RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

UN PEUPLE – UN BUT – UNE FOI

****

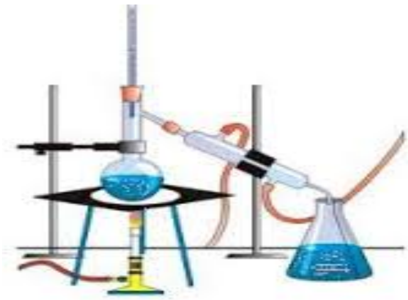
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

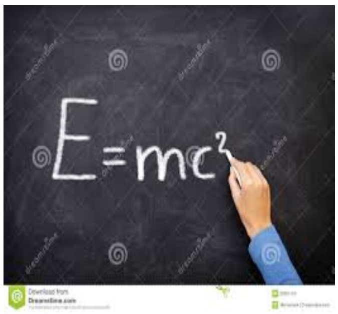
FICHES DE TRAVAUX DIRIGES ET EVALUATIONS

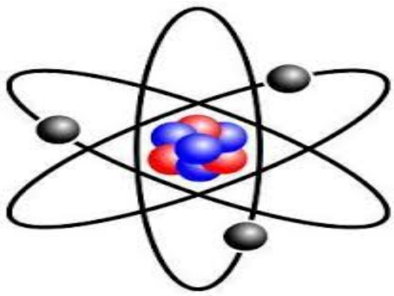
TERMINALES S_1 ET S_2

Lycée de Bambey sérère

Cellule d'Animation Pédagogique de Sciences Physiques







Année scolaire : 2015_2016

CHIMIE

ALCOOLS & AMINES

Exercice 1 :

Un hydrocarbure possède une composition en masse de 85,7% de carbone et 14,3% d'hydrogène. Sa densité de vapeur est de 2,41.

1. Déterminer sa formule brute. Déterminer ensuite les formules développées possibles 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 carbone asymétrique (lié à 4 groupes d'atomes différents).

2.1. Etablir la formule semi-développée de cet alcool.

2.2. Donner son nom et a classe.

3. Au cours de l'hydratation de l'alcène, il peut se former également un autre alcool n'ayant pas de carbone asymétrique et appartenant à la classe des alcools secondaires. Montrer que cette remarque permet de déterminer la formule de l'alcène dont on donnera le nom.

Exercice 2 :

1. Quels sont les alcools correspondant au composé de formule brute C_3H_8O ? On donnera les formules semi-développées, classes et noms des différents alcools.

2. On réalise une oxydation ménagée de ces alcools.

2.1. Donner les formules semi-développées, fonctions et noms des produits obtenus.

2.2. Comment peut-on caractériser les produits d'oxydation ?

3. Ecrire l'équation-bilan de l'oxydation ménagée de l'alcool secondaire par l'ion dichromate Cr_2O^{2-}; 7 en milieu acide. On rappelle qu'en milieu acide l'ion dichromate est réduit en ion chrome III.

Exercice 3 :

1. Un composé organique A, a pour formule C_xH_yO. La combustion complète de 3,52 g de A donne de l'eau et 5L de dioxyde de carbone. La densité de vapeur de A est d = 3,04. Dans les conditions de l'expérience le volume molaire gazeux est $V_m = 25L.mol^{-1}$.

1.1. Ecrire l'équation de la réaction de combustion complète de A.

1.2. Déterminer la formule brute du composé.

1.3. Sachant que la molécule de A est ramifiée et renferme un groupe hydroxyle, écrire toutes les formules semi-développées possibles de A et les nommer.

2. Afin de déterminer la formule développée exacte de A, on effectue son oxydation ménagée par une solution de dichromate de potassium, en milieu acide. La solution oxydante étant en défaut, on obtient un composé B qui donne un précipité jaune avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (2,4-D.N.P.H)

2.1. Qu'appelle-t-on oxydation ménagée ?

2.2. Quelles sont les fonctions chimiques possibles pour B ?

2.3. B dont la molécule comporte un atome de carbone asymétrique, peut réduire une solution de permanganate de potassium en milieu acide. Donner la formule semi-développée exacte et le nom de B. Préciser la formule semi-développée et le nom du composé organique C obtenu lors de la réaction de B avec la solution de permanganate de potassium.

2.4. Quelle est la formule semi-développée exacte de A ?

3.1. En utilisant les formules brutes de A, B et C, écrire les demi-équations électroniques des couples oxydant-réducteur B/A et C/B, puis celles des couples
$Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ et MnO_4^-/Mn^{2+}, en milieu acide.

3.2. En déduire les équations-bilan des réactions permettant de passer :

- de A à B par action du dichromate de potassium ;
- de B à C par action du permanganate de potassium.

3.2. Quel volume minimal de solution de dichromate de potassium 0,2 M faut-il utiliser pour oxyder 3,52g de A en B ?

Exercice 4 :

Un ester est obtenu par action de l'acide éthanoïque sur un alcool. L'analyse de l'ester montre qu'il renferme en masse 31,4% d'oxygène.

1. Déterminer la masse molaire de l'ester.
2. Trouver la formule brute de l'alcool utilisé.
3. Donner les formules semi développées et les noms des alcools correspondants à cette formule brute
4. Par quelles propriétés peut-on distinguer ces différents alcools ? Décrire les expériences qu'il est nécessaire d'effectuer et écrire les formules semi développées des produits formés par transformation de ces alcools.

Exercice 5 :

1. Écrire les formules semi-développées des composés suivants :

a) méthylamine ou méthanamine	f) *N*-méthylpentan-3-amine
b) 2-éthylbutylamine	g) iodure de tétraméthylammonium
c) N,N-diméthyléthanamine	h)bromuredediméthyl-éthyl-phénylammonium
d) cyclohexylamine	i) diphénylamine
e) isopropylamine	j) N-méthylpropanamine

2. Donner les formules semi-développées des amines de formules brutes $C_4H_{11}N$.

3. Préciser leur classe et leur nom.

Exercice 6 :

On considère une amine primaire à chaîne carbonée saturée possédant n atomes de carbone.

1. Exprimer en fonction de n le pourcentage en masse d'azote qu'elle contient.

2. Une masse m = 15 g d'une telle amine contient 2,9 g d'azote.

2.1. Déterminer la formule brute de l'amine.

2.2. Ecrire les formules développées des isomères possibles des monoamines primaires compatibles avec la formule brute trouvée.

3. On considère la monoamine à chaîne carbonée linéaire non ramifiée.

3.1. Ecrire l'équation de la réaction de cette monoamine primaire avec l'eau.

3.2. On verse quelques gouttes de phénolphtaléine dans un échantillon de la solution préparée. Quelle est la coloration prise par la solution ?

(On rappelle que la phénolphtaléine est incolore en milieu acide et rose violacée en milieu basique)

Exercice 7:

On dissout 7,5g d'une amine saturée A dans de l'eau pure de façon à obtenir 1L de solution. On dose un volume $V_1 = 40cm^3$ de cette solution par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_2 = 0{,}2mol.L^{-1}$. Le virage de l'indicateur coloré (rouge de méthyle) se produit quand on a versé un volume $V_2 = 20{,}5cm^3$ d'acide; cela correspond à l'équivalence acido-basique, l'amine et l'acide réagissant mole à mole.

1. En déduire la masse molaire de l'amine A et sa formule brute.

2. L'action de l'iodométhane sur l'amine A permet d'obtenir une amine secondaire, une amine tertiaire, ainsi qu'un iodure d'ammonium quaternaire. Quelles sont les formules semi-développées de A?

3. Par ailleurs, l'amine A comporte un atome de carbone asymétrique. Donner le nom de A.

4. Ecrire les formules semi-développées des amines et de l'ion ammonium quaternaire obtenus par action de l'iodométhane sur l'amine A. Les nommer. L'ion ammonium quaternaire présente-t-il les propriétés nucléophilies? Pourquoi?

5. Ecrire l'équation-bilan de la réaction ente l'amine A et l'eau. Qu'en déduire pour le pH de la solution aqueuse obtenue?

ACIDES CARBOXYLIQUES & DERIVES

Exercice1 : *Nomenclature et préparation de dérivés d'acides carboxyliques*

Indiquer pour chacune des réactions suivantes le nom et la formule semi-développées des composés représentés par les lettres A, B, C, D, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L et M.

a) Chlorure de propanoyle + A → propanoate de méthyle + B

b) Acide benzoïque + $SOCl_2$ → SO_2 + HCl + C

c) Ethanoate de propyle + D → éthanoate de sodium + propan-1-ol

d) Acide éthanoïque + chlorure d'éthanoyle→ E + HCl

e) Chlorure d'éthanoyle + N-méthyléthylamine→F + G

f) Anhydride éthanoïque + aniline → H + I

g) Chlorure d'éthanoyle + éthanoate de sodium → (Na^+ ; Cl^-) + J

h) Anhydride éthanoïque + méthanol → acide éthanoïque + K

i) Acide 2-méthylpropanoïque + PCl_5 → L + $POCl_3$ + HCl

j) Acide éthanoïque + P_2O_5→ M + 2 HPO_3

Exercice2 : ***(Extrait Bac D 91 ex Bac S2)***

N.B. : *La solution de dichromate de potassium utilisée, en milieu acide, est "jaune orange."*

Quatre flacons contiennent respectivement un alcool, un aldéhyde, une cétone et un acide carboxylique.

1. Se proposant d'identifier les produits, on effectue les tests conformément au tableau ci-dessous.

	$Cr_2O^{2-;7}$ en milieu acide	DN PH	Réactif de SCHIFF	liqueur de FEHLING
A	solution orange	solution jaune	solution incolore	solution bleue
B	solution verte	solution jaune	solution incolore	solution bleue
C	solution verte	précipité jaune	solution violette	précipité rouge brique
D	solution orange	précipité jaune	solution incolore	solution bleue

Déterminer, justification à l'appui, les fonctions chimiques de A, B, C et D.

2. En faisant réagir du dichromate de potassium en milieu acide sur B, on obtient C et A.

2.1. Sachant que B est un composé à radical alkyle de trois atomes de carbone, donner les formules semi-développées et les noms de A, B, C.

2.2. On considère la formation de C à partir de B par action, en milieu acide, du dichromate de potassium. Écrire les demi-équations électroniques des couples $Cr_2O^{2-;7}/Cr^{3+}$ et C/B ; en déduire l'équation résumant la réaction d'oxydoréduction.

3. Par action de PCl_5 ou de $SOCl_2$ sur A, on obtient E.

Écrire l'équation de la réaction dans chacun des cas et expliciter la formule semi-développée et le nom de E.

4. Comparer les réactions de A sur B et de E sur B et conclure.

Exercice 3 : *(Extrait Bac D 92)*

De nombreux lipides sont des glycérides, c'est-à-dire des triesters du glycérol et des acides gras.

1. Ecrire la formule semi-développée du glycérol ou propane-1, 2,3-triol.

2. Ecrire l'équation générale d'estérification par le glycérol d'un acide gras R — COOH.

3. On fait agir sur le lipide (ou triester) obtenu un excès d'une solution d'hydroxyde de sodium à chaud. Il se reforme du glycérol et un autre produit S.

3.1. Écrire l'équation générale de cette réaction. Quel est le nom général donné au produit S ?
3.2. Comment nomme-t-on ce type de réaction ?
4. Dans le cas où le corps gras utilisé dérive de l'acide oléique $C_{17}H_{33}$ — COOH et où l'on fait agir l'hydroxyde de sodium sur m = 2.10 kg de ce corps gras, écrire l'équation de la réaction et calculer la masse du produit S obtenu.

Exercice4 : **(Extrait Bac S2 98)**

- *masse volumique de l'anhydride éthanoïque* $\rho_1 = 1,08\ g.mL^{-1}$
- *masse volumique de l'aniline* $\rho_2 = 1,02\ g.mL^{-1}$.

L'acétanilide est un principe actif qui a été utilisé Pour lutter contre les douleurs et la fièvre sous le nom antifébrine, de formule semi-développée : $C_6H_5 - NH - CO - CH_3$
1. Retrouver les formules semi-développées et nommer l'acide carboxylique et l'amine dont il est issu.
2. Proposer une méthode de synthèse rapide et efficace de l'acétanilide et écrire l'équation correspondante (on envisagera deux possibilités).
3. Dans un réacteur on introduit V_1 = 15 mL d'anhydride éthanoïque et un volume
V_2 = 10 mL d'aniline $C_6H_5NH_2$ et un solvant approprié. Après expérience la masse d'acétanilide pur isolé est de m = 12,7 grammes.
3.1. Rappeler l'équation de la synthèse.
3.2. Calculer les quantités de matière des réactifs et montrer que l'un de ces réactifs est en excès.
3.3. Déterminer le rendement de la synthèse par rapport au réactif limitant.

Exercice 5:

On veut déterminer la formule d'un acide carboxylique A, à chaîne carbonée saturée.
On dissout une masse m=3,11g de cet acide dans de l'eau pure ; la solution obtenue a un volume V=1L. On en prélève un volume V_A=10cm^3 que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_B=5,0.10 $^{-2}$ mol.L^{-1}. L'équivalence est atteinte quand on a versé un volume V_B=8,4cm^3 de soude.

1. Calculer la concentration C_A de la solution d'acide.
2. En déduire la formule brute de l'acide A, sa formule semi-développée et son nom.
3. On fait agir sur l'acide A un agent chlorurant puissant, le pentachlorure de phosphore PCl_5, par exemple.

3.1. Donner la formule semi-développée et le nom du composé C obtenu à partir de l'acide A.
3.2. On fait agir sur l'acide A un agent déshydratant puissant, le décaoxyde de tétraphosphore P_4O_{10}, par exemple. Donner la formule semi-développée et le nom du composé D obtenu à partir de l'acide A.
3.3. On fait agir le butan-2-ol respectivement sur l'acide A, le composé C et le corps D.
3.3.1. Ecrire les équations-bilan de ces réactions et nommer le corps organique commun E formé lors de ces réactions.
3.3.2. Quelle est la différence entre les réactions de A sur l'alcool et de C sur l'alcool.
A partir de quelle réaction peut-on avoir plus de Corps E ; justifier la réponse.
3.4. On verse le reste de la soude sur le corps E. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu. Quel nom général donne-t-on à ce type de réaction ?

Exercice 6 :

On souhaite préparer un composé organique, la propanamide, en utilisant comme produit de départ le propan-1-ol. La propanamide sera par la suite appelée composé A et le propan-1-ol composé B.
1. Donner la formule semi-développée des composés A et B. A quelles familles appartiennent-ils ?
2. Plusieurs étapes sont nécessaires afin de réaliser la synthèse de A. Tout d'abord, on réalise l'oxydation ménagée du composé B en le faisant réagir avec un excès de dichromate de potassium

acidifié. Donner la formule semi-développée du composé C non réducteur obtenu à l'issu de cette réaction. Indiquer son nom et sa famille.

3. On fait ensuite réagir le composé C avec l'ammoniac. Un composé D, intermédiaire entre C et A, est alors obtenu. Indiquer le nom de D. Ecrire l'équation bilan correspondante. De quel type de réaction s'agit-il ?

4. Enfin, la déshydratation du composé D conduit à la formation du composé A. Ecrire l'équation de cette réaction.

3. Dans la pratique, il est possible d'utiliser, à la place du composé C, un dérivé E de ce dernier. E est obtenu par action du pentachlorure de phosphore (PCl_5) ou du chlorure de thionyle ($SOCl_2$) sur C. Donner la formule semi-développée et le nom de E.

CINETIQUE CHIMIQUE

Exercice 1 :

1. Les valeurs des potentiels standards des couples I_2/I^- et de H_2O_2/H_2O sont respectivement 0,54V et 1,77V. Il est donc envisageable de réaliser l'oxydation des ions iodures par le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 mais l'expérience montre que cette réaction est relativement lente.

1.1. Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction correspondant aux couples envisagés. En déduire l'équation de la réaction.

1.2. Parait-il nécessaire d'acidifier le milieu ? Justifier. Quel acide peut-on utiliser ?

1.3. A t=0, on mélange 10 ml d'iodure de potassium de concentration décimolaire 10 ml d'une solution d'acide sulfurique de concentration molaire 0,5 $mol.L^{-1}$, 8 ml d'eau et 2 ml d'eau oxygénée à 0,1 mol/L

1.3.1 Calculer, à l'instant initial, les quantités de matières de I^-, H_2O_2 et des ions H_3O^+

1.3.2 En déduire le réactif limitant

1.3.3 Calculer la concentration maximale de I_2 produite par la réaction

2. Les solutions de diiode étant colorées, la concentration en I_2 est mesurée par une méthode optique, grâce à une spectrophotométrie. On obtient les résultats suivants :

t (min)	0	2,1	7,2	11,4	15,5	19,6	23,7	26,9
$[I_2]$(mmol/L)	0	1,74	4,06	5,16	5,84	6,26	6,53	6,67

2.1. Tracer le graphe $[I_2]=f(t)$

2.2. Evaluer la vitesse de formation du diiode à la date t= 0 puis à t= 10min.

2.3. Déterminer le temps de demi-réaction

Exercice 2 :

Un acide carboxylique saturé A réagit sur un monoalcool saturé B pour donner un ester E. Un certain volume de solution aqueuse contenant m = 0,40 g de l'acide A est dosé par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique Cb = 0,5 $mol.L^{-1}$. Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour atteindre l'équivalence est de Vb = 17,4 mL. L'alcool B peut être obtenu par hydratation d'un alcène. L'hydratation de 5,6 g d'alcène produit 7,4 g d'alcool B. L'oxydation de l'alcool B donne un composé organique qui réagit avec la D.N.P.H, mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.

1. Déterminer les formules semi-développées des composés A, B et E. Préciser la classe du composé B.

2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés A et B.

3. A une température T, on prépare plusieurs tubes, au contenu identique. Dans chaque tube, on mélange 4.10^{-2}mol de l'acide A et 4.10^{-2}mol de l'alcool B, l'ensemble occupant un volume total de 5,9 mL. A une date t, on détermine par une méthode appropriée le nombre de mole(s) d'acide restant dans un tube et on obtient le tableau de valeurs ci-dessous :

t (min)	0	2	4	6	9	12	15	20	30	40	50
(n) acide restant en mmol	40,0	32,0	27,2	24,8	22,0	20,0	18,3	16,8	15,6	14,0	14,0
[Ester] mol/L											

3.1. Tracer la courbe représentative de l'évolution de la concentration de l'ester E formé au cours du temps.

Échelle : *1 cm →0,5 $mol.L^{-1}$ et 1 cm →4 min*

3.2. Définir la vitesse instantanée d'apparition de l'ester E.

3.3. Déterminer la valeur de cette vitesse aux dates to = 0 et t_1= 20 min.

3.4. Interpréter l'évolution de la vitesse d'apparition de cet ester au cours du temps.

3.5. Montrer, justification à l'appui, que la réaction entre les composés A et B n'est pas totale.

3.6. Déterminer, alors, la composition du système final obtenu.

Exercice 3 :

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de saponification du benzoate de 1-méthyl éthyle de formule semi développée $C_6H_5\text{-}CO_2\text{-}CH(CH_3)_2$ par l'hydroxyde de sodium. Pour cela, à une date t=0, on mélange 100ml d'une solution de benzoate de 1-méthyl éthyle de concentration égale à 0,1 $mol.L^{-1}$ et 100ml d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration égale à 0,1mol. L^{-1}. Le mélange est maintenu à 50°C, sous agitation permanente. On prélève à différentes dates t, un volume V= 10ml de ce mélange. Chaque prélèvement est aussitôt versé dans un erlenmeyer contenant de l'eau glacée et on dose la quantité d'hydroxyde de sodium restante à l'aide d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration Ca = 2.10^{-2} $mol.L^{-1}$, l'indicateur coloré étant le BBT.

1. Montrer que la concentration initiale $[HO^-]_0$ des ions HO^- dans le mélange est de 5.10^{-2} mol/L

2. Ecrire l'équation bilan de la réaction support du dosage.

3. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre le benzoate de 1-méthyl éthyle et l'hydroxyde de sodium et préciser ses caractéristiques.

4. Les résultats du dosage sont précisés dans le tableau suivant, Va étant le volume d'acide versé à l'équivalence du dosage d'un prélèvement et C la concentration de l'alcool formé.

t (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Va(ml)		22,0	19,8	18,0	16,5	15,0	13,8	12,8	12,0	11,5	11,0
C(10^{-3} mol/L)	0										

4.1. Montrer que la concentration de l'alcool dans le prélèvement est donnée par l'expression :

$$C = [HO^-]_0 - \frac{CaVa}{V}$$

4.2. Recopier puis compléter le tableau. Tracer le graphe C= f(t) avec les échelles suivantes :

1cm pour 4min ; 2cm pour 4.10^{-3}mol.l^{-1}

4.3. Définir la vitesse volumique instantanée de formation de l'alcool et déterminer sa valeur à t_1= 4min et à t_2= 32min. Justifier l'évolution constatée par cette vitesse.

4.4. On reprend la même étude à 30°C, les valeurs du volume Va mesurées pour les mêmes dates sont-elles plus grandes ou plus petites qu'à 50°C ? Justifier la réponse.

Exercice 4 :

En présence de catalyseur approprié, on effectue une étude cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée, à une température Θ, dont l'équation bilan s'écrit :

$$2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$$

A l'instant t=0, début de l'expèrience, la soluion contient 1mole d'eau oxygénée et son volume est V_0= 2L, volume considéré comme constant au cours de l'expèrience. A pression constante, on mesure le volume $V(O_2)$ de dioxygène dégagé à différents instants. Dans les conditions expèrimentales, le volume molaire Vm des gaz vaut 24l.mol^{-1}.

1. Exprimer, en moles, la quantitéde dioxygène $n(O_2)$ formée à la date t en fonction de $V(O_2)$ et du volume molaire Vm.

2. Montrer que la concentration en eau oxygénée restante, notée C_R, est donnée par l'expression:

$$C_R = \frac{1 - 2\frac{V(O_2)}{Vm}}{V_0}$$

3. Recopier le tableau de mesures ci dessous sur la copie, le compléter et tracer la courbe représentative de C_R en fonction de t. Préciser l'échelle choisie.

t(min)	0	30	60	90	120	180	240	300	360	420	480	600
VO_2)(litre)	0	2,50	4,53	5,86	7,37	9,16	10,56	11,16	11,40	11,60	11,80	11,97

C_R(mol/L)												

4. Définir la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée et la déterminer graphiquement à la date t = 120 min puis à t = 360min.

5. Comment évolue la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée? Pourquoi?

6. Etablir la relation entre la vitesse de formation du dioxygène et la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygènée. En déduire les valeurs de la vitesse de formation du dioxygène à t= 120min et à t=360min.

ACIDE FORT & BASE FORTE

Exercice1 : *Toutes les solutions sont à 25°C*

1. Le pH d'une solution aqueuse vaut 8,5 ; calculer $[H_3O^+]$ et en déduire celle de OH^-.

2. La concentration molaire en $0H^-$ dans une solution vaut $3{,}2.10^{-4}$; calculer le pH de cette solution.

3. L'analyse de 56 mL d'une solution aqueuse révèle la présence de 0,034mol d'ions H_3O^+. Quel est le pH de cette solution ?

4. Quel volume d'eau faut-il ajouter à 100ml d'une solution de pH =3 pour que le pH de la solution obtenue soit égal à 5 ?

Exercice 2 :

A 37°C le produit ionique de l'eau est égal à $2{,}5.10^{-14}$. Définir à cette température une solution acide, une solution basique et une solution neutre. La salive a un pH de 6,9 à cette température ; est elle un milieu acide ou basique ? Calculer sa concentration en ion hydroxyde.

Exercice 3 :

Un volume de 15L de chlorure d'hydrogène pur est mis en contact avec 1L d'eau distillée. On admet que la totalité du gaz se retrouve dissout dans l'eau. On rappelle que dans les conditions de l'expérience que

Vm= 22L/mol.

1. La solution obtenue est dilué au dixième, calculer le pH de la solution diluée.

2. Un volume V de cette solution diluée est dosé par 15ml d'une solution de soude de concentration 0,05mol/L. Calculer le volume V de la prise d'essai.

Exercice 4 :

L'acide bromhydrique HBr est un acide fort. La solution commerciale So contient 47% en masse de HBr et a une densité par rapport à l'eau d= 1,47. On souhaite préparer un volume V=0,250L de solution S_1 de cette acide de concentration C= 0,5mol/L.

1. Décrire la préparation de S_1.

2. On prélève un volume V_1= 5ml de S_1 qu'on introduit dans une fiole jaugée de volume V_2= 250ml et on complète avec de l'eau distillée. Quel est le pH de la solution S_2 obtenue ?

3. On dilue 20 fois la solution S_2 ; soit S_3 la solution obtenue. Déterminer les concentrations H_3O^+ et HO^- pour les solutions S_2 et S_3. Comment évoluent les concentrations de ces espèces lors de la dilution.

Exercice 5 :

L'acide nitrique est un acide fort. On dispose d'une solution commerciale d'acide nitrique titrant en masse 65% en masse, de densité d=1,4.

1.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide nitrique avec l'eau.

1.2. Indiquer comment préparer à partir de la solution commerciale, un litre d'une solution S_A d'acide nitrique de concentration C_a=0,20 mol.L^{-1}.

1.3. Quel est le pH de la solution S_A ainsi préparée ?

1.4. A 200mL de la solution S_A, on ajoute 300mL d'une solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) de pH=2. Montrer que la solution obtenue est électriquement neutre.

1.5. On dispose d'une solution S_B d'hydroxyde de calcium, dibase forte, obtenue par dissolution d'une masse m_B=0,74g dans 500mL d'eau distillée.

1.5.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dissolution de l'hydroxyde de calcium dans l'eau.

1.5.2. Quel est le pH de la solution S_B ?
1.5.3. Quel volume de la solution S_B faut-il ajouter à 10mL de la solution S_A afin d'obtenir une solution de pH=7 ?
1.6. Soient deux échantillons S_1 et S_2 de la solution S_A d'égal volume V=10mL.
Ecrire l'équation-bilan de la réaction et déterminer le pH de chacune des solutions obtenues en versant respectivement 50mL et 150mL de S_B à S_1 et S_2.
On donne : $M(HNO_3)$=63 g.mol^{-1} , M $(Ca(OH)_2)$=74 g.mol^{-1} ,ρeau=1g.mL^{-1}, Ke=10^{-14}

Exercice 6 :
Un élève a reçu une solution d'acide chlorhydrique de concentration inconnue à doser. Il en a prélevé un volume Va=10 ml dans un bécher. Il verse progressivement une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_b=10^{-2} mol/L 1,0.10^{-2}mol/L en relevant à chaque fois la valeur du pH. Le relevés de pH pour différentes valeurs du volume V_B ont conduit aux résultats suivants :

Vb(ml)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	12,0	15
pH	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	,6	2,7	2,9	,3	3,6	7	10,3	10,7	11,0	11,3

1. Dans le dispositif expérimental, la solution de soude qui va servir pour le dosage se trouve dans la burette. Faire un schéma annoté du montage.
2. Tracer la courbe pH=f(V_B)
3. Déterminer graphiquement le point d'équivalence et en déduire la concentration C_A de la solution d'acide chlorhydrique.
4. Cette valeur C_A est-elle en accord avec le pH initial de la solution dosée ?
5. Quelle est la composition de la solution à l'équivalence ? justifier la réponse
6. Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans la solution quand on a versé un volume V_B =5,0ml de soude dans les 10ml d'acide.
7. Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes quand le pH de la solution est égal à 10,7.

Exercice 7 : (*Masses molaires en g.mol^{-1} : Na : 23 ; O : 16 ; H : 1*)
Dans un laboratoire on dispose des produits suivants : une solution S d'hydroxyde de sodium de masse volumique ρ = 1,2 kg. L^{-1} et pourcentage massique d'hydroxyde de sodium pur 16,7 %.Une solution d'acide sulfurique de concentration molaire volumique C_a. De l'eau distillée.
1. Montrer que ta concentration molaire volumique, C_b de la solution S d'hydroxyde de sodium peut s'écrire : C_b = **Erreur !**ρ. (ρ étant exprimée en kg. L^{-1})
2. On prélève 10 mL de ta solution S qu'on dilue pour obtenir une solution S' de concentration molaire volumique C'_b = 0, 1 mol.L^{-1}. Déterminer le volume. D'eau distillée nécessaire à la préparation de S'.
3. Afin de déterminer la concentration C_a de la solution d'acide sulfurique, on dose 10 mL de celle-ci par la solution diluée S' d'hydroxyde de sodium.
3.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
A l'équivalence, le volume de la solution S' d'hydroxyde de sodium utilisé est de 20 mL.
3.2. Définir l'équivalence acido-basique et évaluer, justification à l'appui, le pH du mélange à l'équivalence.
3.3. Calculer la concentration C_a de la solution sulfurique.
3.4. Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans le mélange obtenu, à l'équivalence.

Exercice 8 :

On peut lire sur l'étiquette d'une bouteille d'acide chlorhydrique les donnés suivantes : « masse volumique : 1190kg.m^{-3} ; pourcentage en masse d'acide pur : 37% ».

1. On extrait de cette bouteille 3,23mL de solution, qu'on complète à 400mL avec de l'eau pure. Calculer la concentration C_A de la solution ainsi préparée.

2. Afin de vérifier ce titre, on dose par cet acide 200mL d'éthanolate de sodium de concentration C_B=3.10^{-3}mol.L^{-1}. Exceptionnellement la solution à titrer est placée dans la burette.

Pour chaque volume V_A d'acide versé, on relève la valeur du pH et on obtient le tableau suivant :

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

V_A(mL)	6,4	6,6	6,8	7	7,5	8	9	10	11	12
pH	3,7	3,5	3,4	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,6	2,5

2.1. Tracer la courbe pH=f(V_A).

2.2. Déterminer le volume d'acide $V_{Aéq}$ à l'équivalence ainsi que la concentration C_A de la solution d'acide. Conclure.

3. On remplace l'acide chlorhydrique initial par un même volume d'acide nitrique, de même concentration. La courbe précédente est-elle modifiée ? Justifier la réponse.

4. Parmi les trois indicateurs colorés ci-dessous, quels sont ceux qui pourraient servir à un dosage colorimétrique ? Comment repérerait-on l'équivalence ?

Indicateur coloré	Zone de virage
Hélianthine	(rouge) 3,1-4,4 (jaune)
Bleu de bromothymol	(jaune) 6,0-7,6 (bleu)

ACIDE & BASE FAIBLES – REACTION ACIDE FAIBLE & BASE FORTE (VICE VERSA)

Exercice1 :

1. On donne $pK_a(CH_3COO^- / CH_3COOH) = 4,8$

On considère une solution d'acide éthanoïque de concentration $C_a = 10^{-2} mol.L^{-1}$

1.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.

1.2. Montrer que le pH de cette solution peut se mettre sous la forme : pH = **Erreur !**(pK_a – $logC_a$). Calculer sa valeur. On admettra que la solution d'acide n'est ni trop diluée ni trop concentrée.

1.3. Calculer le coefficient d'ionisation α de l'acide éthanoïque dans cette solution.

2. On donne pK_a (NH+;4/NH_3) = 9,2

On considère une solution d'ammoniac de concentration $C_b = 10^{-2} mol.L^{-1}$.

2.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.

2.2. Montrer que le pH de cette solution peut se mettre sous la forme : pH = 7 + **Erreur !**(pK_a + $logC_b$). Calculer sa valeur. On admettra que la solution d'ammoniac n'est ni trop diluée ni trop concentrée.

3. Calculer le coefficient d'ionisation α de l'ammoniac dans cette solution.

Exercice2 :

1. On dispose d'une solution A d'acide benzoïque de concentration $C_A = 1,0.10^{-2} mol.L^{-1}$.

1.1. Quelle est la masse d'acide benzoïque utilisée pour préparer 500ml de solution A ?

1.2. Le pH de la solution A est égal à 3,1.

1.2.1. L'équation bilan de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.

1.2.2. Calculer les concentrations des différentes espèces présentes dans la solution

1.2.3. Calculer la valeur de la constante de réaction et conclure.

1.2.4. Montrer que le pKa du couple acide benzoïque /ion benzoate est égale à 4,2.

2. Dans un volume V_A= 20,00ml de solution A, on verse progressivement une solution B d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 2,0.10^{-2} mol.L^{-1}$.

2.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l acide benzoïque et l'ion hydroxyde.

2.2. Calculer la valeur de la constante de réaction et conclure.

2.3. Le pH à l'équivalence est-il inférieur, égal ou supérieur à 7 ? Justifier sans calcul.

2.4. Déterminer le volume V_{BE} de solution de soude versé à l'équivalence

Exercice 3:

Dans le laboratoire de chimie du lycée de BAMBEY, votre professeur constate qu'une bouteille contenant une solution aqueuse d'une base B, a perdu son étiquette. Afin de ranger la bouteille dans le bon casier, le professeur vous demande de déterminer le nom et la concentration de cette base. Pour cela, il réalise un dosage pH-métrique d'un volume V_b = 10 mL de la solution précédente, par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $C_a = 10^{-1} mol.L^{-1}$.

Les résultats obtenus lors du dosage figurent dans le tableau suivant :

V_a(mL)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11,5	12	12,5	13	14
pH	11,9	11,5	11,2	11,0	10,9	10,8	10,7	10,5	10,3	10,1	9,9	9,5	9,2	5,9	2,7	2,3	2,1

1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre la base B et l'acide chlorhydrique.

(*On notera l'acide conjugué de la base* B: BH^+).

2. Tracer, la courbe pH = f(V_a).

Echelles: En abscisses : *1cm* ↔ 1*mL ; En ordonnées : 1cm* ↔ 1*unité de pH*

3. Déterminer graphiquement les cordonnées du point équivalent E (V_{aE} ; pH_E).En déduire que B est une base faible. Justifier votre réponse.

4. Calculer la concentration molaire volumique C_b de la solution aqueuse basique.

5. Déterminer graphiquement le pKa du couple acide-base BH^+ / B. En déduire la constante d'acidité Ka.

6. Identifier la base B à partir des informations du tableau suivant :

Nom de la base B	Diméthylamine	Diéthylamine	Ethylamine	Méthylamine
Ka du couple BH^+/B	10^{-11}	$1,3.10^{-11}$	$1,6.10^{-11}$	2.10^{-11}

7. Quelles indications doit-on porter sur l'étiquette de la solution de base B ?

8. Donner le nom et la formule semi-développée de l'acide conjugué de la base B.

9. Pour V_a = 5 mL d'acide versé :

9.1. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans le mélange.

9.2. Calculer les concentrations molaires volumiques de ces espèces chimiques et retrouver la valeur du pKa déterminé graphiquement.

Exercice 4*: (Bac S2 99)*

On dispose d'une solution d'acide méthanoïque de concentration molaire volumique C_a = 0,100 mol.L^{-1} et de pH = 2,4.

1. Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes en solution.

2. Cet acide est-il fort ou faible ? Justifier la réponse. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide avec l'eau.

3. Donner la définition selon Bronstëd d'un acide.

4. Dans un bécher, on introduit un volume V_a = 20 mL de cette solution. On y ajoute un volume V_b d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique C_b = 0,250 mol.L^{-1}.

4.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

4.2. Calculer le volume V_E d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour obtenir l'équivalence acido-basique. Le pH de solution vaut alors 8,3. Justifier, simplement, le caractère basique de la solution.

5. A la demi-équivalence le pH vaut 3,8. Montrer, en utilisant les approximations habituelles que cette valeur du pH est égale à celle du pK_a du couple $HCOOH/HCOO^-$.

6. Quand V_b devient très grand, largement supérieur à V_E, quelle est, alors, la valeur limite du pH de la solution ?

7. En tenant compte des points remarquables rencontrés précédemment, tracer l'allure de la courbe de variation du pH en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé dans le bécher.

Exercice 5: ***(Bac S2 2000)***

Un composé organique B a pour formule brute C_2H_7N.

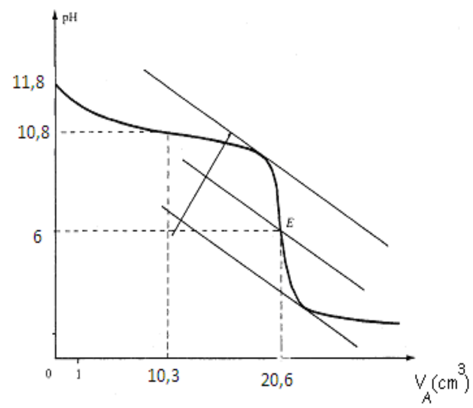
1. Donner les formules semi-développées possibles, les noms et classes de ces isomères.

2. Une solution aqueuse (S) du composé B de concentration molaire volumique Cb =$6,93.10^{-2}$. mol.L^{-1} a un pH égal à 11,8 à 25° C.

2.1. Le composé B est-il une base faible ou une base forte ? Pourquoi ?

2.2. Déterminer théoriquement la valeur du pKa du couple acide-base relatif au composé B.

2.3. Pour vérifier la valeur de ce pKa on procède au dosage d'un



volume Vb = 30 mL de (S). Ce dosage est réalisé avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique Ca = 0,10 $mol.L^{-1}$. La courbe de variation du pH du milieu réactionnel est représentée ci-contre.

2.3.1. Déterminer graphiquement le point d'équivalence et en déduire ses coordonnées.

2.3.2. En quoi la courbe pH = f(V.) confirme-t-elle la force de la base B, explicitée à la question **2.1** ?

2.3.3. Déterminer graphiquement la valeur du pKa du couple acide-base relatif au composé B et la comparer à celle déterminée théoriquement à la question **2.2**.

2.4. Lors du dosage de la solution (S), on peut repérer le point d'équivalence en utilisant un indicateur coloré. Parmi les indicateurs colorés suivants, quel est le plus approprié pour repérer le point d'équivalence ? (Justification à l'appui).

Indicateur	Hélianthine	B.B.T	Phénolphtaléine
Zone de virage	3,1-4,4	6,1-7,6	8,2- 10

Exercice 6:

Le vinaigre est une solution d'acide éthanoïque dans l'eau. Son degré d'acidité représente le pourcentage massique contenu dans la solution. On lit sur l'étiquette du vinaigre étudié « Vinaigre de vin 7° ». On veut vérifier cette indication.

Donnée : masse volumique du vinaigre : $\rho=1,02 g.mL^{-1}$; pKa (CH_3COOH/CH_3COO^-)=4,8.

Dans le but de réaliser le dosage du vinaigre on procède d'abord à une dilution au 1/10 du vinaigre étudié ; soit S_1 la solution obtenue. On prélève V_1=20mL de la solution S_1 et on réalise le dosage pH-métrique avec une solution de soude de concentration molaire $C_b=0,10 mol.L^{-1}$. Les mesures ont permis de tracer la courbe suivante :

1. Faire un schéma annoté du montage utilisé pour réaliser ce dosage.
2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.
3. Définir l'équivalence dans le cas de la réaction entre l'acide éthanoïque et la soude. Déterminer graphiquement le point d'équivalence E en faisant sur le graphe la méthode utilisée. Donner les coordonnées du point E.
4. Retrouver graphiquement la valeur du pK_a du couple acide éthanoïque/ion éthanoate.
5. Calculer la concentration C_1 de la solution S_1 puis la concentration C_a du vinaigre.
6. Calculer le degré d'acidité du vinaigre. Comparer avec la valeur donnée sur l'étiquette.

Exercice 7:

On introduit 4,83g d'un monoacide carboxylique saturé dans de l'eau pour obtenir 1litre de solution. Dans un bécher contenant 30mL de cette solution on verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b=10^{-1} mol.L^{-1}$. A chaque volume d'hydroxyde de sodium versé, on mesure le pH du mélange. On obtient alors le tableau ci-dessous :

V_b(mL)	0	5	10	15	20	24	28	30	32	34	36	40
pH	2,4	3,4	3,6	3,7	3,9	4,3	5,0	5,5	10,9	11,4	11,5	11,7

1. Tracer la courbe donnant les variations du pH en fonction du volume V_b de base versé.

Echelles : 1cm pour 5mL d'hydroxyde de sodium versé et 1cm pour 1 unité de pH.

2. Déduire graphiquement :

2.1. Une valeur approchée de la concentration molaire volumique C_a de la solution aqueuse d'acide. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide.

2.2. Le pK_a du couple acide-base correspondant à l'acide carboxylique considéré.

3. Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans le bécher lorsqu'on a ajouté un volume V_b=28mL de solution d'hydroxyde de sodium.

4. On désire réaliser une solution-tampon de pH=4 et de volume V=266mL à partir de l'acide considéré et de la solution de soude de concentration molaire volumique $C_b=10^{-1}mol.L^{-1}$.

4.1. Rappeler les caractéristiques d'une solution-tampon.

4.2. Proposer une méthode pour obtenir cette solution-tampon.

ACIDES α AMINES

Exercice 1 :

1. Ecrire la formule semi-développée de l'alanine ou acide 2-amino propanoïque.

2. Qu'appelle-t-on acides aminés essentiels ?

3. Les acides α-aminés, à une exception près, sont des molécules chirales. Justifier cette affirmation. Quelle est l'exception ?

4. Donner la projection de Fischer des deux énantiomères de l'alanine, en précisant leurs noms respectifs.

5. Qu'ont en commun tous les acides α -aminés naturels ?

6. Donner la formule générale et le nom de l'ion dipolaire contenu dans les solutions aqueuses d'acide α -aminé. Ecrire les deux couples acide/base caractérisant cet ion dipolaire et préciser dans chaque cas, le rôle joué par celui-ci (acide ou base).

7. Ecrire la formule de l'espèce chimique majoritaire de la glycine $H_2N—CH_2—COOH$ en solution aqueuse, dans les trois cas suivants : pH = 1,8 ; pH = 8 ; pH = 11.

Données : pK_1 = 2,3 pour le couple : acide conjugué du zwitterion/zwitterion et pK_2 = 9,7 pour le couple : zwitterion/base conjuguée du zwitterion.

8. Ecrire les formules semi-développées des deux dipeptides que l'on peut obtenir à partir des deux acides α -aminés : $R_1—CH$; — COOH et $R_2—CH$; — COOH.

| ; | ;

NH_2 NH_2

9. Qu'appelle-t-on liaison peptidique ? Par quels groupes d'atomes est-elle représentée ? A quelle fonction chimique correspond-elle ?

10. Ecrire la formule semi-développée du dipeptide Gly→Ala.

Comment doit-on procéder pour l'obtenir, à partir de la glycine et de l'alanine ? Si l'on ne prend pas de précautions, quel autre dipeptide se forme-t-il ?

Exercice 2: **BAC S2 2007**

1. **O**n considère les acides α- aminés de formule brute $C_6H_{13}O_2N$.L'un de ces acides α- aminés, l'acide 2-amino-3-méthylpentanoïque, usuellement appelé isoleucine, possède deux carbones asymétriques.

1.1. Ecrire la formule semi-développée de l'isoleucine et marquer d'une croix chaque carbone asymétrique.

1.2. Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de trois acides ✔ - aminés isomères de l'isoleucine.

2. En solution aqueuse, l'isoleucine donne un ion dipolaire appelé zwittérion qui coexiste avec un cation et un anion en des proportions différentes selon le pH de la solution.

2.1. Ecrire les équations des deux réactions du zwittérion sur l'eau .Attribuer aux couples acide-base du zwittérion les valeurs de pKa : pK1 = 2,2 et pK_2 = 9,6.

2.3. Quelle est l'espèce prépondérante dans le duodénum où le pH est voisin de 7,4 ?

3. On réalise une réaction de condensation entre l'isoleucine et la glycine de formule
$H_2N - CH_2 - CO_2H$.

3.1. Montrer que cette réaction de condensation conduit à deux dipeptides isomères P_1 et P_2. Donner leur formule semi-développée en mettant en évidence la liaison peptidique.

3.2. On désire synthétiser un des dipeptides P_1 ou P_2. Décrire le principe de la synthèse.

Exercice3 : (BAC S1 2010)

On se propose d'identifier un dipeptide noté D, résultant de la réaction entre deux acides aminés A et B.

1. Des méthodes d'analyse quantitative ont permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote du composé A ; soient :
% C = 40,45 % H = 7,87 % N = 15,72

1.1. Le composé A ne contenant qu'un atome d'azote par molécule, vérifier que sa formule brute s'écrit : $C_3H_7NO_2$

1.2. Le composé A est précisément un acide ✔ -aminé. Ecrire sa formule semi-développée et donner son nom dans la nomenclature officielle.

2. Par réaction de A avec un autre acide ✔-aminé B de formule, $H_2N\text{-}CH(C_4H_9)\text{-}CO_2H$, on obtient le dipeptide D.

2.1. Ecrire la formule semi-développée de B sachant que sa molécule contient deux atomes de deux atomes de carbone asymétriques et donner son nom dans la nomenclature officielle.

2.2. Ecrire, à l'aide de formules développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que A est l'acide ✔-aminé N–terminal. Entourer la liaison peptidique.

3. On effectue une décarboxylation de A, par chauffage. Le composé organique azoté E obtenu est dissout dans de l'eau pour donner une solution (S).

3.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décarboxylation de A. Nommer le produit E.

3.2. La concentration molaire de (S) est C = 0,15 mol L-1 et son pH = 12. Déterminer le pKa du couple acide-base correspondant à E.

Exercice 4 : BAC TS2 2002

La leucine est un composé organique de formule semi-développée :

$$\begin{array}{l} (CH_3)_2\,CH - CH_2 - \underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}} - COOH \end{array}$$

1. Préciser la nature de ce composé et donner son nom en nomenclature systématique.

2. La molécule de la leucine est-elle chirale ? Si oui, donner et nommer les représentations de Fischer de la leucine.

3. On fait réagir la leucine avec un acide α-aminé $R - \underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}} - COOH$.

On obtient un dipeptide dont la masse molaire est égale à 202 $g.mol^{-1}$.

3.1. Déterminer la formule semi développée et donner le nom systématique de cet acide α-aminé.

3.2. Préciser, en justifiant, le nombre de dipeptides que le mélange des acides, ci-dessus cités, permet d'obtenir (les formules ne sont pas demandées).

4. On veut synthétiser uniquement le dipeptide pour lequel la leucine est l'acide N-Terminal. Préciser les différentes étapes de cette synthèse et nommer le dipeptide obtenu.

PHYSIQUE

CINEMATIQUE D'UN POINT MATERIEL

Exercice 1 :

On lance une bille verticalement à t_0=0s. Sur un axe (oz) orienté vers le haut, la position du centre d'inertie de la bille est donnée à chaque instant par la relation :

$$z(t) = -4{,}9.t^2 + 2{,}0.t + 1{,}2 \quad (unité \ \ du \ S.I).$$

1. Quelle est la position de la bille à t_0 ?
2. Donner l'expression en fonction du temps de la coordonnée $V_z(t)$ du vecteur vitesse.
3. Quelle est sa valeur à l'instant initial ?
4. La bille est-elle lancée vers le haut ou vers le bas ? Justifier.
5. A quel instant la vitesse de la bille s'annule-t-elle ?
6. Quelle est alors sa position ?
7. Donner l'expression en fonction du temps de la coordonnée $a_z(t)$ du vecteur accélération.
8. Que peut-on dire de ce vecteur ?

Exercice 2 :

Les équations horaires d'une boule de pétanque assimilée à un point matériel sont :

$$\begin{cases} x(t) = 12.t \\ y(t) = -4{,}9t^2 + 4{,}9t + 0{,}40 \end{cases} \qquad unité \ S.I \ \ et \quad t \geq 0\,s$$

1. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire de cette boule et préciser sa nature.
2. Déterminer les expressions en fonction du temps des coordonnées du vecteurs vitesse.
3. Calculer la valeur de la vitesse à l'instant de date t_0=0 ainsi que l'angle formé par le vecteur vitesse et l'horizontale (ox) à cet instant.
4. A quel instant la boule touche-t-elle le sol situé à y=0 ?
5. En déduire les caractéristiques du vecteur vitesse à cet instant.
6. Donner le vecteur accélération de la boule.
7. Préciser l'intervalle de temps pour lequel le mouvement de la boule est uniformément accéléré.

Exercice 3:

Deux localités **A** et **B** distantes de 5Km sont reliées par un tronçon rectiligne. A 11h une 4x4, M_1, passe par **A** et se dirige vers **B** à la vitesse V_1=72Km/h.

A 11h02min une deuxième 4x4, M_2 , passe par **B** et se dirige vers **A** avec une vitesse V_2 constante.

1. Déterminer la valeur V_2 de M_2 pour que les deux mobiles arrivent à destination à la même date.
2. Ecrire les équations horaires des deux mobiles en prenant comme origine des espaces la localité A et comme origine des dates l'instant où M_2 passe par B.
3. Déterminer l'heure et le lieu de rencontre des deux mobiles.

Exercice 4 :

Un mobile se déplace sur un axe x'ox. Parti du pt M_0 à t_0= 0 , il passe au point M_1 d'abscisse x_1= 54m à l'instant t_1= 2s avec une vitesse V_1 = 4m.s^{-1}. A l'instant t_2, le mobile passe au point M_2 d'abscisse x_2= 75m avec une vitesse V_2 = 10m.s^{-1}

1. Ecrire l'équation horaire du mobile
2. A quelle date t_2 le mobile passe au point M_2
3. Deux seconde après le départ du mobile, un deuxième mobile quitte un point M' d'abscisse x'= 200m et se déplace sur l'axe avec une vitesse constante de valeur algébrique V' = -5m.s^{-1}.
 Ecrire l'équation du deuxième mobile
4. A quelle date les 2 mobiles vont se croiser

Exercice 5 :

Une fois ses passagers installés, un tramway quitte l'arrêt en direction du centre-ville sur une voie rectiligne et horizontale. Le tramway accélère tout d'abord avec une accélération a_1=1.3m. s^{-2} pendant10 s jusqu'à atteindre sa vitesse de déplacement V_0.il se déplace alors avec cette vitesse constante V_0 pendant une minute lorsque le conducteur aperçoit devant lui un obstacle sur les voies situé a environ 50m.

1. En prenant comme origine des dates l'instant ou le tramway quitte l'arrêt et l'origine des espaces x=0 la position de l'arrêt.

1.1. Déterminer les équations horaires du mouvement du tramway.

1.2. Calculer la distance parcourue par le tramway au moment ou le conducteur aperçoit l'obstacle.

2. Sachant que le freinage d'urgence correspond a une décélération a_2= - 3m.s^{-2} et que le temps de réaction du conducteur est de 2s, le tramway pourra-t-il s'arrêter avant de heurter l'obstacle ?

3. Tracer sur un graphique la vitesse en fonction du temps.

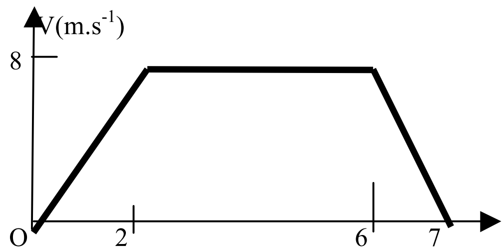
Exercice 6 :

Une automobile décrit une trajectoire rectiligne ; il passe à l'origine des positions à la date t= 0.
On a représenté ci-dessous le diagramme des vitesses du mobile en fonction du temps.

1. Caractériser le mouvement dans chaque phase.

2. Etablir les équations horaires de la vitesse v et de l'abscisse x.

3. Calculer la distance totale parcourue par l'automobile entre les dates t=0 et t=7s



Exercice 7 :

Un mobile se déplace sur un axe x'x avec une accélération a liée à sa position par a = -100x

1. Quelle est la nature du mouvement du mobile

2. Ecrire l'équation horaire du mobile sachant qu'à t_0 = 0 le mobile est au point d'abscissex_0 = 5cm et sa vitesse V_0 = 0

3. A quelle date t_1 le mobile passe au point d'abscisse x_1 = -2,5 cm en allant dans le sens négatif pour la 20eme fois

4. Calculer l'accélération du mobile à l'instant t_1 ?

5. Déterminer la fréquence et la période du mouvement

Exercice 8 :

Un mobile ponctuel M se déplace sur un axe x'Ox d'origine O. La loi horaire de son mouvement est x = 2×10^{-2} cos (40 πt - **Erreur !**) (x en m).

1. De quel mouvement s'agit-il ?

2. Préciser l'amplitude, la pulsation, la période, la fréquence et la phase initiale du mouvement.

3. Quelle est la longueur du segment décrit par M ?

4. Quelle est la vitesse de M à la date t ?

5. En déduire :

5.1. la vitesse maximale de M ;

5.2. la vitesse de M à la date t = 1 s.

6. Déterminer la date du premier passage du mobile M à la position $x = 10^{-2}$ m.

7. Déterminer la phase à l'instant t = 2 s du mouvement de M.

8. Déterminer l'équation différentielle du mouvement de M. en déduire son accélération lorsqu'il passe par le point d'abscisse $x = 10^{-2}$ m.

Exercice 9 :

Les équations horaires du mouvement d'un point mobile M sont : $\begin{cases} x(t) = 1 + \sin(2\pi t) \\ y(t) = 4 + \cos(2\pi t) \end{cases}$ $t \geq 0s$

Les unités sont dans le système international.

1. Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire de M et préciser sa nature.

2. Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{v}$ de M et déduire sa norme.

3. Déterminer les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}$ de M et calculer sa norme.

4. Quelle est la nature du mouvement de M ? Quelle est la position de à t = 0s ?

5. L'axe x'x est la référence, écrire l'équation horaire de l'élongation angulaire θ et de l'abscisse curviligne s(t).

Exercice 10 :

Un point mobile M est animé d'un mouvement circulaire de rayon R=10cm. Son accélération angulaire

$$\ddot{\theta} = 5.10^{-1} rad.s^{-2}. A\ t = 0, \dot{\theta}_0 = 2rad/s\ et\ \theta_0 = 0rad.$$

1. Ecrire les équations horaires de $\dot{\theta}(t)$; $\theta(t)$ et $V(t)$.

2. calculer à t = 2s les accélérations normale et tangentielle de M.

APPLICATIONS DES BASES DE LA DYNAMIQUE

Exercice 1 :

Une tige AB de longueur l, de masse m est mobile autour d'un axe horizontal (Δ) passant par l'extrémité A. On l'écarte de sa position d'équilibre d'un angle α puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

1. Calculer le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe de rotation
2. Calculer la vitesse angulaire ω de la tige au moment où elle passe par la verticale

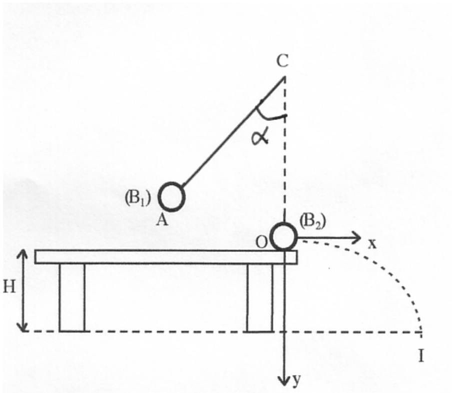
Données : m= 500g ; l=80cm et α =70°

Exercice 2 :

Le dispositif étudié est constitué d'un fil de masse négligeable et de longueur l = 90 cm dont une des extrémités C est fixe. A l'autre extrémité est attachée une petite boule (B_1) de masse m_1 = 40 g assimilable à un point matériel.

Une autre petite boule (B_2) supposée ponctuelle, de masse m_2 = 20 g est posée sur le rebord d'une table de hauteur H = 80 cm. La boule (B_1) est amenée au point A, le fil occupant la position CA telle que l'angle α = 60°, puis elle est abandonnée à elle-même sans vitesse initiale.

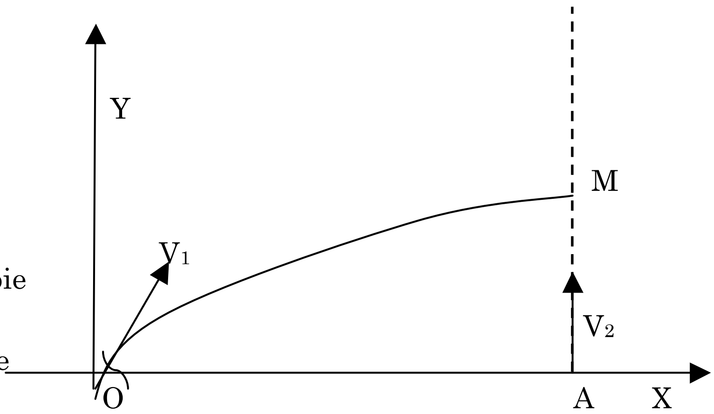
On négligera l'influence de l'air.



1. Avec quelle vitesse V_1 la boule (B_1) vient-elle heurter la boule (B_2) placée au point O ?
2. Calculer la tension T du fil quand la boule (B_1) passe par le point O.
3. En admettant que le choc est parfaitement élastique, calculer la vitesse V_2 la boule (B_2) juste après le choc.
4. Donner, dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) l'équation du mouvement de la boule (B_2) après le choc puis établir l'équation cartésienne de sa trajectoire dans ce même repère et dire quelle est sa nature ?
5. Calculer les coordonnées du point I d'impact de la boule (B_2) sur le sol puis calculer la durée de son mouvement entre les points O et I.

Exercice 3 :

On donne g = 10m.s^{-2} : on néglige les frottements.
Un projectile ponctuel, servant de cible à un tireur est lancé du point O à l'instant $t_0 = 0$. La masse du projectile est m_1 = 100g, sa vitesse initiale V_1 vaut 30m.s^{-1} et fait un angle α = 30° avec l'horizontale.
Un tireur, situé au point A, à 45m du point O, envoie avec un fusil, suivant la verticale ascendante, une balle ponctuelle de masse m_2= 20g, avec une vitesse initiale V_2= 500m.s^{-1}. La balle touche la cible au point M **(figure1)**



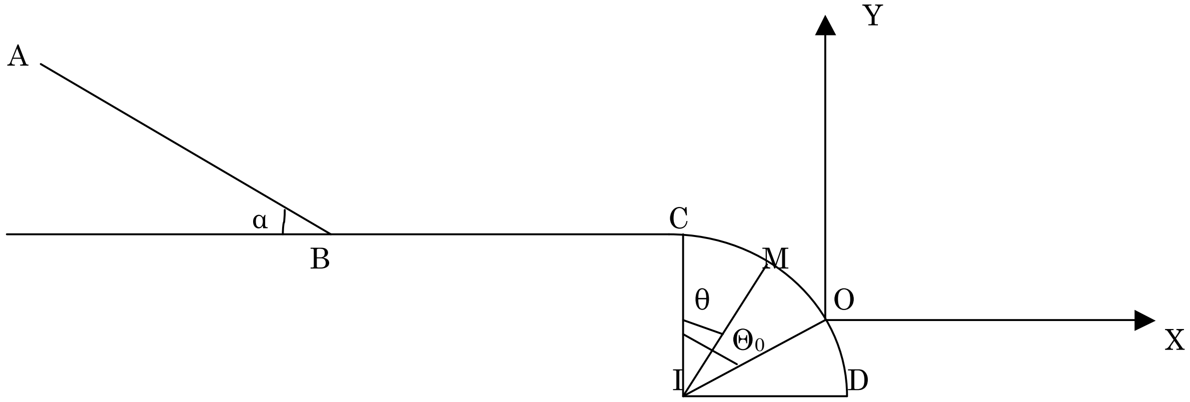
1. Etablir les équations horaires du mouvement du projectile.
2. Calculer le temps de vol du projectile : c'est- à-dire la durée de son mouvement depuis le point O jusqu'au point M de rencontre avec la balle.

3. En déduire l'altitude du point M de rencontre entre le projectile et la balle.
4. Calculer la vitesse V_B de la balle à l'instant de son impact avec la cible.
5. En déduire le temps de vol de la balle : durée de son mouvement depuis le point de tir jusqu'à la rencontre avec le projectile.
6. Comparer les deux temps de vol et expliquer pourquoi le tireur peut viser directement la cible.

Exercice 4 :

Un solide (S) de masse m= 200g assimilable à un point matériel se déplace sur la plate représentée ci-dessous

- AB est un plan incliné d'un α= 30° sur l'horizontal et de longueur L_1= 6m.
- BC est un plan horizontal de longueur L_2.
- CD est un quart de cercle lisse de centre I et de rayon r 2m
- L'ensemble des forces de frottements est équivalent à une force unique parallèle à la vitesse et de sens contraire d'intensité f_1= 0,2N sur le plan AB et f_2 = 0,4N sur le plan BC.



1. Le solide (S) est abandonné en A sans vitesse initiale.
1.1. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, calculer sa vitesse en B.
1.2. En utilisant le théorème du centre d'inertie, calculer la valeur algébrique de l'accélération a_1 du centre d'inertie de (S) sur le plan AB.
1.3. Quelle est la durée du trajet AB ?
1.4. Sachant que le solide arrive en C avec une vitesse nulle, calculer la longueur BC= L_2
2. Le solide aborde maintenant la portion circulaire sans vitesse puis passe au point M repéré par l'angle θ = ($\overrightarrow{IC}$, $\overrightarrow{IM}$) et quitte la piste en O pour θ = θ_0= ($\overrightarrow{IC}$,$\overrightarrow{IO}$).
2.1. Exprimer la vitesse V_A de (S) au point M en fonction de r, g et θ.
2.2. Montrer que l'intensité R de la réaction de la piste sur (S) en M a pour expression :

R= mg (3cosθ-2)

2.3. Calculer l'angle θ_0 pour lequel (S) quitte la piste en O ainsi que la valeur de la vitesse V_0 du solide en ce point.
3. Au-delà du point O, le solide entre dans le champ de pesanteur avec la vitesse initiale $\vec{V}_0$.
3.1. Etablir les équations du mouvement de (S) dans le repère $(0,\vec{\imath},\vec{\jmath})$.
3.2. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.
3.3. A quelle distance du point D, le solide va-t-il toucher le sol en P ?

On prendra g = 10m.s $^{-2}$

Exercice 5 :

On étudie le mouvement d'une bille en verre de rayon r, de masse m, tombant sans vitesse initiale dans du glycérol. Sur la bille B en mouvement s'exerce son poids P ou force de pesanteur, la force résistance du fluide f et la poussée d'Archimède F due également au fluide

- La résistance f est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse instantané de la bille et de valeur f = 6π.η.r.V ou V représente la valeur de la vitesse instantané de la bille, r son rayon et η une constante caractéristique de fluide (viscosité)
- La poussé d'Archimède est une force verticale dirigée de bas en haut dont l'intensité est égale au poids du fluide déplacé par la bille ; soit F = ρ g. V_{ol}

Données : accélération de la pesanteur : g = 9,8m.s^{-2} ; masse volumique du glycérol ρ= 1,26g.cm^{-3} ; viscosité du glycérol η= 1,4Pa.s

- Volume d'une sphère de rayon r : $V = \frac{4\pi r^3}{3}$

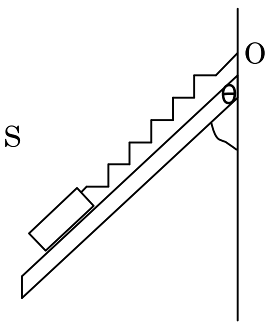
1. Représenter sur un schéma les forces appliquées à la bille à un instant ou sa vitesse est V
2. Montrer par application de la deuxième loi de newton dans un repère que l'on précisera, que l'équation différentielle du mouvement de la bille s'écrit :

$$\frac{dV}{dt} + \frac{6\pi\eta r}{m} V = g\,(1- \frac{\rho}{\rho\ verre})$$

3. Montrer l'existence d'une vitesse limite. Préciser son expression en fonction de η, r, ρ verre, g et m puis en fonction de η, r, ρ, ρ verre et g.
4. Quelle serait la loi de variation de la vitesse de la bille B lâché sans vitesse initiale dans le vide ? Représenter la courbe traduisant la variation de cette vitesse en fonction du temps.

Exercice 6 :

Un rail est incliné d'un angle θ=60°par rapport à la verticale.
Un ressort, parallèle au rail, à spires non jointives, de masse négligeable, de constante de raideur K=100 N.m^{-1} et de longueur à vide l_o=24cm, est fixé par son extrémité supérieure au sommet O du rail et soutient à son extrémité inférieure un solide S, de masse m=500g pouvant glisser sans frottement sur le rail. On donne g=10m.s^{-2}.



1. Le rail est immobile.

1.1. Déterminer l'allongement Δl_o du ressort et la réaction du rail sur S à l'équilibre.

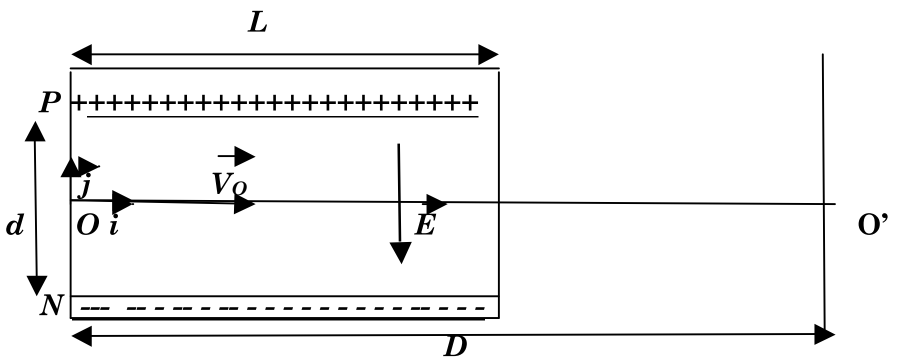
1.2. On tire le solide S sur une distance de 3cm à partir de sa positon d'équilibre puis on le lâche sans vitesse initiale. Déterminer la nature (à justifier) et l'équation du mouvement de S.

2. Le système (rail, ressort, solide S) tourne autour de l'axe vertical passant par O à la vitesse constante de 4rad.s^{-1}. Déterminer la longueur du ressort et la réaction du rail sur S.

Exercice 7 :

Un électron de charge q= -e, de masse m, arrive dans le vide, à l'instant t= 0 au point origine O d'un référentiel galiléen (voir schéma ci-dessous). Sa vitesse est $\vec{V_0} = V_0\ \vec{\imath}$ (V_0>0). Cet électron est alors soumis à l'action d'un champ électrostatique uniforme ; $\vec{E} = \frac{U}{d}\vec{\jmath}$ avec U = U_P -U_N >0. Ce champ électrostatique uniforme est crée entre deux plaques P et N dans la région d'espace définie par :

$$0 < x < L \text{ et } -\frac{d}{2} < y < \frac{d}{2}$$ *(voir schéma)*



1.

1.1. En utilisant la deuxième loi de newton, exprimer le vecteur accélération $\vec{a}$ en fonction de U, d, e et m et le vecteur unitaire $\vec{j}$

1.2. Déterminer les équations horaires du Mouvement de l'électron dans l'espace champ.

1.3. Montrer qu'entre les plaques la trajectoire de l'électron est parabolique.

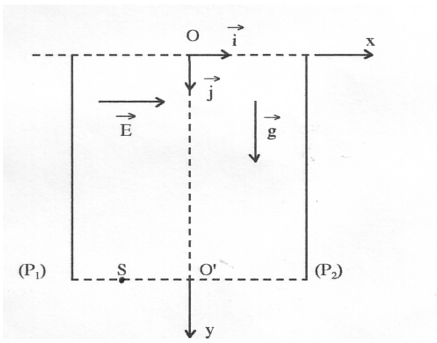
2 . Donner la condition sur la tension U pour que la particule sorte du champ sans heurter les plaques.

3. Cette condition réalisée, la particule frappe un écran situé dans un plan x = D > L. Expliquer la déviation O'I du point d'impact et montrer qu'elle est fonction linéaire de la tension $U = U_P - U_N$ appliquée entre les plaques P et N

Exercice 8 : $g = 10\ m.s^{-2}$

Une petite sphère électrisée de masse m = 2 g, considérée comme ponctuelle pénètre avec une vitesse nulle au point O, milieu de l'entrée des armatures (P_1) et (P_2) d'un condensateur.

La petite sphère porte une charge de valeur absolue |q| = 400 nC. Les armatures ont une longueur L = 20 cm et sont distantes de d = 10 cm. La tension entre les armatures du condensateur est U = 1000 V. Il règne concomitamment à l'intérieur des armatures le champ de pesanteur $\vec{g}$ et un champ électrique $\vec{E}$ dont le sens est précisé sur la figure ci-contre.



1. Quel doit être le signe de la charge portée par la sphère pour que celle-ci sorte des armatures au point S ?

2. Montrer que le mouvement de la sphère entre les armatures est uniformément accéléré. Calculer la valeur de son accélération.

3. Établir en fonction de |q|, m, d, U, g et x l'équation de la trajectoire de la sphère entre les armatures dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$). Donner son expression numérique. Quelle est sa nature ?

4. Déterminer dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$), les coordonnées du point S de sortie de la sphère des armatures.

GRAVITATION UNIVERSELLE

Exercice 1 :

Le 22 février 1986 la fusée Ariane 3 est placée sur orbite circulaire d'altitude 832 km un satellite du programme spot (satellite spécialisé dans l'observation de la terre et dans la télédétection) G étant la constante de gravitation universelle, l'intensité du champ gravitationnel pour des points d'altitudes z par rapport à la terre est donnée par la relation $g = \frac{GM_T}{(R_T+Z)2}$.

1. Déterminer l'expression de g en fonction de R_T, Z et g_0 (intensité du champ gravitationnel à l'altitude 0).
2. Un satellite artificielle de masse m décrit autour de la terre une orbite circulaire r = R_T+z ou z représente l'altitude du satellite par rapport à la terre.

2.1. Montrer que le mouvement circulaire du satellite est uniforme.

2.2. Déterminer l'expression de la vitesse sur son orbite en fonction de go, R_T et z. La calculer pour le satellite spot.

2.3. Donner la définition de la période de révolution du satellite T. Déterminer son expression en fonction de go R_T et z .Calculer sa valeur pour le satellite spot en seconde puis en heure.

Données : go=9.80m/s^2 ; R_T=6.3810^{3}km

Exercice 2 :

On considère une planète P de masse M. Le mouvement de l'un de ses satellites S, assimilé à un point matériel de masse m, est étudié dans un référentiel considéré comme galiléen, muni d'un repère dont le centre coïncide avec le centre O de la planète P et les trois axes dirigés vers trois étoiles fixes.

On admet que la planète a une distribution de masse à symétrie sphérique et que l'orbite de son satellite est un cercle de centre O et de rayon r.

1. Donner les caractéristiques de la force de gravitation $\vec{F}$exercée par la planète P sur le satellite S. Faire un schéma.
2. Donner l'expression du champ de gravitation $\vec{g}$ créé par la planète P au point où se trouve le satellite S. Représenter ce vecteur de gravitation $\vec{g}$ sur le schéma précédent.
3. Déterminer la nature du mouvement dans le référentiel d'étude précisé.
4. Exprimer le module de la vitesse V et la période de révolution T du satellite S en fonction de la constante de gravitation G, du rayon r de la trajectoire du satellite S et de la masse M de la planète P. Montrer que le rapport **Erreur !** est une constante.
5. Sachant que l'orbite du satellite S a un rayon r = 185 500 km et que sa période de révolution vaut T = 22,6 heures, déterminer la masse M de la planète P.
6. Un autre satellite S' de la planète P a une période de révolution T' = 108,4 heures. Déterminer le rayon r' de son orbite.

Exercice 3 :

On considère la terre comme étant un corps à symétrie sphérique de masse M= 5,98.10^{24}kg de centre O et de rayon R= 6370km, le mouvement de l'un de ses satellites S, assimilé à un point matériel de masse m, est étudié dans un référentiel géocentrique considéré comme galiléen. On suppose que le satellite S évolue à une orbite quasi circulaire de rayon r.

On définit le vecteur unitaire $\vec{U} = \frac{\vec{os}}{\|os\|}$

1. Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la terre sur le satellite S.
2. Donner l'expression du vecteur champ gravitationnel $\vec{g}$ crée par la terre au point ou se trouve-le satellite S. Calculer la valeur go de g au sol.

3. Déterminer la nature du mouvement du satellite.

4. Exprimer la vitesse angulaire ω et la période de révolution T du satellite en fonction de G, r et M

5. Montrer que $\frac{r^2}{T^3}$ = KM ; K étant une constante que l'on explicitera en donnant son expression

6. Sachant que ω = 3tours/jour, calculer le rayon de son orbite r et sa période T.

7. L'énergie potentielle du satellite dans le champ de gravitation est $E_P = -\frac{GmM}{r}$

7.1. Ou a-t-on choisi la position de référence ?

7.2. Exprimer l'énergie cinétique puis l'énergie mécanique totale du satellite dans le champ de gravitation en fonction de G, m, M et r

7.3. A partir de l'énergie mécanique totale, donner l'expression de la deuxième vitesse cosmique vitesse de libération V_L du satellite en fonction de G, M et R

Exercice 4 :

Dans tout l'exercice, on assimilera la Terre à une sphère de rayon R_o=6400km. Au niveau du sol, l'intensité g_o de la pesanteur sera considérée comme constante et égale à 9,8N.kg^{-1}. Un corps de petites dimensions et de masse M est lancé verticalement vers le haut depuis le sol terrestre.

1. Etablir l'expression donnant le travail du poids du corps si l'altitude z à laquelle le corps est porté est assez faible pour que l'on puisse considérer que l'intensité de la pesanteur reste égale à g_o.

2. Si l'altitude z n'est plus petite par rapport au rayon R_o de la Terre, on doit tenir compte, pour calculer ce travail, de la variation de l'intensité de pesanteur g avec l'altitude z.

2.1. Montrer que la variation de l'intensité de pesanteur g est donnée, pour des points situés au-dessus du sol, par la relation : $g= g_o(R_o^2/r^2)$ où $r = (R_o+z)$ est la distance du point considéré au centre de la Terre.

2.2. Montrer que le travail cherché s'exprime alors par :
$W= Mg_o\{[R_o^2/(R_o+z)] - R_o \}$. Pour établir cette expression on partira de celle du travail élémentaire du poids lorsque le corps s'élève de l'altitude z à l'altitude (z+dz)

2.3. Montrer que si l'altitude z est petite devant R_o, cette expression est bien équivalente à celle que l'on a établie au 1).

3. Le corps est lancé avec une vitesse initiale V_o. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, établir la relation entre l'altitude maximale atteinte et la vitesse V_o. En déduire la vitesse minimale V_L (vitesse de libération) avec laquelle il faudrait lancer le corps afin que celui-ci puisse s'éloigner indéfiniment. En déduire sa valeur sur le sol lunaire. On donne pour la Lune : rayon R_L=1740km et masse M_L=7,34.10^{22}kg et la constante G=6,67.10^{-11} S.I.

4. A quelle distance du centre de la Terre le corps est-il en équigravitation entre la Terre et la Lune ? La distance entre les centres de la Terre et de Lune est D=3,92.10^{5}km.

5. En réalité le corps de masse M est un satellite et on voudrait qu'il soit géostationnaire.

5.1. Donner le plan de sa trajectoire, son sens de révolution et son altitude z_1.

5.2. Quel est le signe de la variation de vitesse si le satellite passe de l'altitude z_1 à l'altitude z_2 ($z_2 > z_1$). Le satellite est-t-il toujours géostationnaire ?

Exercice 5:

La terre est assimilée à une sphère de rayon R = 6370km animée d'un mouvement de rotation uniforme autour de la ligne des pôles. A la surface de la terre, l'intensité du champ de gravitation est g_o = 9,8N.kg^{-1}.

1. Un satellite, assimilé à un point matériel, décrit une orbite circulaire située dans le plan équatorial à une altitude de 400km.

1.1. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme dans le repère géocentrique supposé galiléen.

1.2. Déterminer dans le même repère : la vitesse linéaire V du satellite et la période T et la vitesse ωS u mouvement du satellite.

2. La rotation de la terre s'effectue d'Ouest en Est et sa vitesse angulaire dans le repère géocentrique est $\omega_T = 7{,}29.10^{-5} rad.s^{-1}$. Déterminer l'intervalle de temps qui sépare deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'équateur dans les cas suivants :

- Le satellite se déplace vers l'EST.
- Le satellite se déplace vers l'Ouest.

3. Un satellite géostationnaire reste en permanence à la verticale d'un même point du globe et son orbite est dans le plan équatorial.

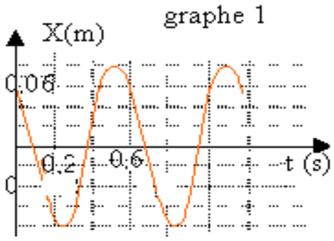
3-1. Quelle est la vitesse angulaire de ce satellite dans le repère géocentrique.

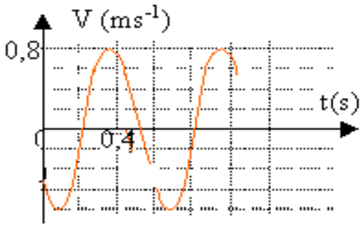
3-2. Calculer le rayon de son rayon orbite et l'altitude à laquelle il gravite.

OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES

Exercice 1 :

Un oscillateur est constitué par un solide S de masse M, accroché à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur k. Le solide s oscille sans frottement suivant une table horizontale. On repère la position à l'instant t du centre d'inertie de S par l'abscisse x sur un axe horizontal dont l'origine correspond à la position du centre d'inertie au repos. Un dispositif permet d'enregistrer les variations de x en fonction du temps (graphe 1) et les variations de la vitesse en fonction du temps (graphe 2).

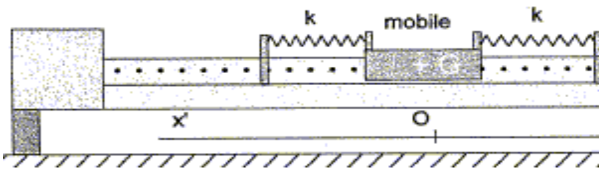




1. Déterminer graphiquement la période propre T_0 de l'oscillateur. En déduire la pulsation.
2. Sachant que l'énergie mécanique de l'oscillateur est 70,4 mJ, calculer la constante de raideur k et la masse du solide.
3. Préciser les conditions initiales (abscisse et vitesse) du mouvement. Etablir l'équation horaire du mouvement.

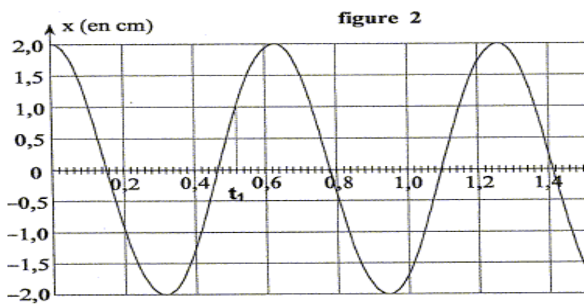
Exercice 2 :

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves étudie le mouvement d'un solide de masse m, posé sur un banc à coussin d'air horizontal et attaché à deux ressorts identiques de raideur k. Un capteur de position, non représenté, relié à un dispositif d'acquisition permet d'enregistrer la position du centre d'inertie G du mobile à chaque instant de date t. cette position est repérée sur un axe x'x horizontal, orienté de gauche à droite. L'origine O coïncide avec la position du centre d'inertie lorsque le mobile est à l'équilibre.



1. *Etude d'un enregistrement :*

Les élèves réalisent un premier enregistrement d'une durée de 2 s environ, en écartant le mobile de sa position d'équilibre.



1.1. Le mobile est-il écarté de sa position d'équilibre vers la droite ou vers la gauche ? Justifier.

1.2. Le mobile est-il lâché avec vitesse initiale ou sans vitesse initiale ? Justifier.

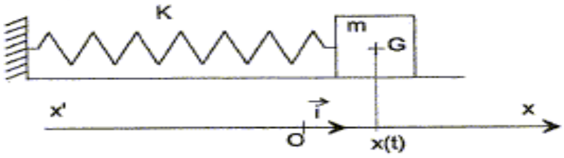
1.3. Déterminer la période du mouvement en expliquant la méthode.

1.4. Représenter sur la figure l'allure de la courbe qu'obtiendrait le groupe d'élèves si le mobile avait été lancé avec vitesse initiale depuis sa position d'équilibre dans le sens des x négatifs, l'amplitude du mouvement restant la même.

1.5. Quel est l'intérêt pratique d'utiliser deux ressorts au lieu d'un ?

2. *Etude théorique du mouvement*

Le dispositif précédent peut être modélisé par un solide de masse m fixé à l'extrémité d'un seul ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K= 2k. Le solide glisse sans frottement sur un rail horizontal. Le mouvement du solide est étudié dans le référentiel terrestre considéré galiléen pendant la durée de l'expérience.



2.1. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur le solide et les représenter sans souci d'échelle mais de façon cohérente.

2.2. En utilisant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G du solide se met sous la forme $d^2x/dt^2 + K/m\ x = 0$.

2.3. Cette équation différentielle admet pour solution $x(t) = X_m \cos(2\theta t/T_0+\rho)$ dans laquelle X_m et ρ sont des constantes qui dépendent des conditions initiales.
- Déterminer X_m et θ correspondant à la figure ci-dessus.

2.4. Donner l'expression de la période T_0 en fonction de K et m. Vérifier que l'enregistrement des élèves a été réalisé avec un mobile de masse m = 100 g et deux ressorts de raideur k = 5,0 N /m. (On prendra $2\theta = 6{,}3$ rad)

Exercice 3 :

Un corps de masse m forme un anneau autour d'une tige horizontale x'x sur laquelle il peut se déplacer. Un ressort de raideur k, placé autour de la tige, est fixé à celle-ci par une de ses extrémités et par l'autre, un corps de masse m. Soit 0 la position du centre d'inertie du corps à l'équilibre. Il existe des frottements. On admettra qu'ils se réduisent à une force $\vec{f} = -h\ \vec{V}$ où $\vec{V}$ désigne la vitesse instantanée du corps de masse m. Le coefficient h est positif.

1. Etablir l'équation différentielle caractéristique du mouvement du corps. Faire un schéma.

2. Quelle est la nature de ce mouvement? Donner l'allure de x (t) selon la valeur du coefficient d'amortissement.

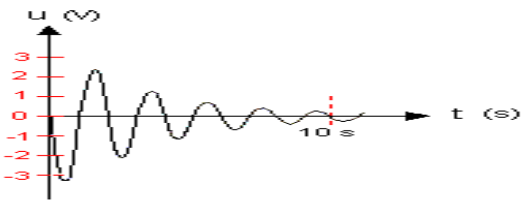
3. Energie de l'oscillateur.

3.1. Donner l'expression de l'énergie mécanique de l'oscillateur.

3.2. Etablir la relation entre la dérivée de l'énergie mécanique par rapport au temps et la puissance de la force de frottement.

3.3. Commenter cette relation en termes de transferts d'énergie.

4. A l'aide d'une interface reliée à un ordinateur. on a relevé une tension u proportionnelle à x(t).



L'ordinateur est programmé de telle sorte qu'à 1 volt corresponde 1 cm. A partir du graphique ci-dessus :

4.1. Déterminer les conditions initiales imposées à cet oscillateur.

4.2. Calculer la pseudo-période.

4.3. Déterminer l'énergie mécanique Em de l'oscillateur à chaque passage par un extremum négatif de x (se limiter aux quatre premiers). Que peut-on dire du rapport.
$(Em)_i / (Em)_{i+1}$? Donnée: $k = 10$ N/m

Exercice 4 :

Dans l'exercice on prendra comme valeur de l'accélération de la pesanteur g = 10 m.s^{-2}

Un oscillateur harmonique est constitué d'un ressort R de masse négligeable suspendu en un point fixe A et auquel est accroché un solide S de masse m = 200 g et d'inertie G.

1. La longueur à vide du ressort est l_0 = 20 cm. On accroche le solide S, le ressort s'allonge de 8 cm. Calculer la constante de raideur k du ressort.

2. On tire le solide S verticalement, vers le bas, en donnant un allongement supplémentaire de x_0 = 1 cm au ressort, puis on lâche le solide sans vitesse initiale. Il effectue alors des oscillations que l'on supposera non amorties de période T_0.

2.1. Etablir l'équation différentielle du mouvement.

2.2. Déterminer l'équation horaire $x = f(t)$ en prenant comme origine des temps l'instant du lâcher et comme origine O des déplacements la position d'équilibre du ressort avec solide accroché. On choisira un axe Ox vertical orienté positivement vers le bas.

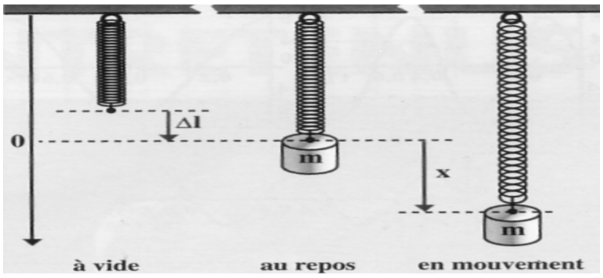
2.3. Calculer la période propre T_0 des oscillations.

3. L'énergie potentielle de cet oscillateur est nulle quand le solide (S) est à sa position d'équilibre.

3.1. Exprimer l'énergie mécanique de cet oscillateur en fonction de k, m, x, Δl, et dx/dt.

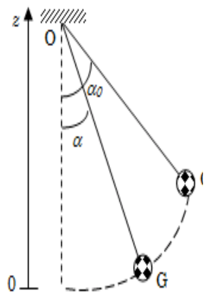
3.2. En déduire l'expression de son énergie mécanique en fonction des grandeurs k, Δl et X_m puis en fonction de m, Δl, X_m et ω_0.

3.3. Retrouver l'équation différentielle du mouvement du solide ponctuel (S) par la méthode énergétique



Exercice 5 :

Dispositif :

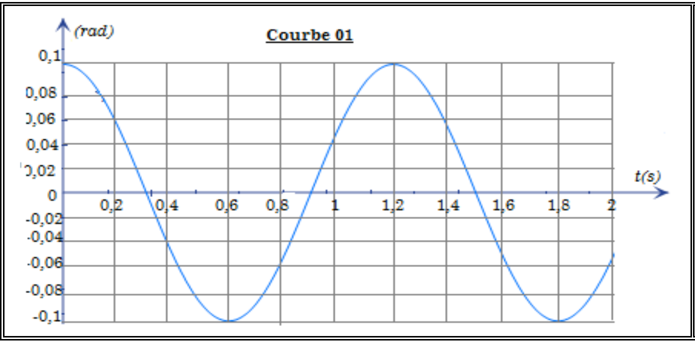


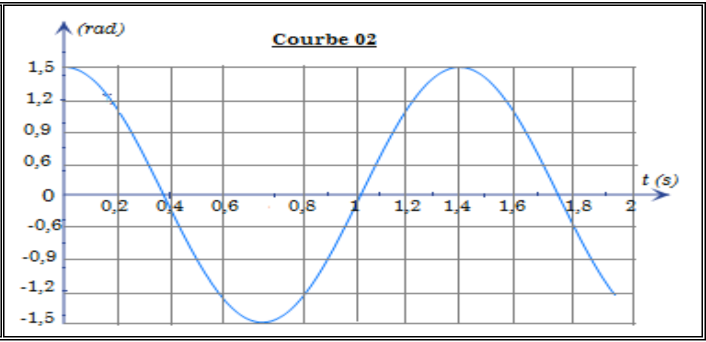
On étudie les oscillations d'un pendule. L'objectif est de chercher dans quelles conditions ce pendule peut être assimilé à un oscillateur harmonique. Le pendule est constitué d'un corps de petites dimensions, de masse m, suspendu à un fil de longueur L. le pendule est écarté d'un angle α_0 de sa position d'équilibre et lâché sans vitesse initiale.

Etude expérimentale :

Un dispositif approprié a permis d'enregistrer **les *courbes 01 et 02.***

1. Déterminer graphiquement dans chaque cas la période et la valeur de l'angle α_0





2. La modélisation de ce pendule par un oscillateur harmonique donne T = 1,13 s pour la valeur de la période, quelque soit la valeur de α_0 (dans les limites d'un certain intervalle). En déduire si le pendule étudié se comporte, dans chacun des cas étudiés, comme un oscillateur harmonique.

Etude théorique :

1. Représenter sur un schéma les forces s'exerçant sur la petite boule fixée au fil.

2. Exprimer le travail de chaque force au cours d'un déplacement G_0G en fonction de m, L, g, α et α_0.

3. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique montrer que : $\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 = 2\frac{g}{L}(\cos\alpha - \cos\alpha_0)$

4. En dérivant l'expression obtenue à la question précédente, montrer que l'équation différentielle du pendule est : $\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{g}{L}\sin\alpha = 0$

5. L'équation différentielle de l'oscillateur harmonique est : $\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{g}{L}\alpha = 0$

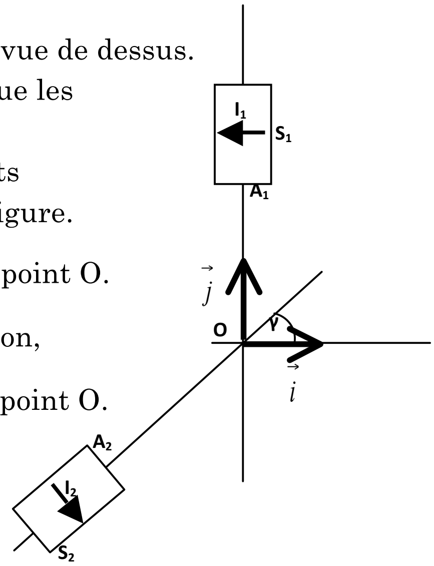
5.1. Quelle approximation doit-on faire pour assimiler le pendule expérimental à un oscillateur harmonique ?

5.2. Compare les valeurs de α_0 en radian et $\sin\alpha_0$ pour les deux expériences précédentes. Dans quelle expérience le pendule peut-il être assimilé, de façon satisfaisante, à un oscillateur harmonique ? Justifier.

GENERALITES SUR LE CHAMP MAGNETIQUE – CHAMPS MAGNETIQUES DES COURANTS

Exercice 1:

Deux solénoïdes identiques S_1 et S_2 sont placés comme l'indique la figure vue de dessus. Leurs axes se coupent en O de telle sorte que l'angle γ soit égal à 45° et que les distances OA_1 et OA_2 soient égales.



1. Les solénoïdes S_1 et S_2 sont parcourus, respectivement, par les courants continus d'intensités $I_1 = 2,0A$ 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 et 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.

Exercice 2 :

Un solénoïde est compose par cinq couches à spire jointives. Le fil de cuivre utilisé de diamètre $d_0 = 0,5$mm est recouvert de vernis d'épaisseur e = 0,25mm. Son axe horizontal est perpendiculaire au plan du méridien magnétique. Une boussole est placée en son centre.

1. Faire un schéma vu dessus

2. On fait passer dans le solénoïde un courant d'intensité I = 5ma.

2.1. Indiquer sur le schéma le sens du courant et le sens de rotation de l'aiguille aimantée

2.2. De quel angle tourne l'aiguille aimantée ?

2.3. Comment faut-il placer le solénoïde pour que l'aiguille aimantée ne prenne aucune direction privilégiée ? Calculer alors l'intensité du courant I_0 correspondant.

Exercice 3 ;

On étudie à l'aide d'un tesla mètre l'intensité B du champ magnétique crée par un courant passant dans un solénoïde en son centre, en fonction de divers paramètres.

1- Dans une première expérience, on utilise un solénoïde de longueur $l_1 = 0,50$ m comportant $N_1 = 240$ spires. On fait varier l'intensité I (en A) du courant qui passe dans le solénoïde ; pour chaque valeur de I, on note la valeur B (en T). Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

I (en A)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
B(en 10^{-5} T)	60	85	120	150	190	215	245	275	310

Représenter graphiquement B en fonction de I. Echelle : 1cm pour 0,5 A ; 1cm pour 20.10^{-5} T). En déduire une relation entre B et I.

2- On fait la même expérience avec un solénoïde de longueur $l_2 = 0,80$ m comportant $N_2 = 768$ spires. On obtient les résultats suivants :

I (en A)	1,0	2,0	3,0	4,0
B(en10^{-5} T)	120	240	380	480

2.1. Calculer le nombre n de spires par mètre pour chacun des deux solénoïdes.

2.2. Déduire des deux expériences une relation entre B, I et n.

2.3. Dans la formule théorique liant B, n et I intervient un coefficient $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI. Comparer cette valeur à celle qui est déterminée par le graphe obtenu à la question 1).

Exercice 4 :

Les parties A et B sont indépendantes

A/ Un solénoïde de longueur L= 0,5m, comportant N spires de rayon R = 5cm est disposé horizontalement, son axe (Δ) étant orthogonal au plan du méridien magnétique. Au centre C du solénoïde est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical (Δ').

On lance un courant électrique d'intensité I dans le solénoïde et on constate que l'aiguille dévie d'un angle α.

1. Faire un schéma ou seront représenter le solénoïde en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique $\overrightarrow{B}$ crée par le courant, le vecteur $\vec{B}_H$ composante horizontale du champ magnétique terrestre, la position finale de l'aiguille et l'angle α

2. Exprimer tanα en fonction de B_H , N, I, L et μ_0 (perméabilité, magnétique du milieu)

3. On fait varier l'intensité I du courant dans le circuit et on mesure la valeur de l'angle α pour chaque valeur de I. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant

Tanα	15	30	45	60
I (A)	0,1	0,2	0,3	0,4

On donne $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ SI ; $B_H = 2.10^{-5}$T

3.1. Représenter la courbe tanα = f(I)

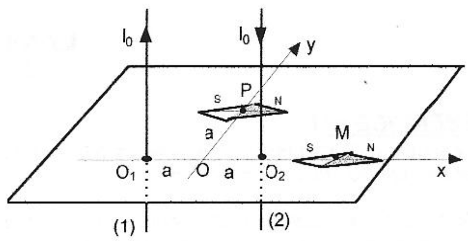
3.2. Déterminer à partir de cette courbe la relation entre tanα et I

3.3. En déduire la valeur de N

B/ On considère deux conducteurs A et B rectilignes infiniment long parcouru par des courants électriques d'intensité respectif I_1 et I_2 dans le même sens distants de d= 12cm. Déterminer les caractéristiques du vecteur champ magnétique résultant $\overrightarrow{B}$ crée au point M situé 4cm du conducteur A et 8cm du conducteur B. Faire un schéma

Exercice 5 :

Soient deux fils rectilignes verticaux, infinis, parallèles situés à la distance O_1O_2 = 2a l'un de l'autre et parcourus par des courants de sens opposé et de même intensité I_0. Le plan des deux fils est contenu dans le plan du méridien magnétique terrestre et une aiguille aimantée placée en leur voisinage s'oriente comme sur la figure lorsqu' aucun courant ne traverse les fils.



On rappelle qu'un fil rectiligne infini, parcouru par un courant crée en un point M' de l'espace un champ magnétique de valeur B= $\mu_0 I/(2\pi r)$, où r est la distance de M' au fil. $\mu_0 = 4\pi\ 10^{-7}$ SI; 2a = 20 cm; B_h= 2 10^{-5} T, composante horizontale du champ magnétique terrestre.

1. Calculer I_0 pour qu'un fil infini crée en un point H tel que a= 10 cm un champ magnétique de valeur égal à B_h.

2. On se place en un point M de l'axe Ox situé à a =10 cm à droite de O_2.

2.1. Exprimer en fonction de B_h, les normes B_1 et B_2 des champs crée en M par les deux fils.

2.2. Représenter ces champs ainsi que le champ résultant B_r en M.

3. Après avoir exprimer la norme de B_r en fonction de B_h, calculer de quel angle a tourné l'aiguille aimantée. On se place en un point P de l'axe Oy à une distance a= 10 cm de O.

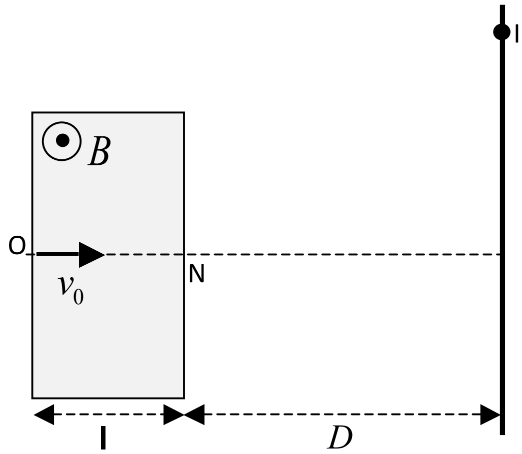
3.1. Exprimer les distances O_1P et O_2P en fonction de a. Montrer que le triangle PO_1O_2 est rectangle en P.

3.2. Exprimer en fonction de B_h, les normes B_1 et B_2 des champs crée en P par les deux fils. **3.3.** Représenter ces champs ainsi que le champ résultant B_r en P.

4. Après avoir exprimer la norme de B_r en fonction de B_h, calculer de quel angle a tourné l'aiguille aimantée.

MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGEE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

Exercice 1:



Des électrons pénètrent en un point O dans un champ magnétique uniforme B avec une vitesse v_0 comme indiqué sur la figure ci-contre.

1. Dans quel sens seront déviés les électrons lorsqu'ils pénètrent dans le champ B ?

2. Préciser la nature de leur mouvement dans le domaine délimité par le champ B ainsi que ses caractéristiques.

3. Ils sortent du champ en un point N avec une vitesse v et heurtent en un point I un écran fluorescent. Quelle est la nature de leur mouvement entre N et I ?

Calculer l'angle α supposé faible que fait v avec v_0.

Calculer la déflexion magnétique subie par les électrons.

Données: Masse de l'électron $m = 9{,}1.10^{-31} kg$; vitesse des électrons en O : $v_0 = 4{,}2.10^6 m.s^{-1}$; intensité du champ magnétique : $B = 2\ mT$; largeur du champ magnétique : $l = 1\ cm$; distance de l'écran au point N : $D = 39\ cm$.

Exercice 2 :

Dans l'espace compris entre deux plaques P_1 et P_2 horizontales, rectangulaires de longueur L =20 cm, distantes de d = 10cm et disposées en vis-à-vis ***(voir figure 1),*** on peut établir soit un champ électrique $\vec{E}$, soit un champ magnétique $\vec{B}$, soit les deux simultanément. On repère l'espace à partir du système d'axes ox, oy, oz, les vecteurs unitaires $\vec{i}$, $\vec{k}$ sont horizontaux; $\vec{j}$ vertical, O est à égale distance des deux plaques. Le champ électrique $\vec{E}$, uniforme dirigé suivant ($-\vec{j}$) et tel que $E = 10^3 V.m^{-1}$ (voir figure 2), gardera les mêmes caractéristiques dans tout le problème.

Le champ magnétique $\vec{B}$ est uniforme, horizontal, orthogonal au plan (o, $\vec{i}$, $\vec{j}$) ; son sens peut être celui du vecteur unitaire $\vec{k}$ ou le sens opposé.

On se propose d'étudier dans l'espace strictement compris entre les plaques, le mouvement d'un proton qui arrive en O, suivant ox, avec une vitesse $\vec{V_0}$ telle que $V_0 = 10^6 m.s^{-1}$, et soumis suivant le cas, à l'action de $\vec{E}$ seul, ou de $\vec{B}$ seul, ou de $\vec{E}$ et $\vec{B}$ simultanément.

Dans toute la suite, le poids du proton sera négligé devant les autres forces.

1. Action du champ électrique $\vec{E}$ seul :

Déterminer l'équation de la trajectoire du proton à partir de O entre les plaques ; en déduire les coordonnées de sortie du point S ou le proton quitte l'espace compris entre les plaques.

2. Action du champ électrique $\vec{B}$ seul :

Si le vecteur $\vec{B}$ est orienté selon $\vec{k}$, dans quel sens la particule est-elle déviée ?
Le proton sort-il de l'espace où règne le champ magnétique si B= 0,1 T ? On rappelle l'expression qui donne le rayon du cercle: $R = \dfrac{mV}{q.B}$

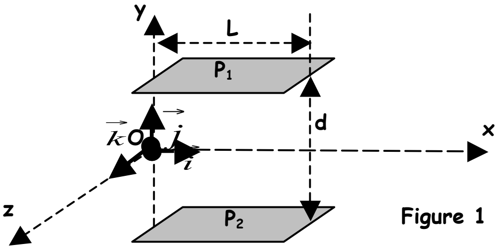
3. Action simultanées des deux champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$:

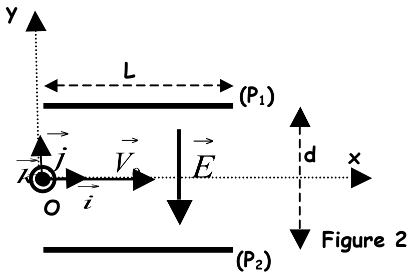
3.1. Faire le bilan des forces agissant sur le proton entre les plaques et les représenter. On envisagera les deux orientations possibles pour $\vec{B}$ (selon $\vec{k}$, puis selon - $\vec{k}$) en faisant deux schémas séparés.

3.2. On désire que le proton ne soit pas dévié durant son passage entre les plaques ; préciser toutes les caractéristiques de $\vec{B}$ pour qu'il en soit ainsi. Quelle est, dans ce cas, la vitesse du proton à la sortie des plaques ?

3.3. Dans le flux de protons arrivant en O, tous n'ont pas exactement une vitesse de valeur $V_0=10^6 m.s^{-1}$. Que pouvez-vous dire de l'utilité, ici, du dispositif étudié dans la question 3. 2) ?

Données : charge du proton e= $1,6.10^{-19}$C ; masse du proton m=$1,67.10^{-27}$Kg ; longueur des plaques L=0,20 m ; distance entre les plaques d= 0,10 m.





Exercice 3 :

La figure ci-dessous représente une coupe horizontale, vue de dessus, d'un spectrographe de masse.

1. Des ions de masse m et de charge q>0 sont produits dans la chambre, d'ionisation (I) avec une vitesse pratiquement nulle. Ils entrent dans l'enceinte (A) en E, sous vide, où ils sont accélérés et ressortent en S. On note $U_0=V_E-V_S$ la ddp accélératrice. Les orifices E et S sont pratiquement ponctuels. Etablir l'expression littérale de la vitesse de sortie des ions en S en fonction m, q, et U_0

2.

2.1. À la sortie S, les ions pénètrent dans une deuxième enceinte sous vide (D) dans laquelle règne un champ magnétique uniforme vertical de norme B. Quel doit être le sens du vecteur champ magnétique pour que les ions puissent atteindre les points O_1 et O_2 ? Justifier la réponse.

2.2. En S, le vecteur vitesse des ions est perpendiculaire à la droite passant par les points S, O_1et O_2. Montrer que la trajectoire est un cercle. Déterminer l'expression du rayon en fonction de m q, U_0, et B.

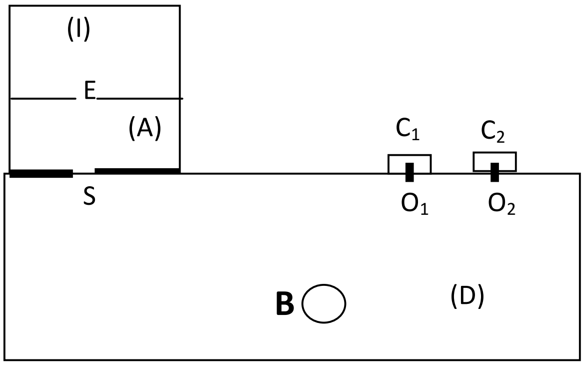
3.1. Le jet d'ions sortant de la chambre d'ionisation est un mélange d'ions $^{79}Br^-$ de masse $m_1=1,31.10^{-25}$kg et d'ions $^{81}Br^-$ de masse $m_2=1,34.10^{-25}$kg. Dans quel collecteur sont reçus les ions de masse m_1 ? Justifier.

3.2. Calculer la distance entre les entrées O_1 et O_2 des deux collecteurs C_1 et C_2 chargés de récupérer les deux types d'ions.

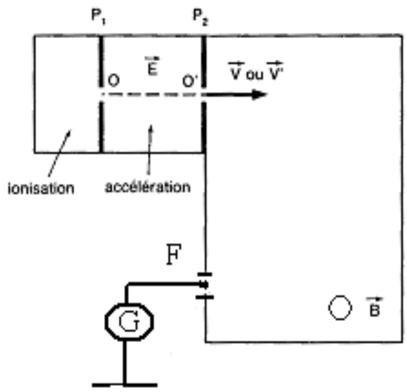
4. En une minute, les quantités d'électricité reçues respectivement par C_1 et C_2 sont

$q_1 = -6{,}60.10^{-8}$C et $q_2 = -1{,}95.10^{-8}$ C Déterminer la composition massique du mélange isotopique.

Donnée : $U_0 = 4.10^3$V ; $B = 10^{-1}$T.



Exercice 4 :



A.N: ^{6}Li$^+$: $m_1 \approx 6$u ; ^{7}Li$^+$: $m_2 \approx 7$u ; 1u = $6{,}67.10^{-27}$ kg.

Dans tout l'exercice, on considère que les ions se déplacent dans le vide et que leur poids est négligeable devant les autres forces.

A l'aide du spectrographe de masse schématisé ci-contre, on se propose de séparer les ions ^{6}Li$^+$ et ^{7}Li$^+$ de masses respectives m_1 et m_2.

1. Les ions pénètrent en O dans le champ électrique uniforme existant entre les deux plaques verticales P_1 et P_2 pour y être accélérés jusqu'en O'.

Les plaques P_1 et P_2, distantes de d = 10 cm, sont soumises à la tension $U = V_{P1} - V_{P2} = 2000$ V.

1.1. Quelle est la nature du mouvement des ions Li$^+$ entre les plaques P_1 et P_2 ?

1.2. Les ions ^{6}Li$^+$ et ^{7}Li$^+$ sortent en O' du champ électrique avec des vitesses respectives V_1 et V_2, leur vitesse en O est négligeable devant V_1 et V_2.

Etablir la relation : **Erreur ! = Erreur !**

2. A leur sortie en O', les ions Li$^+$ pénètrent dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ normal au plan du schéma.

2.1. Préciser en le justifiant le sens du vecteur $\vec{B}$.

2.2. Montrer que le mouvement d'un ion Li$^+$ s'effectue dans le plan du schéma.

2.3. Montrer que la valeur de la vitesse est constante.

2.4. Montrer que la trajectoire est circulaire. Exprimer son rayon R.

3. A leur sortie du champ magnétique $\vec{B}$, les ions passent au travers d'une large fente et sont captés par un fil métallique F relié à la Terre par l'intermédiaire d'un galvanomètre sensible G.

3.1. A quelles distance x_1 et x_2 faut-il placer le fil F pour recevoir respectivement les ions ^{6}Li$^+$ et ^{7}Li$^+$? Exprimer, en fonction de B, m_1, m_2, U et la charge élémentaire e, la distance F_1F_2 entre les deux types d'ions à leur arrivée sur le fil. F_1 et F_2 sont respectivement les points de réception des ions ^{6}Li$^+$ et ^{7}Li$^+$ sur le fil F.

3.2. Pour les valeurs x_1 et x_2 précédentes, le galvanomètre indique, pendant la même durée de passage, les courants respectifs $I_1 = 14{,}8$ µA et $I_2 = 185{,}2$ µA.

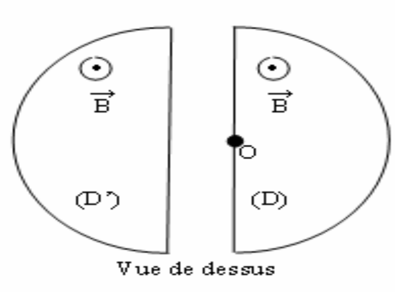
Quelle est la composition isotopique du lithium ?

Exercice 5 :

Des protons sont émis en O avec une vitesse V_o.

Données : B= 1T $U_{max} = 2.10^3$ V

1. Exprimer le rayon R_1 de la trajectoire des protons dans la région D ainsi que la durée du trajet effectué.
2. Déterminer la vitesse V_1 des protons lorsqu'ils sortent de D. Avec quelle vitesse pénètrent –ils dans D'.
3. Exprimer le rayon R_2 des protons dans D' ainsi que la durée du trajet effectué
4. Déterminer la période et la fréquence alternative
5. Calculer l'énergie cinétique transmise au proton après chaque passage entre les dées 6) V_o étant négligeable la vitesse maximale atteinte par les protons est V_m= 2.10^7m/s. Calculer le nombre de tours que doit effectuer les protons. Avec quel rayon seront-ils extraits du cyclotron.

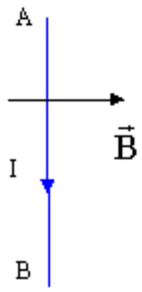


Loi de Laplace

Exercice 1 :

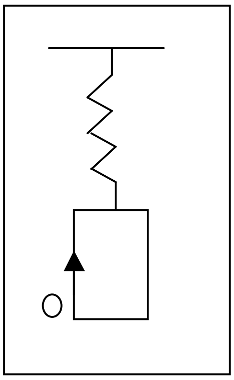
Le conducteur rectiligne AB est parcouru par un courant continu et plongé dans le champ magnétique B.

Quels sont la direction et le sens de la force de Laplace à laquelle il est soumis : donner la réponse par une phrase, puis représenter cette force sur le schéma.



Exercice 2 ;

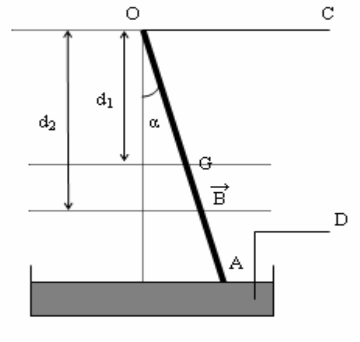
Un cadre rectangulaire a pour côtés a = 10 cm et b = 5 cm. Il comporte N = 10 spires. Sa masse est m = 10 g. Il est accroché par le milieu d'un petit côté à un ressort de masse négligeable, de raideur K = 50 N/m.



1. Le cadre est plongé dans un champ magnétique uniforme B, perpendiculaire au plan du cadre, sa valeur est B = 0,2 T. On lance un courant d'intensité I = 5 A. Représenter les forces qui s'exercent sur le cadre. Calculer l'allongement du ressort.
2. Le cadre est plongé partiellement dans le champ : le côté inférieur et la moitié des côtés verticaux sont plongés dans le champ. On lance dans le cadre un courant d'intensité I = 5 A. Représenter les forces qui s'exercent sur le cadre. Calculer l'allongement du ressort.

Exercice 3 :

Un conducteur rectiligne et homogène OA, de masse m = 12g et de longueur l = OA = 36 cm est suspendu par son extrémité supérieure O à un point fixe. Le conducteur peut tourner librement autour de O. Les bornes C et D sont reliées à un générateur qui maintient dans le conducteur un courant d'intensité I = 7,5 A.



1. Un champ magnétique uniforme est créé comme l'indique la figure :

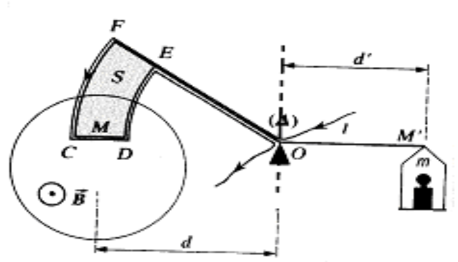
la direction de B;$\vec{}$ est horizontal et le sens de l'arrière vers l'avant.
Le conducteur OA s'écarte de sa position d'équilibre d'un angle α = 5°.
On suppose que A est situé au voisinage de la surface du mercure.
Donner la polarité des bornes C et D.

2. Calculer l'intensité du champ magnétique B.

On donne : $d_1 = 20$ cm ; $d_2 = 25$ cm

Exercice 4 :

L'intensité d'un champ magnétique peut être mesurée à l'aide d'une balance de Cotton. Le fléau d'une telle balance, de forme particulière, supporte un secteur isolant S en matière plastique limité par deux arcs de cercle centrés sur l'axe de rotation Δ du fléau. Ce secteur comporte une partie rectiligne CD de longueur l, horizontale lorsque la balance est en équilibre.



Un fil conducteur part de O, suit le fléau et les bords du secteur, puis revient en O. L'autre bras du fléau supporte un plateau.

On règle la balance de façon que l'équilibre soit réalisé lorsqu'aucun courant, ne passe dans le fil conducteur. Si l'on plonge le secteur S dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan de la figure et dirigé vers l'avant, l'équilibre de la balance est rompu lorsqu'un courant circule dans le fil. Pour rétablir l'équilibre, il suffit de placer une masse m sur le plateau.

1. Préciser sur la figure les forces agissant sur la balance, ainsi que le sens du courant circulant dans le fil conducteur.
2. Etablir la condition d'équilibre de la balance.
3. Afin de déterminer la valeur du champ $\vec{B}$, on fait les mesures suivantes pour les différentes valeurs de l'intensité du courant :

I (A)	0	1	2	3	4	5
m (g)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0

Tracer la représentation graphique de la fonction m = f(I) en choisissant une échelle convenable. En déduire la valeur de $\vec{B}$.

Exercice 5 :

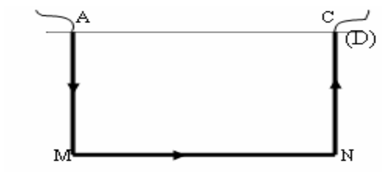
Un conducteur indéformable **AMNC** est composé de trois parties rectilignes de même section formant trois côté d'un rectangle. Il est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal (D) passant par **A** et **C.**

Des fils conducteurs et souples relient **A** et **C** aux bornes d'un générateur. Le courant circule de **A** vers **C**.

1. I = 0 : le cadre est en équilibre sous l'action de son poids et de la réaction de l'axe.

Quelle est la position d'équilibre de la tige ?

2. I non nul : en étudiant les forces de Laplace sur les trois côtés du cadre dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, indiquer dans lequel des trois cas suivants le cadre quitte sa position d'équilibre initial.



2.1. $\vec{B}$ est parallèle à **MN**, de même sens que le courant dans **MN**.

2.2. $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan vertical contenant l'axe et dirigé de l'arrière vers l'avant.

2.3. $\vec{B}$ est vertical, sens de bas en haut.

3. Dans le cas où le cadre prend une nouvelle position d'équilibre écartée du plan vertical d'un angle α , déterminer les caractéristiques de la force magnétique appliquée sur chacun des trois côtés. Faites l'inventaire de toutes les forces appliquées au cadre. Ecrire que la somme algébrique des moments de ces forces par rapport à l'axe d est nulle ; En déduire α.

Données :

AM = CN = a = 6 cm ; MN = l = 12 cm ; I = 1 A ; B = 0,2 T ; g = 10 S.I ; masse du conducteur par unité de longueur $\mu = 5.10^{-2}$ kg/m.

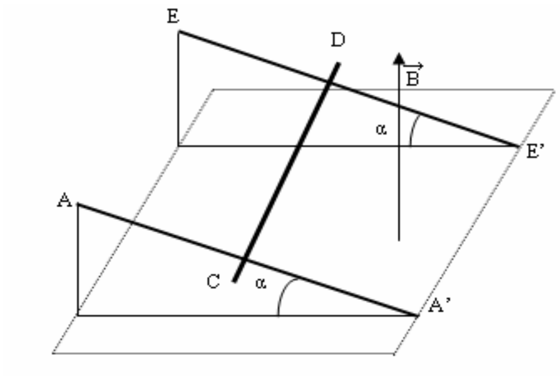
Exercice 6 :

Deux rails de cuivre AA' et EE' sont inclinés par rapport au plan horizontal d'un angle α. Une tige de cuivre CD peut se déplacer sans frottement le long de ces deux rails. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique $\vec{B}$; uniforme et vertical dont le sens est donné de bas en haut. La tige CD reste perpendiculaire à AA'.

1. Donner la polarité des bornes A et E pour que la tige CD puisse rester immobile lorsqu'un courant passe dans le circuit.

2. Calculer alors l'intensité du courant. On désigne par m la masse de CD

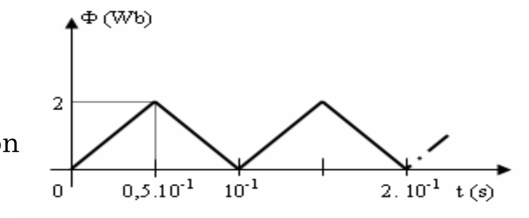
Données : $g = 9,8$ m/s^2 ; $B = 9,3.10^{-2}$ T ; CD = l = 118 cm ; α = 15° ; m = 10 g



INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE – ETUDE DU DIPOLE (R, L)

Exercice 1 :

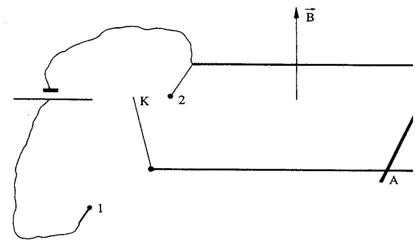
Le flux magnétique Φ à travers une bobine varie en fonction du temps (voir figure ci-contre).



Calculer la f.é.m. induite. Représenter graphiquement la variation de la tension aux bornes de la bobine en fonction du temps.

Exercice 2:

On considère le système suivant : deux rails parallèles et horizontaux peuvent être, soit branchés sur un générateur de f.é.m. E = 2 volts (interrupteur K en position 1), soit mis en court-circuit (K en position 2).



Les rails sont distants de l = 0,25 m et baignent dans un champ magnétique vertical $\vec{B}$ dirigé vers le haut et d'intensité B = 0,5 tesla.

Une tige métallique AA', de masse m = 10 g peut glisser sans frottement sur les rails et sa résistance entre les deux rails vaut R = 0,5 ohm. Toutes les autres résistances sont négligeables. Il en est de même de l'auto-inductance du circuit.

1. Calculer l'intensité I du courant qui traverse AA', la d.d.p. e entre les points A et A', et l'intensité de la force électromagnétique qui s'exerce sur la tige métallique dans les deux cas suivants

1.1. K en position 1 et la tige est immobile.

1.2. K en position 2 et la tige se déplace avec la vitesse v = 10 $m.s^{-1}$.

2. L'interrupteur K étant en position 1, la tige AA' a une vitesse constante et imposée v (en $m.s^{-1}$), dont la direction et le sens sont indiqués sur la figure. Déterminer la fonction I = f(v). Représenter le graphe de cette fonction. Calculer I pour les valeurs, $v_1 = 10$ $m.s^{-1}$ et $v_2 = 22$ $m.s^{-1}$.

3. A la date t = 0, la tige est immobile et on ferme l'interrupteur en position 1. A une date t quelconque, appliquer le théorème du centre d'inertie à la tige. En déduire que la vitesse v obéit à l'équation suivante :

Erreur ! + Erreur ! v = Erreur !

3.1. Vérifier que v = Erreur ! Erreur ! est solution de cette équation.

3.2. Calculer la vitesse limite V_L atteinte par la tige.

3.3. Montrer que cette vitesse limite peut se déduire de la question 2).

Exercice 3 :

On réalise le montage ci-dessous. Dans ce montage, une petite bobine (b) de surface s' = 10 cm^2, comportant N' = 100 spires est placée à l'intérieur d'un solénoïde (S) comportant N = 1000 spires et de longueur l = 1,5 m. La petite bobine (b) et le solénoïde sont orientées Comme indiqué sur la figure 1.

1. L'intensité du courant dans le solénoïde varie suivant la loi donnée par la figure 2.

On donne : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I. En déduire :

1.1. Le champ magnétique B(t) à l'intérieur du solénoïde ;

1.2. L'expression du flux de $\vec{B}$ à travers la bobine (b) ;

1.3. La force électromotrice dont la bobine (b) est le siège. Préciser sur un schéma clair, le sens de $\vec{B}$ et du courant qui traverserait la bobine (b) si on réunissait ses deux extrémités.

2. On établit dans le solénoïde une intensité I = 4A supposée constante dans toute cette question.

On imprime à la bobine (b) un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical passant par son centre. On branche un oscillographe aux bornes de (b).

2.1. Donner l'expression de la nouvelle f.é.m. d'induction e'.

2.2. En déduire l'allure de la courbe observée sur l'écran de l'oscillographe (Donner une représentation qualitative de cette courbe).

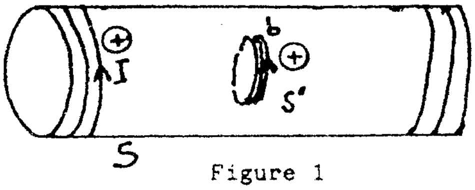


Figure 1

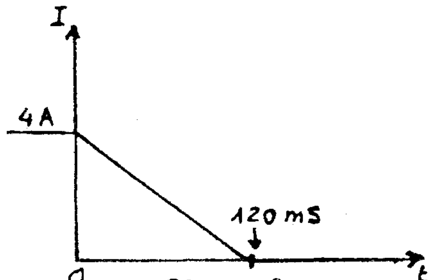


Figure 2

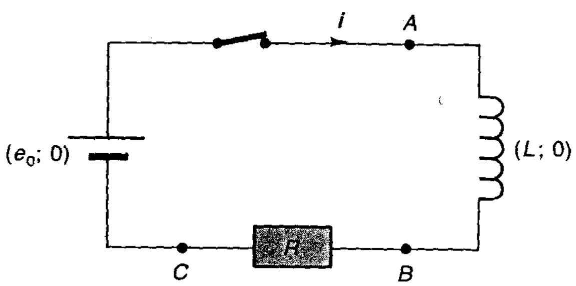
Exercice 4:

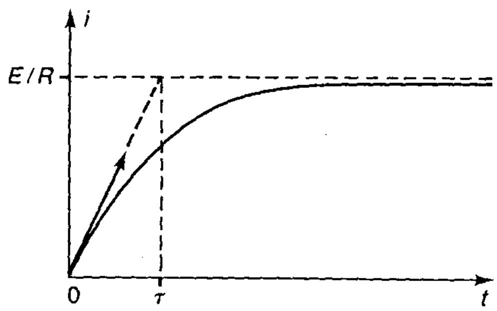
Une bobine d'induction de résistance R et d'inductance L est branchée aux bornes d'une batterie d'accumulateurs de force électromotrice E et de résistance interne négligeable (schéma à faire). On ferme l'interrupteur K à la date t = 0, le courant s'installe dans le circuit.

1. Expliquer qualitativement le phénomène physique qui se manifeste dans la bobine.
2. l'équation différentielle régissant l'évolution du courant i(t) au cours du temps. Vérifier que : **i = Erreur !Erreur !, où τ = Erreur !** , est bien solution de cette équation
3. Déterminer à l'instant t = 3τ le taux de remplissage énergétique a de la bobine défini comme le rapport de l'énergie emmagasinée à cette date à l'énergie maximale qu'elle peut emmagasiner dans ce montage.
4. Le circuit primaire d'une bobine d'allumage automobile peut être ramené au schéma lorsque le rupteur (vis platinées) schématisé par l'interrupteur K est fermé. Ce circuit primaire a pour résistance R = 4,0 Ω et inductance L = $4{,}12.10^{-3}$ H. Quelle doit être la durée minimale de fermeture du rupteur pour que la bobine ait un taux de remplissage au moins égal à celui trouvé précédemment ?

Exercice 5 :

Le circuit représenté ci-dessous comporte, placés en série, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, une résistance R et un générateur, de f.é.m. constante e et de résistance interne nulle. On a représenté la variation de l'intensité du courant pendant l'établissement de celui-ci.





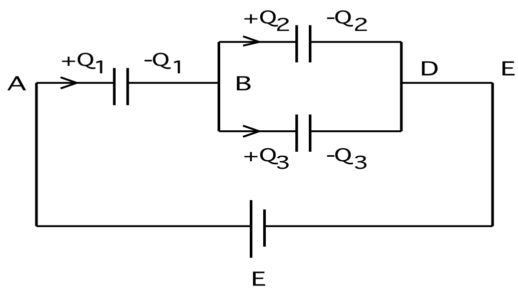
1. Représenter graphiquement la tension u aux bornes de la résistance R en fonction du temps.
2. Exprimer la tension U_L aux bornes de la bobine en fonction de e et u En déduire la courbe représentant la variation de U_L en fonction du temps.
3. A Pourquoi peut-on dire que la bobine est équivalente à un court-circuit en régime permanent (c'est-à-dire au bout d'un temps t >> τ = **Erreur !**) ?

CONDENSATEUR

Exercice 1 :

On considère le montage de la figure ci-contre.

On donne : $C_1 = 3\ \mu F$; $C_2 = 2\ \mu F$; $C_3 = 4\ \mu F$; $E = 120$ V.



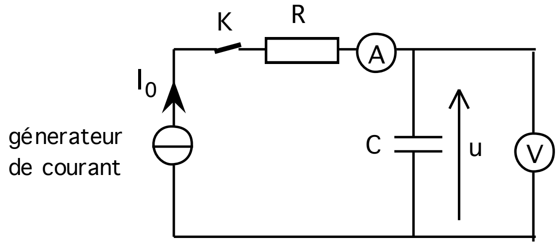
1. Calculer la capacité équivalente C_e du condensateur entre A et D.
2. Calculer la charge finale Q du condensateur équivalent.
3. Calculer les valeurs des tensions U_{AB} et U_{BD} et en déduire les valeurs des charges Q_1, Q_2 et Q_3.

Exercice 2 :

On dispose d'un condensateur de capacité C inconnue.

Pour déterminer C, on se propose de charger le condensateur à l'aide d'un "générateur de courant" qui débite un courant constant

I = 0,50 mA.



On mesure la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient les résultats suivants :

t(s)	0	11	23	34	46	57	68	80
u(V)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0

1. Tracer la courbe de la fonction u = f(t).

Echelles : **abscisses** : 1 cm pour 5 s ; **ordonnées** : 1 cm pour 1,0 V.

2. Déduire de la courbe tracée la valeur de la capacité C du condensateur.

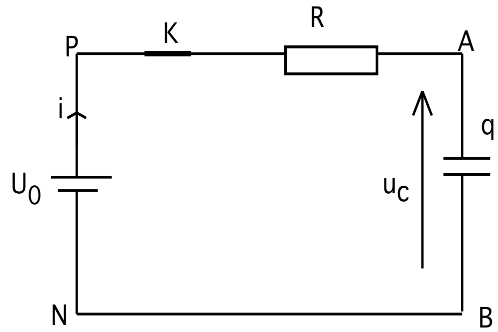
Exercice 3 :

Un condensateur de capacité C est chargé à travers une résistance R, à l'aide d'un générateur délivrant une tension constante U_0. (Voir figure)

Le condensateur est entièrement déchargé avant la fermeture de l'interrupteur.

A la date t = 0, on ferme l'interrupteur.

A toute date t, l'intensité du courant est désignée par i, la charge du condensateur par q, la tension entre ses armatures par u_C la tension aux bornes de la résistance par u_R.



1. Expliquer brièvement le comportement des électrons libres du circuit à la fermeture de l'interrupteur.
2. Expliquer comment varient u_C, u_R, i et q durant la charge du condensateur en précisant les valeurs initiales et les valeurs finales.
3. Rappeler les relations qui lient i et q d'une part et i, C et u_C d'autre part.
4. Établir à la date t, la relation qui existe entre u_C, u_R et U_0. En déduire l'équation différentielle du circuit relativement à la tension u_C.
5. Résoudre l'équation différentielle du circuit. Autrement dit trouver u_C en fonction du temps t.
6. On peut considérer que la charge est terminée quand **Erreur !** = 1 %.

Soient τ la constante de temps du circuit et τ_r (temps de relaxation) le temps mis par le condensateur pour se charger quasi totalement (à 99%). Montrer que $\tau_r = 4{,}6\tau$.

Exercice 4 :

Les armatures d'un condensateur de capacité C, préalablement chargé, sont reliées à un voltmètre électronique assimilable à un résistor de résistance élevée R. Les valeurs de la tension u au cours du temps sont consignées dans le tableau ci-dessous.

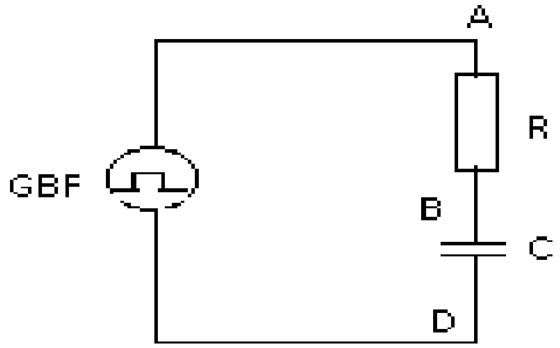
t(s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
u(V)	10	7,8	6,1	4,7	3,6	2,8	2,2	1,7	1,3	1,1	0,8

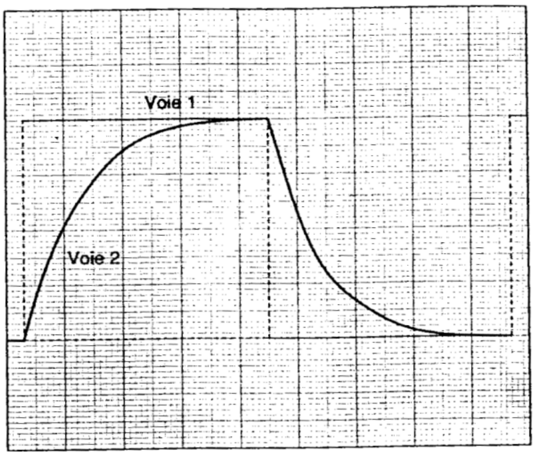
1. Faire le schéma du circuit de décharge en indiquant les conventions utilisées pour le courant et la tension.
2. Établir l'équation différentielle à laquelle obéît la tension u aux bornes du condensateur.
3. Vérifier que la solution générale de cette équation est de la forme $u = A.e^{-t/\tau}$. A et τ sont deux constantes que l'on explicitera.
4. Après avoir choisi **judicieusement votre échelle,** tracer la courbe représentative de la tension u en fonction du temps t·
5. Déterminer **graphiquement** la constante de temps τ en justifiant la méthode utilisée.

Sachant que $R = 2.10^6\ \Omega$, en déduire la capacité C du condensateur.

Exercice 5 :

A l'aide du montage représenté ci-dessous, on obtient l'oscillogramme.





Réglages de l'oscilloscope :

- base de temps : 2 ms/div
- sensibilité verticale sur les deux voies : 1,0V/div

1. Comment doit-on relier les points A, B et D du circuit aux trois bornes entrée Y1 , entrée Y2 et masse de l'oscilloscope ?

2. A partir de l'oscillogramme, déterminer :

- la période T de la tension en créneaux délivrée par le G.B.F. ;
- la tension maximale U_0 délivrée par le G.B.F.

3. La tension uc aux bornes du condensateur pendant la charge et la décharge est donnée par

$\{$uc = E(1-e-t/RC) pendant la charge ;uc = Ee-t/RC pendant la décharge

Montrer que la constante de temps τ du circuit correspond au temps au bout duquel la charge et la décharge du condensateur sont réalisées à 63 %.

Utiliser ce résultat pour évaluer la constante de temps t du circuit. Sachant que R = 2,0 kΩ, en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES – OSCILLATIONS ELECTRIQUES FORCEES

Exercice 1 :

Un dipôle (R, L , C) série est constitué

- d'un conducteur ohmique de résistance R = 50 Ω ;
- d'une bobine d'inductance L = 45 mH et de résistance r = 10 Ω ;
- d'un condensateur de capacité C = 10 μF

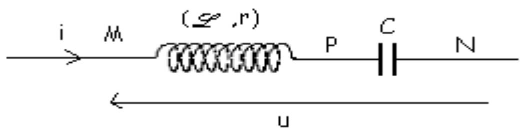
On alimente ce dipôle par une tension sinusoïdale de tension efficace U = 6 V et de fréquence f = 100 Hz.

1. Faire la représentation de Fresnel relative à ce circuit.
2. Calculer l'impédance du circuit.
3. Calculer l'intensité efficace I du courant.
4. Calculer la tension efficace aux bornes de chaque composant.
5. Calculer la phase φ de la tension par rapport à l'intensité.

Exercice 2 :

Une portion de circuit MN comprenant en série une bobine de résistance r et d'auto-inductance L et un condensateur de capacité C, est soumis à une tension $u = 10\sqrt{2}\cos(2500t)$. On mesure les valeurs efficaces ci dessous : I = 150 mA ; U_{MP} = 19 V ; U_{PN} = 12 V

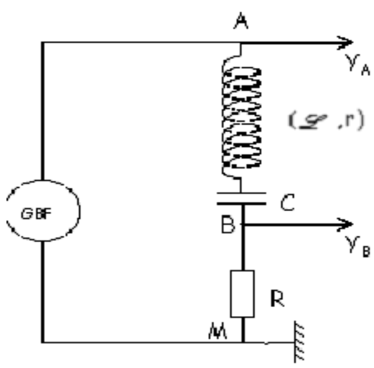
1. Faire la construction de Fresnel en prenant l'échelle suivante : 1 cm pour 2 volts.
2. Déterminer graphiquement l'avance algébrique de phase de u par rapport à l'intensité instantanée i. Donner l'expression de i en fonction du temps.
3. Donner les expressions des tensions instantanées U_{MP} et U_{PN} en fonction du temps.
4. Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle MN.

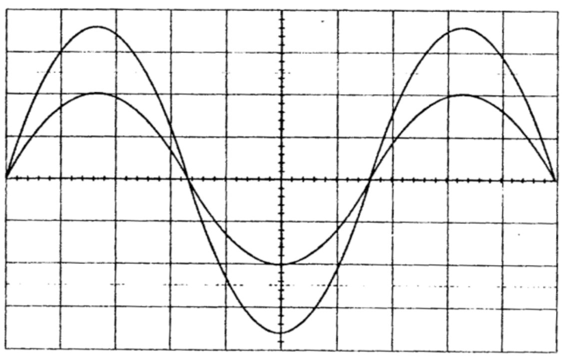


Exercice 3 :

Un GBF délivre une tension sinusoïdale de fréquence f aux bornes d'un dipôle comprenant en série :

- Une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- Un condensateur C = 100 nF ;
- Un conducteur ohmique de résistance totale R = 10 Ω.





La figure ci-dessus représente ce qu'on observe sur l'écran de l'oscilloscope avec les réglages suivants :

- Sensibilités verticales sur les deux voies : 0,5 V/division ;

- Balayage horizontal: 0,1 ms/division.

1. Déterminer la période T de la tension sinusoïdale u(t) délivrée par le G.B.F. En déduire la fréquence f et la pulsation ω correspondantes.
2. Déterminer les valeurs maximales de la tension U_m aux bornes du dipôle et de la tension U_{Rm} aux bornes du résistor. En déduire la valeur maximale I_m de l'intensité du courant.
3. Déterminer le déphasage φ entre u(t) et i(t). Dans quel état se trouve le circuit ?
4. la relation entre U_m et U_{Rm} faisant intervenir R et r. Déterminer r.
5. Rappeler la relation donnant la fréquence des oscillations en fonction de L, la pulsation et C dans le cas particulier envisagé. Que vaut L ?

Exercice 4 :

1. Un condensateur de capacité C = 33 μ F est chargé avec un générateur de tension réglé sur U = 10 V. Calculer la charge Q_0 et l'énergie E_0 emmagasinée par ce condensateur.
2. Ce condensateur chargé est déconnecté du générateur puis relié aux bornes d'une bobine d'inductance L = 120 mH. Dans cette question on suppose nulle la résistance du circuit. On observe ce qui se passe à l'aide d'un oscilloscope.

2.1. Faire un schéma du montage. Dessiner qualitativement la figure observée sur l'écran de l'oscilloscope.

2.2. Donner une interprétation énergétique du phénomène.

2.3. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée aux bornes du condensateur. On précisera les conventions.

2.4. Le circuit constitué par la bobine et le condensateur portant la charge Q_0 a été fermé à l'instant pris comme origine des temps t = 0. Déterminer l'expression de la charge instantanée du condensateur en fonction du temps et des grandeurs L et C des composants.

2.5. Calculer les valeurs maximale et efficace de l'intensité du courant.

2.6. Calculer la période propre T_0 des oscillations électriques.

3. En réalité la bobine possède une inductance L mais aussi une résistance r.

3.1. La tension aux bornes du condensateur est enregistrée avec un oscilloscope spécial à

3.2. mémoire qui permet la visualisation d'un phénomène qui ne se produit qu'une fois. pourquoi a-t-on besoin d'un tel appareil? Donner une interprétation énergétique du phénomène.

3.3. La courbe obtenue avec la sensibilité horizontale 10 ms / division est reproduite ci-dessous (figure 1).Comparer la pseudo-période T et T_0. Calculer l'énergie calorifique dégagée dans le circuit après 1 oscillation.

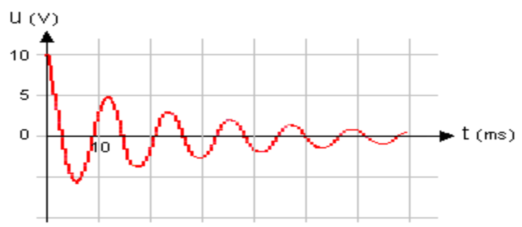


figure 1

Exercice 5 :

Un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace constante U = 10,0 V, est utilisé pour alimenter un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω, un condensateur de capacité $C = 0,5\ \mu F$ et une bobine de résistance $R_b = 100\ \Omega$ et d'inductance $L = 50$ mH. Ces trois dipôles étant montés en série :

1. Pour la fréquence $f = f_1 = 318$ Hz du GBF, calculer :

1.1. L'impédance Z du montage.

1.2. La valeur efficace I_1 du courant i (t) débité par le GBF.

1.3. La puissance P_1 consommée par le montage.

1.4. La phase φ de la tension u (t) délivrée par le GBF par rapport au courant i(t) qu'il débite. Préciser laquelle de ces deux grandeurs (tension ou courant) est en avance sur l'autre.

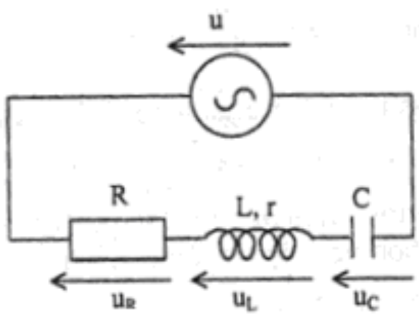
2. Pour la fréquence f_1, tracer à l'échelle le diagramme de Fresnel du montage en utilisant les résultats des questions précédentes.

3. Calculer la valeur F_0 de la fréquence propre du montage que deviennent les différentes valeurs calculées à la question 1. Si on alimente le montage avec la fréquence F ? Comment s'appelle le phénomène particulier qui se produit quand $F = F_0$?

Exercice 6 :

Soit un dipôle R, L, C série formé d'un résistor de résistance R, d'une bobine d'inductance L et de résistance $r = 17,65\ \Omega$ et d'un condensateur de capacité C.

Il est relié aux bornes d'un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de valeur efficace constante U = 1 V. La fréquence f de cette tension est réglable. Le dipôle est parcouru par un courant d'intensité efficace I. (voir figure)



1. Etablir l'équation différentielle qui fournit la valeur instantanée u(t) aux bornes du dipôle en fonction de R, r, L, C et de la fréquence. En déduire l'expression de l'intensité efficace I en fonction de f.

2. L'expérience donne le tableau de mesure de l'intensité efficace en fonction de la fréquence, soit :

i(mA)	1	1,8	4,3	7,2	8,5	7,2	4,7	3,2	2,4	1,5	1	0,7
f(Hz)	160	180	200	210	215	220	230	240	250	270	300	350

Tracer la courbe I = g (f). *Echelles : 2 cm ↔ 1 mA ; 1 cm ↔ 20 Hz*

3. Indiquer la fréquence de résonance f_o et l'intensité I_o correspondante. En déduire R.

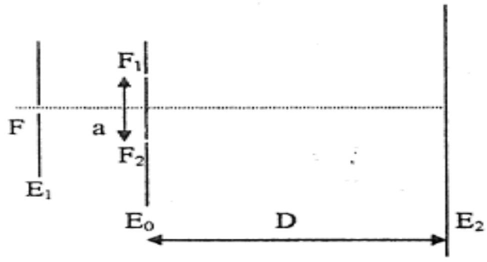
4. A la résonance d'intensité la tension efficace U_c aux bornes du condensateur est donnée par U_c = Q.U où Q est le facteur de qualité du circuit et U la tension efficace aux bornes du circuit. En déduire les deux expressions de Q, l'une en fonction de L, l'autre en fonction de C. Pourquoi l'appelle-t-on facteur de surtension ? Déduire de la courbe les valeurs f_1 et f_2 des fréquences qui limitent la bande passante usuelle

En admettant que $|f_2 - f_1|$=**Erreur !**. Calculer L et C pour ce circuit

INTERFERENCES LUMINEUSES

Exercice 1 :

Deux fentes fines parallèles, rectangulaires F_1 et F_2 sont percées dans un écran opaque E_o ; à une distance a = 0,5 mm l'une de l'autre. On les éclaire grâce à une troisième fente F percée dans un écran E_1 derrière lequel est placée une lampe à vapeur de sodium. E_o est parallèle à E_1 et F est située à égale distance de F_1 et on place un écran E_2 parallèlement à E_o à une distance D = 1,00 m de celui-ci. (figure ci-contre).



La longueur d'onde de la lumière émise par la lampe est λ_o = 589 nm, les deux fentes F_1 et F_2 Se comportent comme deux sources cohérentes de lumière monochromatique. Les faisceaux de la lumière diffractée par F_1 et F_2 interfèrent et l'on observe sur l'écran E_2 des franges d'interférence.

Soit y l'ordonnée d'un point M de l'écran E_2 appartenant à la zone d'interférence, y étant comptée à partir d'un point O du centre de E_2.

1. Quel est le caractère de la lumière ainsi mis en évidence par le phénomène observé ?
2. Représenter qualitativement la figure observée sur l'écran E_2.
3. Expliciter, le sens des termes ou expressions suivants : écran opaque, source monochromatique, sources cohérentes et interfrange.
4. Sachant que la différence de marche entre 2 rayons provenant respectivement de F_2 et F_1, interférant en M, est donnée par la relation :

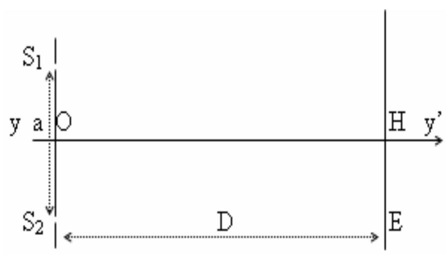
$$\delta = F_2M - F_1M = \textbf{Erreur !}$$

Etablir l'expression de l'interfrange i en fonction de λ_0, D et a puis calculer i.

5. On remplace la source précédente par une source monochromatique dont la longueur d'onde est λ_1. On observe sur l'écran E_2 que la distance entre la quatrième frange brillante et la septième frange sombre situées de part et d'autre de la frange centrale brillante est d = 10,29 mm. Quelle est la valeur de la longueur d'onde λ_1 de la lumière émise par la source ?

Exercice 2 :

On utilise un dispositif permettant d'observer dans l'air des interférences lumineuses. S_1 et S_2 sont deux fentes constituant des sources cohérentes et synchrones. L'axe yy' est confondu avec la médiatrice de S_1S_2. L'écran d'observation E est perpendiculaire à l'axe yy'. On éclaire d'abord les fentes deux fentes avec une lumière monochromatique jaune de longueur d'onde λ_1 = 0,6 µm. On constate que la distance qui sépare le milieux de la frange centrale d'ordre k_1 = 10 est de x_1 = 6 mm.



On éclaire ensuite les deux fentes avec une lumière rouge monochromatique de longueur d'onde λ_2. La distance qui sépare le milieu de la frange centrale du milieu de la frange brillante d'ordre k_2 = 12 est de x_2 = 8,64 mm.

1. Montrer que la longueur d'onde λ_2 s'exprime par : λ_2 = **Erreur !**λ_1. Calculer λ_2.
2. Calculer les fréquences ν_1 et ν_2 correspondant à ces deux radiations.
3. On éclaire ces deux fentes simultanément avec ces deux radiations ; ce qui donne une lumière paraissant orangée à l'œil au point H, intersection de yy' avec l'écran.

3.1. Expliquer qualitativement cet aspect de l'écran c'est à dire l'apparition de la teinte orangée.

3.2. La largeur totale du champ d'interférence sur l'écran E étant de 18 mm ; combien de fois retrouve-t-on l'aspect observé en H.

4. On dispose d'une cellule photoémissive avec cathode au césium dont le seuil photoélectrique est $\lambda_0 = 0{,}66$ µm. On éclaire la cathode successivement avec les trois radiations lumineuses déjà étudiées :

(a) avec la lumière jaune de longueur d'onde λ_1.

(b) avec la lumière rouge de longueur d'onde λ_2.

(c) avec la lumière orangée formée par la mélange des deux précédentes.

Préciser pour chacune des expériences, (a), (b) et (c) s'il y a eu émission d électrons. Si oui avec quelle vitesse maximale ces électrons sortent-ils de la cathode ?

Données : célérité de la lumière dans le vide $c = 3{,}00.10^8$ m/s ; constante de Planck $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s.

Exercice 3 :

On considère le dispositif de Young représenté ci-contre : S_1 et S_2 sont deux sources lumineuses ponctuelles distantes de a=1mm. Le plan (P) de l'écran d'observation parallèle à S_1S_2 est situé à la distance D=1m du milieu I du segment S_1S_2 ; le point O est la projection orthogonale de I sur (P).Sur la droite perpendiculaire à IO au point O et parallèle à S_1 et S_2,un point M est repéré par sa distance x du point O(x est l'absence de M sur un axe orienté colinéaire à cette droite).

Les deux sources S_1 et S_2, sont obtenues, grâce à un dispositif interférentiel approprié, à partir d'une source ponctuelle S située sur l'axe IO.

1. La source S émet une radiation monochromatique de longueur d'ondeλ

1.1. Décrire ce que l'on observe sur l'écran.

1.2. Etablir, en fonction de a, x et D, l'expression de la différence de marche δ au point M (x et a étant petits devant D, on supposera que $S_1M + S_2M \approx 2D$.)

1.3. En déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de a, D et λ.Calculer la longueur d'onde λ sachant que i=0,579mm.

2. La source S émet maintenant deux radiations de longueurs d'onde λ_1 et λ_2.

2.1. Dans une première expérience, on utilise des radiations verte et rouge de longueurs d'onde respective λ_1=500nm et λ_2=750nm.

2.1.1. Au milieu O de l'écran, on observe une coloration jaune. Expliquer cette observation.

2.1.2. Quel est l'aspect du champ d'interférences :

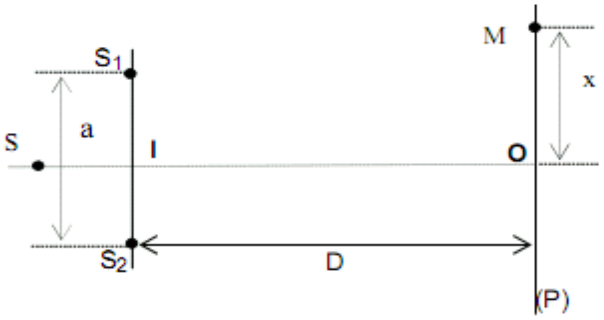
- au point M_1 tel que : OM_1=0,75mm ?
- au point M_2tel que : OM_2=1,5mm ?

2.2. Dans une deuxième expérience les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 sont voisines : λ_1=560nm et λ_2=528nm. A quelle distance minimale x du point O observe-t-on une extinction totale de la lumière ?

3. La source S émet de la lumière blanche que l'on supposera composée de toutes les radiations de longueur d'onde λ telle que : 400nm≤ λ≤800nm

3.1. Qu'observe-t-on sur l'écran ? Justifier la réponse brièvement.

3.2. Quelles sont les longueurs d'onde des radiations éteintes au point M tel que OM=x=1,5mm ?



EFFET PHOTOELECTRIQUE : MISE EN EVIDENCE EXPERIMENTALE

Exercice 1

La cathode d'une cellule photo-électrique au potassium est éclairée par deux radiations lumineuses, l'une de longueur d'onde λ = 0 49 µm, l'autre de longueur d'onde λ' = 0,68 µm. Le travail d'extraction vaut W_s = 2,25 eV.

1. Les deux radiations permettent-elle l'émission d'électrons ? Justifier.
2. Lorsque le cellule est éclairée par la radiation de longueur d'onde λ = 0 49 µm. Quelle est la vitesse maximale avec laquelle les électrons quittent la cathode ?
3. La lumière ayant toujours la longueur d'onde λ = 0 49 µm, la puissance rayonnante reçue par la cathode étant $P = 9.10^{-7}$ W on constate que l'intensité du courant de saturation dans le circuit de la cellule est $I = 4.10^{-9}$ A. En déduire:
   - la sensibilité de la cellule $\sigma = I/P$;
   - le rendement quantiqueη.

Exercice 2 :

Une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 3{,}6.10^{-7}$ m éclaire la cathode de potassium d'une cellule photo-électrique. On établit la tension $U_{AC} = V_A - V_C$ entre l'anode et la cathode, tension qui peut prendre plusieurs valeurs.

L'énergie minimale à fournir pour extraire un électron du potassium est W_0 = 2,26 eV.

1. Quelle est la condition nécessaire à l'extraction d'un électron de la cathode ? Fait-elle intervenir la radiation lumineuse, sa puissance, sa fréquence ou la tension U ? Montrer que cette condition est réalisée dans l'exercice.
2. Calculer :

2.1. l'énergie cinétique et la vitesse maximales de chaque électron à sa sortie du métal, en supposant que l'électron émis n'est pas relativiste ;

2.2. la valeur absolue de U_0, potentiel d'arrêt de la cellule, valeur de U pour laquelle le courant de cette cellule est annulée.

3. Montrer que $|U_0|$est une fonction simple de v, fréquence de la radiation, et calculer la fréquence pour laquelle U_0 est nul. Quelle est la signification de cette fréquence?

Données : *constante de Planck $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s ; célérité de la lumière dans le vide $c = 3.10^{8}$ m.s^{-1} ; charge de l'électron $-e = -1{,}6.10^{-19}$ C ; masse de l'électron $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg.*

Exercice 3 :

Une cellule photo-électrique à cathode métallique est éclairée simultanément par deux radiations monochromatiques de longueur d'onde λ_1 = 0,228 µm et λ_2 = 0,524 µm. L'énergie d'extraction d'un électron de cette cathode est W_0 = 3,40 eV.

1. Ces radiations provoquent-elles toutes deux l'effet photo-électrique ?
2. Calculer la vitesse maximale des électrons émis dans les conditions de l'expérience. L'augmente-t-on en changeant l'intensité du faisceau lumineux?
3. On rappelle que le rendement de la cellule est le rapport du nombre n_0 d'électrons émis au nombre n_P de photons incidents. Dans le cas présent, ce rendement est égal à $2{,}5.10^{-3}$, te l'intensité du courant de saturation est égale à 1,2 µA. Exprimer en milliwatts la puissance lumineuse reçue par la cathode de la part de la radiation λ_1.

Données : *$h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s ; $c = 3.10^{8}$ m.s^{-1} ; $e = 1{,}6.10^{-19}$ C ; masse de l'électron $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg ; 1eV = $1{,}6.10^{-19}$ J*

NIVEAUX D'ENERGIE DE L'ATOME

Exercice 1 :

Les différents niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

ε_n = - **Erreur !**, où εn est en eV et où est un nombre entier naturel non nul.

1. Faire le schéma classique du diagramme de ces niveaux d'énergie en utilisant l'échelle :

   1 cm pour 1 eV (on ne représentera que les six premiers niveaux).

2. Déterminer l'énergie minimale, en eV et en J, qu'il faut fournir à un atome d'hydrogène pour l'ioniser :

   2.1. lorsqu'il est dans son état fondamental (n = 1) ;

   2.2. lorsqu'il est sur le premier niveau d'énergie excité (n = 2).

3. L'atome est excité sur le niveau 6. Montrer qu'en se désexcitant vers le niveau fondamental il peut émettre un grand nombre de raies. Déterminer la raie de plus grande énergie, par conséquent de plus courte longueur d'onde. Calculer cette longueur d'onde λ_1 en nm. (On admettra que toutes les transitions sont possibles).
4. Représenter par des flèches, sur le diagramme d'énergie, les transitions correspondant aux différentes raies d'émission de la série de Balmer (retour de l'électron au niveau n = 2). En déduire les deux longueurs d'onde limites λ_1 et λ_2 de la série de Balmer.
5. Un ion H^+ absorbe un électron d'énergie cinétique 1 eV. L'atome formé se désexcite aussitôt vers l'état fondamental. Quelle est la longueur d'onde de la radiation émise?

Exercice 2 :

Les différents niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

ε_n = - **Erreur !**, où ε est en eV et n un nombre entier non nul.

1. La série de Lyman comprend les radiations émises par l'atome d'hydrogène excité (n ≥ 2) lorsqu'il revient à son état fondamental (n = 1). Parmi toutes les raies d'émission de l'hydrogène, l'analyse spectroscopique permet de déceler des radiations $\boldsymbol{\lambda_1 = 121{,}6}$ **nm ;** $\boldsymbol{\lambda_2 = 102{,}6}$ **nm ;** $\boldsymbol{\lambda_3 = 97{,}3}$ **nm**.

Ces radiations appartiennent-elles à la série de Lyman ? Quelles transitions correspondent-elles ?

2. Calculer, en nm, l'écart Δλ entre la plus grande et la plus petite longueur d'onde de la série de Lyman.
3. Un électron d'énergie cinétique 2 eV est capté par un ion H^+ supposé au repos. L'atome formé se désexcite aussitôt vers l'état ε_1. calculer la longueur d'onde de la radiation émise. Du fait de la conservation de la quantité de mouvement, l'atome formé possède une vitesse (effet de recul). Y-t-il lieu de tenir compte de l'énergie cinétique correspondante ? On montrera qu'on peut négliger la quantité de mouvement du photon émis.

Exercice 3 :

Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène comporte les radiations de longueurs d'onde :

λ_1= 1 875 nm; λ_2 = 656,3 nm ; λ_3 = 486,1 nm ; λ_4 = 121,6 nm ; λ_5 = 102,6 nm.

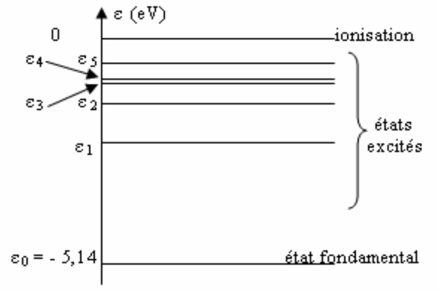
1. A quels domaines (UV, visible, IR, etc.) du spectre électromagnétique ces radiations appartiennent-elles ?
2. Montrer certaines de ces fréquences correspondantes se déduisent des autres par soustraction.

Exercice 4:

L'analyse du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium révèle la présence de raies de longueurs d'onde bien définies.

1. La figure ci-dessous représente le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium.

A partir du tableau donnant la longueur d'onde de la raie émise lors d'une transition entre deux niveaux d'énergie, Calculer l'énergie des différents états excités.



Niveau excité	4	5	1	3	2
Niveau des désexcitations	0	1	0	1	1
Longueur d'onde en nm de la raie émise	330,3	568,8	589,3	819,5	1138,2

On donnera ε_k en eV avec deux chiffres significatifs après la virgule.

2. Un atome de sodium dans son état fondamental reçoit un photon de longueur d'onde λ = 589,3 nm. Est-il absorbé ? Quel est le niveau de l'énergie de l'atome de sodium ?

3. Un photon d'énergie 3,00 eV arrive sur un atome de sodium au repos, dans l'état fondamental. Est-il absorbé ? Pourquoi ?

4. Un photon d'énergie 6,14 eV arrive sur un atome de sodium à l'état fondamental. L'atome est-il ionisé ? Si oui, quelle est l'énergie cinétique de l'électron éjecté ?

5. Montrer que si un atome est excité dans son premier niveau ε_1, il suffit d'un photon d'énergie supérieure à 3,03 eV pour l'ioniser.

REACTIONS NUCLEAIRES

Dans tous les exercices on prendra (sauf indication):

$m_p = 1{,}007276$ u ; $m_n = 1{,}008665$ u ; $m_e = 0{,}000549$ u ; $m_\alpha = 4{,}00150$ u ; 1u = $1{,}66.10^{-26}$ kg = 931,5 MeV.c^{-2} ; Constante d'Avogadro = $6{,}02.10^{23}$ mol^{-1} ; h = $6{,}62.10^{-34}$ J.s ; c = 3.10^8 m/s

Exercice 1 :

Compléter les réactions suivantes :

1. Noyaux émetteurs α :

210;84 Po → …. + Pb

---;--- Th → …. + 219; 88 Ra

2. Noyaux émetteurs β^- :

14;6 C → ---;--- B + 0;-1 e + v;¯

---;--- P → 32;16 s + …. + v;¯

56;--- Mn → ---;26 X + ---;--- Y + v;¯

3. Noyaux émetteurs β^+ :

12;7 N → ---;--- C + ---;--- e + v

---;--- Cd → 107;47 Ag + ---;--- X + v

Exercice 2 :

Le bismuth 212;83 Bi est radioactif α.

1. Ecrire l'équation de désintégration. (Utiliser le tableau de classification périodique pour déterminer le noyau fils.)
2. Les particules α éjectées devraient avoir une énergie cinétique de 9 MeV. En réalité 70 % des particules α ont une énergie cinétique mesurée de 6 MeV. Comment interpréter cette différence ? Sous quelle forme se retrouve l'énergie manquante ?

Exercice 3 :

La constante radioactive du 210;84 Po est : $\lambda = 5{,}8.10^{-8}$ s^{-1}.

1. Calculer, en secondes et en jours, la période radioactive T.
2. On considère un échantillon contenant initialement N_0 noyaux de Po. Calculer combien il en reste en moyenne aux instants**Erreur !**, T, 2T, 3T. Donner l'allure de la courbe de décroissance.

Exercice 4 :

La loi de décroissance d'un élément radioactif est : N;¯ (t) = N_0;¯ $e^{-\lambda t}$.

1. Donner la signification des termes N;¯ (t) ; N_0;¯ et λ.
2. Le bismuth 210 subit une désintégration β^- ; sa constante radioactive est $\lambda = 5{,}77.10^{-4}$ s^{-1}.

2.1. Calculer la période T ou demi-vie du bismuth 210.

2.2. Définir l'activité (c'est-à-dire le nombre moyen de désintégration par seconde) de l'échantillon à la date t en fonction de N;¯ (t) et de λ.

3. Un échantillon contient à t = 0 une masse m = 10^{-6} kg de bismuth 210. Déterminer l'activité de cet échantillon aux instants t = 0 et t = T.

Exercice 5 :

A une date origine t = 0, on dispose d'un échantillon contenant en moyenne N_0 noyaux de 210;84 Po radioactif. A une date t, on détermine le nombre moyen de N de noyaux non désintégrés. Les mesures donnent:

t (jours)	0	40	80	120	160	200	240
Erreur !	1	0,82	0,67	0,55	0,45	0,37	0,30

1. A l'aide d'une représentation graphique, déduire de ces mesures les valeurs de la constante radioactive λ et de l période T du polonium 210;84 Po.

On portera t en abscisse (1 cm pour 20 jours) et - ln*Erreur ! *en ordonnée (1 cm pour 0,1)

2. Au bout de combien de temps la masse restante de 210;84 Po devient-elle le dixième de la masse initiale ?

Exercice 6 :

On considère la famille radioactive dont le nucléide père est l'uranium 238;92 U et le nucléide final stable, le plomb 206;82 Pb.

1. Le radium est un nucléide de cette famille qui, à la suite de désintégrations de type α ou β^-, conduit au plomb 206;82 Pb.

1.1. Donner l'équation générale de la radioactivité α. En utilisant les éléments de cette famille notés dans le tableau ci-après, écrire l'équation d'une désintégration de ce type.

226;88 Ra	222;86 Rn	210;84 Po	206;82 Pb

1.2. Donner l'équation générale de la radioactivité β^-.

1.3. Quels sont les nombres de désintégrations de type α et de type β^- permettant de passer du noyau 226;88 Ra au noyau 206;82 Pb ?

2. On considère une masse m_0 à une date choisie comme origine des temps. La période du radon est de 3,825 j.

2.1. Déterminer la masse de radon restant au bout de 1, 2, ….., n périodes. En déduire la masse de radon désintégrée au bout de n périodes.

2.2. Calculer les durées nécessaire pour désintégrer les **Erreur !** et les **Erreur !** de la masse m_0 du radon.

Exercice 7:

1. Le rayonnement α est constitué de noyaux d'hélium 4;2 He.

1.1. Quels sont les autres rayonnements radioactifs que vous connaissez ? Préciser à chaque fois le type de particules émises

1.2. Calculer en MeV l'énergie de liaison par nucléon dans le noyau d'hélium.

2. Le polonium 218;84 Po subit la désintégration α en donnant un noyau A;Z X. Ecrire l'équation de désintégration. Identifier le noyau A;Z X.

Donnée:

$_{80}Hg$	$_{81}Tl$	$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$	$_{85}At$	$_{86}Rn$

3. La période radioactive du $^{218}_{84}$Po est de 3 min 03 s.
3.1. définir la période radioactive d'un radioélément.
3.2. Un échantillon renferme initialement 1 mg de $^{218}_{84}$Po.
Quelle masse de polonium 218 reste-t-il au bout de 12 min 12s.

Exercice 8:
1. Qu'appelle-t-on radioactivité naturelle d'un élément ?
2. La désintégration radioactive du polonium 210 peut s'écrire sous la forme :

$$^{218}_{84}\mathrm{Po} \rightarrow {}^{a}_{b}\mathrm{X} + {}^{206}_{82}\mathrm{Pb}$$

Trouver a, b et X. de quel type de radioactivité s'agit-il ?
3.
3.1. Calculer en MeV l'énergie libérée lors de la désintégration d'un noyau de polonium 210.
3.2. En supposant qu'il y n'a pas d'émission γ secondaire, calculer en MeV l'énergie cinétique ainsi que la vitesse de la particule $^{a}_{b}$X émise. (On rappelle qu'il y a conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie totale des particules).
4. Sachant que la demi-vie (ou période) du polonium 210 est de 138 jours, calculer le temps au bout du quel le quart d'une masse initiale m_0 de polonium 210 se sera désintégrée. (On rappelle que si m_0 est la masse initiale d'un échantillon radioactif, la masse restante dans l'échantillon au bout d'un temps t est de la forme $m(t) = m_0\, e^{-\lambda t}$, avec λ =**Erreur !**, λ représente la constante de désintégration de l'échantillon radioactif et T sa demie-vie).
Données : $m_{Po} = 209,9360$ u ; $m_{Pb} = 205,9296$ u.

Exercice 9:
1. L'uranium naturel comprend deux isotopes $^{235}_{92}$U et $^{238}_{92}$U dans des proportions très différentes.
La première désintégration de l'isotope $^{238}_{92}$U et de type α.
1.1. Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire.
1.2. On suppose un atome de cet isotope, initialement isolé et au repos. En utilisant la conservation de la quantité de mouvement, exprimer, en fonction de $\vec{v_1}$, vitesse d'éjection de la particule α de masse m_1, la vitesse de recul $\vec{v_2}$ du noyau fils de masse m_2.
1.2.1. Calculer numériquement v_2, si $v_1 = 1,5.10^4$ km/s. Exprimer en fonction de E_{c1}, énergie cinétique de la particule α, l'énergie cinétique totale E_c emportée par la particule α et le noyau fils.
1.2.2. Calculer numériquement E_c en J et en MeV.
2. L'énergie libérée par chaque atome désintégré est E = 5 MeV. En déduire la longueur d'onde du photon libéré lors de cette réaction. Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34}$ J.s
3. L'isotope $^{235}_{92}$U est fissible : bombardé par un neutron, un noyau d'uranium 235 peut conduire à la réaction suivante :

$$^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{139}_{x}\mathrm{Xe} + {}^{y}_{38}\mathrm{Sr} + 2\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

3.1.1. Calculer x et y.

3.1.2. L'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235 est 200 MeV. Déterminer la variation de masse Δm que subit le système, en kg et en u.

3.1.3. Un neutron émis lors de cette fission possède une vitesse moyenne v_0 = 20 000 km/s. Afin que la fission puis se produire et s'entretenir, il faut ralentir ces neutrons grâce à des chocs successifs qu'on supposera élastiques et colinéaires sur d'autres noyaux supposés initialement au repos de façon que la vitesse finale au bout de n chocs soit, au plus, v_n = 2 km/s.

4. Soit m la masse d'un neutron et M la masse du noyau contre lequel se produit le choc. Exprimer, en fonction de m, M et v_0, la vitesse v_1 de ce neutron après le premier choc

5. Exprimer en fonction de m, m et v_0, les vitesses v_2, v_3, ……, v_n du neutron après 2, 3, …….., n chocs successifs.

6. Calculer le nombre de chocs nécessaires pour obtenir la vitesse finale v_n si les chocs ont lieu sur des noyaux de deutérium de masse M = 2 m. Une centrale nucléaire utilisant la fission de l'uranium 235 fournit une puissance électrique de 2,4 MW. Sachant que 30 % de l'énergie libérée lors de la fission est transformée en énergie électrique, calculer la masse d'uranium 235 consommée par jour.

SUJETS BAC

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
OFFICE DU BACCALAUREAT
Télé fax (221) 33 824 65 81 - Tél. : 33 824 95 92 - 33 824 65 81

13 G 27 A 01
Durée : 4 heures
Séries : S2-S2A – Coef. 6
Séries : S4-S5 – Coef. 5
Epreuve du 1er groupe

SCIENCES PHYSIQUES

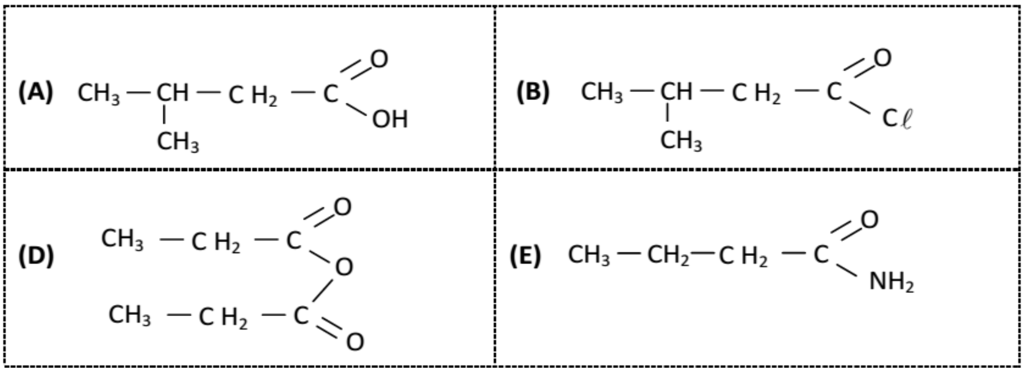
Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (04 points).

Les parties A et B sont indépendantes.

PARTIE A

1.1. Nommer les composés organiques A, B, D, E dont les formules suivent et préciser la famille chimique de chaque composé. **(01 point)**



1.2. Ecrire l'équation-bilan d'une réaction qui permet d'obtenir :

a) le composé B à partir du corps A ; **(0,25 point)**
b) le composé D à partir de l'acide propanoïque ; **(0,25 point)**
c) le composé E par une réaction rapide et totale. **(0,25 point)**

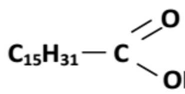
PARTIE B

Traditionnellement, dans nos campagnes africaines les femmes recyclaient les graisses et les huiles d'origine animale ou végétale pour en faire du savon. Le savon est également fabriqué en usine.

1.3. Les graisses et les huiles sont des corps gras. Les corps gras sont pour la plupart des triglycérides. Rappeler ce qu'est un triglycéride. **(0,25 point)**

1.4. Rappeler la formule semi-développée du propan-1,2,3-triol ou glycérol. **(0,25 point)**

1.5. L'acide palmitique ou acide hexadécanoïque a pour formule :



En faisant réagir le glycérol sur l'acide hexadécanoïque on obtient un composé organique nommé palmitine.

1.5.1 Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction du glycérol sur l'acide hexadécanoïque. Nommer cette réaction et dire si elle est totale ou non **(0,75 point).**

1.5.2 La palmitine est aussi présente dans l'huile de palme. Dans une usine de la place on fabrique du savon à partir de la palmitine provenant d'huile de palme. Pour cela, on y réalise la saponification de la palmitine contenue dans 1500 kg d'huile de palme renfermant, en masse, 47 % de palmitine. La base forte utilisée est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

1.5.2.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de saponification de la palmitine par la solution d'hydroxyde de sodium et entourer la formule du produit qui correspond au savon. **(0,5 point)**

1.5.2.2 Calculer la masse de savon obtenue si le rendement de la réaction est de 80 %. **(0,5 point)**

On donne les masses molaires en $g.mol^{-1}$: M(C) = 12 ; M(H) = 1 : M(O) = 16 ; M(Na) = 23

EXERCICE 2 (04 points)

L'eau oxygénée ou péroxyde d'hydrogène, H_2O_2, est utilisée au laboratoire mais aussi dans la vie courante pour la décoloration des cheveux, la désinfection des plaies…

Elle se décompose spontanément mais lentement en dioxygène et en eau. Cette décomposition est accélérée par certains facteurs comme l'exposition à la lumière, la présence d'ions fer (II), d'ions fer (III), de platine. On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène en présence d'ions fer (III).

2.1. Préciser le rôle des ions fer (III). **(0,25 point)**

2.2. Afin de suivre l'évolution de cette réaction, on effectue des prélèvements du mélange réactionnel, de volume V_0 =10,00 mL à intervalles de temps réguliers et on dose immédiatement le peroxyde d'hydrogène restant de chaque prélèvement à l'aide d'une solution de permanganate de potassium fraîchement préparée de concentration C = $1{,}5.10^{-2}$ mol.L^{-1}. On opère en milieu acide. Les ions MnO_4^- sont alors réduits en ions Mn^{2+} par l'eau oxygénée. L'équation-bilan de la réaction est :

$$2\,MnO_4^- + 5\,H_2O_2 + 6\,H_3O^+ \rightarrow 2\,Mn^{2+} + 5\,O_2 + 14\,H_2O$$

Retrouver cette équation-bilan en écrivant les demi-équations redox sachant que les couples mis en jeu sont : MnO_4^-/Mn^{2+} et O_2/H_2O_2 **(0,5 point)**

2.3 Pour chaque prélèvement, on relève la date t et on note le volume V de la solution de permanganate de potassium qu'il faut pour atteindre l'équivalence d'oxydoréduction. On obtient le tableau suivant :

t (s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
V (mL)	12,12	9,92	8,12	6,65	5,44	4,46	3,65	2,99	2,45	2,00
$[H_2O_2]$ (10^{-3} mol.L^{-1})										

2.3.1 Montrer que la concentration $[H_2O_2]$ restante de chaque prélèvement peut s'exprimer par la relation : $[H_2O_2] = \dfrac{5\,CV}{2\,V_0}$ **(01 point)**

2.3.2 Compléter le tableau ci-dessus et tracer la courbe donnant $[H_2O_2]$ restante en fonction du temps. Echelles : 1 cm pour 50 s et 1 cm pour 3.10^{-3} mol.L^{-1} . **(01 point)**

2.4.

2.4.1. Déterminer graphiquement les vitesses instantanées de disparition du péroxyde d'hydrogène aux dates t_0 = 0 s et t_2 = 750 s. Justifier l'évolution de la vitesse. **(01 point)**

2.4.2. Représenter sur le même système d'axes l'allure de la courbe $[H_2O_2]$ = f(t) sans la présence des ions fer (III), les conditions initiales étant conservées. **(0,25 point)**

EXERCICE 3 (04,5 points)

Dans beaucoup de moteurs, pour diminuer l'usure des pièces mécaniques, on utilise des huiles dont l'une des caractéristiques fondamentales est la viscosité.

Dans ce qui suit, on se propose de déterminer la viscosité d'une « huile moteur ». Pour cela, on étudie la chute verticale d'une bille en acier d'abord dans l'air puis dans l'huile. Dans les deux cas, la bille est lâchée sans vitesse initiale à partir d'un point O du fluide pris comme origine de l'axe (OX) vertical et orienté vers le bas et l'instant de lâcher est pris comme origine des dates t = 0.
Sur la bille s'exercent les trois forces suivantes :

- Son poids $\vec{p}$;
- La résistance $\vec{f}$ du fluide, qui est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse instantanée de la bille, d'intensité f = $6\pi\eta r V$, expression où η est la viscosité du fluide supposée constante, V la valeur de la vitesse instantanée de la bille et r son rayon ;
- La poussée d'Archimède $\vec{F}$ qui est une force verticale orientée vers le haut, d'intensité F = $\rho V_B g$ relation où ρ est la masse volumique du fluide, V_B le volume de la bille et g l'intensité de la pesanteur.

3.1 Etude du mouvement de la bille dans l'air.

3.1.1. Représenter les forces appliquées à la bille à une date t > 0. **(0,25 point)**

3.1.2. Calculer l'intensité de chacune de ces forces pour V = 5 m/s. En déduire qu'on peut négliger les intensités de $\vec{F}$ et $\vec{f}$ devant celle du poids. **(0,5 point)**

3.1.3. Etablir les équations horaires de la vitesse V(t) et de l'abscisse x (t) de la bille puis préciser la nature du mouvement de la bille dans l'air. **(0,5 point)**

3.1.4. Au bout d'un parcours de 50 cm depuis le point O, la bille acquiert une vitesse de 3,16 m/s. Montrer que cette information confirme l'approximation faite à la question 3.1.2.**(0,5 point).**

3.2. Etude du mouvement de la bille dans l'huile

3.2.1. Les intensités de $\vec{F}$ et $\vec{f}$ ne sont plus négligeables devant celle du poids.
Par application du théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement de la bille peut s'écrire sous la forme : $\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C$ où C et τ sont des constantes. **(0,5 point)**

3.2.2. Donner l'expression de C en fonction de g, ρ_{ac} (masse volumique de l'acier) et ρ_h (masse volumique de « l'huile moteur ») puis exprimer τ en fonction de ρ_{ac}, r et η (viscosité de l'huile moteur). Vérifier que C = 8,4 m.s^{-2}. **(0,75 point)**

3.2.3. Au bout d'un temps suffisamment long, l'accélération de la bille s'annule. La vitesse obtenue à partir de cet instant est appelée vitesse limite de module $V_{\ell im}$

a) Décrire la nature du mouvement de la bille après que l'accélération s'annule puis exprimer la vitesse limite $V_{\ell im}$ en fonction de τ et C. **(0,5 point)**

b) On trouve expérimentalement que $V_{\ell im}$ = 4,2 cm/s. Quelle valeur de τ peut-on en déduire ? **(0,5 point)**

3.2.4. Déterminer la valeur de la viscosité η de « l'huile-moteur ». **(0,5 point)**

Données :
Masse volumique de l'acier : ρ_{ac} = 7,8 x 10^3 kg/m^3 ; masse volumique de l'air : ρ_0 = 1,3 kg/m^3
Masse volumique de l'huile moteur : ρ_h = 1,26. 10^3 kg/m^3 ; viscosité de l'air : $\eta(air)$ =1,85.10^{-5} SI
Rayon de la bille r = 1,5 mm : Volume de la bille $V_B = \frac{4}{3}\pi r^3$; g = 10 N/kg

EXERCICE 4 (04 points)

Le condensateur est un composant qui peut emmagasiner de l'énergie électrique. Cette énergie peut être restituée, à tout moment, sous diverses formes.

Dans la suite on étudie la charge puis la décharge d'un condensateur. Pour ce faire, on réalise le montage schématisé ci-après (figure1).

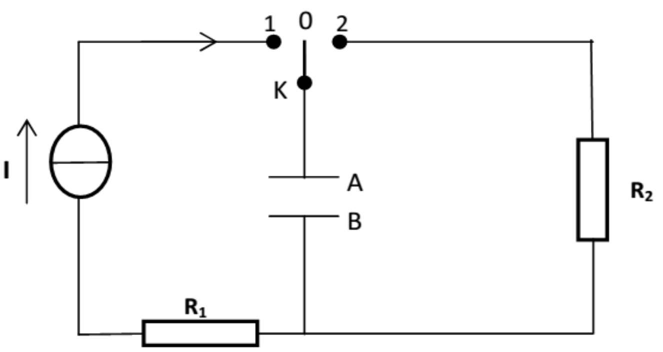


Figure 1

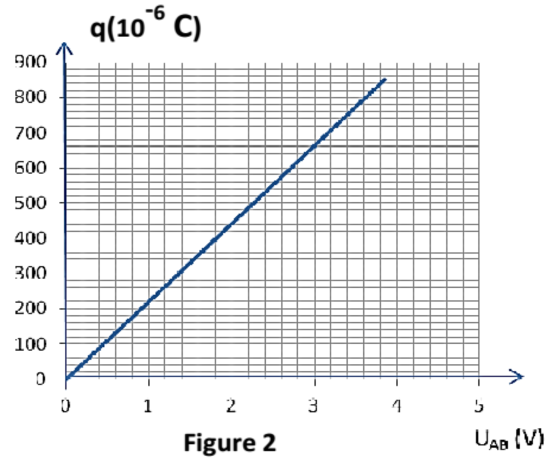


Figure 2

4.1 Etude de la charge du condensateur

Le condensateur étant initialement déchargé, on ferme l'interrupteur K en position 1 (figure 1) à la date t = 0. On considère, dans cette étape, qu'un courant d'intensité constante I = 17 μA traverse le circuit.
On enregistre, par un dispositif approprié, les valeurs de la tension u_{AB} entre les armatures du condensateur au cours du temps t. L'enregistrement étant terminé, on calcule, pour chaque valeur de t la charge q(t) de l'armature A du condensateur.

4.1.1. Tenant compte de l'orientation du circuit, donner l'expression qui permet de calculer la charge q en fonction de la date t. **(0,25 point)**

4.1.2 Le graphe de la charge q en fonction de la tension u_{AB} est représenté à la figure 2. Déduire, par exploitation du graphe :

a) la capacité C du condensateur. **(0,5 point)**

b) la date à laquelle la tension u_{AB} prend la valeur 1,80 V. **(0,5 point)**

4.2 Etude de la décharge du condensateur

Lorsque la tension entre les armatures vaut U_0 = 3,85 V, on bascule l'interrupteur en position 2, à une date prise comme origine des temps t = 0.

4.2.1 Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée u_{AB} est de la forme :
$\frac{1}{\beta}\frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$ où β est une constante dont on donnera l'expression en fonction des caractéristiques des dipôles du circuit. **(0,75 point)**

4.2.2. Donner le nom de la constante $\frac{1}{\beta}$; préciser sa signification physique. **(0,5 point)**

4.2.3. L'équation différentielle a une solution de la forme $u_{AB}(t) = \alpha\, e^{-\beta t}$ où α est une constante.

4.2.3.1 Préciser la valeur de α. Ebaucher la courbe traduisant la variation de la tension $u_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur en fonction du temps. **(0,5 point)**

4.2 3.2 Exprimer, puis calculer l'énergie, E_0, emmagasinée par le condensateur, à la date t = 0. **(0,5 point)**

4.2.3.3 En supposant que cette énergie a pu être restituée, totalement, par le flash d'un appareil photo, en une durée égale à 0,1 ms, calculer la puissance moyenne de ce « flash ». **(0,5 point)**

EXERCICE 5 (03,5 points)

Des interférences lumineuses sont réalisées avec un laser He-Ne de longueur d'onde λ_l = 633 nm.
Le dispositif comprend une plaque percée de deux fentes très fines distances de a. Cette plaque est placée à une distance d de la source laser S (figure 3). On observe les interférences sur un écran P parallèle à la plaque et situé à une distance D = 3 m de celle-ci. Les deux fentes sont à égale distance de la source.
La droite (S0) est l'axe de symétrie du dispositif.

5.1 Expliquer brièvement la formation des franges brillantes et des franges obscures sur l'écran. **(0,5 point)**

5.2 On montre que la différence de marche δ entre les rayons issus des fentes sources F_1 et F_2 s'exprime par $\delta = \frac{ax}{D}$ en un point M d'abscisse x comptée à partir du milieu O de la frange centrale.

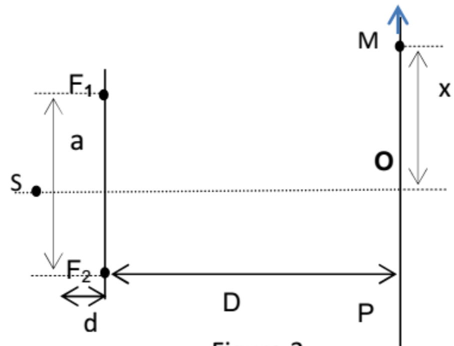


Figure 3

5.2.1 Quelle condition doit vérifier δ pour qu'en un point P de l'écran, on observe une frange brillante ? **(0,25 point)**

5.2.2. Montrer que l'interfrange ou distance entre deux franges consécutives de même nature s'exprime par la formule $i = \frac{\lambda_l D}{a}$ **(0,25 point)**

5.3. Sur l'écran on mesure la distance entre cinq franges brillantes successives et on trouve Δx = 25 mm. On remplace le laser He – Ne par une diode laser de longueur d'onde λ_d, sans rien modifier d'autre ; on mesure maintenant une distance $\Delta x'$ = 27 mm entre cinq franges brillantes successives.

5.3.1. Trouver la relation donnant l'écart a entre les fentes F_1 et F_2 en fonction de λ_l, D et Δx. Faire l'application numérique. **(0,5 point)**

5.3.2. Trouver la relation donnant la longueur d'onde λ_d de la diode laser en fonction de λ_l, Δx et $\Delta x'$. Faire l'application numérique. **(0,5 point)**

5.4. Les deux radiations sont successivement utilisées pour éclairer une cellule photo émissive de fréquence seuil $\nu_0 = 4{,}5.10^{14}$ Hz.

5.4.1 Dans le cas où il y a émission d'électrons, calculer, en joule puis en électron-volt, l'énergie cinétique maximale Ec_{max} des électrons émis. **(0,75 point)**

5.4.2 Dire quel caractère de la lumière cette expérience met en évidence. Citer une application courante de cet aspect de la lumière. **(0,75 point)**

Données : célérité de la lumière $c = 3{,}00.10^8$ m.s^{-1} ; constante de Planck : $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s

CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR 1/4

OFFICE DU BACCALAUREAT

élé fax (221) 33 824 65 81 - Tél. : 33 824 95 92 - 33 824 65 81

14 G 27 A 01
Durée : 4 heures
Séries : S2-S2A – Coef. 6
Séries : S4-S5 – Coef. 5
Epreuve du 1^er groupe

SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 Toutes les données se trouvent en fin d'énoncé (04 points).

L'acide lactique, de formule $CH_3 - CHOH - COOH$ est souvent désigné comme le principal responsable des crampes musculaires des sportifs lors de leurs sprints. On le retrouve dans le lait, le vin....

Dans le lait, les bactéries présentes provoquent, au cours du temps, la transformation d'une partie du lactose en acide lactique.

Dans le vin l'acide lactique se forme lors de la fermentation malolactique au cours de laquelle s'opère la décarboxylation de l'acide malique $HOOC - CH_2 - CHOH - COOH$.

1.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation d'acide lactique dans le vin. **(0,5 pt)**

1.2. La présence d'acide lactique dans un lait est un indice de l'état de fraîcheur de ce lait. Plus la concentration d'acide lactique est élevée, moins le lait est frais. Par convention, dans l'industrie agro-alimentaire, l'acidité d'un lait s'exprime en degré Dornic (°D). Un lait bien conservé (lait frais) présente une acidité Dornic inférieure à 18° D, ce qui correspond à une concentration massique de 1,8 $g.L^{-1}$ d'acide lactique dans le lait.

Un laborantin du service d'hygiène se propose de déterminer l'état de fraîcheur d'un lait retrouvé sur le marché. Il dose 20,0 mL du lait, additionnés de 100 mL d'eau distillée, par une solution d'hydroxyde de potassium ($K^+ + HO^-$) de concentration molaire volumique $C_b = 0,10$ $mol.L^{-1}$ en présence de phénolphtaléine.

Le virage de l'indicateur est obtenu après addition d'un volume $V_{bE} = 8,4$ mL de base.

1.2.1 Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. **(0,5 pt)**

1.2.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction support de dosage du lait. Montrer, par un calcul, que cette réaction est totale. **(0,5 pt)**

1.2.3 Définir l'équivalence acido-basique puis en déduire la concentration massique C_m en acide lactique du lait étudié. Conclure sur l'état de fraîcheur du lait dosé. **(01,5 pt)**

1.2.4 Etant donnée la transformation, au cours du temps, d'une partie du lactose en acide lactique, sur quel facteur cinétique peut-on agir et comment afin d'avoir un lait frais? **(0,25 pt)**

1.2.5 En fait le lait étudié a un pH initial égal à 4,9. Dresser un diagramme de prédominance puis dire quelle est la forme acide ou basique du couple acide lactique / ion lactate qui prédomine dans ce lait. **(0,75 pt)**

Données : M (C) = 12,0 $g.mol^{-1}$; M(H) = 1,0 g $.mol^{-1}$; M (O) = 16,0 $g.mol^{-1}$.
pKa (acide lactique/ion lactate) = 3,9 ; Ka (H_2O / HO^-) = 10^{-14} ; Ka (H_3O^+ / H_2O) = 1

EXERCICE 2 (04 points)

Le butanoate de méthyle, $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COO - CH_3$*, est utilisé comme arôme dans l'industrie alimentaire et dans la parfumerie pour son odeur de pomme.*

On se propose d'étudier une réaction de préparation du butanoate de méthyle et la cinétique de cette réaction.

2.1. Préparation du butanoate de méthyle.

2.1.1. Recopier la formule, entourer puis nommer le groupe fonctionnel présent dans la molécule du butanoate de méthyle. **(0,25 pt)**

2.1.2. Le butanoate de méthyle est obtenu en faisant réagir deux composés organiques A et B. Le réactif A est un acide carboxylique. Préciser la famille du réactif B. **(0,25 pt)**

2.1.3. Ecrire les formules semi-développées puis donner les noms des réactifs A et B. **(0,5 pt)**

2.1.4. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés A et B. Donner le nom de cette réaction ; préciser ses caractéristiques. **(0,75 pt)**

2.1.5. Calculer les quantités de matière minimales de A et B à utiliser pour obtenir 1 mol de butanoate de méthyle à partir d'un mélange équimolaire, le rendement de la réaction étant égal à 67 %. **(0,25 pt)**

2.2. Etude cinétique de la réaction chimique.

Dans cette partie, l'équation-bilan de la réaction chimique est écrite sous la forme :

$$A + B \rightleftarrows D + H_2O$$ où D est le butanoate de méthyle.

A la date $t_o = 0$, on réalise un mélange équimolaire des réactifs A et B : $n_{oA} = n_{oB} = 1$ mol.

Des mesures ont permis de déterminer les quantités de matière d'acide carboxylique présent dans le mélange réactionnel au cours de la synthèse et de tracer la courbe $n_A = f(t)$ (voir courbe ci-dessous).
Par exploitation de cette courbe :

2.2.1. Retrouver la date t_1 à laquelle la quantité d'acide carboxylique (n_A) présent dans le milieu, représente 42 % de la quantité initiale (n_{oA}) de A. **(0,25 pt)**

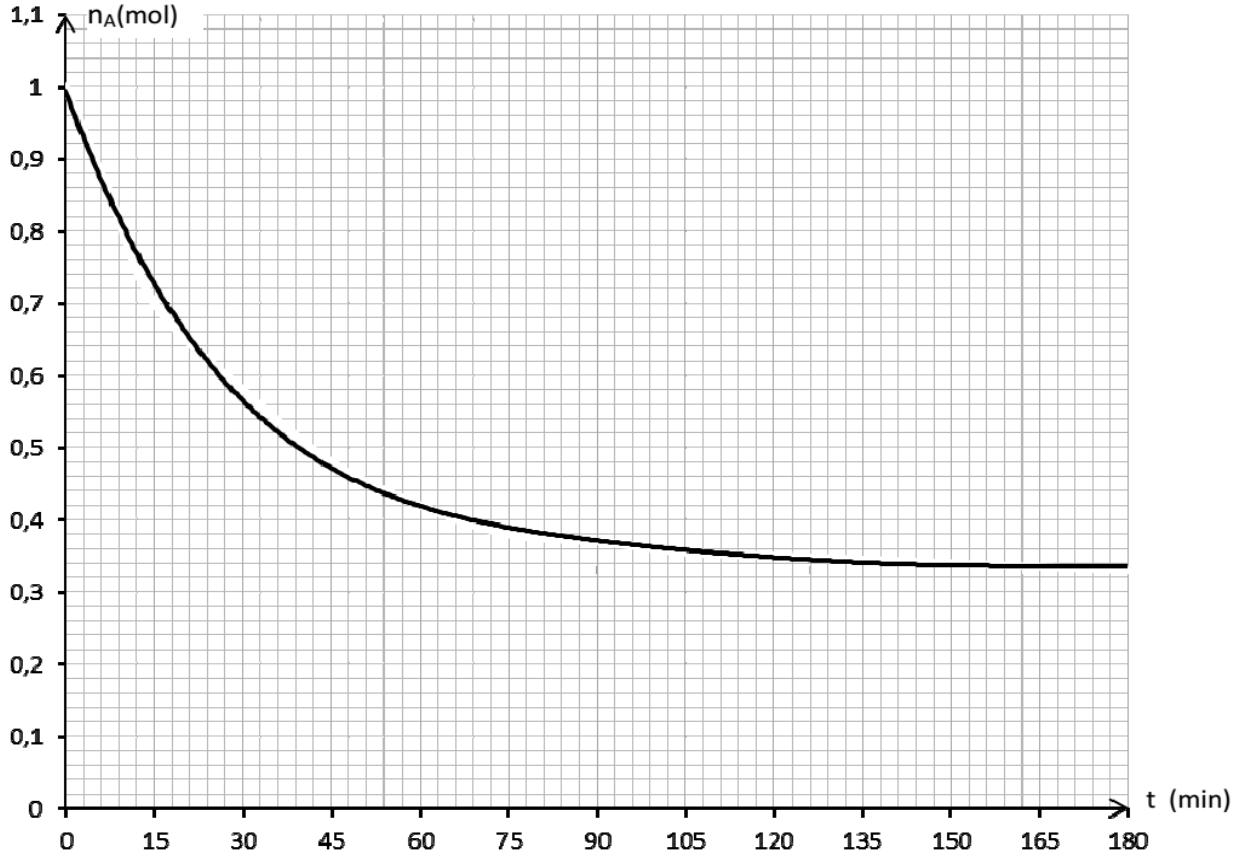
2.2.2. Déduire, à cette date t_1, la quantité de matière de butanoate de méthyle formé. **(0,5 pt)**

2.2.3. Calculer la vitesse moyenne de disparition de l'acide carboxylique entre le début de la réaction et la date t_1. **(0,5 pt)**

2.2.4. Déterminer la vitesse instantanée de disparition de l'acide carboxylique à la date t = 45 min. **(0,5 pt)**

2.2.5. Déterminer, sans faire de calcul, la vitesse moyenne de disparition de l'acide carboxylique A entre les dates t_2 = 165 min et t_3 = 180 min. Interpréter cette valeur. **(0,25 pt)**

NB : **il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la feuille de copie; toutefois on expliquera succinctement l'exploitation faite de cette courbe pour répondre aux questions.**



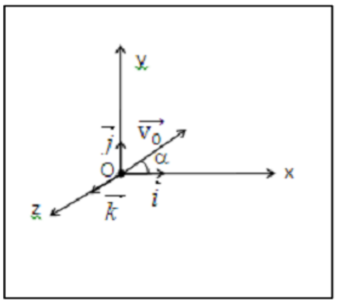
EXERCICE 3 (04 points)

La balistique est une science qui étudie le mouvement des projectiles. Les applications sont très nombreuses dans des domaines aussi variés que le sport, la balistique judiciaire ou les activités militaires.

On étudie le mouvement d'un projectile ponctuel de masse m, lancé par un canon dans le champ de pesanteur uniforme $\vec{g}$ d'intensité g = 10.m s^{-2}.

A un instant $t_0 = 0$, le projectile sort du canon en un point O avec une vitesse initiale $\vec{v_0}$ faisant un angle α avec l'horizontale.

On suppose, que l'action de l'air est négligeable. Le point O est au niveau du sol. L'espace est rapporté au repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$.



3.1. Enoncer la deuxième loi de Newton ou théorème du centre d'inertie. **(0,25 pt)**

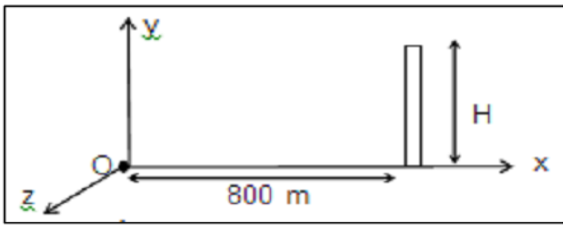
3.2. Déterminer la direction, le sens et la norme du vecteur-accélération du projectile. **(0,75 pt)**

3.3. Montrer que le mouvement du projectile est plan. **(0,5 pt)**

3.4. Etablir l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$. **(0,5 pt)**

3.5 La vitesse de sortie du projectile, du canon, est de 100 $m.s^{-1}$. La vitesse initiale fait l'angle α = 30° avec l'axe OX. Le projectile peut-il atteindre un oiseau perché au sommet d'un édifice se trouvant à 800 m du point O, sur l'axe OX? Justifier la réponse par le calcul. La hauteur de l'édifice est de H = 20 m. **(01 pt)**

3.6 Aucours d'un entrainement au tir, plusieurs essais sont effectués. Le projectile sort à chaque fois du canon en un point O pris au sol avec une vitesse $\vec{v}_0$ de valeur 100 $m.s^{-1}$; mais l'angle de tir α varie. Pour protéger les personnes et les biens, on demande d'édifier une zone de sureté autour du point de lancement O. Un mur de protection doit entourer la zone d'impact des projectiles. Le pourtour de ce mur est un « cercle » de centre O et de rayon égal à 1,1 D ; la distance D étant la portée maximale du tir.



3.6.1 Etablir l'expression de la portée du tir en fonction de g , v_0 et α . **(0,25 pt)**

3.6.2 En déduire la valeur de la portée maximale. **(0,25 pt)**

3.6.3 Calculer le rayon du champ de tir. **(0,5 pt)**

EXERCICE 4 (04 points)

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves d'un lycée se proposent de déterminer la capacité d'un condensateur, l'inductance et la résistance d'une bobine trouvés dans le laboratoire, sans aucune étiquette. Pour cela, ces élèves disposent du matériel suivant :

- un générateur de basses fréquences (GBF), un conducteur ohmique de résistance R = 80 Ω,
- la bobine d'inductance L et de résistance r, le condensateur de capacité C,
- un ampèremètre de résistance négligeable, un voltmètre et des fils de connexion en quantité suffisante.

Les élèves réalisent un montage en série avec la bobine, le conducteur ohmique, le condensateur, l'ampèremètre et le générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale. Le voltmètre, branché aux bornes M et N du GBF, permet de vérifier que la tension efficace à ses bornes est maintenue constante et égale à U = 1,00 V.

4.1. Représenter le schéma du circuit électrique réalisé par les élèves. **(0,5 pt)**

4.2. Les élèves font varier la fréquence f de la tension délivrée par le GBF, relèvent l'intensité efficace I correspondante et obtiennent le tableau suivant :

f (Hz)	300	500	600	650	677	700	755	780	796	850	900	1000
I (mA)	0,74	1,90	3,47	5,20	6,61	8,05	9,35	7,48	6,61	4,50	3,44	2,40

4.2.1 Tracer la courbe de l'intensité efficace I en fonction de la fréquence f : I = g (f). **(0,5 pt)**

Echelles : en abscisses : 15 mm → 100 Hz ; en ordonnées : 20 mm → 1 mA

4.2.2. Déterminer graphiquement la fréquence f_o de résonance du circuit. **(0,25 pt)**

4.2.3. Calculer l'impédance Z du circuit pour f = f_o. En déduire la résistance r de la bobine **(01 pt)**

4.2.4. Déterminer la largeur de la bande passante β du circuit. **(0,5 pt)**

4.2.5 Calculer l'impédance du circuit aux extrémités de la bande passante. **(0,25 pt)**

4.3. Ces élèves admettent que la largeur β de la bande passante est telle que : $\beta = \frac{1}{2\pi}.\frac{R_T}{L}$ relation où R_T désigne la résistance totale du circuit oscillant. Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine et celle de la capacité C du condensateur. **(01 pt)**

EXERCICE 5 Les parties 5.1 et 5.2 sont indépendantes (04 points)

5.1. L'élément mercure, traceur isotopique :

Un «élément traceur» est un «élément» qui, par sa radioactivité, permet de suivre le sort d'une substance, son évolution au cours d'un processus physique, chimique ou biologique.

On se propose d'étudier la radioactivité de l'isotope mercure 203 ($^{203}_{80}Hg$) qui est un traceur isotopique.

Cet isotope est radioactif β^- ; sa période radioactive est T = 46,69 jours.

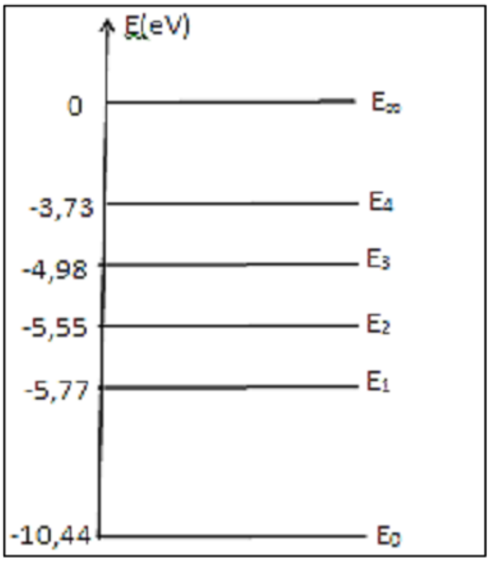
5.1.1. Rappeler la signification du terme « radioactivité β^- » et écrire l'équation de la réaction de désintégration du mercure 203. On identifiera le noyau fils à partir de l'extrait de tableau de classification périodique joint, en fin d'énoncé. **(0,75 pt)**

5.1.2 Initialement le nombre de noyaux radioactifs présents est : $N_0 = 2,96.10^{21}$ noyaux. Déterminer l'activité A_0 de la source radioactive à la date t_0 = 0. **(0,50 pt)**

5.1.3 Déterminer la durée au bout de laquelle l'activité de la source radioactive diminue de 0,14 A_0,. **(0,75 pt)**

5.2. Sécurisation des billets de banque par le mercure :

Les billets de banque authentiques peuvent être imprégnés de « nano pigments » pour être sécurisés.
Cela permet aux caissiers munis d'une lampe à vapeur de mercure en miniature de détecter les faux billets.
Lorsqu'un billet de banque sécurisé est éclairé par une lampe à vapeur de mercure, les « nano pigments », par fluorescence, se colorent en rouge ou en vert.
La radiation ultraviolette de longueur d'onde λ_1 = 253,6 nm permet d'observer une des couleurs obtenues par fluorescence.
Le diagramme ci-contre représente, sans souci d'échelle, certains niveaux d'énergie de l'atome de mercure.



5.2.1 Le spectre d'émission ou d'absorption de l'atome de mercure est-il continu ou discontinu ? **(0,25 pt)**

5.2.2. Déterminer la transition énergétique responsable de la fluorescence des "nano pigments". **(0,5 pt)**

5.2.3. Reproduire le diagramme sur votre copie puis représenter là-dessus la transition associée par une flèche. **(0,25 pt)**

5.2.4. Déterminer la longueur d'onde maximale λ_2 de la radiation que peut émettre l'atome de mercure en passant de l'état excité à l'état fondamental. **(0,25 pt)**

5.2.5. Déterminer la longueur d'onde λ_3 de la radiation émise au cours de la transition $E_2 \rightarrow E_1$ et établir la relation entre les longueurs d'onde λ_1, λ_2 et λ_3 **(0,75 pt)**

Données : Constante de Planck : $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s
Célérité de la lumière : $C = 3{,}00.10^{8}$ m.s^{-1}
1 électron volt : 1 eV = $1{,}60.10^{-19}$ J

Extrait du tableau de classification périodique :

Platine	Or	Mercure	Thalium	Plomb	Bismuth	Polonium
$_{78}Pt$	$_{79}Au$	$_{80}Hg$	$_{81}T\ell$	$_{82}Pb$	$_{83}Bi$	$_{84}Po$

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
OFFICE DU BACCALAUREAT
Téléfax (221) 33 824 65 81 - Tél. : 33 824 95 92 - 33 824 65 81

15 G 27 A 01
Durée : 4 heures
Séries : S2-S2A – Coef. 6
Séries : S4-S5 – Coef.5
Epreuve du 1^er^ groupe

SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (04 points)

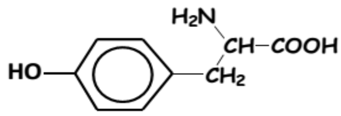
La tyrosine est l'un des composés organiques participant à la biosynthèse des protéines. Elle intervient dans la synthèse de la mélanine, le pigment naturel de la peau et des cheveux. Elle est considérée comme un antioxydant et a aussi une action sur la dépression ou l'anxiété.

Dans ce qui suit, on se propose de retrouver la formule brute de la tyrosine que l'on peut noter $C_xH_yO_zN_t$ et d'étudier quelques unes de ses propriétés chimiques.

1.1 La combustion de 648 mg de tyrosine donne 1,42 g de dioxyde de carbone et 354 mg d'eau. On suppose que l'hydrogène du composé est complètement oxydé en eau et le carbone en dioxyde de carbone.

A partir des résultats de cette combustion, calculer les pourcentages massiques de carbone et d'hydrogène dans la tyrosine. En déduire la formule brute de la tyrosine sachant que sa molécule contient un seul atome d'azote et que sa masse molaire est de 181 $g.mol^{-1}$ **(0,5 pt).**

1.2 La formule semi-développée de la tyrosine est écrite ci-contre :



Recopier la formule et encadrer le groupe fonctionnel caractéristique des acides α aminés présent dans la molécule de tyrosine. **(0,5 pt).**

1.3 Dans la suite on adopte pour la formule semi-développée de la tyrosine l'écriture simplifiée $\mathscr{R}$-CH_2-$CHNH_2$-$COOH$ et on suppose que le groupement $\mathscr{R}$ ne participe à aucune réaction.

1.3.1 Montrer que la molécule de tyrosine est chirale puis donner les représentations de Fischer des configurations L et D de la tyrosine. **(0,75 pt).**

1.3.2 En solution aqueuse, la tyrosine existe sous la forme d'un amphion.
Ecrire la formule semi-développée de l'amphion et indiquer les couples acide/base qui lui correspondent. **(0,25 pt).**

1.3.3 En solution aqueuse, il existe une valeur de pH appelé pH du point isoélectrique, notée pHi, où la concentration de l'amphion est maximale. Les pk_a des couples acide/base associés à l'amphion ont les valeurs $pK_{a1} = 2,2$ et $pk_{a2} = 9,1$.
Etablir la relation entre pHi, pK_{a1} et pk_{a2}. En déduire la valeur de pHi pour la tyrosine. **(0,75 pt).**

1.3.4 On désire synthétiser un dipeptide à partir de la tyrosine et de l'alanine de formule CH_3-$CHNH_2$-$COOH$.

a) Indiquer le nombre de dipeptides qu'on peut théoriquement obtenir à partir d'un mélange de tyrosine et d'alanine. **(0,5 pt).**

b) Indiquer les différentes étapes de la synthèse du dipeptide tyrosine-alanine où la tyrosine est N-terminal. **(0,75 pt).**

On donne les masses molaires en $g.mol^{-1}$: M(O) = 16 ; M(N) = 14 ; M(C) = 12 ; M(H) =1

EXERCICE 2 (04 points)

Donnée : Volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience $V_0 = 24\ L.mol^{-1}$.

En travaux pratiques, un groupe d'élèves se propose d'étudier la cinétique de la réaction de l'acide chlorhydrique sur le fer. Pour cela, ils introduisent, dans un ballon, de la poudre de fer en excès avant d'ajouter 50 mL d'acide chlorhydrique de concentration molaire 0,1 $mol.L^{-1}$.

Ils mesurent ensuite le volume V de dihydrogène formé au cours du temps tout en maintenant constante la température du milieu réactionnel. Enfin ils déterminent la concentration molaire des ions hydronium H_3O^+ restant dans la solution dont le volume $V_s = 50$ mL est considéré comme constant. L'équation-bilan de la réaction s'écrit : $Fe + 2H_3O^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2 + 2H_2O$

2.1 Montrer qu'il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction ; pour cela retrouver l'équation-bilan à partir de demi-équations électroniques et préciser les couples rédox mis en jeu. **(0,5 pt)**

2.2. En tenant compte de l'équation-bilan, montrer que la concentration des ions H_3O^+ restant en solution à une date t, s'écrit : $[H_3O^+] = 0{,}1(1 - \frac{V}{60})$ avec V volume du dihydrogène formé, en mL, à la date considérée. **(0,5 pt)**

2.3.1. Recopier le tableau de mesures ci-dessous, le compléter et tracer la courbe $[H_3O^+] = f(t)$ en utilisant l'échelle : 1 cm → 5 min ; 1 cm → 1.10^{-2} mol.L^{-1}. **(0,75 pt)**

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	75	90
V (mL)	0,0	15,0	22,0	26,0	28,0	29,5	30,0	31,0	32,0
$[H_3O^+]$ en 10^{-2} mol/L									

2.3.2. Définir la vitesse instantanée volumique de disparition des ions H_3O^+à une date t. **(0,25 pt)**

2.3.3. Déterminer graphiquement la vitesse instantanée volumique de disparition des ions H_3O^+ à la date t_1 = 10 min puis à t_2 = 75 min. **(0,75 pt)**

2.3.4. Comment évolue la vitesse de disparition des ions H_3O^+ au cours du temps ? Justifier l'évolution de cette vitesse. **(0,5 pt)**

2.3.5. Déterminer les quantités de matière des ions Fe^{2+} et H_3O^+ aux dates t_1 = 10 min et t_2 = 75 min. **(0,5 pt)**

Les résultats trouvés pour les ions hydronium H_3O^+ sont-ils en accord avec la réponse à la question 2.3.4 ? **(0,25 pt)**

EXERCICE 3 **(03,5 points).**

Les satellites géostationnaires sont utilisés, entre autres, en télécommunication, en météorologie et dans le domaine militaire. Ils ont pour rôle de recevoir et de réémettre, vers une zone couvrant une partie de la surface terrestre, des signaux électromagnétiques.

Dans cet exercice, on se propose d'étudier le mouvement circulaire d'un satellite géostationnaire dans le référentiel géocentrique supposé galiléen et de déterminer la fraction de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par un tel satellite.

3.1. Enoncer la loi de gravitation universelle puis donner, schéma à l'appui, sa formulation vectorielle. **(0,5 pt)**

3.2. En déduire l'expression vectorielle du champ de gravitation terrestre $\vec{\mathcal{G}}$ à l'altitude h. Etablir alors l'expression de $\mathcal{G}$ en fonction de sa valeur $\mathcal{G}_0$ au sol, de l'altitude h et du rayon R de la Terre. **(0,5 pt)**

3.3. Montrer que le mouvement du satellite géostationnaire est uniforme. **(0,5 pt)**

3.4. Etablir, en fonction de $\mathcal{G}_0$, R et h, l'expression de la vitesse v du satellite sur son orbite et celle de sa période T. **(0,5 pt)**

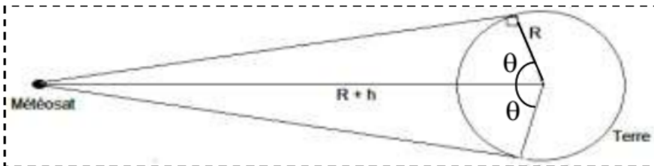
3.5. a) Qu'appelle–t–on satellite géostationnaire ? **(0,25 pt)**

b) Montrer, par un calcul, que l'altitude du satellite géostationnaire vaut h = $3{,}58.10^4$ km. **(0,5 pt)**

3-6 Météosat-8 est un de ces satellites géostationnaires.

3-6-1 Calculer la fraction de la surface terrestre couverte par le faisceau électromagnétique envoyé par Météosat-8. **(0,5 pt)**

3-6-2 Dire si les observations faites par Météosat-8 concernent toujours la même zone de la Terre ou non. **(0,25 pt).**



On donne :
- La surface S de la calotte sphérique de rayon R, vue sous l'angle 2Θ depuis le centre de la Terre est donnée par : S = 2 π R^2 (1 – cos Θ).
- Rayon terrestre R= 6400 km; période de rotation de la Terre sur elle-même T_t=$8{,}6.10^4$ s
- Valeur du champ de gravitation terrestre au sol : $\mathcal{G}_0$ = 9,8 S.I

EXERCICE 4 (04 points).

Un dipôle est constitué de l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance R=100 Ω, d'une bobine d'inductance L = 1,0 H et de résistance r = 8,5 Ω et d'un condensateur de capacité C. Aux bornes de ce dipôle un générateur basse fréquence, GBF, impose une tension sinusoïdale de fréquence N et de valeur efficace constante (figure 1). Un branchement convenable à l'oscilloscope permet de visualiser la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique et la tension u_G aux bornes du générateur. On observe sur l'écran de l'oscilloscope, dans un ordre quelconque, les courbes (1) et (2) reproduites sur la figure 2.
La sensibilité verticale, la même sur les deux voies, est de 2,0 V / div. Le balayage horizontale est de 2 ms / div.

4-1 Déterminer l'amplitude de la tension correspondant à chaque courbe.
Des courbes (1) et (2), quelle est celle qui correspond à la tension u_G aux bornes du GBF ? Justifier la réponse. **(0,75 pt)**.

4.2 Reproduire la figure 1 sur la feuille de copie et faire figurer les branchements à l'oscilloscope permettant d'obtenir ces courbes. **(0,25 pt)**

4-3 Déterminer la fréquence de la tension délivrée par le GBF. **(0,25 pt)**

4-4 Calculer, en valeur absolue, la différence de phase entre la tension $u_G(t)$ et l'intensité i(t) du courant électrique. Préciser la grandeur électrique en avance de phase. **(0,5 pt)**

4-5 Etablir, en fonction du temps, les expressions de l'intensité du courant i(t) et de la tension $u_G(t)$ délivrée par le GBF; la date t = 0 correspond au point O de la figure 2. **(01 pt)**

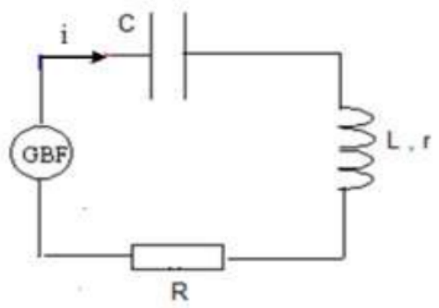


Figure 1

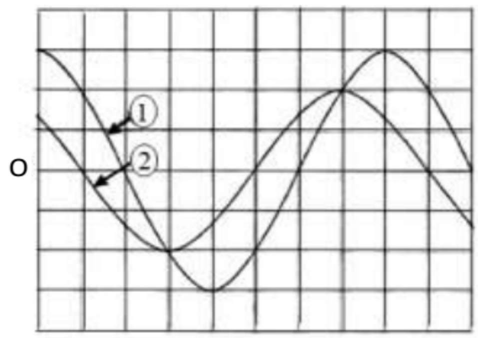


Figure 2

4-5 Calculer la valeur de la capacité C du condensateur. **(0,25 pt)**

4-6 On règle la fréquence de la tension aux bornes du GBF de sorte que le circuit fonctionne en résonance d'intensité.

4-6-1 Calculer la nouvelle valeur de la fréquence de la tension délivrée par le GBF. **(0,5 pt)**

4-6-2 Représenter, qualitativement, l'allure des courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope. **(0,5 pt)**.

EXERCICE 5 (04,5 points).

Face aux besoins sans cesse croissants en énergie électrique, les énergies renouvelables comme l'énergie solaire constituent une alternative très intéressante.
De nos jours, à partir de la lumière du Soleil, des panneaux solaires produisent de l'électricité en utilisant l'effet photoélectrique, phénomène mis en évidence par Hertz en 1887.
La maîtrise des réactions de fusion analogues à celles qui se produisent naturellement dans le Soleil et les étoiles est le grand défi du XXI ème siècle pour résoudre les problèmes d'énergie.

5.1 Définir l'effet photoélectrique. **(0,25 pt)**

5.2 Pour étudier le phénomène en laboratoire, un expérimentateur utilise une lame de métal de fréquence seuil υ_S. **(0,25 pt)**

5.2.1 Définir la fréquence seuil. **(0,25 pt)**

5.2.2 Lorsque le métal choisi est éclairé avec une lumière de fréquence υ, l'énergie cinétique maximale des électrons est Ec_1 = 1,3 eV. Quand on utilise une lumière de fréquence υ'=1,5 υ l'énergie cinétique maximale des électrons est Ec_2 = 3,6 eV.

a) Définir le travail d'extraction W_{ext} de l'électron pour un métal donné. **(0,25 pt)**

b) Donner la relation qui existe entre la fréquence υ de la lumière incidente, l'énergie cinétique maximale des électrons E_C et le travail d'extraction W_{ext}. **(0,25 pt)**

c) En déduire la valeur du travail d'extraction du métal utilisé et celle de sa fréquence seuil. **(0,5 pt)**

5.3 Des réactions de fusion nucléaire se produisent en permanence dans le cœur des étoiles. C'est ainsi que le Soleil rayonne de l'énergie dans l'espace, éclaire et chauffe la Terre. Actuellement, les scientifiques tentent de reproduire et de contrôler sur Terre ce type de réactions à partir du deutérium $^{2}_{1}H$ naturel et abondant et du tritium $^{3}_{1}H$.

Dans un laboratoire, on provoque la réaction de fusion d'équation : $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{A}_{Z}X$

5.3.1. Définir la réaction de fusion nucléaire. **(0,25 pt)**

5.3.2. Identifier la particule $^{A}_{Z}X$ émise au cours de la réaction et préciser son nom. **(0,5 pt**

5.3.3 On s'intéresse à l'énergie libérée par cette réaction de fusion nucléaire.

a) Calculer, en MeV puis en joule, l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium. **(0,5 pt)**

b) En déduire l'énergie libérée lors de la formation de 1 kg d'hélium. Quelle serait la masse de pétrole qui fournirait la même quantité d'énergie ? Conclure. **(0,75 pt)**

c) Sachant que 2,5% de l'énergie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium se transforme en rayonnement électromagnétique γ et le reste en une autre forme d'énergie W

- préciser la forme de l'énergie W. **(0,25 pt)**
- déterminer la valeur de la fréquence du rayonnement γ émis. **(0,5 pt)**

Données

Célérité de la lumière dans le vide : c = 3.10^{8} $m.s^{-1}$; constante de Planck : h = $6,62.10^{-34}$ J.s ; charge élémentaire e = $1,6.10^{-19}$ C ; 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J

Masses des noyaux : $m(^{2}_{1}H)$ = 2,01355 u; $m(^{3}_{1}H)$ = 3,01550 u ;
$m(^{4}_{2}He)$ = 4,00150 u ; $m(^{A}_{Z}X)$ =1,00866 u

Unité de masse atomique : 1 u = $1,67.10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/C^{2}

Pouvoir calorifique du pétrole : 42 $MJ.kg^{-1}$;

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
❒❒◆❒❒
OFFICE DU BACCALAUREAT
Télé fax (221) 33 824 65 81 - Tél. : 33 824 95 92 - 33 824 65 81

13 G 27 A 01
Durée : 4 heures
SERIES : S2-S2A –COEF. 6
Séries : S4-S5 – Coef. 5
Epreuve du 1er groupe

CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1

Partie A

1.1. Noms des composés et leurs familles chimiques :

A : acide 3-méthylbutanoïque ; famille des acides carboxyliques.

B chlorure de 3-méthylbutanoyle ; famille des chlorures d'acyle.

D : anhydride propanoïque ; famille des anhydrides d'acide

E : butanamide ; famille des amides.

1.2. Ecrire l'équation-bilan **d'une réaction** :

a) B à partir de A : $A + SOCl_2 \rightarrow B + SO_2 + HCl$

b) D à partir de l'acide propanoïque : $2CH_3-CH_2-COOH \xrightarrow[chauffage]{P_4O_{10}} D + H_2O$

c) E à partir d'une réaction rapide et totale : $CH_3-CH_2-CH_2-COCl + NH_3 \rightarrow E + HCl$

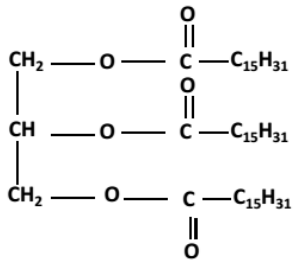
Partie B

1.3. Un triglycéride est un triester du glycérol et d'acide gras.

1.4. Formule semi-développée du glycérol : $CH_2OH-CHOH-CH_2OH$

1.5.

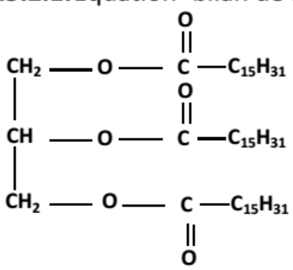
1.5.1. Equation-bilan de la réaction entre le glycérol et l'acide palmitique :

$C_{15}H_{31}-COOH + 3CH_2OH-CHOH-CH_2OH \rightleftharpoons$  $+ 3H_2O$

Nom de la réaction : estérification directe. Elle n'est pas totale.

1.5.2.

1.5.2.1. Equation- bilan de la réaction de saponification :

 $+ 3(Na^+ + OH^-) \rightleftharpoons 3\boxed{(C_{15}H_{31}-COO^- + Na^+)} + CH_2OH-CHOH-CH_2OH$

Savon

1.5.2.2. Calcul de la masse de savon obtenue :

$$m_s = n_{s(exp)}M_s \quad or \quad n_{s(exp)} = r.n_{s(theor)} \qquad n_{s(theor)} = 3.n_{palmitine} = 3.\frac{m_{palmitine}}{M_{palmitine}} \Rightarrow n_{s(exp)} = r.3.\frac{m_{palmitine}}{M_{palmitine}} \Rightarrow$$

$$or \quad m_{palmitine} = 0,47.m_{huile} \Rightarrow m_s = \frac{3.0,47.M_S.r}{M_{palmitine}} \qquad A.N : m_s = \frac{3.0,47.1500.278.0,80}{806} = 583,59\,kg$$

EXERCICE 2

2.1. Les ions fer (III) jouent le rôle de catalyseur : ils accélèrent la réaction.

2.2. Retrouvons l'équation-bilan à partir des demi-équations redox :

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightleftarrows Mn^{2+} + 4H_2O \qquad O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2O_2$$

$$\left.\begin{array}{l} 2(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O) \\ 5(H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H^+ + 2e^-) \end{array}\right\}$$

$$2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O \Rightarrow 2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H_3O^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5O_2 + 14H_2O$$

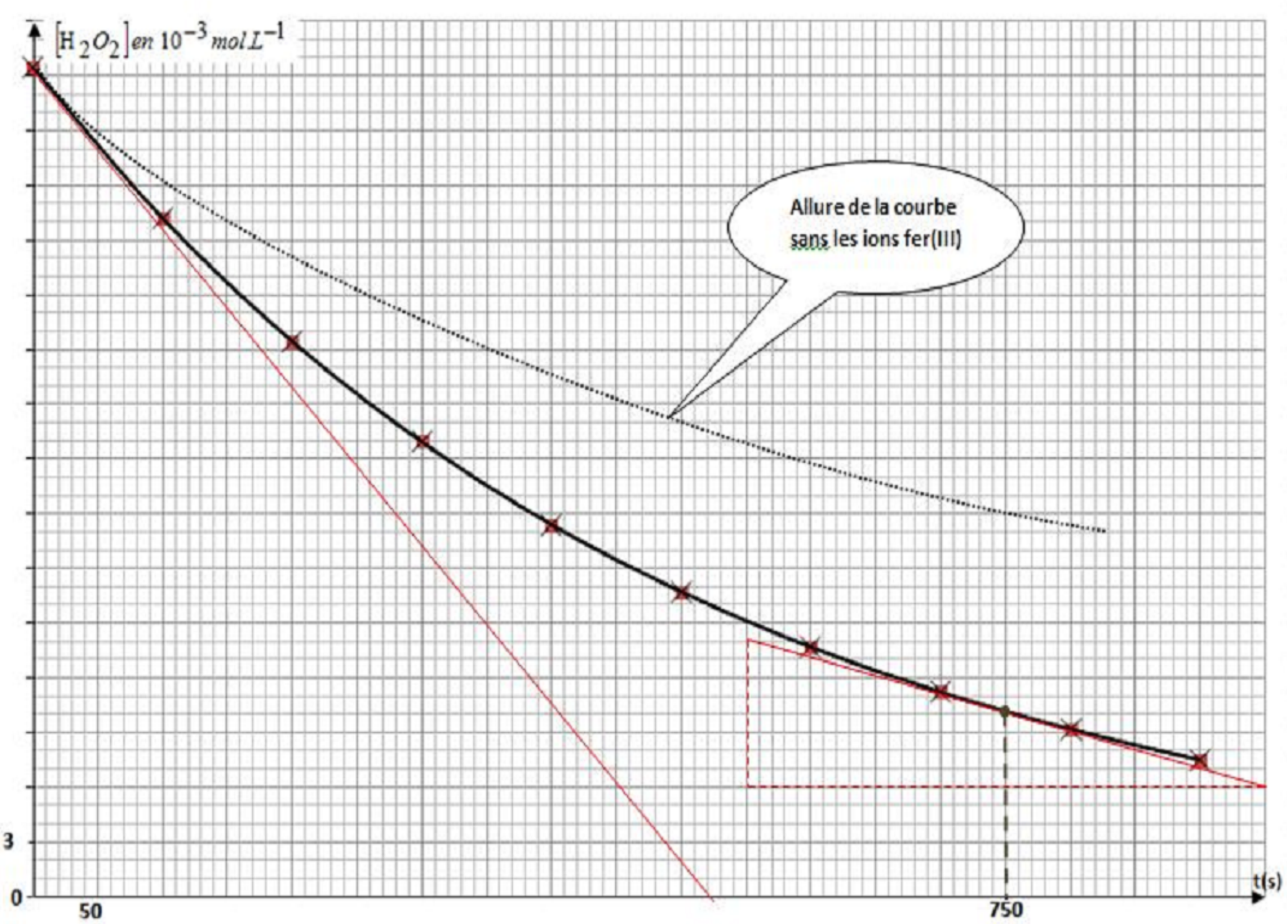
2.3.

2.3.1. Montrons que $[H_2O_2] = \frac{5CV}{2V_0}$

$$Equivalence: \frac{n_{MnO_4^-}}{2} = \frac{n_{H_2O_2}}{5} \Rightarrow n_{H_2O_2} = \frac{5}{2}.n_{MnO_4^-} \Rightarrow \frac{n_{H_2O_2}}{V_0} = \frac{5}{2}.\frac{n_{MnO_4^-}}{V_0} \Rightarrow \frac{n_{H_2O_2}}{V_0} = \frac{5}{2}.\frac{CV}{V_0} \Rightarrow [H_2O_2] = \frac{5CV}{2V_0}$$

2.3.2. Compléter le tableau et tracer de la courbe $[H_2O_2] = f(t)$

t(s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
V(mL)	12,12	9,92	8,12	6,65	5,44	4,46	3,65	2,99	2,45	2
$[H_2O_2]$ en $10^{-3} mol.L^{-1}$	45,4	37,2	30,4	24,9	20,4	16,7	13,7	11,2	9,2	7,5



2.4.

2.4.1. Détermination graphique des vitesses :

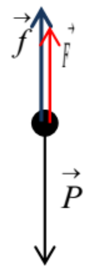
La vitesse de disparition de l'eau oxygénée à un instant donné correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe $[H_2O_2]$= f(t) à cet instant. Graphiquement on obtient :

$V(t_0) = 8{,}74.10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$ $V(t_2) = 1{,}95.10^{-5}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$

La vitesse diminue car la concentration du réactif diminue au cours du temps.

2.4.2. Allure de la courbe en l'absence d'ions fer(II) : la vitesse est plus faible (voir courbe).

EXERCICE 3



3.1. Etude du mouvement de la bille dans l'air :

3.1.1. Représentation des forces : schéma ci-contre

3.1.2. Calcul des intensités des forces :

$$P = mg = \rho_{ac}V_Bg = \rho_{ac}\frac{4\pi.r^3}{3}g = 7{,}8.10^3.\frac{4.\pi.(1{,}5.10^{-3})^3}{3}.10 = 1{,}1.10^{-3}\,N$$

$$F = \rho_0V_Bg = \rho_0\frac{4\pi.r^3}{3}g = 1{,}3.\frac{4.\pi.(1{,}5.10^{-3})^3}{3}.10 = 1{,}83.10^{-7}\,N$$

$$f = 6\pi\eta_{(air)}.rV = 6.\pi.1{,}85.10^{-5}.1{,}5.10^{-3}.5 = 2{,}61.10^{-6}\,N$$

d'où $F \langle\langle P$ et $f \langle\langle P$ on peut négliger les intensités de ces forces devant celle du poids.

3.1.3. Equations horaires x(t) et v(t) :

$$T.C.I. \Rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g} = cste\ MRUV : \begin{cases} V_x = a_xt + V_{0x} \\ x = \frac{1}{2}a_xt^2 + V_{0x}t + x_0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} V_x = gt \\ x = \frac{1}{2}a_xt^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = 10t \\ x = 5t^2 \end{cases}$$

le mouvement est rectiligne de direction verticale et uniformément accéléré.

3.1.4. Montrons les informations données confirment l'approximation en 3.1.2 :

$$MRUV : 2a_x(x-0) = V^2 - 0 \Rightarrow a_x = \frac{v^2}{2x} = \frac{3{,}16^2}{2.0.5} = 9{,}986 \approx 10m.s^{-2}$$

$a_x \approx g \Rightarrow \vec{a} \approx \vec{g} \Rightarrow m\vec{a} \approx m\vec{g} \Rightarrow \vec{P} \approx m\vec{a} \Rightarrow \sum\vec{F}_{ext} \approx \vec{P}$ Toutes les forces autres que le poids ont été négligées.

3.2. Etude du mouvement dans l'huile

3.2.1. Montrons que l'équation différentielle peut se mettre sous la forme : $\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau}V = C$

$T.C.I : \vec{P} + \vec{F} + \vec{f} = m.\vec{a}$ Projetons suivant l'axe ox : $P - F - f = m.a_x \Rightarrow mg - \rho_hV_Bg - 6\pi\eta.r.V = m\frac{dV}{dt}$

$$\rho_{ac}V_B.g - \rho_h V_B g - 6\pi\eta.r.V = \rho_{ac}V_B\frac{dV}{dt} \Rightarrow \frac{dV}{dt} + \frac{6\pi\eta.r}{\rho_{ac}\frac{4\pi.r^3}{3}}.V = \frac{(\rho_{ac}-\rho_h)\frac{4\pi.r^3}{3}.g}{\rho_{ac}\frac{4\pi.r^3}{3}} \Rightarrow$$

$$\frac{dV}{dt} + \frac{9\eta}{2\rho_{ac}\, r^2}V = (1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}})g$$

3.2.2. L'expression des constantes C et τ :

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau}V = C \quad \text{et} \quad \frac{dV}{dt} + \frac{9\eta}{2\rho_{ac}\, r^2}V = (1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}})g$$

Par identification $C = (1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}})g$ et $\tau = \frac{2\rho_{ac}r^2}{9\eta}$ $AN: \quad C = 8{,}4 m.s^{-2}$

3.2.3. a) Nature du mouvement si a=0 : le mouvement sera rectiligne uniforme car la vitesse est maintenant constante et que la trajectoire est rectiligne.

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau}V = C \ \ si \ \ a = 0 \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{\tau}V = C \Rightarrow \quad V_{\lim} = C.\tau$$

b) Déduction de τ : $\tau = \frac{V_{\lim}}{C}$ $\quad A.N \ \tau = \frac{4{,}2.10^{-2}}{8{,}4} = 0{,}5.10^{-2}s \qquad \tau = 0{,}5.10^{-2}s$

3.2.4. Détermination de la valeur de la viscosité :

$$\tau = \frac{2\rho_{ac}r^2}{9\eta} \Rightarrow \eta = \frac{2\rho_{ac}r^2}{9\tau} \quad A.N: \ \eta = \frac{2.7{,}8.10^3.(1{,}5.10^{-3})^2}{9.0{,}5.10^{-2}} = 7{,}8.10^{-1}$$

$$\eta = 7{,}8.10^{-1} \ S.I$$

EXERCICE 4

4.1. Etude de la charge du condensateur :

4.1.1. Expression de q en fonction du temps t :

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = idt \ ; \quad \int dq = \int idt \ \ or \ \ i = I = cste \Rightarrow \ q = I.t + cste \quad à \ t = 0 \ q = 0 \Rightarrow cste = 0$$

$$on \ tire \ \ q = I.t$$

4.1.2. Déduction par exploitation graphique :

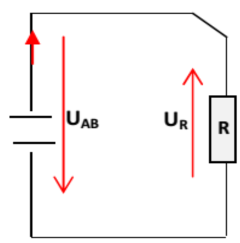
a) La capacité C du condensateur : Le graphe implique q =2,25.10^{-4}.U_{AB} et la théorie: q = C. U_{AB} donc **C=225.10^{-6}F.**

b) Date à laquelle U_{AB}=1,8 V :

$$si \ U_{AB} = 1{,}80V \quad q = 400.10^{-6}C \ \ or \ \ q = I.t \Rightarrow t = \frac{q}{I} \quad A.N: t = \frac{400.10^{-6}}{17.10^{-6}} = 23{,}5s. \qquad t = 23{,}5s.$$

4.2. Etude de la décharge du condensateur :

4.2.1. Equation différentielle



$$u_R + u_{AB} = 0 \Rightarrow Ri + u_{AB} = 0$$

$$i = \frac{dq}{dt} \ or \ \ q = Cu_{AB} \Rightarrow \ i = C.\frac{du_{AB}}{dt} \Rightarrow \quad RC.\frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$$

Cette équation est de la forme $\frac{1}{\beta}\frac{du_{AB}}{dt}+u_{AB}=0$ avec $\beta=\frac{1}{RC}$

4.2.2. La constante $\frac{1}{\beta}=RC$ est appelée constante de temps. Elle caractérise la durée de la décharge du condensateur.

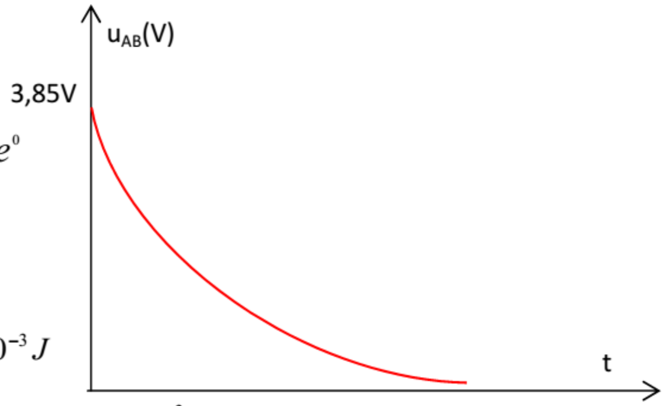
4.2.3.

4.2.3.1. La valeur de α :

$$u_{AB}=\alpha.e^{-\beta t} \text{ à } t=0 \quad u_{AB}=3{,}85V \Rightarrow 3{,}85=\alpha.e^{0}$$

$$\Rightarrow \alpha=3{,}85V$$

Ebauche de la courbe u_{AB}= f(t) : ci-contre



4.2.3.2. Expression et calcul de l'énergie :

$$E_0=\frac{1}{2}CU_0^2 \quad E_0=\frac{1}{2}.225.10^{-6}.3{,}85^2=1{,}67.10^{-3}J$$

4.2.3.3. Puissance moyenne : $P_m=\frac{E_0}{\Delta t}$ $A.N: P_m=\frac{1{,}67.10^{-3}}{0{,}1.10^{-3}}=16{,}7W$ $P_m=16{,}7W$

EXERCICE 5

5.1. Explication de la formation des franges brillantes et des franges sombres :

Les radiations lumineuses issues de F_1 et F_2 se superposent en tout point de la zone commune des faisceaux venant de ces sources.

Si les deux radiations issues de F_1 et F_2 arrivent en phase en un point de l'écran, on obtient une interférence constructive et la frange sera brillante. Par contre si les deux radiations issues de F_1 et F_2 arrivent en opposition de phase en un point de l'écran, on obtient une interférence destructive et la frange sera obscure.

5.2. On a $\delta=\frac{ax}{D}$

5.2.1. Condition vérifiée par δ pour une frange brillante : il doit être un nombre entier de longueur d'onde $\delta=k\lambda$

5.2.2. Monter que $i=\frac{\lambda D}{a}$

Raisonnons avec deux franges brillantes consécutives (ordre k et k+1) :

$$x_k=\frac{K\lambda D}{a} \quad et \quad x_{k+1}=\frac{(K+1)\lambda D}{a} \quad or \quad i=x_{k+1}-x_k \Rightarrow i=\frac{(K+1)\lambda D}{a}-\frac{K\lambda D}{a}\Rightarrow i=\frac{\lambda D}{a}$$

5.3.

5.3.1. Relation entre Δx, D, a et λ_1 :

$$\Delta X=4i \text{ or } i=\frac{\lambda_1 D}{a}\Rightarrow \Delta X=4.\frac{\lambda_1 D}{a}\Rightarrow \Delta X=4.\frac{\lambda_1 D}{a}\Rightarrow a=4.\frac{\lambda_1 D}{\Delta X} \qquad a=4.\frac{633.10^{-9}.3}{25.10^{-3}}=303.10^{-6}m$$

$$a=303.\mu m$$

5.3.2. Relation entre λ_1, λ_d, Δx, Δx' :

$$\Delta X=4.\frac{\lambda_1 D}{a} \quad et \quad \Delta X'=4.\frac{\lambda_d D}{a}\Rightarrow \frac{\lambda_d}{\lambda_1}=\frac{\Delta X'}{\Delta X}\Rightarrow \quad \lambda_d=\frac{\Delta X'}{\Delta X}.\lambda_1 \quad A.N:\lambda_d=\frac{27'}{25}.633=683{,}64\,nm$$

5.4. Les deux radiations sont utilisées pour éclairer une cellule photo émissive :

5.4.1. $\lambda_0 = \frac{C}{\gamma_0}$ $\lambda_0 = \frac{3.10^8}{4,5.10^{14}} = 666.10^{-9}\,m = 667\,nm$ il y a effet photoélectrique si $\lambda \leq \lambda_0$

$\lambda_1 \leq \lambda_0$ il y aura effet photoélectrique avec la radiation de longueur d'onde λ_1

$\lambda_d \rangle \lambda_0$ il y aura pas effet photoélectrique avec la radiation de longueur d'onde λ_d

$$E_{C\max} = E_{photon} - W_0 = \frac{hC}{\lambda_1} - h\gamma_0 = \frac{6,62.10^{-34}.3.10^8}{633.10^{-9}} - 6,62.10^{-34}.4,5.10^{14} = 1,58.10^{-18}\,J = 9,875\,eV$$

$$E_{C\max} = 1,58.10^{-18}\,J = 9,875\,eV$$

5.4.2. Cette expérience met en évidence le caractère corpusculaire de la lumière.

Une application de cet aspect : Production de courant électrique à partir du rayonnement solaire (énergie solaire).

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
OFFICE DU BACCALAUREAT
Téléfax (221) 824 65 81 - Tél. : 824 95 92 - 824 65 81

14 G 27 A 01
Durée : 4 heures
Séries : S2-S2A – Coef. 6
Séries : S4 – S5 – Coef : 5
Epreuve du 1er groupe

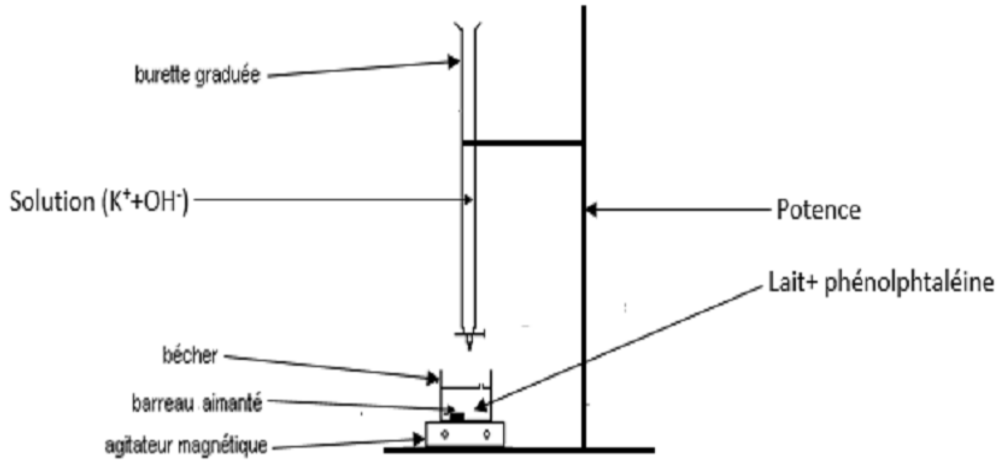
CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1

1.1. Equation-bilan de la réaction : $HOOC-CH_2-CHOH-COOH \underset{\Delta}{\rightarrow} CH_3-CHOH-COOH + CO_2$

1.2.

1.2.1. Schéma annoté du dispositif de dosage :



1.2.2. Equation-bilan de la réaction support du dosage du lait :

$$CH_3-CHOH-COOH + (K^+ + OH^-) \rightarrow CH_3-CHOH-COO^- + K^+ + H_2O$$

Déterminons la constante de réaction :

Si on note l'acide lactique AH et A⁻ sa base conjuguée on a :

$$K = \frac{[A^-]}{[AH][OH^-]} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH][OH^-][H_3O^+]} = \frac{K_a(AH/A^-)}{K_a(H_2O/OH^-)} = \frac{10^{-3,9}}{10^{-14}} = 10^{10,1} = 1,26.10^{10}$$

K= 1,26.10^{10} > 10^{3} donc la réaction est totale.

1.2.3. Définition de l'équivalence acido-basique : il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs (acide et base) sont mélangés dans des proportions stœchiométriques.

Calcul de la concentration massique :

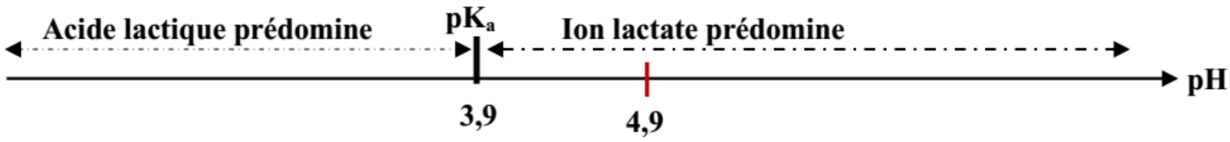
A l'équivalence on a : $\frac{n_A}{1} = \frac{n_{OH^-}}{1} \Rightarrow C_A.V_A = C_b.V_{bE}$ or $C_A = \frac{C_m}{M_A} \Rightarrow \frac{C_m}{M_A}V_A = C_b.V_{bE} \Rightarrow$

$$C_m = \frac{C_b.V_{bE}.M_A}{V_A} \qquad \text{A.N : } \quad C_m = \frac{0,1x8,4x90}{20} = 3,8$$

C_m = 3,8 g.L^{-1} > 1,8 g.L^{-1} ; donc le lait dosé n'est pas frais.

1.2.4. Afin d'avoir un lait frais, il faut « stopper » la transformation du lactose en acide lactique par abaissement notoire de la température : on peut conserver le lait au réfrigérateur.

1.2.5. Diagramme de prédominance :



Le pH du lait étudié étant supérieur au pk$_a$ du couple, la forme basique (ion lactate) prédomine.

EXERCICE 2

2.1. Préparation du butanoate de méthyle

2.1.1. Le groupe fonctionnel présent dans le butanoate de méthyle :

$$CH_3-CH_2-CH_2-COO-CH_3$$

Fonction ester

2.1.2. La famille du réactif B : alcool

2.1.3. Formules semi-développées et noms des réactifs A et B :

Pour A : $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$; acide butanoïque

Pour B : $HO-CH_3$; méthanol

2.1.4. Equation-bilan de la réaction entre A et B :

$$CH_3-CH_2-CH_2-COOH+CH_3-OH \rightleftarrows CH_3-CH_2-CH_2-COO-CH_3+H_2O$$

C'est la réaction d'estérification (directe)

Caractéristiques de la réaction: elle est lente, limitée et athermique.

2.1.5. Calcul des quantités de matière minimales de A et B :

$$r=\frac{n_{ester}^{obtenu}}{n_{ester}^{théorique}}.100 \quad or \quad n_{ester}^{théorique}=n_A^{minimal}=n_B^{minimal} \Rightarrow r=\frac{n_{ester}^{obtenu}}{n_A^{minimal}}.100 \Rightarrow$$

$$n_A^{minimal}=\frac{n_{ester}^{obtenu}}{r}.100 \qquad \text{A.N : } n_A^{minimal}=\frac{1}{67}.100=1{,}49\,mol \qquad n_A^{minimal}=n_B^{minimal}=1{,}49\,mol$$

2.2. Etude cinétique de la réaction :

2.2.1. Si $n_A = 0{,}42 \times 1 = 0{,}42$ mol ; l'abscisse obtenue à partir du graphe vaut : $\mathbf{t_1 \simeq 60}$ **min.**

2.2.2. Déduction de la quantité de matière de D formée :

$$n_D^{formé}=n_A^{réagi} \quad or \quad n_A^{réagi}=n_{0A}-n_A^{restant} \Rightarrow n_D^{formé}=n_{0A}-n_A^{restant} \qquad \text{A.N : } n_D^{formé}=1-0{,}42=0{,}58\,mo$$

$\mathbf{n_D^{formé} = 0{,}58}$ **mol**

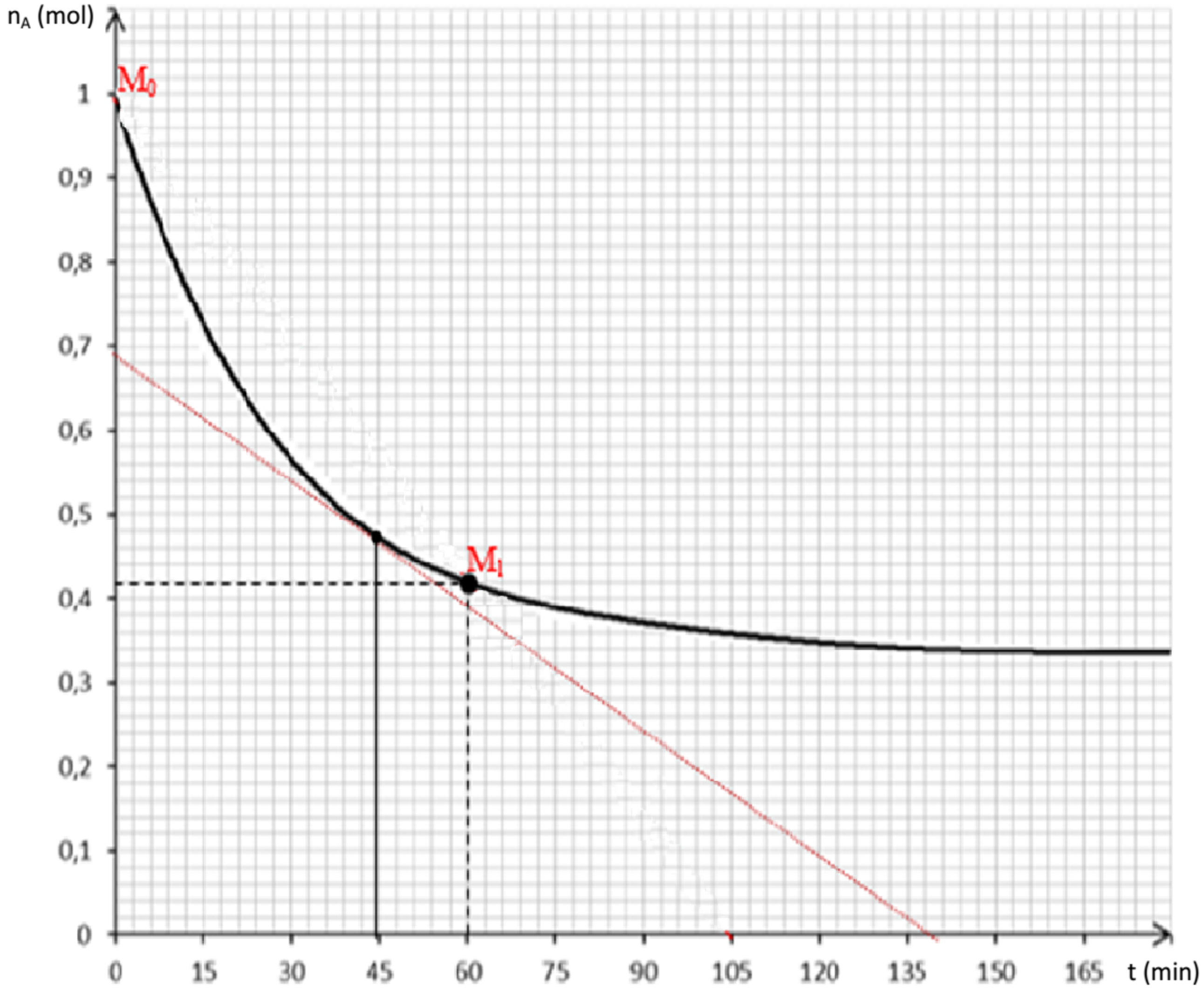
2.2.3. Calcul de la vitesse moyenne entre t = 0 et t = t$_1$= 60 min :

$$V_m=\frac{n_A(t_0)-n_A(t_1)}{t_1-t_0} \qquad \text{AN : } V_m \approx \frac{1-0{,}42}{60}=9{,}67.10^{-3}\,mol.\min^{-1}$$

2.2.4. Vitesse instantanée à t = 45 min :

La vitesse instantanée est donnée par la relation: $V = -\frac{dn_A}{dt}$; graphiquement elle correspond à la valeur absolue du coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t = 45 min (voir courbe) :

On trouve : **V(t = 45 min) ≃ 5,11.10^{-3} mol.min^{-1}**



2.2.5. Détermination sans calcul de la vitesse moyenne entre t_2= 165 min et t_3= 180 min :

A partir de la date t≃ 150 min, il n y a plus variation de la quantité de matière de A : la vitesse moyenne est nulle ; la réaction est terminée.

EXERCICE 3

3.1. Enoncer du théorème du centre d'inertie : dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un système de masse m est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération $\vec{a}_G$ de son centre d'inertie : $\sum \vec{F}(exterieures) = m.\vec{a}_G$.

3.2. Caractéristiques du vecteur-accélération :

On considère le projectile comme système et on rapporte le mouvement au référentiel terrestre supposé galiléen. L'action de l'air étant négligée, le projectile n'est soumis qu'à son poids.

T.C.I $\sum \vec{F}(exterieures) = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{P} = m.\vec{a} \Rightarrow m.\vec{g} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$ $\quad \vec{a}\begin{cases} direction : verticale \\ sens : orient\acute{e}\ vers\ le bas \\ norme : a = g = 10\, m.s^{-2} \end{cases}$

3.3. Montrons que le mouvement est plan :

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \\ a_z = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{V}\begin{cases} V_x = V_0 \cos\alpha \\ V_y = -gt + V_0 \sin\alpha \\ V_z = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{OM}\begin{cases} x = V_0 \cos\alpha.t \\ y = -\frac{1}{2}g.t^2 + V_0 \sin\alpha.t \\ z = 0 \end{cases}$$

x et y varient au cours du temps alors que z = o quelque soit la date t : le mouvement du projectile est plan et s'effectue dans le plan (xOy).

3.4. Equation cartésienne de la trajectoire : $x = V_0 \cos\alpha.t \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos\alpha}$ or $y = -\frac{1}{2}g.t^2 + V_0 \sin\alpha.t$

en remplaçant t dans l'expression de y on obtient : $y = -\frac{g}{2.V_0^2 \cos^2\alpha}.x^2 + x.\tan\alpha$

3.5. Ordonnée du projectile pour x_0 =800 m : $y_0 = -\frac{g}{2.V_0^2 \cos^2\alpha}.x_0^2 + x_0.\tan\alpha$

$$y_0 = -\frac{10}{2.100^2 \cos^2 30°}.800^2 + 800.\tan 30 = 35{,}2\, m$$

y_0 est supérieure à la hauteur H ; le projectile passe au-dessus de l'oiseau ; l'oiseau ne sera pas atteint par ce projectile.

3.6. .

3.6.1. Expression de la portée en fonction de V_0, g et α :

Soit P le point d'impact au sol : $y_p = 0$

$$\Rightarrow -\frac{g}{2.V_0^2 \cos^2\alpha}.x_P^2 + x_P.\tan\alpha = 0 \Rightarrow x_P = \frac{2.V_0^2 \cos^2\alpha.\tan\alpha}{g} \Rightarrow x_P = \frac{2.V_0^2 \cos^2\alpha.\sin\alpha}{g.\cos\alpha} = \frac{2.V_0^2 \cos\alpha.\sin\alpha}{g}$$

$$x_P = \frac{2.V_0^2 \cos\alpha.\sin\alpha}{g} = \frac{V_0^2.\sin 2\alpha}{g} \qquad x_P = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

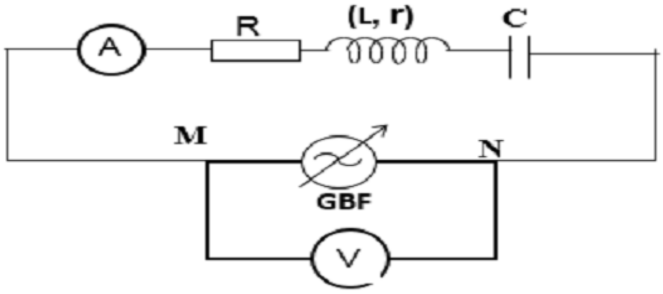
3.6.2. Calcul de la portée maximale : $x_P = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ est maximale si sin(2α)=1

$$\Rightarrow x_{P\max} = \frac{V_0^2}{g} \quad A.N : x_{P\max} = \frac{100^2}{10} = 1000\, m \qquad D = x_{P\max} = 1km$$

3.6.3. Rayon du champ de tir : $r = 1{,}1D = 1{,}1\, km$

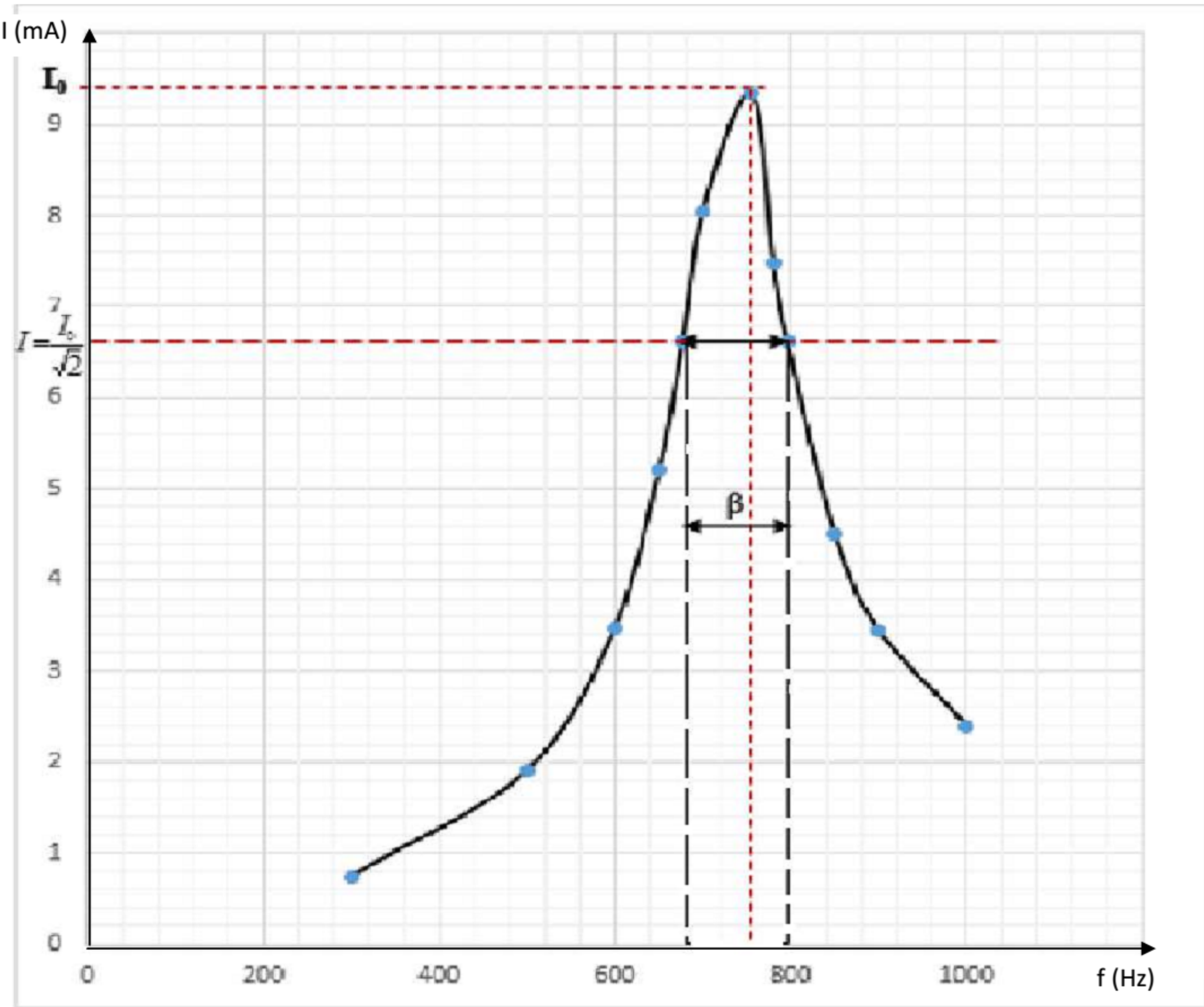
EXERCICE 4

4.1. Schéma du circuit :



4.2. .

4.2.1. Le tracé de la courbe I=g(f)



4.2.2. Graphiquement fo est obtenue pour I maximale ($I_0 \approx 9,35$ mA) : $f_0 \approx 755$ Hz

4.2.3. Calcul de l'impédance Z pour $f = f_0$:

On est à la résonance d'intensité , donc $Z = R_{totale}$ et $Z = \frac{U}{I_0}$ $A.N: Z = \frac{1}{9{,}35.10^{-3}} = 107\,\Omega$

Déduction de r : $R_{totale} = r + R \Rightarrow r = R_{totale} - R$ $A.N: r = 107 - 80 = 27\,\Omega$ $r = 27\,\Omega$

4.2.4. La largeur de la bande passante : c'est l'intervalle de fréquence pour lequel

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{9{,}35}{\sqrt{2}} = 6{,}61\,mA$$

Graphiquement on obtient $\Delta f = \beta = 120$ Hz

4.2.5. Calcul de l'impédance aux extrémités de la bande passante :

$$Z_1 = \frac{U}{I_1} \ et \ Z_2 = \frac{U}{I_2} \ or \ I_1 = I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 6{,}61\,mA \Rightarrow Z_1 = Z_2 = \frac{1}{6{,}61.10^{-3}} = 151\Omega$$

4.2.6. Calcul de L et C :

$$\beta = \frac{R+r}{2\pi.L} \Rightarrow L = \frac{R+r}{2\pi.\beta} \qquad A.N: L = \frac{107}{2\pi.120} = 0{,}14\,H$$

$$L.C.\omega_0^2 = 1 \Rightarrow L.C.4\pi^2.f_0^2 = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2.L.f_0^2} \qquad A.N: C = \frac{1}{4\pi^2.0{,}142.755^2} = 3{,}13.10^{-7}\,F$$

$$L = 140\,mH \ \ et \ \ C = 313\,nF$$

EXERCICE 5

5.1. L'élément mercure, traceur isotopique :

5.1.1. La radioactivité β^- correspond à l'émission d'électrons par un noyau radioactif.

Equation de la réaction : ${}^{203}_{80}Hg \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z}Y$

Les lois de conservations donnent : 203 = A et 80 = -1+Z ; d'où Z= 81 donc ${}^{A}_{Z}Y$ *correspond au* ${}^{203}_{81}Tl$

d'où l'équation ${}^{203}_{80}Hg \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{203}_{81}Tl$

5.1.2. L'activité à t = 0 :

$$A_0 = \lambda.N_0 \Rightarrow or \ \lambda = \frac{\ln 2}{T} \Rightarrow A_0 = \frac{N_0.\ln 2}{T} \qquad A_0 = \frac{2{,}96.10^{21}.\ln 2}{46{,}69 \times 24 \times 3600} = 5{,}09.10^{14}\,Bq$$

5.1.3. Durée au bout de laquelle l'activité diminue de $0{,}14.A_0$:

A cette date

$$A = A_0 - 0{,}14.A_0 = 0{,}86.A_0 \Rightarrow A_0.e^{-\lambda t} = 0{,}86.A_0 \Rightarrow -\lambda.t = \ln 0{,}86 \Rightarrow$$

$$t = -\frac{\ln 0{,}86}{\lambda} = -T.\frac{\ln 0{,}86}{\ln 2} \Rightarrow t = -46{,}69\frac{\ln 0{,}86}{\ln 2} = 10{,}16\,jours \qquad t = 10{,}16\,jours$$

5.2. Sécurisation des billets de banque par le mercure :

5.2.1. Le spectre d'émission ou d'absorption du mercure est discontinu.

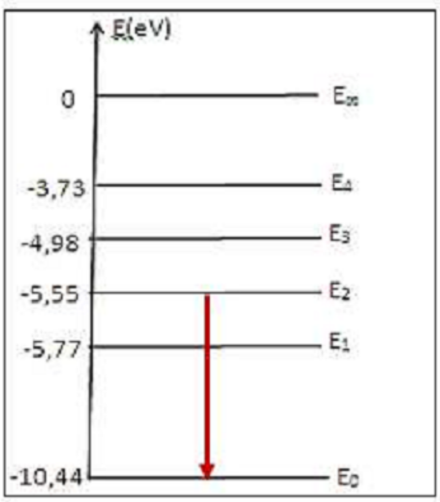
5.2.2. Détermination de la transition responsable de cette fluorescence :

La lumière émise par la lampe à vapeur de sodium résulte d'une désexcitation des atomes de mercure. Cette lumière excite les nanos pigments qui émettent à leur tour par fluorescence.

$$E_{photon}(émis) = \Delta E = \frac{hC}{\lambda_1} \qquad A.N: E_{photon}(émis) = \frac{6{,}62.10^{-34}.3.10^8}{253{,}6.10^{-9}} = 7{,}83.10^{-19}\,J = 4{,}89eV$$

On vérifie que cette énergie correspond à : $\Delta E = E_2 - E_0$: elle correspond donc à la transition du niveau E_2 vers le niveau E_0 pour le mercure.

5.2.3. Représentation de la transition :



5.2.4. La longueur d'onde maximale λ_2 :

Lors d'une désexcitation d'un niveau p vers un niveau n la longueur d'onde de la radiation émise est donnée par : $\lambda = \dfrac{hC}{E_p - E_n}$; comme cette désexcitation mène au niveau fondamentale donc

En = E0 $\Rightarrow \lambda = \dfrac{hC}{E_p - E_0}$

Pour que λ soit maximale il faut que $E_p - E_0$ soit minimale donc $E_p = E_1$

$$\Rightarrow \lambda_{max} = \lambda_2 = \frac{hC}{E_1 - E_0} \qquad \lambda_2 = \frac{6{,}62.10^{-34}.3.10^{8}}{(-5{,}77 + 10{,}44).1{,}6.10^{-19}} = 2{,}66.10^{-7}\,m$$

$$\lambda_2 = 2{,}66.10^{-7}\,m = 266\ nm$$

5.2.5. Détermination de λ_3 :

$$E_2 - E_1 = \frac{hC}{\lambda_3} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{hC}{E_2 - E_1} \qquad \lambda_3 = \frac{6{,}62.10^{-34}.3.10^{8}}{(-5{,}55 + 5{,}77).1{,}6.10^{-19}} = 5{,}64.10^{-6}\,m$$

$$\lambda_3 = 5{,}64.10^{-6}\,m$$

Relation entre λ_1, λ_2 et λ_3 :

On a : $E_2 - E_0 = (E_2 - E_1) + (E_1 - E_0) \Rightarrow \dfrac{hC}{\lambda_1} = \dfrac{hC}{\lambda_3} + \dfrac{hC}{\lambda_2} \quad \Rightarrow \dfrac{1}{\lambda_1} = \dfrac{1}{\lambda_3} + \dfrac{1}{\lambda_2}$

UNIVERSITECHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR 15 G 27 A 01

Séries : S2-S2A –S4-S5

DU BACCALAUREAT

TTéléfax (221) 33 824 65 81 - Tél. : 33 824 95 92 - 33 824 65 81

CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE

Séries : S2-S2A –S4-S5

EXERCICE 1

1.1 Pourcentages massiques de C et H :

$$\%C = \frac{m_C}{m} * 100 \; or \; m_C = \frac{12}{44} * m_{CO_2} \Rightarrow \%C = \frac{1200}{44 * m} * m_{CO_2} = \frac{1200}{44 * 0,648} * 1,42 = 59,76$$

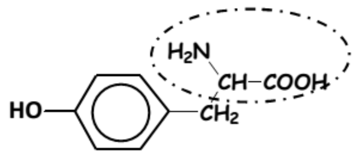
$$\%H = \frac{m_H}{m} * 100 \; or \; m_H = \frac{2}{18} * m_{H_2O} \Rightarrow \%H = \frac{200}{18 * m} * m_{H_2O} = \frac{200}{18 * 0,648} * 0,354 = 6,01$$

Cherchons les valeurs de x, y et z : $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{M}{100} \Rightarrow \quad x = 9 \; et \; y = 11$

$M = 12x + y + 16z + 14 \Rightarrow 12 * 9 + 11 + 16z + 14 = 181 \Rightarrow z = 3$

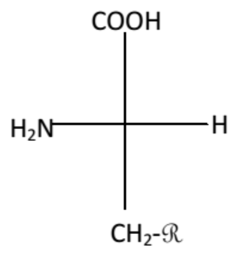
D'où la formule brute $C_9H_{11}NO_3$

1.2Le groupe fonctionnel est encadré ci-contre :

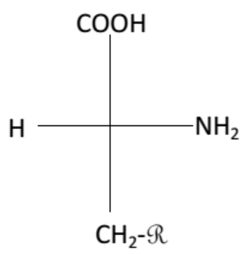


1.3 1le carbone en position en position 2 par rapport au groupe carboxyle est un carbone asymétrique et c'est le seul carbone asymétrique : la molécule est chirale.

Configurations L et D:

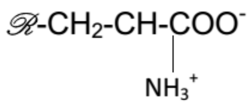


L-tyrosine

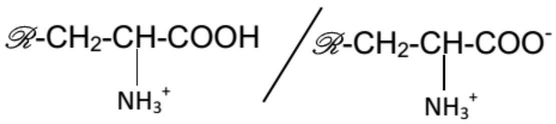


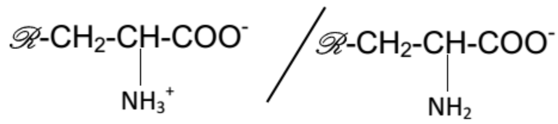
D-tyrosine

1.3.2 Formule semi-développée de l'amphion:



Les couples





1.3.3 Relation entre pHi, pKa_1 et pKa_2:

Notons A l'amphion, A^+ le cation et A^- l'anion

$$K_{a1} = \frac{[H_3O^+] * [A]}{[A^+]} \quad K_{a2} = \frac{[H_3O^+] * [A^-]}{[A]} \Rightarrow K_{a1} * K_{a2} = \frac{[H_3O^+]^2 * [A^-]}{[A^+]}$$

pour pH=pHi on a $[A^-] = [A^+] \Rightarrow K_{a1} * K_{a2} = [H_3O^+]^2 \Rightarrow 2\log[H_3O^+] = \log(K_{a1} * K_{a2}) \Rightarrow$

$-\log[H_3O^+] = \frac{1}{2} * (-\log K_{a1} - \log K_{a2}) \Rightarrow \text{pHi} = \frac{1}{2} * (pK_{a1} + pK_{a2})$.

A.N: $\mathbf{pHi} = \frac{1}{2} * (\mathbf{2{,}2} + \mathbf{9{,}1}) = \mathbf{5{,}6}$.

1.3.4.

a) On peut théoriquement obtenir quatre (04) dipeptides.

b)Les étapes de la synthèse du dipeptide tyrosine-alanine où la tyrosine est N-terminal:

- Blocage du groupe amino de la tyrosine et du groupe carboxyle de l'alanine.
- Activation du groupe carboxyle de la tyrosine et du groupe amino de l'alanine.
- Réaction entre le groupe carboxyle de la tyrosine et le groupe amino de l'alanine.
- Déblocage du groupe amino de la tyrosine et du groupe carboxyle de l'alanine qui étaient bloqués.

EXERCICE 2

2.1 Montrons qu'il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction et précisons les couples redox mis en jeu:

Les couples redox Fe^{2+}/Fe et H_3C^+/H_2

Les demi-équations électroniques $Fe^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Fe$ et $2H_3C^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2 + 2H_2O$

$$\begin{cases} Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^- \\ 2H_3O^+ + 2e^- \rightarrow H_2 + 2H_2O \end{cases} \Rightarrow Fe + 2H_3C^+ \rightarrow Fe^{2+} + H_2 + 2H_2O.$$

Il y a un transfert d'électrons donc c'est une réaction d'oxydoréduction.

2.2 Montrons que $[H_3O^+] = 0{,}1\,(1 - \frac{V}{60})$

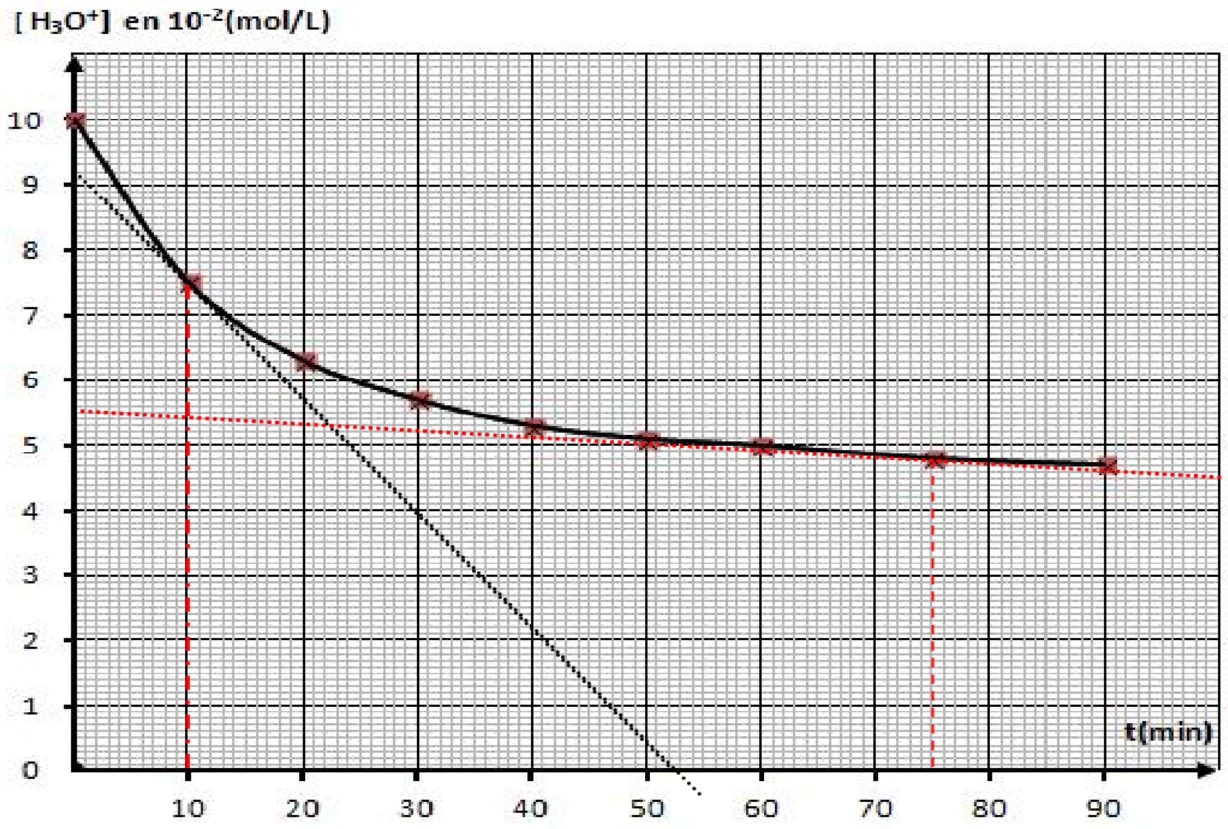
$$n_{H_3C^+}^{restant} = n_{H_3C^+}^{initial} - n_{H_3C^+}^{reagi} \text{ or } n_{H_3C^+}^{initial} = C_a * V_S \text{ et } n_{H_3C^+}^{reagi} = 2n_{H_2} = \frac{2V}{V_0} \Rightarrow n_{H_3C^+}^{restant} = C_a * V_S - \frac{2V}{V_0}$$

$$[H_3o^+] = \frac{n_{H_3C^+}^{restant}}{V_S} = C_a * \frac{V_S}{V_S} - \frac{\frac{2V}{V_0}}{V_S} = C_a - \frac{2V}{V_0 * V_S} = 0{,}1 - \frac{2 * V}{24 * 50} = 0{,}1 - \frac{2 * V}{1200}$$

$$[H_3o^+] = 0{,}1 * \left(1 - \frac{20 * V}{1200}\right) = 0{,}1 * \left(1 - \frac{V}{60}\right)$$

2.3.1 Recopions et complétons le tableau :

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	75	90
V (mL)	0	15	22	26	28	29,5	30	31	32
$[H_3O^+]$ en 10^{-2}(mol/L)	10	7,5	6,3	5,7	5,3	5,1	5,0	4,8	4,7



2.3.2 Définition : la vitesse instantanée volumique de disparition des ions H_3O^+ à une date t est l'opposée de la dérivée par rapport au temps de la concentration en ions H_3O^+.

2.3.3 Détermination des vitesses

On détermine les coefficients directeurs des tangentes à la courbe aux dates considérées :

à $t_0 = min$ $\quad v(t_0) \approx 1{,}84\,10^{-3} mol.L^{-1}.min^{-1}$;

à $t_1 = 25 min$ $\quad v(t_1) \approx 6{,}66\,10^{-5} mol.L^{-1}.min^{-1}$

2.3.4 La vitesse de disparition diminue car la concentration des ions H_3O^+ diminue.

2.3.5 Les quantités de matière des ions Fe^{2+} et H_3O^+ aux dates t_1 et t_2 :

$$n^{t}_{H_3O^+} = [H_3O^+] * V_S \Rightarrow n^{t_1}_{H_3O^+} = 0{,}075 * 0{,}05 = 3{,}75\,10^{-3} mol$$

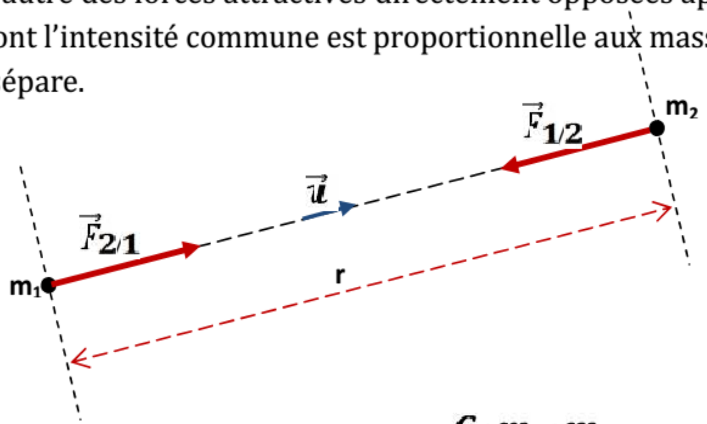
$$\text{et } n^{t_2}_{H_3O^+} = 0{,}048 * 0{,}05 = 2{,}4\,10^{-3} mol$$

$$n^{t}_{Fe^{2+}} = \frac{n^{initial}_{H_3O^+} - n^{restant}_{H_3O^+}}{2} = \frac{C_a * V_S - n^{restant}_{H_3O^+}}{2} = \frac{0{,}1 * 0{,}05 - n^{restant}_{H_3O^+}}{2} \Rightarrow \begin{cases} n^{t_1}_{Fe^{2+}} = 6{,}25\,10^{-4} mol \\ n^{t_2}_{Fe^{2+}} = 1{,}30\,10^{-3} mol \end{cases}$$

Les résultats obtenus sont en accord avec la réponse de la question 2.3.4 car la vitesse diminue avec la concentration en ions H_3O^+.

EXERCICE 3

3.1 Enoncé de la loi de gravitation : deux corps ponctuels de masses respectives m_1 et m_2 distants de r exercent l'un sur l'autre des forces attractives directement opposées appelées forces d'interaction gravitationnelle dont l'intensité commune est proportionnelle aux masses et à l'inverse du carré de la distance r qui les sépare.



$$\vec{F}_{1/2} = -\vec{F}_{2/1} = -\frac{G * m_1 * m_2}{r^2} * \vec{u}$$

3.2 Expression du vecteur champ de gravitation : on a $\vec{F} = m\vec{\mathcal{G}} \Rightarrow \vec{\mathcal{G}} = -\frac{G.M}{r^2} * \vec{u}$

Au sol $r = R$ et $\mathcal{G} = \mathcal{G}_0 = \frac{G.M}{R^2} \Rightarrow G * M = \mathcal{G}_0 . R^2$ d'où l'on tire $\quad \mathcal{G} = \frac{\mathcal{G}_0 R^2}{(R+h)^2}$.

3.3 Montrons que le mouvement du satellite est uniforme.

Système : le satellite ; référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des forces extérieures : $\vec{F} = m\vec{\mathcal{G}}$ force gravitationnelle.

Théorème du centre d'inertie : $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{\mathcal{G}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{\mathcal{G}}$ or $\vec{\mathcal{G}} \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{a}_t = \vec{0} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0$

donc $V = cste$; le mouvement est uniforme.

3.4 Expression de la vitesse

$$\vec{a} = \vec{\mathcal{G}} \Rightarrow \frac{V^2}{R+h} = \frac{\mathcal{G}_0 R^2}{(R+h)^2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{\mathcal{G}_0 R^2}{(R+h)}} \quad T = \frac{2\pi r}{V} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{(R+h)^3}{\mathcal{G}_0 R^2}}$$

3.5 a) Un satellite géostationnaire est un satellite qui paraît immobile par rapport à la Terre.

b) la période de rotation du satellite égale la période de la terre.

$$T = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g_0}} = T_{terre} \Rightarrow \mathbf{h} = \sqrt[3]{\frac{T^2 g_0 R^2}{4\pi^2}} - \mathbf{R}; \qquad \mathbf{AN: h = 3{,}6.10^4 Km}$$

3.6 .1 Fraction de surface couverte : $f = \frac{S(couverte)}{S(Terre)} = \frac{2\pi R^2(1-\cos(\theta))}{4\pi R^2} = \frac{(1-\cos(\theta))}{2}$

$$cos\theta = \frac{R}{R+h} \Rightarrow f = \frac{(1-\frac{R}{R+h})}{2} = 0{,}42 = 42\%$$

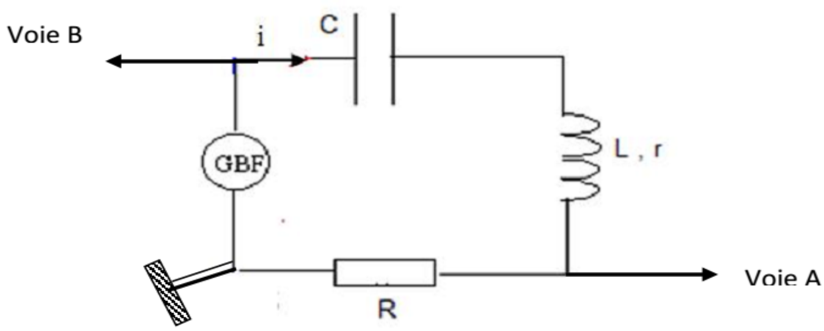
3.6.2 Méteosat-8 est un satellite géostationnaire donc ses observations concernent toujours la même zone.

EXERCICE 4

4.1 L'amplitude des tensions : $U_{m1} = 3*2{,}0 = 6{,}0$ V et $U_{m2} = 2*2{,}0 = 4{,}0$ V.

La courbe (1) correspond à la tension u_G car la tension aux bornes du GBF a la plus grande amplitude.

4.2



4.3 Fréquence $N = \frac{1}{T}$ or $T = 8*2 = 16$ ms ; $\mathbf{N = \frac{1}{0{,}016} = 62{,}5 Hz}$

4.4 Différence de phase : $|\Delta\varphi| = 2\pi * \frac{\Delta t}{T} = 2\pi * \frac{1*2}{16} = \frac{\pi}{4}$**rad**

L'intensité est en avance sur la tension aux bornes du GBF.

4.5 $Im = \frac{U_{2m}}{R} = \frac{4}{100} = 0{,}04$ A.

Si $u_G = U_{1m}\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_u\right)$ à $t = 0$ on trouve $u_G = U_{1m} = 6 \Rightarrow \varphi_u = 0 \Rightarrow \mathbf{u_G = 6\cos(\frac{2\pi}{T}t)}$

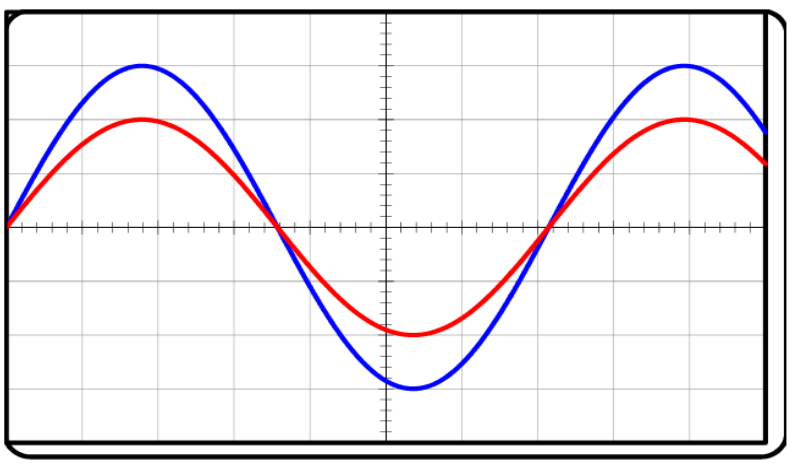
on aura $\mathbf{i = 0{,}04\cos(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{4})}$.

Capacité du condensateur

$$\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R+r} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega(L\omega - (R+r)\tan\varphi)} = \frac{1}{125\pi(125\pi L - (108)\tan(-\frac{\pi}{4}))} = 5{,}0.10^{-6}F. \qquad \mathbf{C = 5{,}0.10^{-6}F}$$

4.6.1 A la résonance $\omega = \omega_0 = 2\pi N_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{1*5.10^{-6}}} = 71{,}4$ Hz.

4.6.2 L'allure des courbes



EXERCICE 5

5.1 Définition : l'effet photoélectrique est l'émission d'électrons par un métal convenablement éclairé.

5.2.1 La fréquence seuil est la fréquence minimale de la radiation incidente qui produit l'effet photoélectrique.

5.2.2 a) Le travail d'extraction est l'énergie minimale à fournir au métal pour extraire un électron de celui-ci.

b) La relation qui existe entre la fréquence υ de la lumière, l'énergie cinétique maximale des électrons E_C et le travail d'extraction W_{ext} est : $\mathbf{E_c = h\upsilon - W_{ext}}$

c) Valeur du travail d'extraction Wext et de la fréquence υ_S

On a : $Ec_1 = h\upsilon - Wext$ et $Ec_2 = 1{,}5\, h\upsilon - Wext \Rightarrow Wext = \frac{Ec_2 - 1{,}5\,Ec_1}{0{,}5}$: AN: **Wext = 3,3eV**

La valeur de la fréquence seuil : $Wex = h\upsilon_S \Rightarrow \upsilon_S = \frac{Wex}{h}$; AN : $\mathbf{\upsilon_S = 8{,}0.10^{14}\,Hz}$

5.3.1 Réaction de fusion nucléaire = réaction au cours de laquelle des noyaux légers fusionnent pour donner un ou des noyaux lourds.

5.3.2 Identification de la particule ${}^{A}_{Z}X$

On applique la loi de conservation du nombre de nucléons et celle de la charge à l'équation nucléaire

${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}X$, soit $2+3 = 4 + A$ et $1+1 = 2+ Z \Rightarrow A = 1$ et $Z = 0$

d'où ${}^{A}_{Z}X$ = ${}^{1}_{0}n$ **= neutron**

5.3.3 **a)** Energie libérée lors de la formation d'un noyau d'hélium.

$\Delta E = \Delta m.C^2$ avec Δm variation de masse ; soit $\Delta m = m({}^{4}_{2}He) + m({}^{A}_{Z}X) - (m({}^{2}_{1}H) + m({}^{3}_{1}H))$.

AN : $\Delta E = -17{,}6$ MeV $= -2{,}8.10^{-12}$ J; le signe négatif indique que l'énergie est fournie à l'extérieur.

b) Energie fournie lors de la formation de 1 kg d'hélium

$\Delta E'$ = nombre de noyaux d'hélium x Energie libérée par la formation d'un noyau d'hélium

$\Delta E' = \frac{\text{masse d'hélium}}{\text{masse d'un noyau d'hélium}}$ x Energie libérée par la formation d'un noyau d'hélium

AN : $\Delta E' = -3{,}9.10^{8}$ MJ

Masse de pétrole qui fournirait la même quantité d'énergie :

$m_p = \frac{\Delta E'}{42} = 9{,}3.10^{6}$ kg **soit plus de 9300 tonnes de charbon ;**

La masse de charbon qui fournirait la même quantité d'énergie est considérable devant celle d'hélium.

c) W représente de l'énergie cinétique.

Fréquence du rayonnement γ : E(rayonnement)= $h\upsilon$ d'où l'on tire $\upsilon = -\frac{2{,}5\ \Delta E}{100\ h}$

AN : $\upsilon = 1{,}0\,.10^{20}$ Hz