\Omega$, $\omega = 2\pi N = 100\pi$ rad/s et N = 50 Hz

$R = \frac{P}{I^2} = 6\ \Omega$; $Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega\sqrt{Z^2 - R^2}} = 3{,}98.10^{-4}$ F

Le déphasage courant tension : $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0{,}6 \Rightarrow$

$\varphi = -53° = -0{,}93$ rad la tension est en retard sur l'intensité

3) a) C'est la résonance de l'intensité car u et i sont en phase

b) Déterminons L : à la résonance $LC\omega^2 = 1$ d'où

$L = \frac{1}{C\omega_0^2} = 2{,}5\,10^{-2}$ H

Physique Exercice 3

(N_A est le nombre d'Avogadro)

1) a) C'est une désintégration de type α dont l'équation est $^{237}_{93}Np \rightarrow ^{233}_{91}Pa + ^{4}_{2}He$

b) La constante radioactive λ : $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 1{,}027.10^{-14}\ s^{-1}$

2) a) Le nombre de noyaux $N_0 = \frac{m}{M}N_A = 2{,}54.10^{21}$ noyaux

b) L'activité A(t) : $A(t) = \lambda N(t)$

c) La variation relative de A

$\frac{\Delta A}{A} = \frac{A_{final} - A_{initial}}{A_{initial}} = \frac{\lambda(N - N_0)}{\lambda N_0}$ avec $N(t) = N_0e^{-\lambda t}$

$\frac{\Delta A}{A} = e^{-\lambda t} - 1$ et $\lambda t << 1$ d'où $\frac{\Delta A}{A} \approx 1 - \lambda t - 1 \approx -\lambda t$

$\frac{\Delta A}{A} = -0{,}00325\%$ La variation étant très faible, l'activité reste quasiment constante pendant plusieurs décennies

3) a) La réaction $^{233}_{91}Pa \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{233}_{92}U + ^{0}_{0}\bar{\nu}$

b) Montrons que m' reste constante et calculons sa valeur

On a A (neptunium) = λN et A'(protactinium) = λ'N'

A = A' au bout de quelques années alors λ'N' = λN et

$N' = \frac{\lambda N}{\lambda'} = \frac{A}{\lambda'}$, A étant pratiquement constante pendant un au moins un siècle donc A' l'est aussi et N' l'est aussi et $m_0 = m'$

Calcul de m' : $N' = \frac{\lambda N}{\lambda'}$ avec $N' = \frac{m'}{M'}N_A$ et $N = \frac{m}{M}N_A$

On déduit : $\frac{m'}{M'}N_A = \frac{\lambda}{\lambda'}\frac{m}{M}N_A$ avec $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$, on a alors

$m' = m\frac{T'}{T} \times \frac{M'}{M} = 3{,}45.10^{-8}$ g

BAC 2010 SERIE D

Chimie Exercice 1

1) La concentration C NaOH étant une base forte $C = 10^{-14+11,9} = 7{,}94\,10^{-3}$ mol/L

2) a) NH_4^+ est un acide faible

b) Bilan qualitatif et quantitatif :

$[SO_4^{2-}] = C = 7{,}94\,10^{-3}$ mol/L , $[H_3O^+] = 3{,}16\,10^{-6}$ mol/L ;

$[OH^-] = 3{,}16.10^{-9}$ mol/L ; $[NH_4^+] = 1{,}59\,10^{-2}$ mol/L ;

$[NH_3] \approx [H_3O^+] = 3{,}16.10^{-6}$ mol/L.

c) Calcul du pH : $pH = pKa + \log\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} \Rightarrow pKa = 9{,}2$

3) a) Calcul de V_1 et V_2 : il s'agit d'un mélange monobase forte et diacide faible à la demi équivalence

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = V \\ 2n(OH^-) = n(NH_4^+) \end{cases}$$ avec $n(OH^-) = C_1V_1$ et

$n(NH_4^+) = 2C_2V_2$ d'où $V_1 = V_2 = 100\ cm^3$

b) M est une solution tampon

Son pH ne varie pas au cours d'une dilution modérée

Son pH varie peu lors de l'ajout en quantité modérée d'un acide fort ou d'une base forte

Chimie Exercice 2

1) C'est la fonction alcool

2) a) C est un ester. La formule brute de B est $C_4H_{10}O$

b) Les formules semi-développées

A : $CH_3-CH=CH-CH_3$ but-2-ène

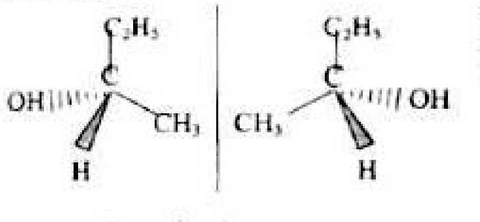
B : $CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$ butan-2-ol

C : $CH_3-COOCH(CH_3)CH_2-CH_3$ éthanoate de 1-méthylpropyle

c) L'équation

$CH_3COOH + CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3 \rightleftarrows H_2O + CH_3-COOCH(CH_3)CH_2-CH_3$

d) B est une molécule chirale car le carbone N° 2 est asymétrique.



Les énantiomères de B

Physique Exercice 1

1) L'équation différentielle $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$

2) **a)** La pulsation propre $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 25\ rad\ s^{-1}$

$T_0 = 0,25$ s , $N_0 = 4Hz$

b) L'équation horaire $x(t) = 0,2\sin(25t \quad \frac{\pi}{2})$

3) a) Calcul de l'énergie potentielle élastique à t = 0

$Ep_e = \frac{1}{2}kx^2 = 2,5$ J

c) L'énergie mécanique $E_m = \frac{1}{2}ka^2 = 2,5$ J = cste car k et a sont constante.

Physique Exercice 2 (Voir Physique XI-9)

Physique Exercice 3

1) Une désintégration β est l'émission spontanée d'un électron par un nucléide

2) L'iode 131 comporte Z = 53 protons et N = 78 neutrons

3) Dans le noyau, il se produit la transformation d'un neutron en proton. $^1_0n \rightarrow ^1_1p + ^0_{-1}e$

4) L'équation $^{131}_{53}I \rightarrow ^{131}_{54}Xe + ^0_{-1}e$ Il y a conservation du nombre de charge et du nombre de masse

5) a) La demi vie ou période est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initiaux se sont désintégrés

b) Expression de la constante radioactive

$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 0,086$ jour^{-1}

6) Le temps $\frac{N_0}{128} = N_0e^{-\lambda t} \Rightarrow t = 7T = 56$ jours

BAC 2010 SERIE CE 1er TOUR

Chimie Exercice 1

1) a) Les espèces H_3O^+, OH^-, $HCOO^-$, HCOOH, Na^+

$[H_3O^+] = 10^{-4}$ mol/L , $[OH^-] = 10^{-10}$ mol/L ,

$[Na^+] = \frac{C_2V_2}{V_1 + V_2} = 5.10^{-1}V_2$

Le mélange étant celui d'un acide faible et sa base conjuguée on a $[HCOO^-] = \frac{C_2V_2}{V_1 + V_2} = 5.10^{-1}V_2$ et

$[HCOOH] = \frac{C_1V_1}{V_1 + V_2} = V_1$

b) Calculons V_1 et V_2

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = 0,1 \\ \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 10^{pH-pKa} = 10^{0,2} \end{cases} \Rightarrow V_1 = 2,4.10^{-2}\ L \text{ et}$$

$V_2 = 7,6.10^{-2}$ L

c) $n(HCOO^-) = 3,8.10^{-3}$ mol , $n(HCOOH) = 2,4.10^{-3}$ mol

2) a) $HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$

b) $n(HCOO^-) = n_0 + 10^{-1}V = 3,8.10^{-3} + 10^{-1}V$

$n(HCOOH) = n'_0 - 10^{-1}V = 2,4.10^{-3} - 10^{-1}V$

c) Calculons V

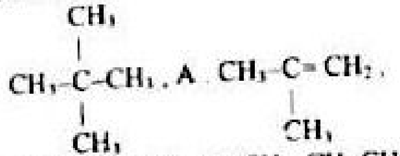
$\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 10^{pH-pKa} = 10^{0,3} = 2 \Rightarrow$

$[HCOO^-] = 2[HCOOH]$ et donc $V = 3,33.10^{-3}$ L.

Chimie Exercice 2

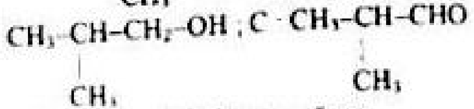
1) a) C est un **aldéhyde**, B un alcool primaire et B' un alcool tertiaire

b) B'



$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$, A $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2$,

B



$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-OH$; C $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CHO$

2) a) D acide méthylpropanoïque

$CH_3-CH(CH_3)-COOH$

b) L'équation

$3\ CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH + 16H_3O^+ + 2Cr_2O_7^{2-} \rightarrow$

$3\ CH_3-CH(CH_3)-COOH + 4Cr^{3+} + 27\ H_2O$

3) a) $n_D = C_AV = \frac{C_BV_B}{V_A} \times V = 2.10^{-3}$ mol

b) $m_A = n_AM_A = \frac{n_DM_A}{r} = 1,4$ g

Physique Exercice 1

I) 1) L'équation $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m_2}x = 0$

2) a) Le mouvement est rectiligne sinusoïdale.

b) A est l'amplitude , ω_0 la pulsation , φ est la phase à t = 0

c) $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m_2}} = 10$ rad/s , $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} = 0,62$ s

d) Les valeurs de A et φ

à t = 0 , $x(0) = -0,75\ l_0 = A\cos\varphi$ avec A positif donc

$\varphi = -\frac{\pi}{2}$ et $A = 0,75l_0 = 18$ cm

e) L'équation horaire $x(t) = 0,18\cos(10t + \pi) = 0,18\sin(10t \quad \frac{\pi}{2})$

3) a) La vitesse $v(t) = 1,8\cos(10t - \frac{\pi}{2})$

b) L'instant t_0 $x(t_0) = 0 \Rightarrow 10t_0 + \pi = \pm\frac{\pi}{2}$ et $t_0 = \frac{\pi}{20} = 0,25T_0 = 0,157s$

c) La valeur de la vitesse $v = A\omega_0 = 1,8$ m/s.

4) a) Energie mécanique $E_m = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}m_2v^2 = \frac{1}{2}kA^2$

b) Energie à l'instant t_0 $E_0 = \frac{1}{2}m_2v_0^2 = 3,24.10^{-1}$ J

c) De la conservation de E_m $v_0 = A\sqrt{\frac{k}{m_2}} = 1,8$ m/s

II) 1) La vitesse v_1 acquise . $\frac{1}{2}m_2v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 \Rightarrow v_1 = 2v_0 = 3,6$ m/s

2) La vitesse $v_A = v_1 = 3,6$ m/s car aucune force ne travaille.

3) La vitesse $v_2 = 3,6$ m/s est en accord.

4) La vitesse v_B : $v_B = \sqrt{v_A^2 - 2gh} = 2,8$ m/s

5) La longueur $L = \frac{h_B}{\sin\alpha} = 0,5$ m

6) La trajectoire : $z = -\frac{0,5gx^2}{v_B^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha + h_B$

$z = -0,825x^2 + 0,58\ x + 0,25$

7) La vitesse à la retombée $v = v_A = 3,6$ m/s.

8) La distance : $z = 0 \Rightarrow x = 1$ m

Physique Exercice 2

1) **a)** On a des oscillations électriques non amorties.

L'équation différentielle : $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$

b) $T_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 6,28.10^{-3}$ s

2) **a)** L'équation différentielle : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$. Le mouvement est oscillatoire ou rectiligne sinusoïdale.

b) La valeur de k : $k = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2} = 75$ N/m

3) Comparaison

$q \to x$, $C \to \frac{1}{k}$, $i \to v$; $L \to m$

Physique Exercice 3

A) 1) $^{210}_{84}Po \rightarrow\ ^{4}_{2}He +\ ^{206}_{82}Pb$; A = 206 ; Z = 82

2) Energie Q libérée

$Q = (m(Po) - m(Pb) - m(\alpha))c^2 = 6,436$ MeV

3) -Expression de l'énergie cinétique E_C (Pb)

$E_C(Pb) = \frac{m_\alpha}{m_{Pb}}E_C(\alpha)$

- Calcul de l'énergie cinétique de la particule α

Sans émission de photon γ

$Ec(\alpha) = \frac{Q}{(1 + \frac{m_\alpha}{m_{Pb}})} = 6,313$ MeV

Avec émission de photon γ

$Q = Ec(Pb) + Ec(\alpha) + E\gamma \Rightarrow$

$Ec(\alpha) = \frac{Q - E_\gamma}{(1 + \frac{m_\alpha}{m_{Pb}})} = 4,155$MeV

B) 1) Constante radioactive $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 5,8\ 10^{-8}\ s^{-1}$

2) Le nombre de noyaux $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = 1,7.10^{17}$ noyaux

3) La durée $t = \frac{\ln 4}{\lambda} = 2,4.10^7$ s

4) La relation : $A(t) = A_0e^{-\lambda t} = \frac{A_0}{2^{\frac{t}{T}}}$

5) La diminution $r = \frac{A_0 - A(t)}{A_0} = 1 - \frac{1}{2^{\frac{t}{T}}} = 0,005$ pour t = 1jour.

BAC 2011 SERIE D

Chimie Exercice 1

1) **a)** la concentration $C = \frac{m}{MV} = \frac{0,44}{176\times0,5} = 5\ 10^{-3}$mol/L

b) $C_6H_8O_6 + H_2O \leftrightarrows C_6H_7O_6^- + H_3O^+$

c) Les concentrations des espèces : $[H_3O^+] = 6,3.10^{-4}$ mol/L ; $[OH^-] = 1,6.10^{-11}$mol/L ; $[C_6H_7O_6^-] = 6,3.10^{-4}$ mol/L ; $[C_6H_8O_6] = 4,4.10^{-3}$ mol/L

d) Le coefficient $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} = 12,6\%$; Ka = $9,08\ 10^{-5}$

2) Le volume de $Ca(OH)_2$, on est à la demi équivalence

$n(OH^-) = \frac{1}{2}n(C_6H_8O_6) \Rightarrow 2C_bV_b = \frac{1}{2}C_aV_a \Rightarrow$

$V_b = \frac{C_aV_a}{4C_b} = 25$mL

Chimie Exercice 2

1) **a) b)** Les fonctions chimiques et les noms

A : propanone (cétone) ; B : propanal (aldéhyde) ; C : propan–1–ol (alcool) ; D : acide éthanoïque (acide carboxylique) ; E : éthanoate de méthyle (ester).

2) A et B sont des isomères car ils ont la même formule brute mais sont pourtant des molécules différentes.

3) **a)** $CH_3–COOH + CH_3–CH_2–CH_2–OH \leftrightarrows H_2O + CH_3–COO–CH_2–CH_2–CH_3$

F est l'éthanoate de propyle

b) C'est une estérification : elle est lente athermique et limitée.

4) **a)** La composition initiale

$n_C = \frac{a_cV_c}{M_c} = \frac{0,8\times150}{60} = 2$mol ,

$n_D = \frac{a_DV_D}{M_D} = \frac{1\times120}{60} = 2$mol

b) La transformation n'est pas totale car à la fin de la réaction on obtient 4/3 de mol de F au lieu de 2 mol.

c) La composition du mélange final

$n_C = n_D = 2 - \frac{4}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$mol

$n_F = n(H_2O) = \frac{4}{3} = 1,33$ mol

d) Le pourcentage d'acide estérifié

$\%\ acide = \frac{n(ester)_{formé}}{n(acide)_{initial}} = \frac{1,33}{2}\times100 = 66,67\%$

Physique Exercice 1

1) a) La vitesse : $V_A = \sqrt{\frac{2qUN_A}{M_1}} = \sqrt{\frac{4eUN_A}{M_1}}$

$V_A = \sqrt{\frac{4\times1,6.10^{-19}\times12.10^{3}\times6,02.10^{23}}{200.10^{-3}}} = 1,5.10^{5}$ m/s

b) La condition : $\overrightarrow{V_A} = \overrightarrow{V_{A'}} \Longrightarrow \sum\overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_m} = \vec{0}$

c) Déduction : $\overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_m} = \vec{0} \Longrightarrow q\vec{E} + q\overrightarrow{V_A}\wedge\overrightarrow{B_1} = \vec{0}$

En module : $qE = qV_AB_1 \Longrightarrow V_A = \frac{E_1}{B_1}$

d) Sens de $\overrightarrow{B_1}$ $\overrightarrow{B_1}$ est sortant ⊙

2) b) Sens de $\overrightarrow{B_2}$ $\overrightarrow{B_2}$ est entrant ⊗

b) Démonstration . $P(t) = \overrightarrow{F_{m2}}.\overrightarrow{V_A} = 0 = \frac{dEc}{dt} \Rightarrow Ec = cste$

$\Rightarrow V = cste$. le mouvement est uniforme

c) Expression de $\frac{q}{m}$

Les rayons des trajectoires ont pour expression

$R = \frac{mV_A}{qB_2} \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{V_A}{RB_2}$ avec $V_A = \frac{E_1}{B_1}$ d'où

$\frac{q}{m} = \frac{E_1}{RB_1B_2}$

d) La distance d

$d = 2(R_2 - R_1) = 2(\frac{E_1m_2}{qB_1B_2} - \frac{E_1m_1}{qB_1B_2})$

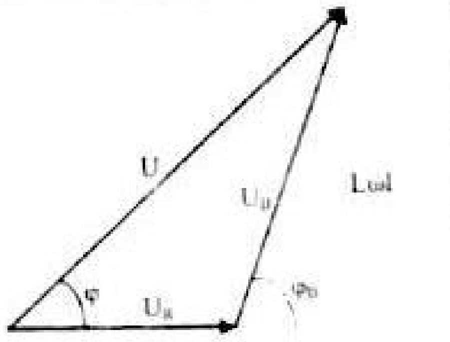
$d = 2\frac{E_1}{qB_1B_2}(m_2 - m_1) = \frac{2E_1}{qB_1B_2}\frac{(M_2 - M_1)}{N_A}$

$d = 6{,}23.10^{-2}$ m

Physique Exercice 2

1) a) calculons R $U_R = RI \Rightarrow R = \frac{U_R}{I} = 20\,\Omega$

b) Construction de Fresnel



Echelle 1cm pour 10 V
$U_R \rightarrow 4cm$, $U_B \rightarrow 6$ cm , $U \rightarrow 8{,}25$ cm.
NB Le tracer se fait à l'aide d'un compas d'une regle graduée. Les mesures se font avec un rapporteur

Les mesures donnent $\varphi = 43°$ et $\varphi_B = 70°$

c) Calcul de L et r

$L = \frac{U\sin\varphi}{\omega I} = \frac{87{,}5 \times \sin 43}{2\pi \times 50 \times 2} = 8{,}95.10^{-2}$ H

$r = \frac{L\omega}{\tan\varphi} - R = \frac{8{,}95.10^{-2} \times 2\pi \times 50}{\tan 43} - 20 \approx 10\Omega$

2) La capacite C

$C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{8{,}95.10^{-2} \times (2\pi \times 50)^2} \approx 10^{-4}$ F

3) Calcul de I_1

$I_1 = \frac{U_1}{R + r} = \frac{12}{20 + 10} = 0{,}4$ A

Physique Exercice 3

1) a) L'équation de la desintégration

$^{198}_{79}Au \rightarrow {}^{198}_{80}X + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$

b) Le noyau X est le mercure 198 $^{198}_{80}Hg$

2) L'énergie liberée

$Q = [m(Au) - (m(X) + m(\beta)]c^2 =$
$[197{,}92493 - (197{,}9223 + 5{,}5.10^{-4})\times 931{,}5 = 1{,}38$ MeV

3) a) La valeur du rapport

On a $t_1 = 2T$, $m_1 = \frac{m_0}{2^{\frac{t_1}{T}}} = \frac{m_0}{4} \Rightarrow \frac{m_1}{m_0} = \frac{1}{4} = 0{,}25$

b) Le temps

On a $0{,}125 = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8} \Rightarrow t_2 = 3T = 195$ h

BAC 2011 SERIE CE 1er TOUR

Chimie Exercice 1

1. La concentration molaire C_1

$C_1 = \frac{v(HCl)}{V_1V_M} = \frac{44{,}8.10^{-3}}{0{,}5 \times 22{,}4} = 4.10^{-3}$ mol/L

HCl étant un monoacide fort $pH = -\log C_1 = 2{,}4$

2.

a) La formule brute de l'acide AH

$\%O = \frac{m(O)}{M} \Rightarrow M = \frac{m(O)}{\%O} = \frac{2 \times 16}{0{,}6956} = 46$ g/mol

$\begin{cases} M = 12x + y + 32 = 46 \\ y = 2x \end{cases} \Rightarrow x = 1$ et $y = 2 \Rightarrow$ AH est HCOOH

b) La concentration C_2

$C_2 = \frac{m(HCOOH)}{V_2M(HCOOH)} = \frac{2{,}3}{0{,}5 \times 46} = 10^{-1}$ mol/L

c) Montrons que HCOOH est un acide faible

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 4.10^{-3}$ mol/L et $[H_3O^+] < C_2$ alors HCOOH est un acide faible

L'équation : $HCOOH + H_2O \leftrightarrows HCOO^- + H_3O^+$

d) Les concentrations des espèces

$[H_3O^+] = 4.10^{-3}$ mol/L , $[OH^-] = 2{,}5.10^{-12}$mol/L ,
$[HCOO^-] = 4.10^{-3}$mol/L , $[HCOOH] = 9{,}6.10^{-2}$ mol/l

e) Déduisons le pKa pKa = 3,8

3. Le volume ajouté

$n_b = \frac{n_a}{2} \Rightarrow C_bV_b = \frac{C_2V_2}{2} \Rightarrow$

$V_b = \frac{C_2V_2}{2C_b} = \frac{0{,}1 \times 0{,}5}{2 \times 0{,}2} = 125$ ml

Chimie Exercice 2

1)

a) L'équation bilan

$C_nH_{2n+1}OH + \frac{3n}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n + 1)H_2O$

La formule brute

$\begin{cases} 14n + 18 \rightarrow 44n \\ 1{,}5 \rightarrow 3{,}75 \end{cases} \Rightarrow 3{,}75(14n + 18) = 1{,}5(44n) \Rightarrow n = 5$

La formule brute est donc $C_5H_{11}OH$

b) Les formules semi developpées

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2OH$ pentan-1-ol
$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_2-CH_3$ pentan-2-ol
$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$ pentan-3-ol
$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2OH$ 3-méthylbutan-1-ol
$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2OH$ 2-methybutan-1-ol
$CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3$ 3-méthylbutan-2-ol
$CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-OH$: 2-methylbutan-2-ol
$CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-OH$ 2,2-diméthylpropan-1-ol

c) Les isomeres ne pouvant subir l'oxydation ménagée

$CH_3-CH_2-C(CH_3)_2-OH$. 2-méthylbutan-2-ol

d) *Cette question a été modifiée*

$H_3-CH(CH_3)-C(O)-CH_3$ 3-méthylbutan-2-one

2)

a) L'équation de la réaction

$CH_3COOH + CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3 \rightleftarrows H_2O +$

$CH_3COO-CH(CH_3)-CH(CH_3)_2$

Nom. éthanoate de 1,2-diméthylpropyle.

b) La masse du produit

$n(CH_3COOH) = \frac{15}{30} = 0{,}25mol$

$n(CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3) = \frac{22}{88} = 0{,}25mol$

Le mélange étant équimolaire alors

$m = 0{,}6 \times 0{,}25 \times 130 = 19{,}5$ g

Physique Exercice 1

1) Le raccourcissement du ressort

$\frac{1}{2}k\Delta l^2 = \frac{1}{2}mV_A^2 \Rightarrow \Delta l = V_A\sqrt{\frac{m}{k}} = 8{,}94.10^{-2}$ m

2) La longueur de la partie rectiligne

$l = V_A t = 4 \times 0{,}8 = 3{,}2$ m

3) La vitesse en M

Appliquons le TEC entre A et M

$\frac{1}{2}m(V_M^2 - V_A^2) = mgr(1-\cos\theta) \Rightarrow$

$V_M = \sqrt{V_A^2 - 2gr(1-\cos\theta)}$

4) La vitesse du solide en C

En C $\theta = \theta_m = 60°$ d'ou

$V_C = \sqrt{V_A^2 - 2gr(1-\cos\theta_m)} = \sqrt{4^2 - 2 \times 9{,}8 \times 0{,}4(1-\cos 60)}$

$= 3{,}48m/s$

5)

a) Les équations horaires

$$\overrightarrow{OM}\begin{pmatrix} x = V_C(\cos\theta_m)t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_C(\sin\theta_m)t + r(1-\cos\theta_m) \end{pmatrix}$$

b) La trajectoire

$$y = \frac{-gx^2}{2V_C^2\cos^2\theta_m} + x\tan\theta_m + r(1-\cos\theta_m)$$

c) L'abscisse du point du point de chute

Au point de chute

$$y = 0 = \frac{-gx^2}{2V_C^2\cos^2\theta_m} + x\tan\theta_m + r(1-\cos\theta_m) \Rightarrow x = 1{,}2 \text{ m}$$

d) La vitesse juste avant l'impact

$V_i = \sqrt{V_C^2 + 2gr(1-\cos\theta_m)} = 4m/s$

Physique Exercice 2

1) Expression de l'impédance

$$Z_{AB} = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

2)

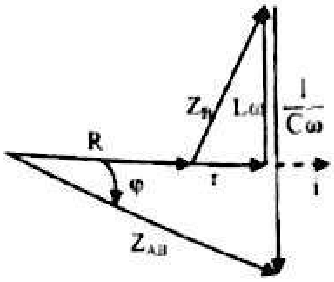
a) L'impédance Z_{AB} : Résonance $Z_{AB} = R + r = \frac{U}{I_0} = 30\Omega$

b) Valeur de r et L : $r = Z_{AB} - R = 7\ \Omega$

$LC\omega_0^2 = 1 \Rightarrow L = \frac{1}{C\omega_0^2} = \frac{1}{C(2\pi N_0)^2} = 1H$

3)

a) Allure du diagramme de Fresnel



On a $N_1 < N_0 \Rightarrow L\omega < \frac{1}{C\omega}$

b) Calcul de φ

$\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R + r} \Rightarrow \varphi = -1{,}47$ rad

L'expression de u(t)

$u(t) = 6\sqrt{2}\cos(160\pi t - 1{,}47)$

Physique Exercice 3

1) L'équation de la réaction

$^{59}_{27}Co + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{60}_{27}Co$

2)

a) Calcul de la constante λ

$$\frac{m(t)}{m(t+1)} = \frac{m_0e^{-\lambda t}}{m_0e^{-\lambda(t+1)}} = e^{\lambda} = 1{,}14 \Rightarrow \lambda = 0{,}13 \text{ an}^{-1}$$

b) La période T : $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0{,}13} = 5{,}33$ ans

3) La masse de cobalt désintégrée

$\Delta m = m_0 - m_0e^{-\lambda t} = 1(1 - e^{-0{,}13 \times 15{,}87}) = 0{,}87$ mg

BAC 2012 SERIE D

Chimie Exercice 1

1)

a) L'acide le plus fort est CCl_3COOH car il appartient au couple de plus petit pKa.

La base la plus forte est CH_3COO^- car elle appartient au couple de plus grand pKa.

b) Lorsqu'on substitue un atome d'hydrogène de la molécule d'acide éthanoïque par un atome de chlore, celui-ci exerce un effet inductif attracteur d'électrons qui accentue la polarisation de la liaison O–H et augmente l'acidité.

2)

a) L'équation bilan de la réaction

$HCOO^- + H_3O^+ \rightarrow HCOOH + H_2O$

b) Calcul de concentrations des espèces en solution :

$[Na^+] = \frac{C_BV_B}{V_A + V_B} = 6{,}67.10^{-2}$ mol/L ,

$[Cl^-] = \frac{C_AV_A}{V_A + V_B} = 3{,}33.10^{-2}$ mol/L

$[H_3O^+] = 1{,}58.10^{-4}$ mol/L , $[OH^-] = 6{,}31.10^{-11}$mol/L , $[HCOO^-] = 3{,}36.10^{-2}$ mol/L , $[HCOOH] = 3{,}31.10^{-2}$ mol/L

Calcul du pKa

$$pKa = -\log\frac{[H_3O^+] \times [HCOO^-]}{[HCOOH]} = 3{,}79$$

c) La solution obtenue est une solution tampon.

Elle a un pH constant au cours d'une dilution modérée, ce pH varie peu lors de l'ajout d'une quantité modérée d'acide ou de base

Chimie Exercice 2

1)

a) Equation bilan de la réaction de saponification

$RCOOR' + OH \rightarrow RCOO + R'-OH$

b) Nombre de mol d'ester

$n = C_BV_B = 0,1$ mol et $M = \frac{m}{n} = 88$ g/mol

Le nombre d'atomes de carbone de $C_nH_{2n}O_2$

$M = 14n + 32 = 88 \Rightarrow n = 4$ atomes d'où la formule brute de l'ester : $C_4H_8O_2$

c) Isomères de l'ester E

$CH_3-CH_2-COO-CH_3$ propanoate de méthyle

$CH_3-COO-CH_2-CH_3$ éthanoate d'éthyle

$HCOO-CH_2-CH_2-CH_3$ méthanoate de propyle

$HCOO-CH(CH_3)_2$: méthanoate d'isopropyle

2) Nombre de mol d'acide dans le prélèvement

$n_A = C_BV_B = 2.10^{-2}$ mol

Masse de l'acide dans le prélèvement

$m = \frac{4,6 \times 0,02}{1} = 9,2\ 10^{-2}$ g

a) Masse molaire de l'acide $M = \frac{m}{n} = 46$ g/mol

Nombre d'atomes de carbone dans la molécule d'acide $C_nH_{2n}O_2$ $M = 14n + 32 = 46 \Rightarrow n = 1$ atome

La formule brute de l'acide est HCOOH, et celle de l'alcool CH_4O

b) L'ester est $CH_3-CH_2-COO-CH_3$, le propanoate de méthyle.

L'acide utilisé est l'acide propanoïque CH_3-CH_2-COOH

3) Demi-équation d'oxydation

$(CH_3OH + H_2O \leftrightarrows HCOOH + 4H^+ + 4e^-)\times 3$

Demi-équation de réduction

$(Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \leftrightarrows 2Cr^{3+} + 7H_2O)\times 2$

Equation bilan

$3CH_3OH + 2Cr_2O_7^{2-} + 16H_3O^+ \rightarrow 3HCOOH + 4Cr^{3+} + 27H_2O$

Physique Exercice 1

1) La vitesse en M $v_M = \sqrt{v_B^2 + 2gR(1-\cos\alpha)}$

2)

a) Expression de F

RFD $\vec{P} + \vec{F} = m\vec{a}$ en projetant suivant la normale

$mg\cos\alpha - F = \frac{mv_M^2}{R}$ en remplaçant v_M par son expression on

obtient $F = m[g(3\cos\alpha - 2) - \frac{v_B^2}{R}]$

b) Valeur de α pour laquelle le point quitte la piste

$F = 0 \Rightarrow 3\cos\alpha_0 - 2 = \frac{v_B^2}{Rg} \Rightarrow \cos\alpha_0 = 0,73$ et $\alpha_0 = 42,83°$

c) Calcul de la vitesse au moment où il quitte la piste

Pour $\alpha = \alpha_0 = 42,83$; $v_M = \sqrt{2^2 + 2\times 10 \times 2(1-\cos 42,83)} =$ 3,83 m/s

3)

a) Les équations horaires du mouvement

$$\overrightarrow{M_0M}\begin{pmatrix} x = v_0\cos\alpha_0 t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 - v_0\sin\alpha_0 t \end{pmatrix}$$

Equation de la trajectoire

$y = \frac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha_0}x^2 - x\tan\alpha_0$, c'est une parabole

b) Le point de chute

$y = -R\cos\alpha_0 = \frac{-g}{2v_0^2\cos^2\alpha_0}x^2 - x\tan\alpha_0 \Rightarrow x = 0,96$m

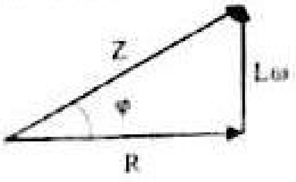
Physique Exercice 2

1)

a) Représentation de la bobine et sens du courant

b) Allure du diagramme de Fresnel

c) Calcul de l'intensité



$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}} = 5,9$ A

d) L'expression de i

Le déphasage φ est tel que $\tan\varphi = \frac{L\omega}{R} \Rightarrow \varphi = 1$rad

L'intensité i est en retard de 1 rad par rapport à la tension u $\varphi_{i/u} = -1$ rad

On a donc $i_{AB} = 5,9\sqrt{2}\cos(100\pi t - 1)$

2) Calculons

a) La capacité C du condensateur u et i étant en phase c'est la résonance $LC\omega^2 = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2} = 10^{-4}$ F

b) C'est la résonance d'intensité

c) La puissance moyenne P consommée

$P = UI\cos\varphi$,

A la résonance $\varphi = 0$ d'où $P = UI = U^2/R = 2,42$KW

Physique Exercice 3

1) C'est la radioactivité α car la particule émise est un noyau d'hélium.

2)

a) Expression du défaut de masse

$\Delta m(X) = [Zm_P + (A - Z)m_N - m(X)]$

b) Calcul du défaut de masse

$\Delta m(Ra) = [Zm_p + (A - Z)m_N - m(Ra)]$

$\Delta m(Ra) = [88\times 1,007 + (226-88)\times 1,009 - 225,977] = 1,881$u

3) Relation d'équivalence $E = mc^2$

E en Joules ; m en Kg et c en m/s

E en MeV m en MeV/c^2 et c en unité c

4)

a) L'énergie de liaison E_l d'un noyau est l'énergie qu'il faut fournir à ce noyau pour le séparer en ces nucléons isolés

Expression littérale $E_l(X) = [Zm_P + (A - Z)m_N - m(X)]c^2$

b) Energie de liaison en joule

$E_l(Rn) = \Delta m(Rn)c^2 = 3,04.10^{-27}\times(3\ 10^8)^2 = 2,736.10^{-10}$ J

c) Energie de liaison par nucléon

$E(Rn) = \frac{E_l(Rn)}{A} = 10,62$ MeV/nucléon

5)

a) Variation d'énergie ΔE

$\Delta E = [m(Ra) - m(Rn) - m(He)]c^2$

b) Valeur ΔE en MeV

$\Delta E = [225,977 - 221,970 - 4,001] \times 931,5 = 5,589$ MeV

BAC 2012 SERIE CE 1er TOUR

Chimie Exercice 1

1) a) Masse de cristaux : $m = nM = C_1V_1M = 0,2675g$

b) Les concentrations des espèces :

$[H_3O^+] = 2,51.10^{-6}$ mol.ℓ^{-1} ; $[OH^-] = 3,98.10^{-9}$ mol.ℓ^{-1} ;

$[C\ell^-] = 10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} ; $[NH_4^+] \cong [C\ell^-] = 10^{-2}$ mol.ℓ^{-1} ;

$[NH_3] \cong [H_3O^+] = 2,51.10^{-6}$ mol.ℓ^{-1}.

Calcul du pKa: $pKa = -\log\dfrac{[H_3O^+]\times[NH_3]}{[NH_4^+]} = 9,2$

2)

a) Calcul du pH

$Ka = \dfrac{[H_3O^+]\times[NH_3]}{[NH_4^+]}$ avec : $\alpha = \dfrac{[NH_4^+]}{C_2} \Rightarrow [NH_4^+] = \alpha C_2$

et $[NH_3] = C_2 - [NH_4^+] = C_2 - \alpha C_2$.

D'où : $Ka = \dfrac{[H_3O^+]\times(C_2 - \alpha C_2)}{\alpha C_2} \Rightarrow [H_3O^+] = \dfrac{10^{-pKa}\times\alpha}{1-\alpha} \Rightarrow$

$[H_3O^+] = 1,29.10^{-11}$ mol.ℓ^{-1} et pH = 10,9.

b) Calcul de $[NH_4^+]$

$[NH_4^+] = [OH^-] = 7,75.10^{-4}$ mol.ℓ^{-1} ;

Calcul de la concentration initiale

$C_2 = \dfrac{[NH_4^+]}{\alpha} = 3,88.10^{-2}$ mol.ℓ^{-1}

3)

a) Calcul de V_1 et V_2

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = V \\ C_1V_1 = C_2V_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = \dfrac{C_2V}{C_1 + C_2} \\ V_2 = \dfrac{C_1V}{C_1 + C_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 0,795L \\ V_2 = 0,205L \end{cases}$$

b) Les volumes V_2 d'ammoniac et V_3 d'acide chlorhydrique

$$\begin{cases} V_2 + V_3 = V \\ C_3V_3 = \dfrac{C_2V_2}{2} \end{cases} \Rightarrow V_2 = \dfrac{2C_3V}{2C_3 + C_2} = 0,2 \text{ L et } V_3 = 0,8 \text{ L}$$

Chimie Exercice 2

1) Le nombre d'atomes de carbone

$C_nH_{2n} + H_2O \rightarrow C_nH_{2n+2}O$

$\dfrac{6,2}{14n} = \dfrac{7,8}{14n + 18} \Rightarrow n = 5$ d'où la formule brute est $C_5H_{12}O$

Les formules semi développées possibles :

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

$CH_3-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_3$.

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-OH$

$CH_3-CH(CH_3)-CH(OH)-CH_3$

$CH_3-C(CH_3)-CH_2-CH_3$ with OH set below C(CH3):

$$\underset{\displaystyle OH}{CH_3-C(CH_3)}-CH_2-CH_3$$

$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-OH$

$CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-OH$

2) Le produit d'oxydation de B est un aldéhyde et b est un alcool primaire contenant deux groupes méthyles. B est : $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-OH$; le 2,2–diméthylpropan-1-ol

3) Calcul de la masse molaire de l'acide

$n_A = n_B \Rightarrow \dfrac{m_A}{M_A} = C_BV_{BE} \Rightarrow M_A = \dfrac{m_A}{C_BV_{BE}} = 60$ g/mol

Le nombre d'atomes de carbone dans la molécule $C_nH_{2n}O_2$

$14n + 32 = 60 \Rightarrow n = 2$; c'est l'acide éthanoïque CH_3COOH

4) Equation bilan de la réaction d'estérification

$CH_3COOH + CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-OH \leftrightarrows H_2O + CH_3-COO-CH_2-C(CH_3)_3$

L'ester E est l'éthanoate de 2,2–diméthylpropyle.

Physique Exercice 1

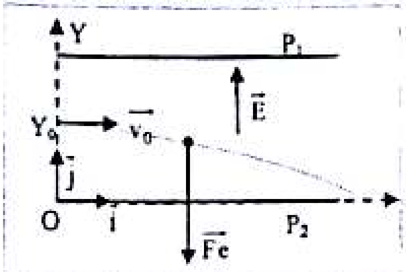
Partie A : Champ électrique

1) Calcul du poids et de la force électrique :

$P = mg = 8,93.10^{-30}$ N ; $Fe = eE = \dfrac{eU}{d} = 8,2.10^{-16}$ N

$P \ll Fe$

2) Expression du vecteur accélération



$\vec{F_e} = m\vec{a_1} = q\vec{E} \Rightarrow$

$\vec{a_1} = \dfrac{q\vec{E}}{m} = -\dfrac{e\vec{E}}{m}$

3)

a) Représentation de la force électrique

b) La plaque de plus haut potentiel est P_2

4)

a) Composante du vecteur accélération

$\vec{a_1} = -\dfrac{e\vec{E}}{m} \Rightarrow \vec{a_1}\begin{pmatrix} a_{1x} = 0 \\ a_{1y} = -\dfrac{eE}{m} \end{pmatrix}$

Les équations horaires du mouvement

$\vec{V}\begin{pmatrix} V_x = 0 \\ V_y = -\dfrac{eE}{m}t \end{pmatrix}$ et $\overrightarrow{OM}\begin{pmatrix} x = V_0t \\ y = -\dfrac{eE}{2m}t^2 + y_0 \end{pmatrix}$

b) Equation de la trajectoire

$t = \dfrac{x}{V_0} \Rightarrow y = -\dfrac{eE}{2mV_0^2}x^2 + y_0$. Cette équation est de la forme $y = A_1x^2 + B_1$ avec $A_1 = -\dfrac{eE}{2mV_0^2} = 2$ et $B_1 = y_0$

Partie B Champ de pesanteur terrestre

1) Caractéristiques du vecteur accélération

$\vec{a_2} = \vec{g} = -g\vec{j}$

2) Equations horaires du mouvement

$\vec{a_2}\begin{pmatrix} a_{2x} = 0 \\ a_{2y} = -g \end{pmatrix}$; $\vec{V}\begin{pmatrix} V_x = V_0 \\ V_y = -gt \end{pmatrix}$; $\overrightarrow{OM}\begin{pmatrix} x = V_0t \\ y = -\dfrac{1}{2}gt^2 + y_0 \end{pmatrix}$

Equation de la trajectoire

$t = \dfrac{x}{V_0} \Rightarrow y = -\dfrac{gx^2}{2V_0^2} + y_0$. Cette équation est de la forme

$y = A_2x^2 + B_2$ avec $A_2 = -\dfrac{g}{2V_0^2} = -0,025$ et $B_2 = y_0$

Partie C Comparaison des mouvements

1) Les trajectoires des deux corps sont des portions de parabole

2)

a) La force électrique est indépendante de la masse. Le poids de la bille est proportionnel à la masse

b) L'accélération dans le champ électrique est inversement proportionnelle à la masse.

Dans le champ de pesanteur, l'accélération est indépendante de la masse

Physique Exercice 2

1)

a) La valeur de R

$$U = ZI = \sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega^2})}I \Rightarrow R = \sqrt{(\frac{U}{I})^2 - (\frac{1}{C\omega^2})} = 31\Omega$$

b) Le déphasage φ_1

$$\operatorname{Tan}\varphi_1 = \frac{\frac{1}{C\omega}}{R} = \frac{-1}{RC\omega} \Rightarrow \varphi_1 = -52{,}1° = -0{,}9\text{rad}$$

c) L'inductance L_1

A la résonance $\varphi_1 = 0 \Rightarrow L_1C\omega^2 = 1$ et $L_1 = \frac{1}{C\omega^2} = 0{,}125H$

d) L'intensité efficace

$$I = \frac{U}{R} = 4A$$

2)

a) Résistance r

$$U = ZI = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega^2})^2}I \Rightarrow r = \sqrt{(\frac{U}{I})^2 - (L\omega - \frac{1}{C\omega^2})^2} - R = 4{,}7\Omega$$

b) Valeurs possibles de L

Pour r = 0 alors $(\frac{U}{I})^2 - R^2 = (L\omega - \frac{1}{C\omega^2})^2 = 17{,}73^2$

$L_1 = 0{,}183H$ et $L_2 = 0{,}07H$

Physique Exercice 3

1) L'équation de la désintégration

$${}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{206}_{82}Pb$$

2) Energie libérée par la désintégration

$Q_T = NQ_0$ avec $N = \frac{m}{M}\mathcal{N}$ et $Q_0 = [m(Po) - m_\alpha - m(Pb)]c^2$

$$Q_T = \frac{m}{M}[m(Po) - m_\alpha - m(Pb)]c^2 = 6{,}02\ 10^9\ J$$

3)

a) Masse de polonium restante

$$m(t) = m_0e^{-\lambda t} = \frac{m_0}{2^{t/T}} = 0{,}327g$$

b) Disparition des 2/3, il reste donc 1/3

$$m = \frac{m_0}{3} = \frac{m_0}{2^{t/T}} \Rightarrow t = \frac{T\ln 3}{\ln 2} = 222\text{jours}$$

c) Activité du polonium $t = 280 = 2T$

$$A(t) = A_0e^{-\lambda t} = \frac{A_0}{2^{t/T}} = \frac{A_0}{2^2} = \frac{A_0}{4} = \frac{\lambda m_0 \mathcal{N}}{4M} = 8{,}21\ 10^{13}\ Bq$$

d) Volume d'hélium libéré

$m(\text{restant}) = \frac{m_0}{4} \Rightarrow$ masse désintégrée $= \frac{3m_0}{4}$

$$V = n\,V_M = \frac{3m_0}{4}V_M = 0{,}16L$$

BAC 2013 SERIE D

Chimie Exercice 1

1) **a)** Calcul de C_1 : $C_1 = \frac{m}{MV} = 5\ 10^{-2}$ mol/L

b) Les concentrations : $[H_3O^+] = 8{,}91\ 10^{-4}$ mol/L ; $[OH^-] = 1{,}12.10^{-11}$mol/L ; $[CH_3COO^-] = 8{,}91\ 10^{-4}$ mol/L ; $[CH_3COOH] = 4{,}91\ 10^{-2}$ mol/L

c) La valeur du pKa

$$pKa = -\log\frac{[H_3O^+]\times[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 4{,}8$$

2) **a)** Les concentrations molaires

$[H_3O^+] = 1{,}26.10^{-9}$ mol/L ; $[OH^-] = 7{,}94\ 10^{-6}$ mol/L ; $[Na^+] = 10^{-1}$ mol/L ; $[CH_3COO^-] = 10^{-1}$ mol/L ; $[CH_3COOH] = 7{,}94\ 10^{-6}$ mol/L

b) Calcul du pKa

$$pKa = -\log\frac{[H_3O^+]\times[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 4{,}8$$ On retrouve la même valeur

3) **a)** Calcul du volume $V = \frac{C_1V_1}{2C_B} = 2{,}5$ mL

b) Concentration $[CH_3COOH]$ et $[CH_3COO^-]$

$$[CH_3COOH] = [CH_3COO^-] = \frac{C_1V_1}{2(V_1 + V)} = 2\ 10^{-2}\ \text{mol/L}$$

c) La solution S_3 est une solution tampon

Exercice 2

1) **a)** L'équation de la réaction

$CH_3COOH + CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}OH \rightleftarrows H_2O + CH_3{-}COO{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$

b) Les produits sont l'eau et l'éthanoate de butyle. La réaction est lente, limitée (réversible) et athermique

2) **a)** L'acide sulfurique joue un rôle de catalyseur

b) La quantité d'ester formé au bout d'une heure

La quantité d'ester formé est aussi la quantité d'acide ayant réagi soit

$n_{ester}(\text{formé}) = n_i(\text{acide}) - n_{restant}(\text{acide})$ avec $n_{restant}(\text{acide}) = C_BV_B = 2\times11\ 10^{-3} = 2{,}2\ 10^{-2}$ mol

$n_{ester}(\text{formé}) = n_i(\text{acide}) - n_{restant}(\text{acide}) = 0{,}05 - 0{,}022 = 0{,}028$ mol

c) La proportion d'alcool estérifié

Le mélange initial alcool + acide étant équimolaire, la proportion d'alcool estérifié est la même que celle de l'acide estérifié

$$\mu = \frac{n_{ester}(\text{formé})}{n_i(\text{acide})} = \frac{0{,}028}{0{,}05} = 56\%$$

d) L'éthanoate de butyle peut être obtenu par réaction du chlorure d'éthanoyle et du butan-1-ol

$CH_3COCl + CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}OH \rightarrow HCl + CH_3{-}COO{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$

Une autre façon d'obtenir l'éthanoate de butyle est la réaction de l'anhydride éthanoïque sur le butan-1-ol réaction qui n'est pas au programme

Physique Exercice 1

1) **a)** La direction et le sens de $\vec{B}$: $\vec{B}$ est entrant $\otimes\vec{B}$

b) Montrons que le mouvement est circulaire

RFD $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v} \wedge \vec{B}$ En module $a = \frac{|q|}{m}vB$ comme $\vec{v} \perp \vec{B}$ Selon le produit vectoriel $\vec{a} \perp \vec{v}$ alors $\vec{a}$ est une accélération normale et dans la base de Frenet on peut écrire

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{u} + \frac{v^2}{R}\vec{n}$$
$$\vec{a} = 0\vec{u} + \frac{|q|}{m}vB\vec{n} \Rightarrow \frac{v^2}{R} = \frac{|q|}{m}vB \Rightarrow R = \frac{mv}{|q|B} = Cste$$

Le mouvement est circulaire de rayon R

c) Déduisons la vitesse v_A

$$R = \frac{mv}{|q|B} \Rightarrow v = \frac{R|q|B}{m} = \frac{eDB}{2m} = 2{,}00\,10^6\ m/s$$

2) a) La direction et le sens de $\vec{E}$

Les protons étant chargés positivement se dirige vers le point C situé sur la plaque P', on déduit donc que la plaque P' est chargée négativement et par conséquent P est chargé positivement et $\vec{E}$ est orienté de P vers P' et sa direction est normale aux plaques

b) L'équation de la trajectoire La force électrique est la seule force appliquée

$$\text{RFD}\quad \vec{F}_e = q\vec{E} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Rightarrow \vec{v} = \frac{q\vec{E}}{m}t + \vec{C}$$

$$A\ t = 0\quad \vec{v} = \vec{C} = \vec{v}_A = \vec{v}_0\quad d'où\quad \vec{v} = \frac{q\vec{E}}{m}t + \vec{v}_0 = \frac{d\overrightarrow{BG}}{dt} \Rightarrow$$

$$\overrightarrow{BG} = \frac{q\vec{E}}{2m}t^2 + t\vec{v}_0 + \vec{C}'\quad A\ t = 0\quad \overrightarrow{BG} = \vec{C}' = \overrightarrow{BO}\quad d'où$$

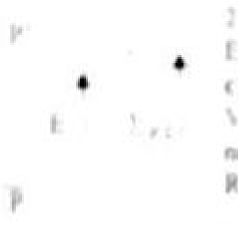
$$\overrightarrow{BG} = \frac{q\vec{E}}{2m}t^2 + t\vec{v}_0 + \overrightarrow{BO}$$

Par projection dans le repère (Bx, By) on obtient

$$x = v_0 t$$
$$y = \frac{eE}{2m}t^2 + \frac{d}{2} \Rightarrow y = \frac{eE}{2mv_0^2}x^2 + \frac{d}{2}$$

c) Intensité de $\vec{E}$ Au point C x = L et y = d et ce point C vérifie l'équation de la trajectoire

$$d = \frac{eE}{2mv_0^2}L^2 + \frac{d}{2} \Rightarrow E = \frac{m\,v_0^2\,d}{eL^2} = 1{,}04\,10^5\ V/m$$



d) La tension $U_{PP'} = Ed = 10400$ V

e) Le signe de $U_{PP'}$ $U_{PP'} = V_P - V_{P'} > 0$ car P' est chargé négativement

Représentation voir figure

Exercice 2

A 1) Les caractéristiques de $\vec{B}$

Direction l'axe du solénoïde

Sens Face sud vers face Nord

Intensité $B = \frac{\mu_0 N}{l}I = 1{,}26\,10^{-3}$ T

2) Calculons L $L = \frac{\mu_0 N^2 S}{l} = 5{,}03\,10^{-2}$ H

3) Calculons la fém $e = -L\frac{di}{dt} = -L\frac{\Delta i}{\Delta t}$ car i est une fonction linéaire $e = -L\ \ L\frac{\Delta i}{\Delta t} = -2{,}5$ V

B 1) Les caractéristiques r et L

a) En courant continu $U = U_R + U_b$ le courant étant continu, il n'y a pas d'effet inductif dans la bobine et la bobine se comporte comme sa résistance interne et donc

$U_b = rI_1$ $U = U_R + U_b = RI_1 + rI_1 \Rightarrow r = \frac{U}{I_1}$ $R = 15\Omega$

b) En courant alternatif

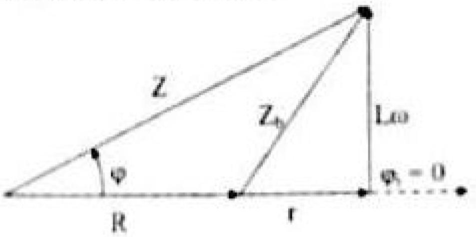
$$Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{U_{Me}}{I_2} = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2} \Rightarrow$$

$$L = \frac{1}{\omega}\sqrt{\left(\frac{U_{Me}}{I_2}\right)^2 - (R+r)^2} = 5{,}03\,10^{-2}\text{ H, avec } \omega = 2\pi f$$

Les résultats sont bien en accord avec les indications du constructeur

2) Calculons Z_b $Z_b = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} = 34{,}98\ \Omega$

Représentation de Fresnel



Le facteur de puissance cosφ = $\frac{R+r}{Z} = \frac{R+r}{\sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}} = 0{,}82$

3) Déterminons C pour cosφ = 1

$$\cos\varphi = \frac{R+r}{Z} = \frac{R+r}{\sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} = 1 \Rightarrow$$

$$(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 = 0 \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2} = 5{,}03\,10^{-5}\text{ F}$$

On est à la résonance, u et i sont en phase

Exercice 3

1) a) Les équations de désintégration

$^{241}_{94}Pu \rightarrow {}^{241}_{95}Am + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$ $^{241}_{95}Am \rightarrow {}^{237}_{93}Np + {}^{4}_{2}He$

b) Energie libérée $Q = [m(Am) - m(Np) - m(He)]c^2$

Q = 6,7 MeV

2) a) L'activité à t = 0 $A_0 = \lambda N_0$ avec $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ et $N_0 = \frac{m_0}{M}\mathcal{N}$ alors $A_0 = \frac{m_0 \ln 2}{MT}\mathcal{N} = 4{,}16\,10^{11}$ Bq

NB Ne pas oublier de convertir la masse en g car la masse molaire est en g/mol

L'activité à t = 26,4 ans = 2T d'où $A = \frac{A_0}{4} = 1{,}04\,10^{11}$ Bq

b) Expression de la masse restant en fonction de t

Scanned by CamScanner

$N(t) = N_0e^{-\lambda t}$ avec $N_0 = \frac{m_0}{M}\mathcal{N}$ et $N = \frac{m}{M}\mathcal{N}$

$N(t) = \frac{m}{M}\mathcal{N} = \frac{m_0}{M}\mathcal{N}e^{-\lambda t} \Rightarrow m(t) = m_0e^{-\lambda t}$

c) Le temps de la disparition de 800g $m' = m_0 - m = m_0(1-e^{-\lambda t}) \Rightarrow t = \frac{T}{\ln 2}\ln\left(\frac{m_0}{m_0 - m'}\right) = 30{,}65$ ans

d) Tracer la courbe !

BAC 2013 SERIE C-E 1^er^ TOUR

Chimie Exercice 1

1) Un acide fort au sens de Bronsted est une espèce chimique capable de céder un proton H^+ suivant une réaction totale

2) Equation de la réaction $AH + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$

3) Concentration du monoacide fort

$C = 10^{-pH} = 2.10^{-3}$ mol/L

4) a) Vérifions si A_1H est un acide fort ou faible

Si A_1H était un acide fort, on aurait

$pH_i = -\log C_i = -\log\frac{C_1}{10} = -\log C_1 + \log 10$

$pH_i = pH_1 + 1 = 3{,}4$ or $pH_i = 2{,}9$ alors A_1H est un acide faible

b) Equation de la réaction $A_1H + H_2O \rightleftarrows A^- + H_3O^+$

5) a) Expression de Ka $Ka = \frac{[H_3O^+]\times[A^-]}{[AH]}$

b) Calcul du pKa $pKa = 2{,}4 - \log\frac{[A^-]}{[AH]} = 3{,}8$

6) a) Le volume V_2 de la solution S_2 à l'équivalence

$V_2 = \frac{C_1V_1}{C_2} = 50$ mL

b) Justifions la valeur du pH à l'équivalence : il s'agit du dosage d'un acide faible par une base forte et à l'équivalence l'acide ayant totalement reagi s'est transformé en sa base conjuguée d'où le pH > 7 à l'équivalence

c) Le volume V_2 de S_2

Pour un melange de pH = 3,8 on est à la demi équivalence d'où $V_2 = \frac{V_2}{2} = 25$ mL. On obtient une solution tampon

Exercice 2

1) a) Equation bilan de la réaction

$C_nH_{2n}O + \left(\frac{3n-1}{2}\right)O_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$

b) Formule brute de A $M_A = 14n + 16$

$2{,}1(14n + 16) = 36n \Rightarrow n = 5$ La formule de A est $C_5H_{10}O$

2) a) A est soit un aldéhyde ou une cétone

b) A est alors un aldéhyde

3) a) Formule semi développées et nom de A

$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CHO$ 2-méthylbutanal

b) Equation bilan d'obtention de B

$3C_5H_{10}O + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow 3C_5H_{10}O_2 + 2Cr^{3+} + 4H_2O$

On observe une couleur verte due aux ions Cr^{3+}

4) Equation de la réaction

$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-COOH + CH_3-OH \rightleftarrows H_2O +$
$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-COO-CH_3$

Nom du composé C : 2-méthylbutanoate de méthyle

Physique Exercice 1

1) L'intensité de la force de frottement $\vec{f}$

Appliquons le théorème de l'energie cinétique entre A et C

$Ec(C) - Ec(A) = W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N) + W(\vec{f})$

$Ec(C) = 0$, $Ec(A) = 0$, $W(\vec{R}_N) = 0$

$W(\vec{P}) = mgAB\sin\alpha$, $W(\vec{f}) = -f(AB + BC)$

$0 = mgAB\sin\alpha - f(AB + BC) \Rightarrow f = \frac{mgAB\sin\alpha}{AB + BC} = 0{,}75N$

2) La puissance en B

- $P(\vec{P}) = \vec{P}\cdot\vec{V}_B = PV_B\sin\alpha$ avec

$V_B = \sqrt{2AB(g\sin\alpha - \frac{f}{m})} = \sqrt{\frac{2f\times BC}{m}}$ 2,45m/s

$P(\vec{P}) = mgV_B\sin\alpha = 3{,}06$ W

- $P(\vec{f}) = \vec{f}\cdot\vec{V}_B = -fV_B = -1{,}84W$

$P(\vec{R}_N) = 0$

La puissance en C

$P(\vec{P}) = P(\vec{f}) = P(\vec{R}_N) = 0$

3) a) La vitesse du jouet en E

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre C et E

$\frac{1}{2}mV_E^2 - \frac{1}{2}mV_C^2 = mgr\sin\beta - \frac{2fr(\pi-\beta)}{m}$

$V_E^2 = \sqrt{2gr\sin\beta - \frac{2fr(\pi-\beta)}{m}} = 1{,}8m/s$

b) Expression de l'intensite $\vec{R}_N$

RFD $\vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} = m\vec{a}$ Par projection dans la base de Frénet $(E, \vec{n}, \vec{u})$ et sur l'axe $(E, \vec{n})$

$R_N - P\sin\beta = \frac{mV_E^2}{r} \Rightarrow R_N = mg\sin\beta + \frac{mV_E^2}{r}$

$R_N = 3mg\sin\beta - 2f(\pi-\beta) = 3{,}03$ N

4) a) Le mouvement ultérieur du jouet

La seule force qui s'exerce est le poids $\vec{P}$ le mouvement est une chute libre avec vitesse initiale

b) Les equations horaires du mouvement

$m\vec{a} = m\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g} = \frac{d\vec{V}}{dt} \Rightarrow \vec{V} = t\vec{g} + \vec{C}$

A t = 0 $\vec{V} = \vec{C} = \vec{V}_E$ d'où $\vec{V} = t\vec{g} + \vec{V}_E = \frac{d\overrightarrow{EM}}{dt}$

$\Rightarrow \overrightarrow{EM} = \frac{1}{2}t^2\vec{g} + t\vec{V}_E + \vec{C'}$, A t = 0 $\overrightarrow{EM} = \vec{C'} = \vec{0}$

D'où $\overrightarrow{EM} = \frac{1}{2}t^2\vec{g} + t\vec{V}_E$. Par projection dans le repère $(E, \vec{i}, \vec{j})$ on obtient

$$\begin{cases} x = V_E(\sin\beta)t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_E(\cos\beta)t \end{cases}$$

L'équation de la trajectoire

$y = \frac{-g}{2V_E^2\sin^2\beta}x^2 + \frac{x}{\tan\beta}$

c) La hauteur maximale atteinte

Au sommet S : $V_y = 0 = -gt + V_E\cos\beta \Rightarrow t_S = \frac{V_E \cos\beta}{g}$ et

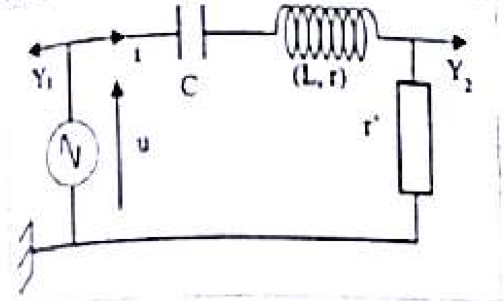
$$Y_S = H_{max} = \frac{V_E^2 \cos^2\beta}{2g} = 0{,}108\ m$$

d) Les coordonnées du point d'impact I au sol

$Y_I = -r(1 - \sin\beta) = -0{,}21m$

$$Y_I = \frac{-g}{2V_E^2 \sin^2\beta} x_I^2 + \frac{x_I}{\tan\beta} = -0{,}21m ; \Rightarrow X_I = 0{,}41\ m$$

Physique Exercice 2



1) Branchement des voies Y_1 et Y_2 de l'oscillographe et de sa masse.

2) a) Expression de φ en fonction de L, ω, r, r' et C.

$$\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{r + r'}$$

b) Expression de ω_0 : $\varphi = 0 \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

c) Propriété du circuit : φ = 0 ; on est à la résonance.

3) a) Expression de l'impédance Z du circuit

$$Z = \sqrt{(r + r')^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

b) Calcul de Z_0 à la résonance,

$\varphi = 0$ et $Z = Z_0 = r + r' = r + 10$

4) a) Représentation de i et u à la résonance :

$u = U_m\cos(\omega t) = 14\cos(\omega t)$, $\varphi = 0$

$i = I_m\cos(\omega t - \varphi) = 310.10^{-3}\cos(\omega t)$

Faire la représentation, les deux sinusoïdes doivent être en phase

b) Calcul de ω_0, L et r.

$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \Rightarrow \omega_0 = 9{,}97.10^3$ rad/s

A la résonance, $LC\omega_0^2 = 1 \Rightarrow L = 0{,}1H$

A la résonance, $Z = Z_0 = \frac{U_m}{I_m} = \frac{14}{310 10^{-3}} = r + r' \Rightarrow r =$ 35,2 Ω.

Physique Exercice 3

1) Expression de l'énergie de liaison

$E_l = [Zm_p + (A - Z)m_n - m({}^A_Z X)]c^2$

2) Calcul de l'énergie de liaison de ${}^{235}_{92}U$

$E_l = 1772$ MeV

Energie de liaison par nucléon : $E = \frac{E_l}{A}$ =7,54 MeV/nucléon

3) Equation de la réaction de fission

$${}^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{144}_{57}La + {}^{88}_{35}Br + 4{}^1_0n$$

4) Energie libérée par la fission d'un noyau ${}^{235}_{92}U$

Q = 144 E(La) + 88 E(Br) – 235E(U) = 174 MeV

5) a) Energie moyenne libérée par la fission d'un noyau

$Q' = 0{,}2 \times 1{,}66055\ 10^{-27} \times (2{,}998\ 10^8)^2/1{,}602\ 10^{-13} = 186 MeV$

Ce résultat est proche du résultat de la question 4). La fission de ${}^{235}_{92}U$ produit en moyenne 200 MeV.

b) Energie libérée par une mole de noyaux

$Q_{mol} = Q' \times \mathcal{N} = 186\ 10^6 \times 1{,}602.10^{-19} \times 6{,}02.10^{23} = 1{,}8.10^{13} J$

BAC 2014 SERIE D

Chimie Exercice 1 (voir chimie VI–21

Chimie Exercice 2

1) C'est une isomérie de chaîne.

2) C'est une isomérie de position de la fonction alcool.

3) Les molécules 2, 4 et 6 possèdent un carbone asymétrique.

4) Classe des alcools : 4 et 7 sont primaires ; 6 est sécondaire et 5 est tertiaire.

5) L'alcool 7 soit le 3-méthylbutan-1-ol est l'alcool isoamylique.

6) Equation bilan de la réaction

$CH_3COOH + CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-OH \rightleftharpoons H_2O + ….$

$CH_3-COO-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

Le nom systématique est éthanoate de 3–méthylbutyle.

7) La réaction est lente, limitée et athermique.

8) Il est conseillé de chauffer pour accélérer la reaction.

Catalyseur possible : l'acide sulfurique (ion H_3O^+).

9) Calcul de la limite d'estérification

$n_A = \frac{m_A}{M_A} = 0{,}25$ mol , $n_B = \frac{m_B}{M_B} = 0{,}25$mol.

Le mélange est équimolaire.

Le nombre de mol de B restant : $n'_B = \frac{7{,}33}{88} = 8{,}33.10^{-2}$ mol

Le nombre de mol de B ayant réagi : $n = n_B - n'_B = 0{,}167$mol

La limite d'estérifiaction : $\%n = \frac{n}{n_B} \times 100 = 66{,}7\%$

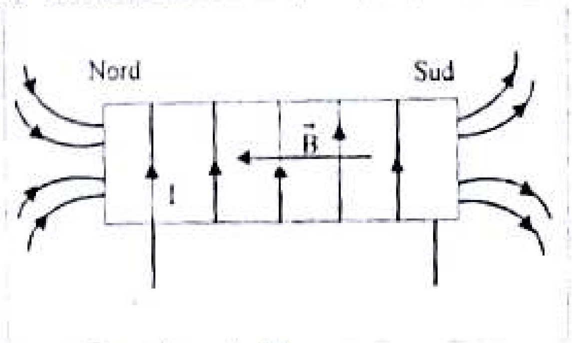
Ce résultat est en accord avec la classe de B (alcool primaire) car la limite théorique est de 67%.

Physique Exercice 1

A.

1) a)et b) Reproduisons le schéma et complétons le.

2) Les faces du solénoïde (voir figure)



B. **1)** Tracer la courbe !!!

- Déduction : on obtient une droite, le champ magnétique B est une fonction linéaire de l'intensité. B = kI, k étant le coefficient de proportionnalité.

- Déterminons k $k = \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{(2,8.10^{-3} - 0)}{(4,5 - 0)} = 6,22.10^{-4}$ SI

2) a) Expression de B $B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$

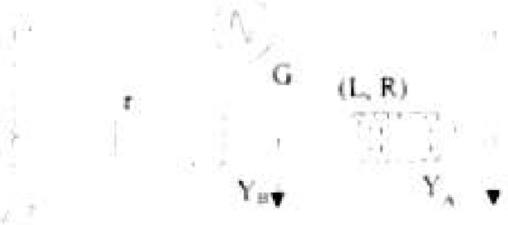
b) Le nombre de spires $N = \frac{B\ell}{\mu_0 I} = \frac{k\ell}{\mu_0} \approx 198$spires

3) L'inductance $L = \mu_0 \frac{N^2 S}{\ell} = 2,5.10^{-4}$ H

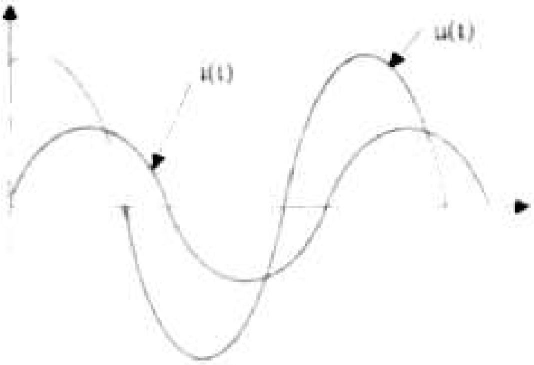
Physique Exercice 2

a) Branchement des voies (figure)

Les allures des deux courbes (figure)



Le circuit est inductif alors u(t) est en avance sur i(t)



Le déphasage $\tan\varphi = \frac{L\omega}{r + R} = 2,77$ d'où $\varphi = 1,22$ rad

a) C'est le phénomène de la résonance

Calculons C $C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L} = 1,5.10^{-6}$ F

Les tensions efficaces aux bornes de la bobine et du condensateur

$U_b = I\sqrt{R^2 + L^2\omega_0^2} = \frac{U}{R + r}\sqrt{R^2 + L^2\omega_0^2} = 129,3$ V

$U_c = \frac{I}{C\omega_0} = \frac{U}{(R + r)C\omega_0} = 129$

Comparaison

$\frac{U_b}{U} = 10,77$; $\frac{U_c}{U} = 10,75$, il y a surtension au niveau de la bobine et du condensateur avec donc un risque de claquage du condensateur

Physique Exercice 3 (Voir Physique corrigé XIII-14)

BAC 2014 SERIE C-E 1

Chimie Exercice 1

a) L'acide borique est un faible car $-\log C = 2$ et $pH > 2$

L'équation $H_3BO_3 + H_2O \leftrightarrows H_2BO_3^- + H_3O^+$

Les concentrations molaires

$[H_3O^+] = 10^{-8,1} = 8.10^{-9}$ mol/L ; $[OH^-] = 10^{(-14+8,1)} = 1,25.10^{-6}$ mol/L ; $[H_2BO_3^-] = [H_3O^+]$ $[OH^-] = 7,8.10^{-3}$ mol/L $[H_3BO_3] = C$ $[H_2BO_3^-] \approx 10^{-2}$ mol/l

Vérification du pKa $pKa = pH - \log\frac{[H_2BO_3^-]}{[H_3BO_3]} = 10,2$

a) L'équation $H_3BO_3 + OH^- \rightarrow H_2BO_3^- + H_2O$

On a $n(H_3BO_3) = CV = 10^{-2}$ mol et $n(NaOH) = \frac{m}{M} = 5.10^{-3}$ mol On constate que $n(NaOH) = \frac{1}{2}n(H_3BO_3)$ alors la solution obtenue est une solution tampon

Le pH d'une telle solution ne varie pas au cours d'une dilution modérée

Le pH d'une telle solution varie peu lors de l'ajout d'un acide fort ou d'une base forte

La valeur du pH : $pH = pKa = 10,2$

Chimie Exercice 2

a) A porte la fonction alcool

L'équation de la réaction

$CH_3-COCl + R-OH \rightarrow CH_3-COOR + HCl$

La masse molaire de A

$n(HCl) = n(R-OH) = 10^{-2} \times 5 = 5.10^{-2}$ mol

$M = \frac{m}{n} = \frac{3,7}{5.10^{-2}} = 74 g.mol^{-1}$

Formule brute de A

A : $C_nH_{2n+2}O$ avec $M = 14n + 18 = 74$ d'où $n = 4$ et la brute s'écrit $C_4H_{10}O$

Formules semi-développées

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$ butan-1-ol

$CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$ butan-2-ol

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2-méthylpropan-1-ol

$CH_3-\underset{OH}{C}(CH_3)-CH_3$ 2-méthylpropan-2-ol

a) La fonction portée par B : B est un aldéhyde

B étant un aldéhyde alors A est un alcool primaire. Il y a donc deux possibilités pour A : le butan-1-ol et le 2-méthylpropan-1-ol. On ne peut donc pas déterminer précisément A

Physique Exercice 1

Exprimons et calculons Q

Soient E_A et E_B les champs créés respectivement par q_A et q_B au point M

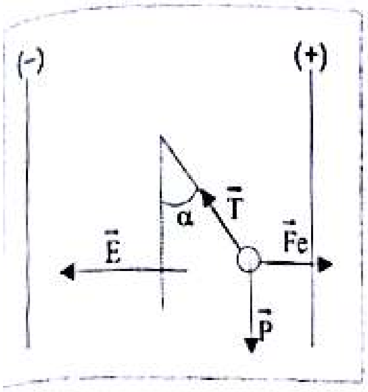
$E_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_A}{d^2}$; $E_B = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_B}{(\ell - d)^2}$; $E_A = E_B \Rightarrow$

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_A}{d^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_B}{(\ell - d)^2} \Rightarrow \frac{3}{4d^2} = $ [illegible] la résolution donne $d = (2\sqrt{3} - 2)\ell$

D'autre part : $E = \frac{U}{d} = \frac{U}{(2\sqrt{3}-3)\ell} = \frac{Q}{\varepsilon_0 S} = \frac{Q}{\varepsilon_0 \pi \frac{D^2}{4}} \Rightarrow$

$Q = \frac{(2\sqrt{3}+3)}{12}\frac{\pi\varepsilon_0 D^2 U}{\ell} = 3{,}7.10^{-9}$ C.

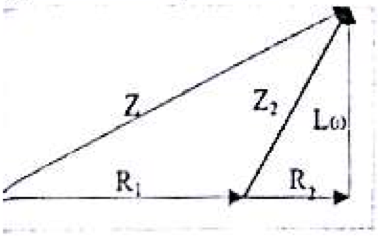
Les charges portées par les armatures A et M :
$Q_A = -Q = -3{,}7$ nC et $Q_M = Q = 3{,}7$ nC.
Le schéma :
Le signe de la charge q portée par le pendule.
On a $\vec{Fe} = q\vec{E}$; $\vec{Fe}$ étant opposé à $\vec{E}$ alors $q < 0$.



Exprimons q et calculons sa valeur.
$Fe = mg\tan\alpha = |q|E$
$||q| = \frac{mg\tan\alpha}{E}$ avec
$E = \frac{(2\sqrt{3}+3)}{3}\frac{U}{\ell} \Rightarrow |q| = \frac{(2\sqrt{3}-3)mg\ell\tan\alpha}{U} =$ 4,2µC ; q = −4,2µC

hysique Exercice 2

) Vrai ; b) Faux ; c) Faux ; d) faux.
xpression des impédances

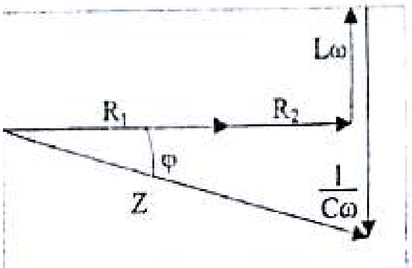


Conducteur ohmique : $Z_1 = R_1 = \frac{U_1}{I}$

Bobine (R_2; L) : $Z_2 = \frac{U_2}{I} = \sqrt{R_2^2 + L^2\omega^2}$

Portion MN : $Z = \frac{U}{I} = \sqrt{(R_1+R_2)^2 + L^2\omega^2}$

) Calcul des impédances
$Z_1 = \frac{U_1}{I} = 8\,\Omega$; $Z_2 = \frac{U_2}{I} = 6{,}8\,\Omega$; $Z = \frac{U}{I} = 12\,\Omega$.
éduisons les valeurs



$Z_1 = R_1 = 8\,\Omega$; :
$Z_2^2 = R_2^2 + L^2\omega^2$;
$Z^2 = R_1^2 + 2R_1R_2 (R_2^2 + L^2\omega^2) = R_1^2 + 2R_1R_2 + Z_2^2$
d'où : $R_2 = \frac{Z^2 - (R_1^2 + Z_2^2)}{2R_1} =$ 2,11 Ω

$L = \sqrt{\frac{Z_2^2 - R_2^2}{\omega^2}} = 0{,}02$H

Calcul de φ : $\tan\varphi = \frac{L\omega}{(R_1+R_2)} = 0{,}622 \Rightarrow \varphi = 0{,}55$rad

L'expression de i(t) : $i(t) = 0{,}7\sqrt{2}\cos 100\pi t$
a) Déterminons la capacité C

Si le facteur de puissance reste inchangé alors cosφ = cos−φ
$\frac{1}{C\omega} - L\omega = L\omega \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = 2L\omega \Rightarrow C = \frac{1}{2L\omega^2} = 2{,}53.10^{-4}$ F
La puissance moyenne consommée :
$P = (R_1 + R_2)I^2 = 4{,}95$ W

Physique Exercice 3

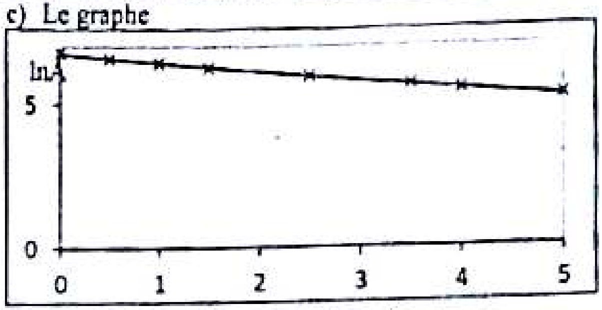
1) L'équation de la réaction : ${}^{108}_{47}Ag \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{108}_{48}Cd$

2) Interprétation : un neutron s'est transformé en proton selon l'équation : ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{1}_{1}p$

3) a) Expression de l'activité : $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$
b) Complétons le tableau

t(mn)	0	0,5	1	1,5	2,5	3,5	4	5
lnA	6,79	6,6	6,45	6,26	5,97	5,67	5,49	5,19

c) Le graphe



d) Déduisons la constante radioactive
On obtient une droite de pente −λ. Graphiquement on obtient λ = 0,32 mn ; $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = 2{,}2$mn

e) La masse de l'échantillon à t = 0:
$A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda} \Rightarrow m_0 = \frac{N_0 M}{N_A} = 3.10^{-17}$ g.

f) La masse d'argent restant :
$m = \frac{N(t)M}{N_A} = \frac{N_0 e^{-\lambda t} M}{N_A} = m_0 e^{-\lambda t} = 1{,}1.10^{-17}$ g

CORRIGE BAC 2015 SERIE D

Chimie Exercice 1

3) Concentration molaire de la solution :

$C = \frac{m}{MV} = \frac{12{,}2.10^{-3}}{122 \times 100.10^{-3}} = 10^{-3}$ mol.ℓ^{-1}

4) a) Concentrations de C_6H_5–COOH et C_6H_5–COO^-

- $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} \approx \frac{[C_6H_5-COO^-]}{C}$ d'où :

$[C_6H_5\text{-}COO^-] = C\alpha = 10^{-3} \times 0{,}22 = 2{,}2.10^{-4}$ mol.ℓ^{-1}.

- De la conservation de la matière :

$C = [C_6H_5\text{-}COOH] + [C_6H_5\text{-}COO^-]$ d'où :
$[C_6H_5\text{-}COOH] = C - [C_6H_5\text{-}COO^-] = 10^{-3} - 2{,}2.10^{-4}$
$[C_6H_5\text{-}COOH] = 7{,}8.10^{-4}$ mol.ℓ^{-1}.

c) Le pH : $pH = pKa + \log\frac{[C_6H_5-COO^-]}{[C_6H_5-COOH]} = pH = -\log$

$6{,}3.10^{-5} + \log\frac{2{,}2.10^{-4}}{7{,}8.10^{-4}} = 3{,}65$

4) a) Equation bilan de la réaction :
$C_6H_5\text{-}COOH + OH^- \rightarrow C_6H_5\text{-}COO^- + H_2O$
b) C'est une réaction acide-base car il y a échange de proton H^+ entre C_6H_5–COOH et OH^-.

c) La valeur de la masse m

On a pH = pKa, c est la demi–equivalence d ou

$n(NaOH) = \frac{n(C_6H_5-COOH)_{initial}}{2} \Rightarrow$

$\frac{CaVa}{2} = CbVb = n(NaOH) = \frac{m}{M(NaOH)}$ et

$m = n(NaOH) \times M = \frac{CaVa}{2} \times M = \frac{10^{-1} \times 100.10^{-3}}{2} \times 40 =$

2.10^{-1} g

Chimie Exercice 2

1) a) Equation bilan de la combustion complete

$C_nH_{2n+2}O + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

On a $n = \frac{V_c}{0,1V_m} = 4$ d ou la formule brute $C_4H_{10}O$

b) Les formules semi developpées, les noms et les classes des isomères

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$ butan-1-ol alcool primaire

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ butan-2-ol , alcool secondaire

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$ 2-methylpropan-1-ol alcool primaire

$CH_3-C(OH)-CH_3$ 2-methylpropan-2-ol alcool tertiaire

CH_3

2) a) Identification des reactifs et des produits

A_1 butan-1-ol A_2 2-methylpropan-1-ol A_3 butan-2-ol

B_1 $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$, butanal

B_2 $CH_3-CH(CH_3)-CHO$, 2-methylpropanal

C_1 $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$, acide butanoique

C_2 $CH_3-CH(CH_3)-COOH$ acide 2-methylpropanoique

D $CH_3-CH_2-CO-CH_3$ butanone

b) Equation-bilan d' oxydo réduction

$3CH_3-CH_2-CH_2-CHOH-CH_3 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow$

$3CH_3-CH_2-CO-CH_3 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

Physique Exercice 1 (Voir Physique VII-7)

Physique Exercice 2

1) Répondre par vrai ou faux

a) Vrai , **b)** Faux , **c)** Faux **d)** Faux

2) Expression des impedances **a)** $Z_1 = R$

b) $Z_2 = \sqrt{R_2^2 + L^2\omega^2}$ **c)** $Z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (L\omega)^2}$

3) a) Les valeurs des impedances

$Z_1 = R_1 = \frac{U_1}{I} = 8\Omega$ $Z_2 = \frac{U_2}{I} = 6,8\Omega$ $Z = \frac{U}{I} = 12\Omega$

b) Les valeurs de R_1, R_2 et L

$Z_1 = R_1 = 8\Omega$,

$Z_2^2 = \left(\frac{U_2}{I}\right)^2 = R_2^2 + (L\omega)^2$ $\Rightarrow L = \frac{1}{\omega}\sqrt{Z_2^2 - R_2^2} =$

$Z^2 = \left(\frac{U}{I}\right)^2 = (R_1 + R_2)^2 + (L\omega)^2$

2.10^{-2} H et $R_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{Z^2 - Z_2^2}{R_1} - R_1\right) = 2,31\,\Omega$

c) Déphasage du circuit

$\tan\varphi = \frac{L\omega}{R_1 + R_2} = 0,62 \Rightarrow \varphi = 31,87° = 0,56$ rad

$u(t) = 8,4\sqrt{2}\cos(100\pi t + 0,56)$

Physique Exercice 3

1) L'equation de desintégration

$^{137}_{55}Cs \rightarrow ^{0}_{-1}e + ^{137}_{56}Ba + \bar{\nu}$ le noyau fils est le baryum

2) Le nombre n de noyau $n = \mathcal{N}_A\frac{m}{M} = 8,79.10^{22}$ atomes

$N_0 = n = 8,79.10^{22}$ noyau.

3) Exprimons λ $\lambda = \frac{\ln 2}{365 \times 24 \times 3600} = 1,79.10^{-9}$ s

4) a) $A = \lambda N$ **b)** $A_0 = \lambda N_0 = 1,57.10^{14}$ Bq

5) L'âge de la source

$A(t) = A_0e^{-\lambda t} \Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{A_0}{A}\right)}{\lambda} = 2,46.10^8\,s \simeq 7,81$ ans

CORRIGE BAC 2015 SERIE C - E 1er TOUR

Chimie Exercice 1

1) Calculons pKa et -logCa pKa = -log Ka = 4,2

-log Ca = 1,3

2) Montrons que $[H_3O^+] = \sqrt{KaCa}$

- Electroneutralite $[H_3O^+] = [C_6H_5COO^-] + [OH^-]$
- Conservation de C_6H_5COOH

$Ca = [C_6H_5COOH] + [C_6H_5COO^-]$, on a $[OH^-] << [H_3O^+]$ et $[H_3O^+] << Ca$ d'ou $[OH^-] << [H_3O^+] << Ca$

Par suite $[H_3O^+] = [C_6H_5COO^-]$ et $[C_6H_5COOH] = Ca - [C_6H_5COO^-] = Ca - [H_3O^+] \approx Ca$

- Constante d'acidite Ka

$Ka = \frac{[H_3O^+][C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{[H_3O^+]^2}{Ca} \Rightarrow [H_3O^+] = \sqrt{KaCa}$

L'expression du pH de la solution $pH = -\log[H_3O^+] =$

$-\log\sqrt{KaCa} \Rightarrow pH = \frac{1}{2}(pKa - \log Ca) = 2,74$

3) Le degre d'ionisation α est le rapport entre le nombre de mole d'acide C_6H_5COOH ionise sur le nombre de mole introduit $\alpha = \frac{[C_6H_5COO^-]}{Ca} = 3,6.10^{-2}$

4) a) Etablissons l'expression $x^2 + Kax - KaCa = 0$

- Electroneutralite $[H_3O^+] = [A^-]$ car $[OH^-] << [H_3O^+]$
- Conservation de AH $[AH] = Ca - [A^-] = Ca - [H_3O^+]$
- Constante d'acidite $Ka = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]} = \frac{[H_3O^+]^2}{Ca - [H_3O^+]}$

Posons $x = [H_3O^+] \Rightarrow x^2 + Ka\,x - Ka\,Ca = 0$

b) Montrons que $[H_3O^+] = Ca$ si $\frac{Ca}{Ka} << 1$

Resolvons l'équation $x^2 + Kax - KaCa = 0$

$\Delta = Ka^2 + 4KaCa = Ka^2\left(1 + 4\frac{Ca}{Ka}\right) > 0$

$[H_3O^+] = \frac{-Ka + \sqrt{\Delta}}{2} = \frac{-Ka + Ka\left(1 + 4\frac{Ca}{Ka}\right)^{1/2}}{2}$

comme $\frac{Ca}{Ka} << 1$ alors $\left(1 + 4\frac{Ca}{Ka}\right)^{1/2} = 1 + 2\frac{Ca}{Ka}$ et par suite

$[H_3O^+] = \frac{-Ka + Ka\left(1 + 2\frac{Ca}{Ka}\right)}{2} = Ca \Rightarrow pH = -\log Ca$ C'est le pH d'un acide fort

c) Montrons que $pH = \frac{1}{2}(pKa - \log Ca)$ si $\frac{Ca}{Ka} \gg 1$

$[H_3O^+] = \frac{Ka + Ka(1 + 4\frac{Ca}{Ka})^{1/2}}{2}$ comme $\frac{Ca}{Ka} \gg 1$ alors

$(1 + 4\frac{Ca}{Ka})^{1/2} \approx 2(\frac{Ca}{Ka})^{1/2}$ donc $[H_3O^+] =$

$\frac{Ka + Ka \times 2\sqrt{\frac{Ca}{Ka}}}{2} = \frac{Ka + 2\sqrt{KaCa}}{2}$ de plus $\frac{Ca}{Ka} \gg 1$

$\Rightarrow CaKa \gg Ka^2$ soit $\sqrt{CaKa} \gg Ka$ on déduit alors

$[H_3O^+] = \frac{2\sqrt{KaCa}}{2} = \sqrt{KaCa}$ et $pH = \frac{1}{2}(pKa - \log Ca)$

Chimie Exercice 2

1) **a)** Les formules brutes de A et B

A C_4H_8 et B C_4H_{10}

b) Formules semi développées et nom des isomères de A

$CH_3-CH_2-CH=CH_2$ (but-1-ène)
$CH_3-CH=CH-CH_3$ (but-2-ène)
$CH_3-C(CH_3)=CH_2$ (2-methylpropène)

2) Les formules semi developpées, noms et classes

- Pour le but-1-ène

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$ (butan-1-ol)
$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ (butan-2-ol)

- Pour le but-2-ène

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ (butan-2-ol)

- Pour le 2-methylpropène

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$ (2-methylpropan-1-ol)

$CH_3-C(OH)-CH_3$ (2-methylpropan-2-ol)
$\quad\quad CH_3$

3) Ces alcools proviennent soit du but-1-ène ou du 2-methylpropene

4) **a)** C étant le seul oxydé alors D est un alcool tertiaire Le seul isomère qui donne un tel alcool et le 2-methylpropene

b) Nom et formule semi développées de C

$CH_3-CH(CH_3)-CHO$ méthylpropanal

c) Equation entre C et $K_2Cr_2O_7$

$3CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow$
$3CH_3-CH(CH_3)-CHO + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

Physique Exercice 1

1) Le système est la boule dans le référentiel terrestre supposé galiléen

a) Calculons α Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre I et J

$\frac{1}{2}Mv^2 - 0 = Mgh$ comme $h = \ell(1 - \cos\alpha)$, on a

$\frac{1}{2}Mv^2 = Mg\ell(1 - \cos\alpha) \Rightarrow \cos\alpha = 1 - \frac{v^2}{2g\ell}$ $\alpha = 52,5°$

b) Expression de la tension

Bilan des forces : le poids $\vec{P}$ et la tension $\vec{T}$. Le théorème du centre d'inertie s'écrit $\vec{P} + \vec{T} = M\vec{a}_G$ La projection dans la base de Frenet sur $\vec{n}$ $T - Mg\cos\theta = M\frac{v^2}{\ell}$ (1)

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique à la boule entre I et S $\frac{1}{2}Mv^2 = Mg\ell[(1-\cos\alpha) - (1-\cos\theta)] \Rightarrow$

$v^2 = 2g\ell(\cos\theta - \cos\alpha)$ (2)

Des relations (1) et (2) on obtient

$T = Mg(3\cos\theta - 2\cos\alpha)$

c) Application numérique pour $\theta = 30°$

$T = Mg(3\cos\theta - 2\cos\alpha) = 1,38$ N

2) a) L'équation de la trajectoire

Dans le repère (O, x, z) le mobile est soumis à la seule action de son poids

La relation fondamentale de la dynamique donne

$\vec{P} = m\vec{a} = m\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$ Par intégrations successives et en tenant compte des conditions initiales

$$\vec{a}\begin{pmatrix} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{v}\begin{pmatrix} v_x = v_o\cos\beta \\ v_z = -gt + v_o\sin\beta \end{pmatrix} \Rightarrow$$

$$\overrightarrow{OG}\begin{pmatrix} x = v_o t\cos\beta \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_o t\sin\beta \end{pmatrix}$$

D'où l'équation de la trajectoire

$$z = -\frac{1}{2}g\frac{x^2}{v_o^2\cos^2\beta} + x\tan\beta$$

b) L'abscisse de H

Le point H a pour coordonnées $H(X_H, Z_H)$ tel que

$Z_H = -r(1 - \cos\beta) = -\frac{1}{2}g\frac{X_H^2}{v_o^2\cos^2\beta} + X_H\tan\beta$, en résolvant l'équation on obtient $H(0,20m\ ;\ -0,068m)$

c) Calculons V_A on a $f = \frac{10P}{100} = 0,1mg$

Appliquons le TEC entre J et O

$\frac{1}{2}mv_o^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = -mgr(1 - \cos\beta) - fJK \Rightarrow$

$V_A = \sqrt{V_o^2 + 2gr(1-\cos\beta) + 2fJK} = 1,95$ m/s

3) a) Calculons V_B

De la conservation de la quantité de mouvement on a

$\vec{P}(B) + \vec{P}(A) = \vec{P}'(B) + \vec{P}'(A) \Rightarrow \quad M\overrightarrow{V_B} + \vec{0} = M\overrightarrow{V_B} + m\overrightarrow{V_A}$

avec $V = V_B$. Par projection sur $\overrightarrow{JK}$ on obtient

$MV = MV_B + mV_A \Rightarrow V_B = 1,52$ m/s

b) Vérifions si le choc est parfaitement élastique

Il y a conservation de Ec si le choc est élastique

Avant le choc $Ec_{av} = Ec(B) + Ec(A) = \frac{1}{2}MV^2 = 0,312J$

Après le choc $Ec_{ap} = E_c'(B) + Ec'(A) = \frac{1}{2}MV_B^2 + \frac{1}{2}mV_A^2$ $= 0,211$ J

$Ec_{av} \neq Ec_{ap}$ le choc n'est pas parfaitement élastique

Physique Exercice 2

1) Les observations

- L_2 s'allume avec un retard par rapport à L_1
- Le dipôle responsable est la bobine ou le solénoïde
- Le phénomène mis en évidence est celui de l'auto induction

2) a) Calcul de I_0 $I_0 = \frac{E}{R + r} = 9$ mA

b) La constante de temps est la durée au bout de laquelle l'intensité i atteint 63% de sa valeur maximale

$I = 63\%I_0 = 5{,}67mA$ et sur la courbe on obtient $\tau = 0{,}25ms$

c) Calcul de L : $L = \tau(r + R') = 0{,}1H$

Physique Exercice 3

1) a) La radioactivité est une transformation de noyaux atomiques en d'autres noyaux avec émission de particules.

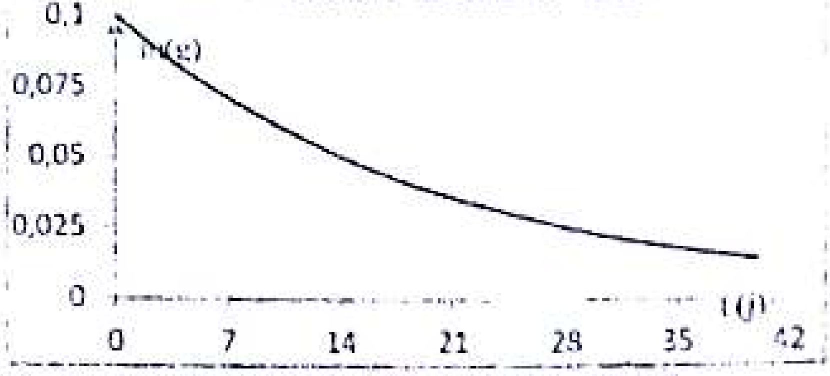
b) Il s'agit de la conservation du nombre de nucléons A et de la conservation de la charge Z.

2) Complétons le tableau

Radio éléments	Types de radioactivité (α, β^+ ou β^-)	Equation de désintégration
$^{32}_{15}P$	β	$^{32}_{15}P \rightarrow ^{32}_{16}S + ^{0}_{-1}e$
$^{210}_{84}Po$	α	$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$
$^{40}_{19}K$	β^+	$^{40}_{19}K \rightarrow ^{40}_{18}Ar + ^{0}_{1}e$

3) Le nombre de noyaux : $N = \frac{m}{M}\mathcal{N} = 1{,}88.10^{21}$ noyau

4) Représentation graphique



5) La loi de décroissance radioactive : $N = N_0e^{-\lambda t}$

6) a) T est le temps nécessaire pour que la moitié des noyaux initiaux se désintègre. Graphiquement T = 14jours.

b) La constante radioactive : $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 5{,}73.10^{-7}s^{-1}$

c) L'activité à t = 10 jours : $A = \lambda N_0e^{-\lambda t} = 6{,}57.10^{14}$ Bq