80 Km/h = 22,2 m/s

Car $\frac{80}{3,6}$ = 22,2 m/s

MECANIQUE

1- CINEMATIQUE

EXERCICE 1

Par rapport à un repère orthonormé $(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ une particule M est soumise à l'accélération constante $\vec{a}=-9,8.\vec{k}$. Cette particule se trouve à la date t = 0 s en O (2 ; 0 ;-0,5) et $\vec{V}_0=\vec{i}+4\vec{k}$; (unités S.I).

1) Donner les équations paramétriques du mouvement : x (t) ; y (t) ; z (t).
2) Donner l'expression de $\vec{V}_M$ (t) et calculer la vitesse de M à la date t = 0,5 s.
3) A quelle date M rencontre-t-il le plan z = - 2 ? Quelle est alors l'abscisse de M ?

EXERCICE 2

Un mobile ponctuel M se déplace par rapport à un repère d'espace $(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ muni d'un système d'axes orthonormés (ox, oy, oz), l'axe oz est verticale.
A tout instant de date t, le mobile M a pour vecteur accélération $\vec{a}=-10\vec{k}$.
A la date t = 0, le mobile a pour position initiale $\overrightarrow{OM_0}=20\vec{k}$ et pour vitesse initiale $\vec{V_0}=7\vec{i}+3\vec{k}$.

1) Déterminer les équations horaires x(t), y(t) et z(t) du mouvement.
2) Montrer que le mouvement est plan. Quelle est l'équation cartésienne de sa trajectoire ? En déduire la nature du mouvement.
3) Quelles sont les coordonnées du vecteur vitesse ? Ce vecteur peut-il s'annuler ?
4) A quelle date le mobile rencontre le plan z = 10 ?
5) Calculer la vitesse du mobile à la date t = 4s.
6) En quel point particulier de la trajectoire la vitesse du mobile est minimale ? Calculer cette vitesse.

EXERCICE 3

Un mobile M décrit une trajectoire rectiligne munie d'un repère d'espace $(O,\vec{i})$: son vecteur accélération est constant pendant toute la durée du mouvement qui est fixé à t_F = 5 s.
A l'instant T_0 = 0, le mobile part du point M_0, d'abscisse x_0 = - 0,5 m, avec une vitesse v_0 = - 1 m/s. Puis, il passe au point M_1, d'abscisse x_1 = + 5 m, avec la vitesse v_1 = + 4,7 m/s.

1) Calculer l'accélération a du mobile.
2) Calculer la date t_1 à laquelle le mobile passe au point M_1.
3) Donner l'équation horaire du mobile.
4) A la date T = 2 s, un deuxième mobile M' part de l'abscisse x_1 = + 5 m, avec un mouvement rectiligne uniforme dont la vitesse est v' = 4 m/s.
   a- calculer la date t_R de la rencontre des deux mobiles.
   b- Calculer l'abscisse x_R où aura lieu cette rencontre.
5) Vérifier ces deux derniers résultats à l'aide des représentations graphiques des équations horaires des deux mobiles.

EXERCICE 4

Dans le plan $(o,\vec{i},\vec{j})$, une particule est animée d'un mouvement curviligne avec un vecteur accélération $\vec{a}=4.\vec{j}$.

1) Exprimer en fonction du temps, le vecteur :
   a) vitesse $\vec{V}$, sachant qu'à l'instant de date t_1 = 1s, $\vec{V_1}=2\vec{i}+8\vec{j}$;
   b) position $\overrightarrow{OM}$ de la particule, sachant qu'à la date t_2 = 2s, $\overrightarrow{OM_2}=10\vec{i}+23\vec{j}$.
2) Donner l'équation cartésienne de la trajectoire et préciser sa nature.
3) Déterminer les coordonnées du sommet de cette trajectoire.

EXERCICE 5

Dans un repère $(0,\vec{i},\vec{j})$, les équations horaires d'un point mobile sont :

$$\begin{cases} x=-0,5t^2+t \\ y=t^2-2t+3 \end{cases} \quad 0<t<3\text{ s}$$

1) Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire.
2) Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{V}$ et du vecteur accélération $\vec{a}$. Quelle est la nature exacte du mouvement du point mobile ?
3) Sur quels intervalles de temps le mouvement est-il retardé ? accéléré ?

EXERCICE 6

1) Un mobile A se déplace dans le plan (XOY) d'un point M_0 vers un point M_1 avec une accélération $\vec{a}=-10\vec{j}$ dans un repère $(o,\vec{i},\vec{j})$. A l'instant t = 0 s, le mobile A passe par le point M_0 (0 ; 1) avec une vitesse $\vec{V_0}=\vec{i}+\vec{j}$. Déterminer les équations horaires $X_1(t)$; Y_1 (t) du mouvement de A.

2) En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire du mobile A et donner la forme de la trajectoire.
3) Déterminer la vitesse de A lorsqu'il passe au point le plus haut de la trajectoire et la vitesse de A pour $Y_1(t) = 0$.
4) Après une durée t = 2 s du départ de A, un autre mobile B part de M_1 (10 ; h) vers M_0 (h étant l'ordonnée de M_1) avec un mouvement rectiligne uniforme de vitesse $\vec{V_2} = -2\vec{i}$.
   a) En considérant le même repère de date et d'espace qu'à la question n°1, déterminer les équations horaires $X_2(t)$ et $Y_2(t)$ du mobile B.
   b) Déterminer la date t_R de rencontre des deux mobiles A et B.
   c) Calculer l'ordonnée h de M_1.

EXERCICE 7

On donne l'équation horaire d'un mobile M par rapport au repère

$(o,\vec{i},\vec{j})$: $\begin{cases} x = A\cos\omega t \\ y = A\sin\omega t \end{cases}$ avec A=10 cm et ω = 10 rad.s^{-1}.

1) Montrer que la valeur de la vitesse du mobile est constante et la calculer.
2) Montrer que la valeur de son accélération est constante et la calculer.
3) Quelle est la trajectoire du mobile ? Que représente A ?
4) Quels sont la direction et le sens du vecteur accélération ?

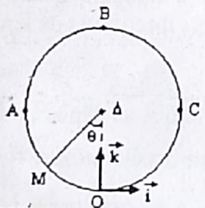
EXERCICE 8

Un automobiliste roule à la vitesse constante de 120 km.h^{-1} sur une route rectiligne où la vitesse est limitée à 90 km.h^{-1}. Un motard de la gendarmerie part à sa poursuite. Il démarre au moment précis où l'automobile passe devant lui. Le motard est animé d'un mouvement uniformément varié tel qu'il atteint la vitesse de 100 km .h^{-1} en 10 s.

1) Calculer la durée de la poursuite.
2) Déterminer la distance parcourue par le motard lors de la poursuite.
3) Calculer la vitesse du motard lorsqu'il rattrape l'automobiliste.

EXERCICE 9

Une roue d'automobile de diamètre d = 50 cm est mise en rotation autour d'un axe horizontal fixe Δ à la vitesse angulaire ω = 25 rad.s^{-1}.
La base du pneu trempe dans l'eau qui se trouve entraînée.
Soit O le point le plus bas du pneu, origine des espaces,
et $\left(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k}\right)$, $\vec{k}$ étant vertical ascendant, le repère orthonormé.



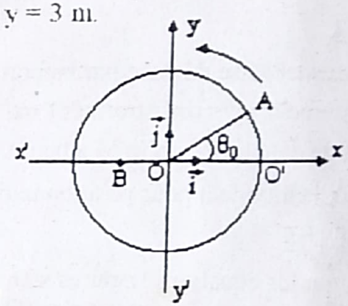
1- Calculer la valeur de la vitesse de la goutte d'eau entraînée par la roue.

2- Ecrire les coordonnées cartésiennes de la position M d'une goutte d'eau entraînée par un point de la roue en fonction du rayon R de la roue et de l'angle θ dont a tourné le point M depuis le point O.

3- Lorsqu'une goutte d'eau se détache du pneu elle est soumise à l'accélération $\vec{a} = -10\vec{k}$.
   a- De quels points de la roue doivent se détacher les gouttes d'eau pour décrire une trajectoire rectiligne ?
   b- Etudier la trajectoire des gouttes d'eau qui se détachent du point le plus haut du pneu.

EXERCICE 10

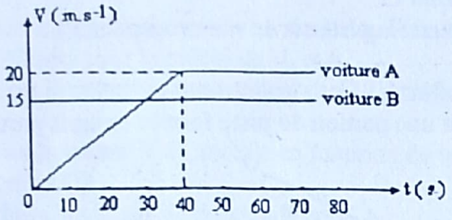
Un mobile M décrit une trajectoire circulaire de centre O et de rayon R à la vitesse angulaire ω = 2 rad.s^{-1}. L'origine des positions est O' et les abscisses curviligne et angulaire sont respectivement $\overset{\frown}{O'M}$ = s (t) (en mètre) et θ (t) (en radian), à une date quelconque t. A l'instant $t_0 = 0$ s, M est en A tel que ses coordonnées cartésiennes dans la base $(o,\vec{i},\vec{j})$ sont x = 4 m et y = 3 m.



1) Calculer le rayon R et l'angle θ_0.
2) Utiliser les valeurs numériques de l'énoncé pour vérifier que les abscisses curviligne et angulaire peuvent s'écrire : s (t) = 10t + 3,2 et θ (t) = 2t + 0,64.
3) Calculer la date t_1 du passage en O' de M.
4) Un deuxième mobile M' part de B ($|x_B| = \dfrac{R}{2}$) sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$ s. Animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié, il passe en O', 0,82 s avant le passage du mobile M.
   a) Dans le repère $(o,\vec{i},\vec{j})$, donner l'équation horaire du mobile M'.
   b) Calculer la date t_2 du passage de M' en O'.
   c) Calculer la valeur de l'accélération a_2 du mobile M'.
   d) Calculer la vitesse V_2 du mobile M' quand il passe en O'.

EXERCICE 11

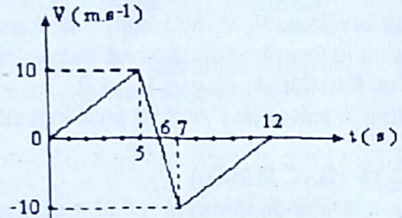
Une voiture A est arrêtée à un feu de la circulation. Le feu vert s'allume et la voiture A démarre d'un mouvement rectiligne uniformément varié.
A l'instant où elle démarre, la voiture A est dépassée par une voiture B qui se déplace d'un mouvement uniforme. Le graphique ci-contre représente les vitesses des deux voitures en fonction du temps.



1) Déterminer l'accélération de la voiture A pendant la période de démarrage.
2) Combien de temps faut-il à la voiture A pour se déplacer à la même vitesse que la voiture B ?
3) Quelle est à cet instant l'avance de la voiture B sur la voiture A ?
4) A l'instant t = 40 s, le mouvement de la voiture A devient rectiligne uniforme, de vitesse 20 $m.s^{-1}$. Quelle est, à cet instant, la distance qui sépare les deux véhicules ?
5) En prenant pour origine des dates, l'instant de démarrage de la voiture A et pour origine d'espace, la position du feu, écrire les équations horaires des voitures A et B.
6) A quel instant la voiture A rejoint-elle la voiture B ?
7) Depuis le feu, quelle distance ont-elles parcourues au moment où la voiture A rattrape la voiture B ?

EXERCICE 12

La représentation graphique de la vitesse V = f(t) d'un mobile est donné par la figure ci-contre.

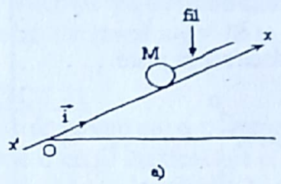


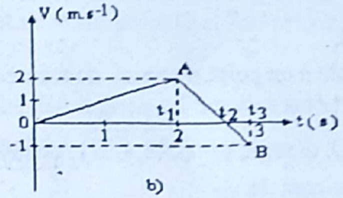
1) a) Calculer les accélérations du mobile au cours des trois phases du mouvement.
   b) Tracer la représentation graphique a de l'accélération en fonction du temps ; avec $t \in [0;12s]$.
2) Calculer l'espace parcouru par le mobile.

EXERCICE 13

Un mobile ponctuel M glisse sur la ligne de plus grande pente x'ox d'un plan incliné. Il est attaché à un fil inextensible tendu parallèle à x'ox (voir figure a). A l'instant t = 0 s, origine des dates, le mobile, initialement au repos est mis en mouvement. On étudie le vecteur vitesse de M : $\vec{V} = V_x\vec{i}$.

Le graphe de Vx = f(t) est représenté sur la figure b. A l'instant de date $t = t_1$, le fil casse. On donne : $t_1 = 2$ s ; $t_2 = 2{,}65$ s ; $t_3 = 3$ s.

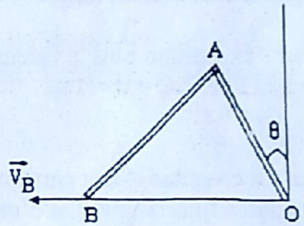




1) Déduire du graphique le sens de déplacement de M pendant les différentes phases.
2) Pour $t \in [0;t_1[$
   a) préciser la nature du mouvement de M ;
   b) donner les caractéristiques du vecteur accélération ;
   c) calculer l'abscisse finale de M
4) Répondre aux mêmes questions qu'au 2) pour $t \in [t_1;t_3[$.

EXERCICE 14

Une échelle double est appuyée au bas d'un mur en O (voir figure). Le deuxième point d'appui B glisse sur le sol à la vitesse $\vec{V_B}$.



On précise que OA = AB = 2.5 m et la vitesse angulaire de OA garde la valeur constante de 10 degré par seconde. θ est l'angle que fait OA avec la verticale.

A l'instant t = 0, $\theta = \theta_0 = 15°$.

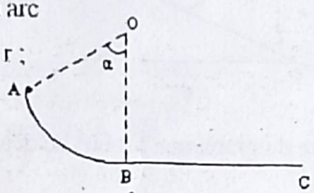
1) Donner l'équation horaire θ = f (t).
2) A quel instant t_1 l'angle $\widehat{OAB}$ vaut-il 100° ?
3) A l'instant t_1, donner les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V_A}$ et du vecteur accélération $\vec{a_1}$ du point A ; faire un schéma représentant ces deux vecteurs.
4) Calculer, en fonction du temps la longueur OB.
5) En déduire les équations horaires de la vitesse V_B et de l'accélération a_2 du point B. Faire l'application numérique pour $t = t_1$.

2- MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE

EXERCICE 15

Un solide, assimilable à un point matériel, de masse m, se déplace sur la piste représentée sur le schéma suivant. La portion AB est un arc de cercle de centre O, d'angle $\alpha = (\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OB})$, de rayon r ; la portion BC est horizontale.

On lance le solide à partir du point A avec une vitesse $\overrightarrow{V_A}$ tangente au cercle.



Données : m = 15 g ; r = 1,5 m ; $V_A = 2\ m.s^{-1}$; α = 60° ; g = 9,8 $m.s^{-2}$.

1) On suppose les frottements négligeables sur la portion AB.
   a) Etablir les expressions de :
   - la vitesse V_B du solide à son passage en B en fonction de V_A, g, r et α ;
   - la réaction R_B de la piste sur le solide en B en fonction de V_B, m, g et r.

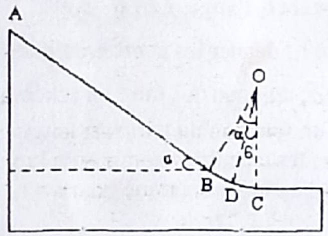
   b) Calculer les valeurs de V_B et R_B.
2) Entre B et C, il existe des frottements assimilables à une force unique $\vec{f}$ de valeur constante, colinéaire au vecteur vitesse.
   a) Montrer que le mouvement du solide entre B et C est uniformément retardé.
   b) Déterminer l'expression puis la valeur de la force de frottement sachant que $V_C = 2\ m.s^{-1}$ et BC = d = 2 m.

EXERCICE 16

La piste d'un skieur est constitué d'une partie rectiligne AB de longueur L, incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale, et d'une partie circulaire BC de centre O et de rayon r. L'axe OC est vertical et l'angle $(\overrightarrow{OB};\overrightarrow{OC}) = \alpha$.

Le skieur part de A sans vitesse initiale et glisse sans frottement sur la piste ABC.

Soit m = 70 kg, la masse du skieur et g = 9,8 $m.s^{-2}$ l'intensité du champ de pesanteur, r = 2 m et L = 5 m.



1) a) Exprimer la vitesse V_B du skieur au point B en fonction de g, L et α

   b) En déduire la valeur de l'angle α sachant que $V_B = 7\ m.s^{-1}$.

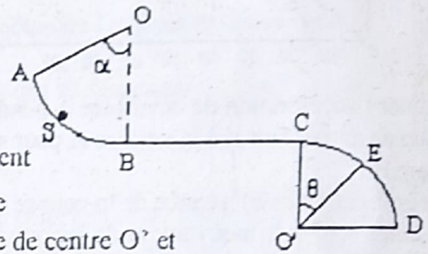
2) Soit D, un point situé entre B et C défini par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OD};\overrightarrow{OC})$. Exprimer la vitesse V_D du skieur au point D en fonction de g, r, V_B, θ et α.

3) a) Calculer la vitesse du skieur au point C.

   b) Déterminer la valeur de la réaction de la piste sur le skieur au point C.

EXERCICE 17

Un solide de masse m = 60 kg glisse sur une portion de piste formée de trois parties (AB), (BC) et (CD). La portion (AB) est un arc de cercle de rayon r et de centre O tel que $\alpha = (\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OB}) = 45°$. (BC) est une partie rectiligne de longueur 2 r sur laquelle il existe des forces de frottement dont la résultante $\vec{f}$ est colinéaire et opposée au vecteur vitesse. (CD) est un quart de cercle de centre O' et de rayon r. Il n'existe pas de frottement sur les portions (AB) et (CD). Toute la trajectoire est située dans le même plan vertical. On prendra g = 10 $m.s^{-2}$.



1) Le solide démarre en A avec une vitesse nulle.

   a) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer la vitesse V_B du solide au point B en fonction de r, g et α.

   b) Exprimer la vitesse V_C du solide au point C en fonction de f, r, m, g et α.

   c) Déterminer l'expression littérale et la valeur de f si le solide arrive en C avec une vitesse nulle.

2) Le solide aborde la partie (CD) avec une vitesse nulle. Il perd contact avec la piste en un point E tel que $(\overrightarrow{O'C};\overrightarrow{O'E}) = \theta$.

   a) Exprimer la vitesse V_E du solide en E en fonction de r, g et θ.

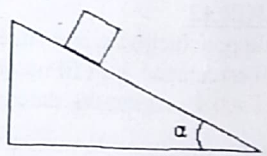
   b) En utilisant le théorème du centre d'inertie, exprimer la réaction R de la piste sur le solide en fonction de m, g, r, V_E et θ.

   c) Déterminer la valeur de l'angle θ pour laquelle le solide quitte la piste.

EXERCICE 18 (BAC D 2000)

Un mobile autoporteur de masse m = 631 g est abandonné sans vitesse initiale sur une table lisse incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. Le mobile glisse selon la ligne de plus grande pente. On enregistre les positions successives de son centre d'inertie G à différentes dates séparées de τ = 60 ms. Les résultats des mesures sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

G_n	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6
t_n	0	τ	2τ	3τ	4τ	5τ	6τ
X_n	0	1,20	2,65	4,30	6,30	8,40	10,80
V_n							
a_n							



1) a) Recopier le tableau et remplir les deux dernières lignes en précisant les relations utilisées pour le calcul de V_n et a_n.

b) Quelle est la nature du mouvement de G ? Justifier la réponse.

2)

a) Exprimer la vitesse V du mobile en fonction du temps t et de V_0 (Vitesse en O).

b) En déduire la vitesse V_0 du mobile en G_0.

c) Peut-on affirmer que le mobile a été abandonné en G_0 ? Pourquoi ?

3)

a) Exprimer littéralement l'accélération a du mobile en fonction de g et α.

b) En déduire la valeur approximative de l'angle α.

On prendra $g = 9,8\ m.s^{-2}$.

EXERCICE 19

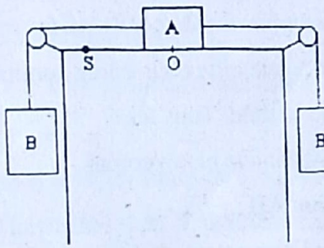
Voici un extrait d'un guide élève pour l'examen du code de la route :
« à 90 $km.h^{-1}$, sur une route sèche, on parcourt avant de s'arrêter : 25 m pendant la seconde de réaction et 54 m pendant le freinage ; la distance d'arrêt est 79 m ».

1) Retrouver par le calcul les « 25 m parcourus pendant la seconde de réaction ».
2) Déterminer la valeur moyenne de l'accélération durant le freinage.
3) La voiture a une masse d'une tonne. Calculer :
   a- la valeur f de la force de freinage ;
   b- le rapport f/P, (P étant le poids de la voiture, on prendra $g = 10\ N.kg^{-1}$). Ce rapport est le coefficient d'adhérence des roues sur le revêtement routier.

4) Pour une vitesse de 90 $km.h^{-1}$, calculer la distance de freinage sur une route mouillée, le coefficient d'adhérence étant égal à 0,3 (sur une couche d'un millimètre d'eau). Conclure.

EXERCICE 20

Un corps A de masse M = 1,66 g peut glisser sur une longue table horizontale. Comme l'indique la figure ci-contre, il est relié par des fils fins à deux autres corps ; l'un B de masse m = 0,490 kg et l'autre B' de masse m' = 0,300 kg. On suppose les masses des fils et des poulies négligeables, ainsi que les frottements.

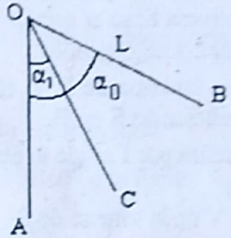


1) Calculer l'accélération de ce mouvement.
2) Calculer les tensions T et T' des fils AB et AB'.
3) Quel est le temps mis par le corps A, partant de O, pour atteindre le point S à une distance OS = 2,189 m ? Calculer sa vitesse en S.

4) Au moment où le corps passe en S, le fil qui le relie au corps B casse brusquement. Décrire le mouvement ultérieur de l'ensemble des corps A et B'. Calculer le temps qui s'écoule entre le départ de A du point O et son retour au même point. On prendra $g = 10\ m.s^{-2}$.

EXERCICE 21

Une boule de plomb quasi ponctuel, de masse M = 50 g, est suspendue à l'extrémité d'un fil inextensible et de masse négligeable. L'autre extrémité du fil est fixé à un point fixe O et la longueur du fil vaut L = 1 m. On note A, la position de la boule située à la verticale de O. On écarte la boule de sa position d'équilibre, d'un angle $\alpha_0 = 70°$ et on la lâche sans vitesse initiale. On prendra $g = 10\ m.s^{-2}$.



1) Calculer la vitesse de la boule lorsqu'elle passe au point C défini par l'angle $\widehat{AOC} = \alpha_1 = 25°$. Calculer également sa vitesse lorsqu'elle passe au point A.
2) Calculer la tension du fil lorsque la boule passe au point C.
3) Calculer la tension du fil lorsqu'elle passe au point A.

EXERCICE 22

Une petite sphère solide S de rayon négligeable et de masse m = 200 g est accrochée à un fil souple, de masse négligeable, inextensible et de longueur $\ell = 1m$. L'autre extrémité du fil est attaché à un point fixe O.

1) On écarte la sphère S de la position d'équilibre ; le fil tendu fait alors un angle $\alpha_m = 60°$avec la verticale (fig.a). On lâche la sphère sans vitesse initiale.

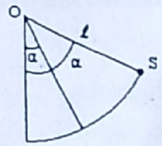


fig. a

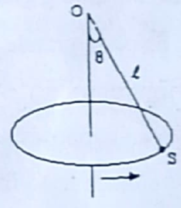


fig. b

a)Déterminer la vitesse du solide en fonction de l'angle α que fait le fil avec la verticale.

b) Calculer cette vitesse au passage à la position d'équilibre.

2) L'ensemble tourne à la vitesse angulaire ω constante autour d'un axe verticale Δ passant par O (fig.b). Le fil fait alors un angle θ = 30° avec la verticale.

a) Trouver une relation entre l'angle θ et la vitesse angulaire ω . Calculer ω.

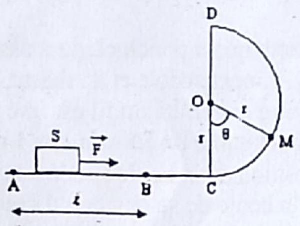
b) Exprimer puis calculer la tension du fil. On négligera tous les frottements.

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

EXERCICE 23

On étudie, le mouvement d'un solide ponctuel S dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Ce solide, de masse m, est initialement au repos en A .On le lance sur la piste ACD, en faisant agir sur lui, le long de la partie AB de sa trajectoire ,une force $\vec{F}$ horizontale et d'intensité F constante. On pose AB = ℓ .

La portion AC de la trajectoire est horizontale et la portion CD est un demi- cercle de centre O et de rayon r, ces deux portions sont dans le même plan vertical. On suppose que la piste ACD est parfaitement lisse et que la résistance de l'air est négligeable.



1) Déterminer, en fonction de F. ℓ et m la valeur V_B de la vitesse de S en B.

2) Au point M défini par l'angle θ, établir, en fonction de F, ℓ, m, r, θ et g l'expression de :

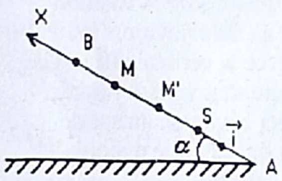
a) la valeur V de la vitesse de S

b) l'intensité R de la réaction $\vec{R}$ de la piste.

3) De l'expression de R , déduire, en fonction de m, g, r et ℓ la valeur minimale F_0 de F pour que S atteigne D. Calculer F_0 sachant que : m = 0.5 kg , r = 1 m , ℓ = 1.5 m ; g = 10 m.s^{-2} .

EXERCICE 24 (BAC D 2006 2ème SESSION)

Un solide S de masse m = 200 g glisse d'un mouvement de translation sur un plan incliné dont la ligne de plus grande pente AB fait un angle α = 30° par rapport à l'horizontale. (Voir figure)



1. Les frottements sont supposés négligeables.
A partir du point A, on lance le solide S vers le haut avec une vitesse de valeur V_A = 2 m/s et dont la direction est parallèle à AB. Soit $\vec{a}$ = a. $\vec{i}$ l'accélération du solide S dans le repère (A, $\vec{i}$).

1.1. Faire le bilan des forces extérieures agissant sur le solide et les représenter sur un schéma clair.

1.2. Etablir l'expression de l'accélération a de S sur l'axe AX et faire l'application numérique.

1.3. Ecrire les équations horaires x(t) et v(t) du mouvement de S sur l'axe AX. On prendra pour origine des temps. l'instant de lancement du solide en A et pour origine des espaces le point A.

1.4. Soit M le point le plus élevé atteint par S. Déterminer l'abscisse x_M de M et la durée du trajet AM.

2. En réalité le solide atteint seulement le point M' tel que $x_{M'}$ = 30 cm. On admettra que les forces de frottements sont équivalentes à une force unique constantes $\vec{f}$, dirigée en sens contraire de la vitesse du solide.

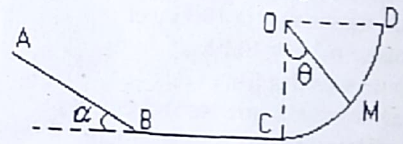
2.1. En appliquant le théorème du centre d'inertie du solide sur le trajet AM', établir l'expression de la force de frottement f en fonction de a', g. sinα et m ; a' étant l'accélération réelle du mobile.

2.2. Calculer la valeur de f. On donne a' = - 6,65 m/s^2.

2.3. Déterminer la valeur de la vitesse $V_{A'}$ du solide S lorsqu'il repasse en A.

EXERCICE 25

Une glissière est formée de trois parties comme l'indique la figure ci- dessous. La portion AB est une portion complètement lisse de longueur l et incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale ; BC une portion rugueuse de longueur d, parfaitement rectiligne ; CD une portion de cercle parfaitement lisse, de centre O et de rayon r. Sur cette glissière, une bille considérée comme ponctuelle, de masse m part de A sans vitesse initiale. Tous les mouvements sont dans le plan vertical.



1. Sur la portion AB :

1.1. établir l'expression de la vitesse V_B de la bille à son passage en B en fonction de g, l et α puis calculer sa valeur.

1.2. Calculer l'accélération algébrique a_1 de la bille, pendant son trajet AB puis calculer le temps mis par la bille pour arriver en B.

2. Sur la portion BC, existent des forces de frottements assimilables à une force unique $\vec{f}$ de valeur constante et opposée au sens du mouvement de la bille. La bille arrive en C à la vitesse V_C telle que $V_C = 8$ m/s.

2.1. Exprimer et calculer la valeur de $\vec{f}$.

2.2. Calculer la nouvelle accélération a_2 de la bille sur cette portion et en déduire la nature du mouvement de la bille.

3. La bille aborde la portion CD lisse avec la vitesse V_C.

3.1. Exprimer, lorsque la bille arrive au point M telle que $\theta = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OM})$, la vitesse V_M en fonction de g, r, V_C et θ puis calculer sa valeur.

3.2. Exprimer, en M, l'intensité R de la réaction $\vec{R}$ de la glissière sur la bille en fonction de m, g, r, V_C et θ puis calculer sa valeur.

3.3. Déterminer l'angle θ' pour lequel la bille quitte la glissière.

Données : m = 100 g ; l = 10 m ; d = 10 m ; r = 2 m ; g = 10 m/s^2 ;

$\theta = 60°$ et $\alpha = 30°$.

EXERCICE 26

Au cours d'une course à vélo, on étudie le mouvement d'un cycliste A. Dans le souci de simplifier le problème, les hypothèses suivantes sont faites :

- l'effort fourni par le cycliste pour faire avancer le vélo équivaut à une force de valeur F_m ;
- les forces de frottement, lorsqu'elles existent sont indépendantes de la vitesse du cycliste et équivalent à une force unique d'intensité f = 50 N, colinéaire et opposée à la vitesse ;
- la masse du cycliste A et du vélo est 80 kg. Le départ est donné sur une voie rectiligne horizontale, à t = 0 s, le long d'une ligne perpendiculaire à la voie en O, origine des espaces.

1. Le cycliste A accélère et après un parcours de 100 m il acquiert une vitesse de 36 km.h^{-1}.

1.1. Calculer l'accélération du mouvement au cours de cette phase.

1.2. Calculer l'intensité de la force motrice si l'on considère l'existence des forces de frottement.

1.3. Au bout de combien de temps cette vitesse a-t-elle été acquise ?

2. Le cycliste A se trouve maintenant à une distance d = 100 m de la ligne d'arrivée. Il est devant son adversaire immédiat B de 50 m.
A roule à une vitesse constante de 40 km.h^{-1} et B qui roulait à la vitesse de 36 km.h^{-1} se met à accélérer pour atteindre la vitesse de 55 km.h^{-1} en 9s. B termine la course avec la même accélération. Le cycliste A pourra-t-il remporter la course ?
On choisira pour cette partie la position du cycliste A à 100 m de la ligne d'arrivée comme origine des espaces et l'instant de passage en cette position comme origine des dates.

EXERCICE 27

On se propose d'étudier le mouvement de translation rectiligne de différents mobiles sur un rail horizontal. Une soufflerie élimine les frottements entre le solide et le rail. A chaque extrémité du rail, on place un lanceur de mobile constitué par un ressort que l'on peut comprimer. Celui-ci permet de communiquer une vitesse initiale au mobile.

1) On lance un solide S_1 de masse m_1 = 200 g dans le sens positif d'un axe Ox, horizontal et parallèle au rail.

1.1- Déterminer la nature du mouvement de S_1.

1.2- Calculer la valeur de sa vitesse $\overrightarrow{V_1}$ sachant qu'il parcourt 60 cm en 0,5 s. Quelle est la valeur de son énergie cinétique ?

2) Une panne de la soufflerie fait apparaître les frottements solides entre le mobile S_1 et le rail. S_1, alors animé de la vitesse $\overrightarrow{V_1}$, s'arrête à une distance de 5 cm.

2.1- Quelle est la nature du mouvement de S_1 ? Calculer son accélération (si elle existe) et l'intensité f de la résultante des forces de frottement.

2.2- Qu'est devenue l'énergie cinétique du mobile S_1 ?

3) La soufflerie étant réparée, le mobile S_1 est lancé à nouveau à la vitesse $\overrightarrow{V_1'}$ de valeur $V_1' = 1,2\ m.s^{-1}$. Il entre en collision avec un mobile S_2 de masse $m_2 = 400$ g lancé en sens inverse avec une vitesse $\overrightarrow{V_2}$ de valeur $V_2 = 0,75\ m.s^{-1}$. Après le choc, les deux mobiles S_1 et S_2 restent collés l'un à l'autre et constituent un mobile unique.

3.1- En utilisant la loi de conservation des quantités de mouvement, déterminer le sens et la valeur de la vitesse du système ainsi formé après le choc.

3.2- Calculer les énergies cinétiques du système formé avant et après le choc. Conclure.

3- *INTERACTION GRAVITATIONNELLE*

EXERCICE 28

Les planètes, comme le soleil sont considérés comme des corps à symétrie sphérique. Venus est une planète de masse $M_v = 4,83.10^{24}$ kg, de rayon moyen $R_v = 6,26.10^6$ m ; elle décrit autour du soleil une trajectoire circulaire de rayon $r_v = 1,08.10^{11}$ m.

1) Calculer la norme du vecteur champ de gravitation à la surface de vénus.
2) Sachant que la trajectoire circulaire de la terre autour du soleil a un rayon $r_t = 1,5.10^{11}$ m, calculer :

a)La période de révolution de vénus autour du soleil (en appliquant la 3ème loi de Képler) ;

b) La masse Ms du soleil

3) Comparer le champ de gravitation dû au soleil sur la surface de vénus au champ de gravitation dû à la planète elle même.

EXERCICE 29

On considère un satellite géostationnaire. Sa masse est m = 3.2 t et dans le référentiel géocentrique ,la période de révolution de la terre est 86164 s.

1) On demande, sans faire de démonstration :

- le plan de la trajectoire ;
- la nature de la trajectoire ;
- la nature de son mouvement ;
- la période de révolution.

2) Calculer son altitude h en prenant $g_o = 9,8\ m.s^{-2}$ et R = 6370 km (rayon de la terre).

3) Calculer son énergie cinétique dans le référentiel géocentrique .Quelle était son énergie cinétique au sol sachant qu'il a été lancé d'une base située sur l'équateur ?

4) Quelle a été la variation d'énergie cinétique lors de la mise sur orbite ? Pourquoi cette variation n'est-elle pas égale à m.g.h ?

EXERCICE 30

1) Dans un référentiel $\Re$, on considère deux astres ou satellites : A de masse M et B de masse m. A dont la masse est très grande devant celle de B, est supposé immobile dans $\Re$; dans ce référentiel, B tourne autour de A avec un mouvement uniforme et son centre de rayon R.

a) Etablir la relation qui lie la vitesse v du centre de B, le rayon R de l'orbite, la masse M de A, la constante de gravitation universelle G.

b) On connaît la période de gravitation T de B autour de A ; exprimer V en fonction de T. En déduire la 3^e loi de Kepler : $\frac{R^3}{T^2} = C.M$ et donner l'expression littérale de C en fonction de G.

2) Un satellite artificielle tourne autour de la terre en Ts = 134 min, selon une orbite circulaire de rayon $Rs = 8,713.10^3$ km. Sachant que la terre décrit, autour du soleil, en $T_T = 365,25$ jours, une orbite qu'on pourrait considérer comme circulaire de rayon $R_T = 1,496.10^8$ km, calculer le rapport de la masse de la terre à la masse soleil.

EXERCICE 31

Le mouvement d'un satellite de la terre est étudié dans le référentiel géocentrique. La terre est supposée sphérique, de centre O, de rayon R_T et de masse M_T. Le satellite, assimilé à un point matériel de masse m décrit la trajectoire géostationnaire de rayon r autour de O, dans le plan équatorial terrestre.

1) Exprimer l'énergie cinétique du satellite en fonction de M_T, m, r et G la constante de gravitation universelle.
2) L'expression de l'énergie potentielle d'un satellite dans le champ de pesanteur est $Ep = -G\frac{M_T.m}{r}$ en posant Ep = 0 pour r infini.

Comment varie E_P en fonction de r ? Exprimer l'énergie mécanique totale du satellite.

3) Quelle énergie cinétique minimale doit on fournir au satellite depuis un point de lancement de l'équateur, pour le mettre sur l'orbite

géostationnaire à l'altitude h ; on négligera les frottements dus à la résistance de l'air. Calculer sa valeur.

On donne $G = 6.67.10^{-11}(SI)$; $M_T = 6.10^{24}\,kg$; $R_T = 6400\,km$; $m = 10^3\,kg$; $h = 35800\,km$.

EXERCICE 32

On se propose de déterminer la masse de Jupiter en étudiant le mouvement de ses principaux satellites : Lo, Europe, ganymède et Callisto, découverts par Galilée.

1) Le mouvement d'un satellite de masse m, est étudié dans un repère considéré comme galiléen, ayant son origine au centre de Jupiter et ses axes dirigés vers les étoiles lointaines, considérées comme fixes. On supposera que Jupiter et ses satellites ont une répartition de masse à symétrie sphérique. Le satellite se déplace sur une trajectoire circulaire, à la distance r du centre de Jupiter.

a) Déterminer la nature de son mouvement, puis sa vitesse v en fonction de r, M (masse de Jupiter) et de G (constante de gravitation universelle).

b) En déduire l'expression de la période de révolution T du satellite. Montrer que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est constant (ce qui constitue la 3ᵉ loi de Képler)

2) les périodes de révolution et les rayons des orbites des quatre principaux satellites de Jupiter ont été déterminés et ont les valeurs suivantes :

	Lo	Europe	Ganymède	Callisto
T (h)	42,5	58,2	171,7	400,5
r (km)	422.10^3	671.10^3	1070.10^3	1883.10^3

a) Représenter sur papier millimétré, le graphe donnant les variations de T^2 en fonction de r^3. Echelle : 1cm pour $10^{11}\,s^2$; 1cm pour $4.10^{26}\,m^3$. Conclure.

b) En reliant ces résultats à ceux des 1.b/, déterminer la masse M de Jupiter.

On donne $G = 6,67.10^{-11}\,N.m^2kg^{-2}$.

EXERCICE 33 (BAC C 1998)

Météostat est un satellite artificiel, de masse m, qui tourne autour de la terre, sur une orbite circulaire, à l'altitude $z = 35,8.10^3$ km.

1) a) Quelles sont les caractéristiques de la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la terre sur ce satellite ?

b) Donner son expression en fonction de z (altitude), m (masse du satellite), MT (masse de la terre), R (rayon de la terre) et G (constante de gravitation),

2) a) En déduire que le mouvement du satellite est uniforme. Préciser le référentiel d'étude.

b) Exprimer la vitesse v du satellite sur son orbite.

3) a) Donner l'expression de la période T de révolution du satellite en fonction de G, M_T et r (rayon de l'orbite du satellite).

b) Montrer que $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante pour tous les satellites de la terre : c'est la troisième loi de képler.

4) La lune, tourne autour de la terre, sur une orbite circulaire de rayon r = 385280 km. Sa période de révolution est de 27 jours 1/3. Utiliser la 3ᵉ loi de Kepler pour calculer la masse de la terre.

5) Landsat est un satellite de télédétection qui tourne autour de la terre, à vitesse constante sur une orbite circulaire à l'altitude z = 900 km. Calculer sa période de révolution.

Données : R = 6380 km ; $G = 6,67.10^{-11}$ SI.

EXERCICE 34 (BAC C 2005)

La terre est assimilée à une sphère de rayon R_T et de masse M_T. Elle possède une répartition de masse à symétrie sphérique. On suppose galiléen, le repère géocentrique dont l'origine coïncide avec le centre de la terre et dont les axes ont une direction fixe par rapport aux étoiles.

1) Deux corps sphériques de masses m_1 et m_2, dont les centres sont distants de r exercent l'un sur l'autre des forces d'attraction ayant pour intensité :

$F = G.\frac{m_1.m_2}{r^2}$; G est la constante de gravitation universelle.

1.1/

1.1.1/ Ecrire l'expression de l'intensité F_0 de la force que la terre exerce sur un corps ponctuel de masse m = 1 kg placé à sa surface.

1.1.2/

a) Déduire de la question 1.1.1/, l'expression de la masse M_T de la terre en fonction de g_0, R_T et G.

b) Calculer M_T. On donne : $G = 6,67.10^{-11}$ SI ; $g_0 = 9.8\,m.s^{-2}$; $R_T = 6370$ km.

1.2/ Montrer qu'à l'altitude h au dessus de la terre, l'intensité du champ de gravitation est donnée par la relation : $g = g_0\frac{R_T^{\,2}}{(R_T+h)^2}$ g_0 est l'intensité du champ de gravitation terrestre au niveau du sol.

2) Un satellite assimilé à un point matériel décrit une orbite circulaire dont le centre est confondu avec celui de la terre. Il est à l'altitude h.

2.1/ Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

2.2/ Etablir en fonction de g_0, R_T et h, l'expression de :

2.2.1/ la vitesse v du satellite ;

2.2.2/ la période T du satellite.

2.3/ Calculer v et T.

2.4/ On pose $r = R_T + h$.

2.4.1/ Montrer que le rapport $\dfrac{T^2}{r^3}$ est égal à une constante. C'est la 3^e loi de képler.

2.4.2/ Exprimer le rapport $\dfrac{T^2}{r^3}$ en fonction de M_T et G.

2.4.3/ Calculer la masse M_T de la terre. Cette valeur est-elle compatible avec celle de la question 1.1.2/ ?

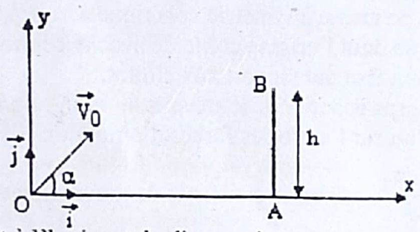
On donne : h = 300 km

4- MOUVEMENT DANS UN CHAMP UNIFORME

EXERCICE 35

On se propose d'étudier un «coup franc» direct en football.

Le ballon est posé en O sur le sol horizontal, face au but AB de hauteur h = 2,44 m et à une distance d = 25,0 m de celui-ci. Le joueur, tirant le coup franc, communique au ballon une vitesse



$\vec{V}_0$ dans le plan $(o,\vec{i},\vec{j})$, incliné par rapport à l'horizontale d'un angle $\alpha = 30°$.

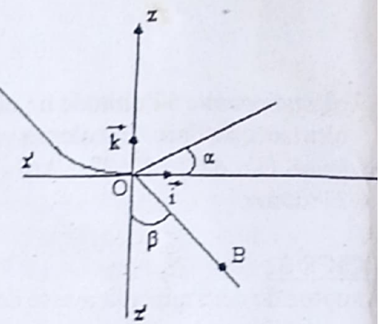
1) Montrer que la trajectoire du ballon est dans le plan $(o,\vec{i},\vec{j})$.

2) Déterminer l'équation de cette trajectoire dans le repère orthonormé $(o,\vec{i},\vec{j})$ en fonction de g, α et Vo.

4) Quelle doit être la vitesse initiale du ballon pour qu'il pénètre dans le but au ras de la barre transversale ?

EXERCICE 36

Un skieur de masse m = 80 kg s'élance sur la piste d'appel (voir fig.) et parvient à l'extrémité O du tremplin incliné, faisant un angle α avec l'horizontale, avec une vitesse v = 72 km.h^{-1}. On néglige la résistance de l'air et on prendra g = 10 m.s^{-2}.



1) Déterminer la longueur L = OB du saut mesuré sur la piste de réception.

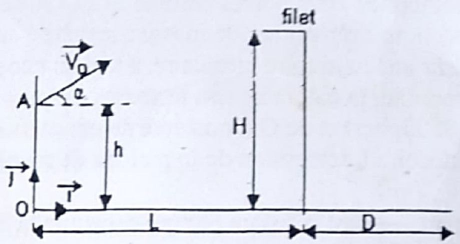
On donne $\alpha = 10°$ et $\beta = 45°$.

2) Quelle inclinaison α faut-il donner au tremplin pour obtenir le saut le plus long (pour une vitesse donnée du skieur, et une inclinaison β donnée de la piste de réception).

EXERCICE 37

Dans tout l'exercice, on assimilera la balle à un point matériel .On prendra g = 10 m.s^{-2}.

Au volley-ball, le joueur qui effectue le service frappe la balle à la hauteur h du sol et à la distance L du filet (voir fig). La hauteur du filet est H = 2,43 m. La ligne de fond du camp adverse est à D = 9,00 m du filet. Pour que le service soit bon, il faut que la balle passe au dessus du filet et touche le sol dans le camp adverse entre le filet et la ligne de fond du camp adverse .



Pour simplifier, on supposera que la trajectoire de la balle est située dans le plan de la figure (Orthogonal au filet) et on négligera la résistance de l'air . Dans cet exercice, nous allons étudier le service.

Pour cela, le joueur saute verticalement et frappe la balle en A pour lequel h = 3,50 m et L = 12,0 m .La vitesse initiale de la balle $\vec{V}_0$ fait un angle avec l'horizontale de mesure $\alpha = 7°$; $V_0 = 18,0$ m.s^{-1}.

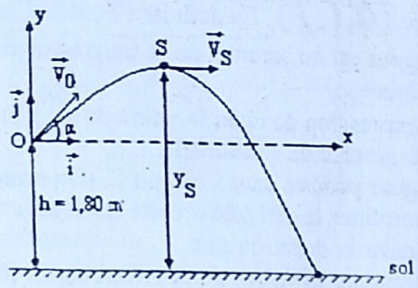
1) Etablir les expressions numériques des équations paramétriques de la trajectoire dans le repère $(o,\vec{i},\vec{j})$; on prendra l'origine des temps au moment de la frappe de la balle en A.

2) A quel instant la balle passe-t-elle au-dessus du filet ? A quelle hauteur se trouve-t-elle alors ?

3) A quel instant la balle touche–t-elle le sol si elle n'est pas interceptée ? A quelle distance de O se trouve-t-elle alors ? Le service est-il bon ?

EXERCICE 38

Pour remporter l'épreuve de lancement de « poids », il faut un jet x_1 =19,43 m. Le « poids » assimilé à un point matériel de masse m = 7,5 kg est lancé à partir d'un point O situé à une hauteur h =1,80 m du sol avec une vitesse $\vec{V_0}$ faisant un angle α = 45° avec l'horizontale. On prendra pour origine des dates, l'instant où le poids est lancé en O. On négligera l'action de l'air et on prendra g = 10 m.s^{-2}.



1) Donner à l'instant du départ les coordonnées des vecteurs positions $\overrightarrow{OM_0}$ et vitesse $\vec{V_0}$.

2) Donner à l'instant t ≠ 0, les coordonnées des vecteurs $\vec{g}, \vec{a}, \vec{V}$ et $\overrightarrow{OM}$.

3) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire dans le repère $(o, \vec{i}, \vec{j})$.

4) En utilisant les valeurs numériques de l'énoncé montrer que la norme de la vitesse V_0 donnée pour remporter l'épreuve peut s'écrire : $V_0 = \sqrt{\dfrac{10x_1^2}{h+x_1}}$ puis calculer sa valeur.

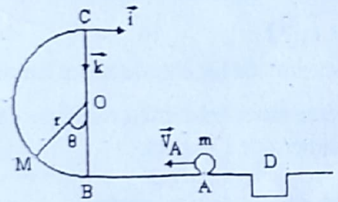
5) Exprimer V_S en fonction de V_0 et α ; puis calculer sa valeur si V_0 = 13,3 m.s^{-1}.

EXERCICE 39

Dans cet on prendra m = 250 g , r = 7 m et g = 10 m.s^{-2}.

Au cours d'un jeu de golf, la balle doit effectuer la trajectoire ABMCD, dans le plan vertical comme l'indique la figure ci-dessous.

On frappe la balle en A afin qu'elle emprunte le chemin précité. On lui communique alors une vitesse initiale V_A = 70 m.s^{-1} sur la piste AB de longueur L = 1m où existe une force de frottement de valeur f. La balle arrive alors en B avec une vitesse V_B = 50 m.s^{-1}.



1) Déterminer la valeur de la force $\vec{f}$.

2) La portion BMC est circulaire de centre O et parfaitement lisse.

a) Déterminer l'expression de la vitesse V_M en M et de la valeur R_M de la réaction en M, en fonction de r, g, m, V_B et θ.

b) En déduire les valeurs de la vitesse en C et de la réaction en C juste avant de quitter le plan de contact.

3) Dans le plan $(C, \vec{i}, \vec{j})$ donné, on considère le vecteur vitesse $\vec{V_C}$ horizontal de valeur V_C = 47 m.s^{-1}.

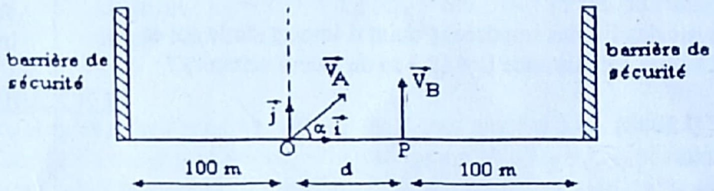
a) Déterminer l'équation de la trajectoire quand la balle quitte à t = 0 s, le point C.

b) La balle peut-elle retomber dans le trou D. On rappelle que la distance AD = 1,5 m.

EXERCICE 40

Deux fusées A et B doivent être tirées simultanément à partir de deux points O et P situés au sol et distants de d = 30 m.

Les fusées vont exploser séparément à la date t_1 = 4 s après leur lancement, l'une au dessus de l'autre et mélanger leur couleur. B est tiré de P avec une vitesse $\vec{V_B}$ verticale. A est tirée de O avec une vitesse $\vec{V_A}$ inclinée de α par rapport à l'horizontale et située dans le même plan vertical que $\vec{V_B}$.



1) Etablir dans le repère $(o, \vec{i}, \vec{j})$:

a) les équations horaires de la fusée A

b) les équations horaires de la fusée B ;

2) a) Déterminer l'équation de la trajectoire de la fusée A.

b) Quelle est la nature de cette trajectoire ?

3) a) Déterminer l'angle α pour que la fusée A s'explose à la verticale passant par P.

b) Déterminer les coordonnées des points A_1 et B_1 où la fusée A et la fusée B s'explosent.

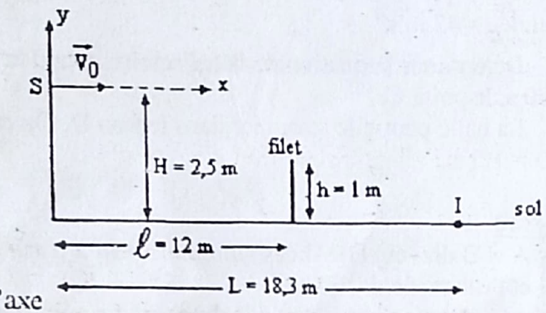
c) Quelle est la distance qui sépare les deux fusées au moment des explosions ?

4) Les barrières de sécurité pour les spectateurs sont installées à 100 m des points de lancement O et P. Ces spectateurs sont-ils en sécurité lors de la retombée

des fusées en cas de non explosion en altitude ?
On prendra $V_A = 51{,}4$ m.s^{-1} et $V_B = 50$ m.s^{-1}.

EXERCICE 41

Un joueur de tennis lance une balle verticalement et la frappe lorsqu'elle atteint le sommet S de sa trajectoire situé à H = 2,5 m au dessus du sol. On suppose que la balle acquiert ainsi une vitesse initiale horizontale $\vec{V_0}$.

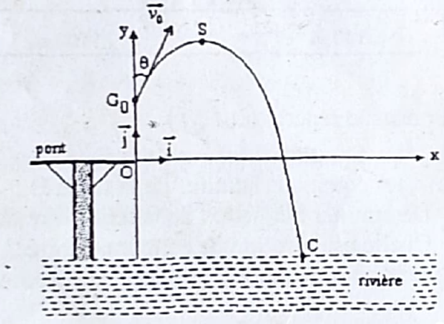


On prendra g = 10 m /s^2.

1. Déterminer dans le système d'axe (Sx,Sy) où Sy sera pris nécessairement ascendant, les équations horaires du mouvement x(t) et y(t) de la balle.
En déduire l'équation de sa trajectoire.
2. Entre quelles limites de vitesse doit être comprise la vitesse V_0 pour que :
   a. la balle franchisse le filet de hauteur h = 1 m, situé à la distance ℓ = 12 m du joueur serveur ?
   b. la balle ne sorte pas des limites imposées (point d'impact sur le sol en deçà d'un point I situé à la distance L = 18,3 m du joueur serveur) ?

EXERCICE 42 (BAC D 2008)

Pour se baigner, des enfants sautent du point O d'un pont et plongent dans la rivière dont le niveau est 3 m plus bas. On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur. On négligera dans tout l'exercice le mouvement de rotation du plongeur autour de son centre d'inertie G ainsi que les frottements

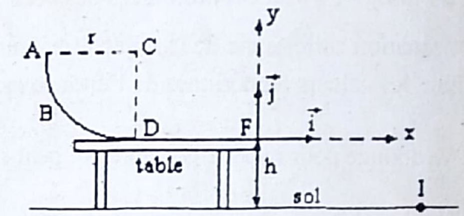


avec l'air. Le repère d'étude est $(O, \vec{i}, \vec{j})$ (voir figure). On prendra g = 9,8 m.s^{-2}.
Après s'être lancé, le plongeur quitte le pont qui sert de tremplin à la date t = 0 avec un vecteur vitesse $\vec{v_0}$ incliné de θ = 30°. Son centre est alors au point G_0 de coordonnées $x_0 = 0$ m, $y_0 = 1$ m.

1. Etablir les équations horaires x(t) et y(t) du mouvement du centre d'inertie dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.
1. Le plongeur est au sommet de sa trajectoire au point S d'abscisse x_S = 1,1 m. Déterminer :
   2.1 L'expression de v_0 en fonction de x_S, g et θ puis calculer sa valeur,
   2.2 L'ordonnée du sommet S.
2. Le plongeur pénètre dans l'eau en C. (On prendra v_0 = 5 m.s^{-1}).
   3.1 Déterminer la distance d entre les verticales passant par O et C.
   3.2 Calculer la durée du saut.
   3.3 Déterminer la valeur de sa vitesse en C. (On appliquera le théorème de l'énergie cinétique).

EXERCICE 43

Un jeu-concours est constitué d'une piste ABDF sur laquelle se déplace un chariot de masse m = 200 g comme l'indique la figure ci-dessous.
La piste est posée sur une table haute de h = 1 m par rapport au sol.
La partie ABD de la piste est circulaire de rayon r = 5 cm. Le jeu consiste à abandonner le chariot en A sans vitesse initiale. On prend g = 10 m/s^2.

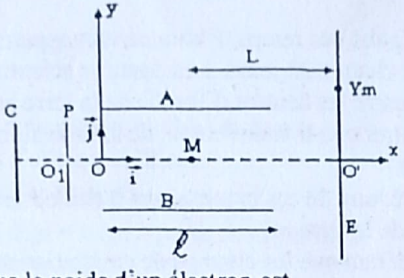


1. On étudie le mouvement du chariot sur la piste ; On constate qu'il s'effectue sans frottement.
   1.1. Déterminer la valeur de la vitesse $\vec{V_D}$ en D.
   1.2. Monter que la valeur de la vitesse en F. $\vec{V_F}$ du chariot ne dépend pas de la distance DF et qu'elle vaut V_F = 1 m/s.
2. Le chariot quitte la piste à l'instant t = 0 s en F.
   2.1. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du chariot dans le repère $(F, \vec{i}, \vec{j})$.
   2.2. Déterminer les coordonnées du point d'impact I du chariot sur le sol.
   2.3. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse de chute $\vec{V_I}$ juste au moment de l'impact.

EXERCICE 44 (BAC D 2002)

1) la cathode C d'un oscilloscope électronique émet des électrons avec une vitesse négligeable. Les électrons sont accélérés entre la cathode C et l'anode P. Ils la traversent

par l'ouverture O_1. On établit une différence de potentiel $U_0 = V_P - V_C = 2000$ V.



a) Déterminer la vitesse V_0 des électrons à leur passage en O_1.
Calculer sa valeur.

b) Indiquer, en justifiant votre réponse la nature de leur mouvement au-delà de P, entre O_1 et O. On admettra que le poids d'un électron est négligeable par rapport aux autres forces appliquées.

2) Les électrons pénètrent en O entre les armatures horizontales A et B d'un condensateur. Les armatures, de longueur l, sont distantes de AB = d. On établit entre elles une tension $U = V_A - V_B$.

On donne : $q = -e = -1{,}6.10^{-19}$ C ; $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg ; $\ell = 4$ cm ; $d = 2$ cm ; MO' = L.

a) Représenter sur un schéma le champ électrique $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{f}$ qui agit sur un électron entre les armatures.

b) Déterminer l'accélération des électrons entre les deux plaques dans le système d'axes (Ox, Oy). Etablir l'équation de leur trajectoire sous la forme $y = K.x^2$, où K est une constante que l'on indiquera en fonction de U, U_0 et d.

c) Exprimer en fonction de ℓ, d et U_0 la condition sur U pour que les électrons puissent sortir du condensateur AB sans heurter une des armatures. Calculer cette valeur limite de la tension U.

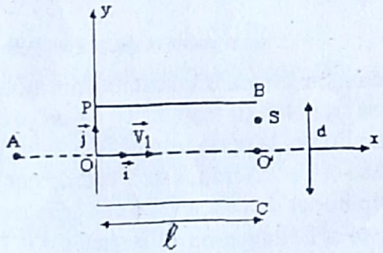
3) Le faisceau d'électron arrive ensuite sur un écran fluorescent (E) situé à la distance L du centre de symétrie M des plaques.

a) Exprimer le déplacement Ym du spot sur l'écran en fonction de U, ℓ, L, d et U_0. On précise que la tangente à la trajectoire à la sortie des plaques passe par le point M.

b) On peut obtenir une déviation maximale Ym = 4 cm. Sachant que la valeur de L est égale à 40 cm, calculer la valeur de U qu'il faut alors appliquer entre les plaques.

EXERCICE 45

Les noyaux d'hélium $^3He^{2+}$ et $^4He^{2+}$ de charges respectives q_1 et q_2 que l'on précisera , de masses respectives m_1 et m_2 sont émis en A avec une vitesse nulle, puis accélérés vers une plaque métallique P percée d'un trou O, par une tension U existant entre A et P.
On néglige le poids devant les autres forces.



1) Sur un schéma clair, préciser la direction et le sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ supposé uniforme entre les plaques A et P. En déduire le signe de la tension $U_{AP} = U$.

2) Exprimer les énergies cinétiques de chaque ion en O en fonction de e et U, puis les comparer.

3) Déterminer en fonction de e, m_1 ou m_2 et U les vitesses respectives V_1 et V_2 des ions en O.

4) En déduire le rapport $\dfrac{V_1}{V_2}$ en fonction de m_1 et m_2. Sachant que $V_2 = 9{,}77.10^5$ m.s^{-1}, calculer V_1 et U.

5) Au-delà de la plaque P, le noyau d'hélium $^3He^{2+}$ seul réussit à pénétrer entre les armatures B et C horizontales avec une vitesse $V_1 = 11{,}3.10^5$ m.s^{-1}. On voudrait que la particule sorte de cette région au point S tel que O'S = 5 mm.

a) Déterminer le sens du vecteur champ électrique $\vec{E'}$ supposé uniforme entre les armatures B et C. En déduire le signe de U_{BC}.

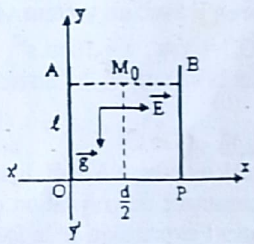
b) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du noyau $^3He^{2+}$; vous ferez apparaître dans cette expression U et U_{BC}.

c) Calculer la valeur de U_{BC} si O'S = 5 mm.

Données : $m_1 = 5.10^{-27}$ kg ; $m_2 = 6{,}67.10^{-27}$ kg ; $\ell = 20$ cm ; $d = 5$ cm et $e = 1{,}6.10^{-19}$ C.

EXERCICE 46

Deux plaques métalliques verticales A et B sont placées dans le vide à une distance d, l'une de l'autre et sont soumises à une tension $V_A - V_B = U_{AB}$ positive.
La hauteur des plaques est l (voir figure). Entre les plaques, se superposent deux champs : le champ de pesanteur supposé uniforme, caractérisé par $\vec{g}$, et un champ électrostatique uniforme, caractérisé par $\vec{E}$. Une petite sphère M ponctuelle, de masse m, pesante, portant une charge électrique positive q, est abandonnée sans vitesse initiale à l'instant t = 0 s en un point M_0 dont les coordonnées dans le système d'axes (Ox, Oy) sont $x_0 = \dfrac{d}{2}$; $y_0 = \ell$. On ne peut négliger l'action de la pesanteur.



1) Trouver les deux forces qui agissent sur la petite sphère. Montrer que cette dernière reste dans le plan de figure xoy.

2) En déduire les coordonnées sur les axes Ox et Oy du vecteur accélération $\vec{a}$ du mouvement de la sphère.

3) Déterminer, en fonction du temps, les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{V}$ ainsi que celles du vecteur position $\overrightarrow{OM}$. Ecrire l'équation de la trajectoire. Quelle est sa nature ?

4) Calculer la date d'arrivée de la charge dans le plan horizontal passant par O.

5) Quelle valeur doit-on donner à U_{AB} pour que la trajectoire de la charge passe par le point P de coordonnées (d ; 0) ? On donne : d = 4 cm ; ℓ = 1m ;

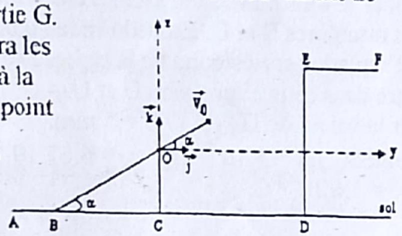
$\frac{q}{m} = 10^{-6}$ C.kg^{-1} ; g = 10 m.s^{-2}.

EXERCICE 47

Un cascadeur veut sauter avec sa voiture sur la terrasse horizontale EF d'un immeuble.

Il utilise un tremplin BOC formant un angle α avec le sol horizontal ABCD et placé à la distance CD de la maison (OC et DE sont des parois verticales).La masse de l'automobile (et du pilote) est égale à 1tonne.On étudiera le mouvement de l'ensemble assimilable à son centre d'inertie G.

Pour simplifier le problème, on considérera les frottements inexistants et on admettra qu'à la date initiale le centre d'inertie G quitte le point O avec la vitesse $\vec{V_0}$ et qu'il est confondu avec le point E à l'arrivée.



1) établir dans le repère (O, $\vec{j}$, $\vec{k}$) l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G entre O et E.

2)

a) Calculer la vitesse initiale V_0 en m/s et km/h et l'angle α pour que le système arrive en E avec un vecteur vitesse $\vec{V_E}$ horizontal. On donne CD = 15 m ; DE = 10 m ; OC = 8 m ; g = 10 m.s^{-2}

b) Calculer la vitesse V_E à l'arrivée de l'automobile en E.

EXERCICE 48 (Tle C)

On place entre deux points A et B distants de d, les masses respectives m_A et m_B. On donne la constance de gravitation universelle G = 6,67.10^{-11} S.I.

2.1- Donner l'expression de la force d'interaction de A sur B notée $F_{A/B}$ en fonction de m_A, m_B, G et d et en déduire l'expression du champ gravitationnel crée par la masse en A au point B.

2.2- En déduire l'expression du champ gravitationnel g_{0T} crée par la terre puis g_{0L} par la lune au voisinage de leur sol. On utilisera le rayon de la terre R_T, le rayon de la lune R_L et leurs masses respectives m_T et m_L.

1) Depuis l'aube des temps, l'homme voit apparaître le croissant lunaire en moyenne chaque 28 jours. Les données scientifiques ayant révélée que la distance entre les centres d'inertie de la terre et de la lune est r = 3,84.10^8 m.

2.1- Montrer que le mouvement de la lune autour de la terre est uniforme et circulaire.

2.2- En déduire de ces expressions et des observations empiriques la valeur de la masse de la terre m_T.

2) En considérant que les champs de gravitation au voisinage de la terre g_{0T} et de la lune g_{0L} sont uniformes, un astronaute avec son équipement frappe du sol de chaque planète, vers le haut, une balle de masse m avec un vecteur vitesse initial $\vec{V_0}$ incliné d'un angle α = 35° avec l'horizontale. Leur sol étant horizontal et où on néglige les frottements de l'air. Dans le repère, l'équation de la trajectoire est $z = -\frac{1}{2}\frac{g}{V_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha$.

g étant le champ au voisinage de la planète et z l'altitude à partir du sol. Déterminer sur chaque planète :

3.1- la valeur de la hauteur maximale atteinte par la balle lors du lancé :

3.2- la valeur de la portée lors du lancé.

3.3- Comparer les valeurs obtenues sur chaque planète et conclure.

On donne : V_0 = 250 km.h^{-1} g_{0L} = 1,67 m.s^{-2} g_{0T} = 9,8 m.s^{-2}.

5- OSCILLATEURS MECANIQUES LIBRES

EXERCICE 49

Un ressort idéal vertical à spires non jointives est fixé en point O.

On accroche à son extrémité libre A, un objet S, de centre G et de masse m.

1) A l'équilibre, le ressort subit un allongement de 8 cm. Calculer la raideur k du ressort.

2) Déterminer la force $\vec{F}$ exercée en O par le support sur le ressort.

On donne : *m = 100 g ; g = 10 m.s^{-2}*.

EXERCICE 50

L'équation horaire du mouvement d'un oscillateur mécanique harmonique est donnée par la relation : x = 4,5.10^{-2}cos(22.t) ; x en m et t en s.

1) Déterminer l'amplitude, la période et la fréquence des oscillations.

2) Calculer la vitesse et l'accélération de l'oscillateur à chaque instant. On précisera les amplitudes de chacune de ces grandeurs.

3) Calculer la vitesse et l'élongation à l'instant t = 0,35 s.

EXERCICE 51

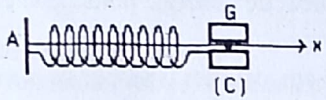
Un solide S de masse m = 200 g est suspendu à un ressort vertical de masse négligeable, parfaitement élastique. Le ressort s'allonge de 8 cm.

1) calculer la raideur k du ressort. On donne $g = 10\ m.s^{-2}$.
2) le solide est tiré verticalement vers le bas de a = 4 cm à partir de sa position d'équilibre, puis il est abandonné sans vitesse initiale.
Donner l'équation horaire du mouvement de S en prenant comme référence un axe vertical dirigé vers le bas et ayant comme origine la position d'équilibre de S.
3) Quelle est l'équation horaire de la vitesse de S ? Donner sa valeur maximale.

EXERCICE 52

On dispose d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur k = 10 $N.m^{-1}$. Dans tout l'exercice, on négligera les frottements.

On engage le ressort sur une tige horizontale Ax, l'une de ses extrémités est fixée en A, l'autre est reliée à un cylindre creux C de masse m = 0,1 kg qui peut glisser le long de la tige. L'abscisse x du centre d'inertie G de C est repéré par rapport à O, position de G à l'équilibre.



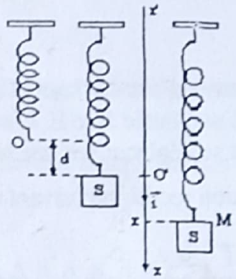
On écarte le cylindre de sa position d'équilibre et on le lâche. A l'instant t=0 s, choisi pour origine des dates, son abscisse est $x_0 = +2$ cm et la vitesse sur Ax est $V_{0x} = -0{,}2\ m.s^{-1}$.

1) Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur à t = 0 s. On considère que l'énergie potentielle pour la position d'équilibre du système est nulle.
2) En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique, calculer :
   a- la vitesse de C au passage par la position d'équilibre ;
   b- les positions de C pour lesquelles la vitesse s'annule.
3) Etablir l'équation différentielle du mouvement de C. En déduire l'équation horaire du mouvement en prenant pour origine des dates celle précisée plus haut.

EXERCICE 53

On constitue un pendule élastique vertical avec un ressort de raideur $k = 20\ N.m^{-1}$ et un solide S de masse m = 150 g. On négligera les frottements et on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$.

1. Déterminer l'allongement d du ressort à l'équilibre.
2. A partir de cette position d'équilibre O' on écarte le solide S de b = 6 cm vers le bas et le lâche sans vitesse initiale à t = 0 s. Le solide S se met à osciller autour de O' ;à un instant de date t quelconque la position du solide S est repérée par $\overrightarrow{OM} = x\vec{i}$.



2.1. Etablir l'équation différentielle du mouvement de S.

2.2. Ecrire l'équation horaire du mouvement sous la forme $x = X_{max}\sin(\omega_0 t + \varphi)$, en prenant pour origine des dates celle précisée plus haut.

3. On prendra comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur O' et O pour l'énergie potentielle élastique.

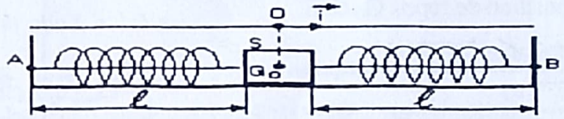
3.1. Montrer que l'énergie mécanique du système au passage par O' est $E_m = \frac{1}{2}(kd^2 + mV_{max}^2)$.

3.2. Monter que l'énergie mécanique du système au passage par la position maximale est : $E_m(X_{max}) = \frac{1}{2}k(d+b)^2 - mgb$.

En déduire que $V_{max} = b\sqrt{\frac{k}{m}}$.

EXERCICE 54

Deux ressorts identiques, de masse négligeable, sont accrochés à un solide autoporteur S qui repose sur une table parfaitement plane et horizontale. Les deux ressorts sont fixés en A et B aux extrémités de la table. On tire le solide S suivant la droite AB, d'une distance d = 12,5 cm et on le lâche sans vitesse.



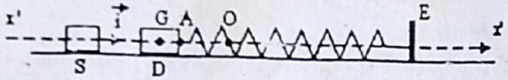
On donne :

- masse du solide autoporteur : M = 560 g ;
- longueur à vide des ressorts : $\ell_0 = 15$ cm ;
- longueur des ressorts lorsqu'ils sont accrochés à S : $\ell = 30$ cm
- raideur d'un ressort : $k = 7{,}2\ N.m^{-1}$.

1) Etablir l'équation différentielle du mouvement.
2) Calculer la période des oscillations du solide S.
3) Calculer sa vitesse maximale.
4) Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur.

EXERCICE 55

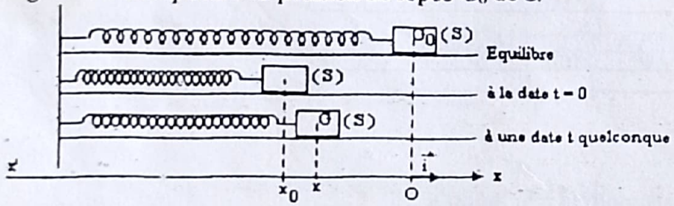
Une extrémité d'un ressort d'axe horizontal x'x, de raideur k et de masse négligeable, est fixée à une butée fixe E. L'autre extrémité est solidaire d'un palet D de masse M ; D peut se déplacer sur une table horizontale à coussin d'air d'un mouvement de translation rectiligne suivant un axe $(x'x, \vec{i})$ (voir figure).



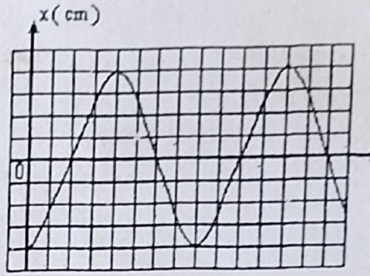
1) Le palet est écarté de sa position d'équilibre, vers la droite, d'une distance a. On le lâche sans vitesse initiale. Montrer que le système constitue un oscillateur sinusoïdal dont on donnera l'équation horaire du mouvement.
A.N.: M = 0, 72 kg; k = 90 $N.m^{-1}$; a = 2 cm.
2) Un palet S, de masse m = 0,18 kg, est lancé sur le palet D au repos, suivant l'axe $(x'x, \vec{i})$ à la vitesse V = 5 $m.s^{-1}$. Les deux palets restent accolés.
   a- A partir de la loi de conservation de la quantité du mouvement, calculer la vitesse d'ensemble (S ; D) juste après le choc.
   b- Déterminer l'équation horaire du mouvement de l'ensemble (S ; D) après le choc.

EXERCICE 56

Un solide S, de masse m = 400 g est accroché à un ressort de constante de raideur k à spires non jointives. Il peut glisser sans frottements sur un plan horizontal. Le centre d'inertie G de S est repéré sur un axe horizontal (ox) dont l'origine O correspond à la position de repos G_0 de S.



Le ressort est comprimé d'une longueur x_0 et le solide S est lâché sans vitesse initiale à la date t = 0 s. Un dispositif permet d'enregistrer les variations de l'abscisse x du centre d'inertie G de S en fonction du temps t (voir graphique ci-dessous).
Pour les calculs prendre π = 3,14.



Echelle :
Abscisse : 31,4 ms par division
Ordonnée : 5 cm par division

1) Déterminer, à partir du graphique, la position initiale (x_0) du mouvement du solide S.
2) Toujours à partir du graphique, déterminer la période T_0 du mouvement. En déduire la valeur de la constante de raideur k du ressort.
3) Etablir l'équation différentielle du mouvement de S.
4) Vérifier que l'équation $x = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de cette équation différentielle.
5) Donner la définition des différentes constantes X_m, ω_0 et φ puis les calculer. En déduire l'expression de l'équation horaire du mouvement.
6) Calculer la valeur de l'énergie potentielle élastique du pendule lorsque x est maximale.
7) Pour x = - 1,5 cm, calculer la valeur de la vitesse $\vec{v}$ de S.

ELECTROMAGNETISME ET ELECTRICITE

1- CHAMP MAGNETIQUE

EXERCICE 57

Un solénoïde horizontal de 50cm de longueur et comprenant 1000 spires est placé dans la direction est-ouest. Une boussole placée à l'intérieur dévie de 45° quand le solénoïde est parcouru par un courant.

1) Sachant que la composante horizontale du champ magnétique terrestre est $B_h = 0{,}2.10^{-4}$ T, déduire la valeur du champ magnétique crée par le solénoïde.

2) Quelle est l'intensité du courant qui le parcourt ?

EXERCICE 58

On enroule un fil isolé de longueur $\ell = 150$ m de façon à obtenir un solénoïde de rayon r = 4 cm, de longueur L = 0,60 m.

1) Déterminer le nombre de spires par mètre de ce solénoïde.

2) Ce solénoïde est orienté de façon que son axe soit horizontal de direction est-ouest. Une aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical est placée à l'intérieur de ce solénoïde.

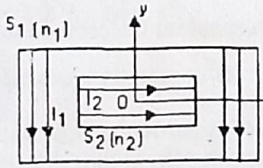
a)Lorsque le solénoïde n'est pas parcouru par un courant, l'aiguille prend une position d'équilibre stable. Laquelle ? (Faire un schéma en précisant les quatre points cardinaux)

b) Lorsqu'on fait passer un courant d'intensité I = 157 mA dans le solénoïde, l'aiguille s'oriente en faisant un angle de 60° avec l'axe du solénoïde. Faire un schéma en précisant le sens du courant et le nom des faces du solénoïde.

En déduire la valeur de la composante horizontale $\vec{B}_H$ du champ magnétique terrestre. On donne $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.

EXERCICE 59

A l'intérieur d'un solénoïde S_1 comportant $n_1 = 1000$ spires par mètre et parcouru par un courant d'intensité $I_1 = 2$ A, on a placé un solénoïde S_2 dont l'axe est perpendiculaire à celui de S_1 (voir fig.)



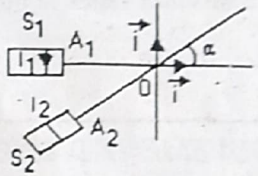
Le solénoïde S_2 est formé de 200 spires régulièrement enroulées sur une longueur de 5cm, et l'intensité du courant qui y circule vaut $I_2 = 1$A.

1) Les sens des courants étant ceux indiqués sur la figure, déterminer le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ en O.

2) Que devient ce champ magnétique si on inverse le sens de chacun des deux courants ?

EXERCICE 60

Deux solénoïdes identiques S_1 et S_2 sont disposés comme le montre la figure ci-dessous .Leurs axes se coupent en O, à la même distance $d = OA_1 = OA_2$ des faces les plus proches et font un angle $\alpha = 45°$.



1) Le solénoïde S_1 crée en O un champ magnétique $\vec{B}_1$ de valeur 4.10^{-4} T , lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité I_1.Préciser la direction et le sens de $\vec{B}_1$.

La face A_1est-elle sud ou nord ?

2) Le solénoïde S_1 fonctionne dans les mêmes conditions que précédemment, et on fait passer dans le solénoïde S_2 un courant continu d'intensité I_2.

Quel doit être le sens de I_2 pour que le champ magnétique total $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ crée par les deux solénoïdes en O ait même direction que $\vec{j}$?

Quel est alors le sens du champ $\vec{B}_1$? La face A_2 est-elle sud ou nord ?

3) Calculer la valeur du champ magnétique total $\vec{B}$ ainsi que celle de l'intensité I_2 sachant que $I_1 = 1{,}2$ A.

EXERCICE 61

On étudie expérimentalement, à l'aide d'un tesla mètre, l'intensité B du champ magnétique créé par un courant passant dans un solénoïde, au centre de celui-ci, en fonction de différents paramètres.

1)On utilise dans une première expérience un solénoïde de longueur $\ell_1 = 0{,}5$m comportant $N_1 = 240$ spires .On fait varier l'intensité I du courant qui passe dans le solénoïde et , pour chaque valeur de I, on note la valeur de B. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

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

a) Construire le graphe donnant B en fonction de I.
Echelle : 1cm pour 1A ; 1cm pour 40.10^{-5} T

b) Après observation de la courbe, déterminer la relation liant B et I.

2) On refait la même expérience avec un deuxième solénoïde de longueur $\ell_2 = 0{,}80$m et comportant $N_2 = 768$ spires .On obtient les résultat suivants :

I (A)	1,0	2,0	3,0	4,0
B (10^{-5} T)	120	240	380	480

a) Compte tenu des incertitudes, comparer les résultats des deux séries de mesures.
b) Calculer le nombre de spires par mètre pour chacun des deux solénoïdes.
c) Déterminer la relation liant B à n.
d) Exprimer B en fonction de I et n .
e) Dans la formule théorique liant B, n et I intervient un coefficient $\mu_0 = 4.\pi 10^{-7}$ S.I. Comparer à cette valeur celle que permet de calculer le graphique de la question 1).

2- MOUVEMENT D'UNE PARTICULE DANS UN CHAMP MAGNETIQUE

EXERCICE 62

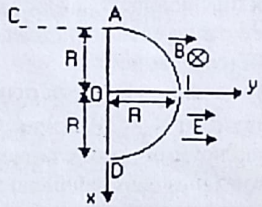
Un électron de masse m et de charge q. émis en C sans vitesse initiale est accéléré vers un trou A par une tension $U = V_A - V_C = 285$ V.

1) Exprimer la vitesse V_A de l'électron lorsqu'il traverse le trou A en fonction de m. e et U puis calculer sa valeur.

2) L'électron pénètre ensuite dans une région où règne un champ magnétique $\vec{B}$, dans laquelle il décrit un quart de cercle de rayon R d'expression $R = \dfrac{mV_A}{qB}$.

a) En déduire l'expression de B en fonction de R, m, e et U ; puis calculer la valeur de B.

b) Donner les caractéristiques de la vitesse $\vec{V_1}$ de l'électron à la traversée du trou I.



3) L'électron est enfin dévié par un champ électrostatique $\vec{E}$ uniforme parallèle à l'axe Oy, régnant dans le plan xOy.

a) Etablir les équations horaires du mouvement de l'électron projeté sur les axes Ox et Oy.

b) En déduire l'équation cartésienne et la nature de la trajectoire de l'électron

c) Donner l'expression de E en fonction de U et R, lorsque l'électron traverse le trou D à une distance R du point O, puis calculer E.

Données : $e = 1{,}6.10^{-19}$ C ; $m_e = 9{,}1.10^{-31}$ kg ; R = 20 cm.

EXERCICE 63

Dans cet exercice les parties A et B sont indépendantes.

Partie A

On réalise l'expérience suivante : une sonde est placée au centre O d'un solénoïde ; on note alors la valeur du champ magnétique en O en fonction de l'intensité du courant qui circule dans le solénoïde. On obtient les mesures suivantes :

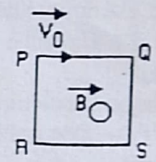
I (A)	0,5	1	1,5	2	2,5
B (mT)	34	67	102	132	168

1. Tracer la courbe B =f(I). En déduire la pente de cette courbe.
Echelle : 2 cm pour 0,5A et 1 cm pour 15 mT
2. La longueur du solénoïde est L = 40 cm. Calculer le nombre de spires du solénoïde. On donne $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I

Partie B

Des particules pénètrent dans un champ magnétique après avoir été accélérées par un champ électrique à partir d'une vitesse négligeable. Dans le carré PQRS de 5 cm de côté, le

champ magnétique $\vec{B}$, orthogonal au plan du carré, est constant, d'intensité 0,25 T. A la sortie du champ électrique, les particules entrent en P dans le champ magnétique avec une vitesse $\vec{V_0}$ colinéaire à $\vec{PQ}$. (Voir figure)



1. Les particules sont des deutons (noyau deutérium, isotope de l'hydrogène et noté D^+).

1.1. Refaire le schéma en précisant le sens de $\vec{B}$ pour que les particules parviennent en S.

1.2. Déterminer la trajectoire des particules entre P et S et les caractéristiques de leur vecteur vitesse en S.

2. On injecte maintenant un faisceau de particules α (He^{2+}).

2.1. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V_1}$ en P dans le champ $\vec{B}$ pour que les particules α parviennent en R.

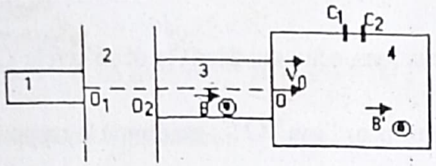
2.2. Préciser les caractéristiques de leur vitesse au point R.

2.3. Trouver la tension accélératrice U nécessaire pour obtenir $\vec{V_1}$.

On donne : $m_{D^+} = 3{,}32.10^{-27}$ kg ; $m_\alpha = 6{,}64.10^{-27}$ kg ;
charge élémentaire $e = 1{,}6.10^{-19}$C.

EXERCICE 64 X
Un spectromètre de masse comprend successivement :

- Une chambre d'ionisation (1)
- Une zone d'accélération (2)
- Un filtre de vitesse (3)
- Une chambre de déviation (4)

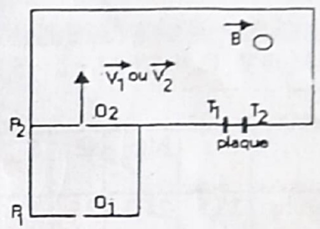


Les ions produits en (1) et accélérés en (2) arrivent en O_2 avec des vitesses $\vec{V}$ de même direction et de même sens, mais avec des normes différentes. Afin de sélectionner une seule vitesse $\vec{V_0}$ en O, on dispose dans la zone (3), d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orienté comme l'indique la figure et d'un champ électrique uniforme $\vec{E}$.

1. Donner les expressions de $\vec{Fm}$ et $\vec{Fe}$, les forces magnétique et électrique agissant sur un ion de charge q et de vitesse V.
2.
a. Représenter $\vec{Fm}$ et $\vec{Fe}$ pour que les ions de charge négative, ne soient pas déviés. En déduire la représentation de $\vec{E}$.
b. Calculer la valeur V_0 de la vitesse en O.
On donne $E = 10^3$ V.m^{-1} ; B = 0,2 T.
3. Les ions ainsi sélectionnés arrivent dans la chambre (4) où règne un champ magnétique $\vec{B}'$. Ils décrivent des trajectoires circulaires de rayons R_1 et R_2 puis tombent respectivement en C_1 et C_2.
a. Montrer que les rayons des trajectoires sont : $R_1 = \dfrac{m_1V_0}{|q|B'}$ et $R_2 = \dfrac{m_2V_0}{|q|B'}$
b. Les rayons des trajectoires étant égales à R_1 = 1,826 cm et R_2 = 1,930 cm, en déduire les valeurs de $\dfrac{m_1}{|q|}$ et $\dfrac{m_2}{|q|}$.
On donne B' = 0,1 T.

c. Calculer m_1 et m_2. Identifier les ions utilisés dans ce spectromètre. On donne : $|q| = 1{,}6.10^{-19}$ C ; m = Au = A.1, 67.10^{-27} kg ;
$^{35}_{17}Cl^-$; $^{37}_{17}Cl^-$; $^{79}_{35}Br^-$; $^{81}_{35}Br^-$; $^{127}_{53}I^-$; $^{129}_{53}I^-$.

EXERCICE 65
On introduit dans un spectrographe de masse des ions potassium $^{A_1}_{19}K^+$ et $^{A_2}_{19}K^+$ (A_1 et A_2 désignent les nombres de masse) de même charge q et de masses respectives m_1 et m_2. En O_1, la vitesse des ions est pratiquement nulle ; ils sont accélérés par la tension U, établie entre les plaques P_1 et P_2.



1. a. Représenter sur un schéma le champ électrique $\vec{E}$ régnant entre les plaques.
b. Préciser le signe de $U = V_{P1} - V_{P2}$.
c. Exprimer les vitesses V_1 et V_2 en fonction de q, U et des masses respectives m_1 et m_2.
2. Les ions pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan de la figure.
a. Quel doit être le sens de $\vec{B}$ pour que les ions soient déviés vers la plaque sensible ?
b. Montrer que le mouvement des ions est circulaire uniforme et exprimer littéralement les rayons R_1 et R_2 de leurs trajectoires en fonction de U, q, B et de leurs masses respectives m_1 et m_2.
3. Deux tâches T_1 et T_2 se forment sur la plaque sensible. En admettant que le rapport des masses des ions est égal au rapport des nombres de masse, calculer la valeur de A_2 sachant que $A_1 = 39$; O_2T_1 = 102,9 cm ; O_2T_2 = 106,8 cm. La tâche T_1 correspond aux ions de masse m_1.

EXERCICE 66
Dans cet exercice, le poids des ions est négligeable devant les autres forces.
On considère deux plaques verticales C et A separées par une distance d. En O, la vitesse des ions X^{2-} est pratiquement nulle. Ils sont accélérés par une tension $U_{AC} = U_0 > 0$ établie entre C et A.

1. Représenter sur le même schéma la force $\vec{F}$ et le champ $\vec{E}$ régnant entre C et A. Justifier le sens de $\vec{E}$.
2. Etablir l'expression de la vitesse V_1 de ces ions X^{2-} à leur sortie en O_1 en fonction de m, e et U_0.

3. Les ions pénètrent ensuite dans une chambre de déviation où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.

a. Sur la figure, donner le sens de $\vec{B}$ pour que les ions soient déviés vers I.

b. Le mouvement des ions étant circulaire et uniforme, montrer la relation qui lie le rayon R de la trajectoire à B, V_1, e et m.

c. La trace de I correspondant à l'impact des ions, on mesure la distance $L = O_1I$. Exprimer la distance L en fonction de V_1, B, m et e.

4.

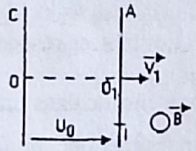
a. Exprimer le rapport e/m en fonction de U_0, L et B.

b. Calculer la masse m des ions X^{2-}. En déduire leur masse molaire atomique M.

c. Identifier les ions X^{2-} à l'aide du tableau ci-dessous.

On donne : B = 0,49 T ; U_0 = 1200 V ; L = 5,76 cm ; N = $6{,}02.10^{23}$ mol^{-1} ; e = $1{,}6.10^{-19}$ C.

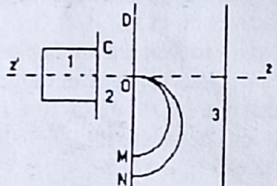
Elément chimique	Cl	Mg	O	S	Na
Masse molaire (g.mol-1)	35,5	24,3	16	32	23



EXERCICE 67

Deux ions d'oxygène $^{x}O^{2-}$ et $^{y}O^{2-}$ de masses respectives $m_1 = x.u$ et $m_2 = y.u$ de charge q sont produits dans une chambre d'ionisation (région 1), puis dirigés vers une chambre d'accélération entre deux plaques parallèles C et D. x et y sont des entiers naturels tels que x < y.

1. Des ions oxygène sortent de la région 1 avec une vitesse sensiblement nulle et se dirigent de C vers D suivant la direction z'z dans la région 2 soumises à une tension U_{DC} = U.



a. Préciser, sur un schéma, le sens du champ $\vec{E}$ et le signe de la tension U.

b. Donner les expressions des vitesses V_1 de l'ion $^{x}O^{2-}$ et V_2 des ions $^{y}O^{2-}$ à leur arrivée en O, en fonction de U, e, u, x ou y. En déduire le rapport $\frac{V_1}{V_2}$ en fonction de x et y. Ils décrivent les demi cercles représentés sur la figure.

2. A partir du point O, ces ions pénètrent dans la région 3 où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ normal aux vecteurs vitesses $\vec{V_1}$ et $\vec{V_2}$.

a. Préciser le sens du champ magnétique $\vec{B}$ par rapport au plan de la figure.

b. Sachant que les trajectoires de ces ions sont circulaires de rayons R_1 pour $^{x}O^{2-}$ et R_2 pour $^{y}O^{2-}$, déterminer le rapport $\frac{R_1}{R_2}$ en fonction de x et y.

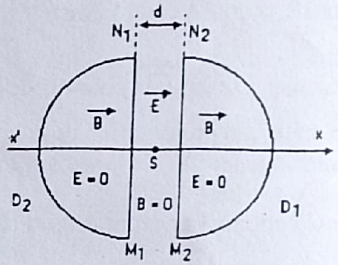
Déduire des deux ions, celui qui décrit le demi cercle $\widehat{OM}$ et celui qui décrit $\widehat{ON}$. Justifier.

c. Sachant que pour l'ion $^{x}O^{2-}$, on donne le rapport $k = \frac{|q|}{m_1}$, et les distances ON = 4,24 cm et MN = 0,24 cm, déterminer les entiers x et y.

Données : charge élémentaire : e = $1{,}6.10^{-19}$ C ; masse d'un proton : u = $1{,}67.10^{-27}$ kg ; rapport k = $1.197.10^{7}$ $C.kg^{-1}$.

EXERCICE 68

Un cyclotron est constitué par deux boites demi-cylindriques D_1 et D_2 à l'intérieur desquelles on établit un champ magnétique uniforme de vecteur $\vec{B}$.



Dans l'espace compris entre ces boites, on établit une tension alternative u(t) de valeur maximale Umax dont la période est égale à celle du cyclotron. Cette tension a pour rôle d'inverser le sens du champ électrostatique $\vec{E}$ ainsi créé, de sorte que les particules sont toujours accélérées à chaque traversée de l'intervalle étroit. Des protons de masse m sont injectés en S avec une vitesse négligeable.

1- Un proton émis en S entre pour la première fois dans D_1 avec la vitesse v_1. Exprimer v_1 en fonction de U_m, e (charge élémentaire) et m. (S est à égale distance des faces N_2M_2 et N_1M_1).
Déterminer $\vec{v}_1$.
On donne $m_p = 1{,}67.10^{-27}$ kg ; e = $1{,}6.10^{-19}$ C ; d = 1 cm ; U_{max} = 4000V.

2- Etablir l'expression du rayon de la trajectoire R_1 dans D_1 correspondant à la vitesse v_1. Pour l'application numérique, on prendra B = 1,03 T.

3- Quelle est la durée du passage dans D_1 ? Dépend- t –elle de la vitesse ? Déterminer la fréquence N de la tension alternative (on admettra que le temps mis dans le domaine du champ électrostatique $\vec{E}$ est négligeable).

4- Le proton sort de :

- D_2, pour la première fois à la vitesse v_2,
- D_1, pour la seconde fois à la vitesse v_3,
- D_2, pour la seconde fois à la vitesse v_4.
- D_1 ou D_2, pour la $n^{ième}$ fois à la vitesse v_n.

4.1- Exprimer v^2_2, v^2_3, v^2_4 en fonction de v^2_1 et en déduire v_n^2 en fonction de v^2_1 et n.

4.2- Exprimer le rayon R_n de la $n^{ième}$ trajectoire dans un demi cylindre en fonction de R_1 et de n.

3- LOI DE LAPLACE

EXERCICE 69

Un fil conducteur rectiligne OA peut prendre toutes les positions autour du point O. Le contact en A est assuré par du mercure et le fil est placé dans un champ magnétique uniforme, horizontal dont l'intensité B = 0,05 T. A l'équilibre le fil fait un angle $\alpha = 30°$ avec la verticale.

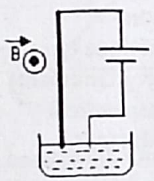
Calculer l'intensité du courant qui traverse le fil.

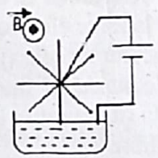
On donne : m = 20g ; g = 10 $N.kg^{-1}$; OA = 80 cm

EXERCICE 70

Un fil de cuivre rigide, rectiligne, homogène de longueur L, est susceptible de se mouvoir dans un plan vertical autour de son extrémité supérieure. L'autre extrémité plonge dans du mercure qui permet de maintenir le contact électrique.

Le dispositif, parcouru par un courant I peut être plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, horizontal et orthogonal au plan de la figure.





1) Que se passe-t-il lorsque :

- I = 0 ; B≠0 ;
- I ≠ 0 ; B =0 ;
- I ≠ 0 ; B ≠ 0.

Modifie-t-on quelque chose quand on permute les bornes du générateur ?

2) On néglige la longueur de la partie de la tige située dans le mercure. On admet que toute la tige est plongée dans le champ magnétique $\vec{B}$.

Calculer l'angle dont dévie le fil quand il atteint sa position d'équilibre.

On donne I = 6 A ; B = 2.10^{-2} T ; L = 10 cm ; P = 8.10^{-2} N.

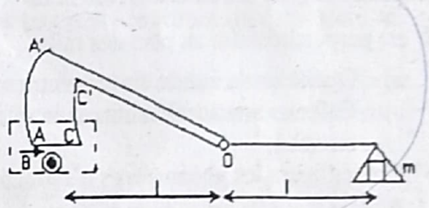
3) On remplace le fil de cuivre par une roue appelée roue de Barlow.

a) Expliquer pourquoi on observe un mouvement de rotation. Préciser son sens.

b) Calculer la puissance développée par la force électromagnétique supposée appliquée au milieu d'un rayon.

On donne B = 2.10^{-2} T ; R = 10 cm ; I = 6 A ; vitesse de rotation est 90 tours/min.

EXERCICE 71



La balance de Cotton fut un instrument commode pour mesurer des champs magnétiques uniformes, assez intenses et localisés. MOA' est un levier coudé qui porte une plaquette isolante A'ACC' ; un fil conducteur est appliqué le long de OA'ACC'O ; AA' et CC' sont des arcs de cercle de centre O. La balance est mobile autour de l'axe O, perpendiculaire au plan de la figure et en équilibre en l'absence de courant.

On donne : AC = 2 cm ; g = 9,8 $N.kg^{-1}$; $\ell = \ell'$

Le champ magnétique $\vec{B}$, uniforme, horizontal est perpendiculaire au plan de la figure.

1) Préciser sur le schéma les forces agissant sur la balance, ainsi que le sens du courant circulant dans le fil conducteur.

2) Ecrire la condition d'équilibre sur cette balance.

3) Afin de déterminer la valeur de $\vec{B}$. on a fait les mesures suivantes pour différentes valeurs de l'intensité de courant.

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

a) Tracer le graphe m = f(I) ; choisir une échelle convenable.

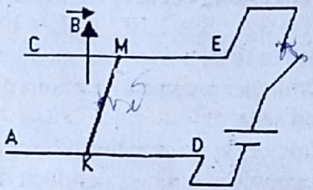
b) Déterminer à l'aide du graphe, le coefficient directeur de la droite.

c) En déduire la valeur de $\vec{B}$.

EXERCICE 72

On considère le montage de la figure ci contre. La tige de cuivre KM, de masse m, homogène et de section constante, placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ sur une longueur ℓ est parcourue par un courant I. On admet que la tige glisse sans frottement sur les rails.

1) De quel angle peut-on incliner les rails AD et CE, et dans quel sens, pour que la tige soit en équilibre, dans les deux cas suivants :



- $\vec{B}$ reste perpendiculaire aux rails ;
- $\vec{B}$ reste vertical.

2) On incline le plan des rails d'un angle $\alpha = 30°$ dans le sens défini au 1) ; $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan des rails.

a) Quelle est la nature du mouvement de la tige KM ?
b) Calculer son accélération et sa vitesse 0,5 s après la fermeture du circuit.

On négligera les phénomènes d'induction.

A.N: B = 0,5 T; I = 4 A; m = 20 g; ℓ = 6 cm; g = 10 m.s^{-1}.

EXERCICE 73

Les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes.

Une barre MN, homogène, de masse m, de longueur MN = ℓ, de centre d'inertie G, peut glisser, sans frottement, le long des deux rails métalliques AA' et CC'. Ces rails sont contenus dans un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale et reliés à leurs extrémités A et C par un générateur de courant réglable. Pendant tout le mouvement, la barre MN baignant dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire aux rails, reste perpendiculaire aux rails et le courant électrique entre M et N est toujours établi comme l'indique les deux figures.

On donne: ℓ = MN = 0,1 m ; g = 10 m.s^{-2} ; m = 2.10^{-2} kg ; α = 30° ; B = 0,1 T.

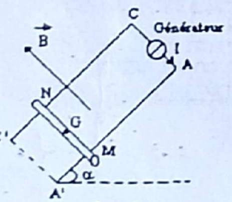


figure 1

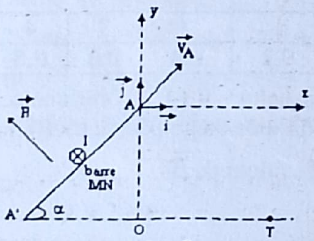


figure 2

1- Lorsque le générateur maintient un courant d'intensité I dans le sens de M vers N dans la barre comme l'indique la figure 2, dirigé vers l'arrière du plan de la figure. La barre reste en équilibre.

1.1- Reprendre la figure 2 sur votre copie et y représenter toutes les forces extérieures agissant sur le centre d'inertie de la barre.

1.2- Déterminer pour cet état d'équilibre l'intensité du courant I.

2- La barre MN étant partie de A' sans vitesse initiale, arrive en A à la vitesse $V_A = 2$ m.s^{-1} après avoir parcouru une longueur L = AA'. Le générateur a délivré un courant de même sens que précédemment mais d'une intensité I' = 16 A. Déterminer la longueur du parcours L.

3- La barre MN de centre d'inertie G quitte les rails au point A et retombe sur le sol en T.

On ne tiendra pas compte des rebonds. On donne AO = 0,17 m.

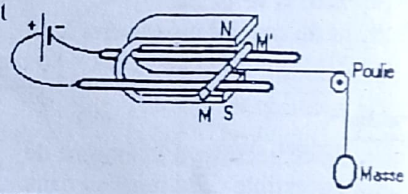
Déterminer dans le repère $\left(A,\vec{i},\vec{j}\right)$:

3.1- Les équations horaires du mouvement de G.
3.2- l'équation cartésienne de la trajectoire,
3.3- La hauteur maximale atteinte par rapport au plan horizontal passant par OT,
3.4- la distance de chute OT.

EXERCICE 74

La figure suivante reproduit l'expérience des rails de Laplace. Le conducteur mobile est situé dans le champ magnétique uniforme de l'aimant en U et on a B = 0,1 T.

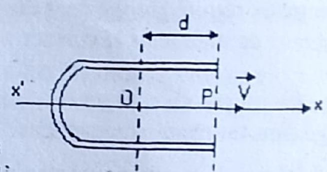
1) Le conducteur est parcouru par un courant d'intensité I = 5 A et il est soumis à l'action du champ magnétique sur la longueur MM' = ℓ = 5 cm.



a) Dans les conditions de la figure précédente, déterminer la direction et le sens de la force électromagnétique qui s'exerce sur le conducteur mobile (justifier clairement).

b) Quelle masse m' faut-il suspendre à l'extrémité du fil pour que le conducteur reste en équilibre ?

On donne g = 9,8 m.s^{-2}.



2) On supprime le fil, la poulie, la masse m' et on inverse le sens du courant. Le conducteur MM' est initialement immobile en O et il est soumis à l'action du champ magnétique sur une distance d = 4 cm.

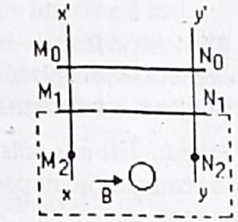
a) Déterminer l'accélération de son mouvement entre O et P. En déduire la nature de son mouvement.

b) Quelle est la valeur V de sa vitesse en P ?

c) Quel temps met-il pour aller de O à Q tel que PQ = 20 cm ?
On donne la masse du conducteur mobile m = 5 g.

EXERCICE 75

Une barre rectiligne MN de masse m, horizontale, peut glisser sans frottement sur deux rails rectilignes verticaux xx' et yy'. Elle est parcourue par un courant d'intensité I. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme horizontal, orthogonal au plan des rails (voir fig.).



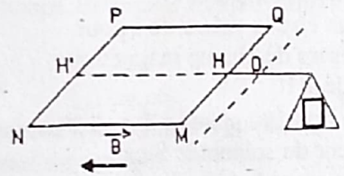
1) Préciser les sens respectifs du courant et du champ pour que la force magnétique freine la chute de la barre.

2) Calculer la valeur de $\vec{B}$ pour que le mouvement de la barre soit rectiligne et uniforme dans la région où règne le champ magnétique. Donnés : I = 20 A ; m = 20 g ; MN = 10 cm ; $g = 9{,}8 m.s^{-2}$.

3) La tige est lâchée sans vitesse initiale en M_0N_0. Elle tombe en chute libre jusqu'en M_1N_1 où elle pénètre dans le champ magnétique d'où elle sort en M_2N_2. Quelle sera la durée de la chute jusqu'en M_2N_2 ? AN : M_0M_1 = 20 cm ; M_1M_2 = 3 cm.

EXERCICE 76

Un cadre rectangulaire horizontal formé de n spires ayant chacune une surface S, est fixé à l'extrémité du fléau rectiligne d'une balance, mobile autour d'un axe Δ, fixe et horizontal (voir fig.)
L'autre extrémité A du fléau supporte un plateau.
Le cadre est placé dans un champ magnétique uniforme de vecteur champ $\vec{B}$, horizontal, parallèle au fléau dont le sens est indiqué sur la figure.



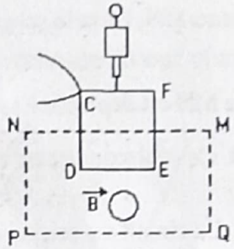
En absence de courant dans le cadre, le fléau est horizontal. On néglige l'action du champ magnétique terrestre. Un courant continu d'intensité I parcourt le cadre

1) Indiquer sur le schéma le sens que doit avoir ce courant pour que le cadre soit entraîné vers le bas. Donner l'expression du moment des forces par rapport à l'axe de rotation, qui s'exerce sur le cadre.

2) Sachant que le fléau de la balance est ramené à sa position initiale grâce à une masse m placée dans le plateau, calculer l'intensité I.
AN: n=20 spires; S =100cm²; m=1,28 g; OA=d=10cm ; $g = 9{,}8 m.s^{-2}$; $B = 4.10^{-3}$ T

EXERCICE 77

On négligera le champ magnétique terrestre.
Un cadre rectangulaire CDEF indéformable comportant N = 100 spires est suspendu à un dynamomètre (voir fig.)
Il se trouve partiellement plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ qui restera perpendiculaire au plan vertical du cadre. On admet que le champ est limité par le rectangle MNPQ comme l'indique le schéma. Les brins horizontaux CF et DE ont une longueur ℓ = 5 cm. Lorsqu'on établit un courant d'intensité constante I = 0,50 A, l'ensemble prend une position d'équilibre et l'indication du dynamomètre augmente de 0,50 N. On supposera que les fils destinés à amener le courant ne perturbent pas l'équilibre du cadre dont le plan reste fixe.



1) Montrer que quels que soient le sens de courant et celui du champ magnétique, les forces s'exerçant sur les brins verticaux du cadre n'ont aucune action sur son équilibre.

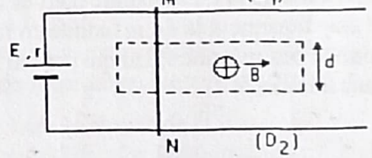
2) Caractériser le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ (sens et valeur), le courant circulant dans le conducteur DE de D vers E.

3) Que se passe t'il si le cadre est entièrement plongé dans le champ magnétique $\vec{B}$ et si on maintient le courant précédent ?

4- INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE

EXERCICE 78

Considérons deux conducteurs parallèles D_1 et D_2 formant des rails de Laplace sur lesquels peut se déplacer une barre mobile conductrice MN selon le schéma ci-contre (vue de dessus).
Le générateur a une f.é.m E = 5 V et une résistance interne r = 5 Ω, la barre a une résistance négligeable ; elle referme le circuit entre les deux rails. On place la barre MN dans l'entrefer d'un aimant en U (de largeur d = 4 cm) où règne un champ magnétique uniforme de valeur B = 0,1 T.



1) Déterminer le sens et l'intensité I_0 du courant dans le circuit.

Déterminer la direction, le sens et la valeur de la force de Laplace $\vec{F}$ agissant sur la barre MN. Faire le schéma représentant les vecteurs $\vec{F}$ et $\vec{B}$ en précisant le sens du courant.

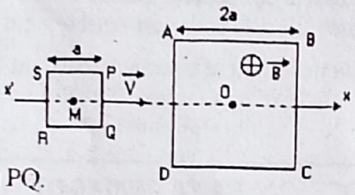
2) La barre MN est déplacée à la vitesse $\vec{V}$ constante dans le sens de la force de Laplace. Ce déplacement est effectué dans la zone où règne le champ $\vec{B}$.

3)
   a) Le circuit est orienté de M vers N. Déterminer la variation $\Delta\Phi$ du flux magnétique à travers le circuit électrique pour un déplacement de la barre MN de durée Δt.
   b) En déduire la force électromotrice induite e lors de ce déplacement de la barre MN. Calculer e sachant que $V = 1\ m.s^{-1}$.
   c) Comparer e et E.

4) Représenter cette force électromotrice par une flèche sur le schéma, (respecter les conventions d'orientation habituelles).

5) Déterminer l'intensité I_1 du courant induit dans le circuit lors du déplacement de la barre. Comparer I_1 et I_0. Conclure.

EXERCICE 79

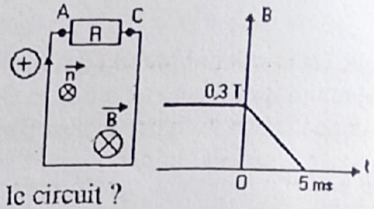


Une spire conductrice PQRS à la forme d'un carré, de côté a, est contenue dans un plan horizontal. Cette spire est animée, dans son propre plan d'un mouvement de translation uniforme de vitesse perpendiculaire à PQ.
Au cours de son mouvement, la spire traverse une région de l'espace dans laquelle règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ de direction verticale ; dans le plan de la spire, le champ magnétique est délimité par un carré ABCD de côté 2a. PQ et AD sont parallèles. On repère la position de la spire conductrice par l'abscisse x de son centre M sur l'axe x'x d'origine O ; O étant le centre du carré ABCD.

1) Donner l'expression de la f.é.m induite dans la spire
2) Représenter graphiquement la f.é.m induite en fonction de x pour. On considère comme positive une f.é.m qui produit un courant dans le sens des aiguilles d'une montre.

EXERCICE 80

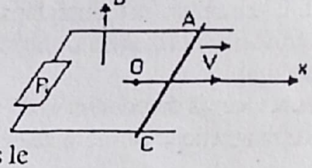
On considère le circuit rigide plan, schématisé sur la figure ci-dessous, de surface $s = 1dm^2$. La norme du champ magnétique uniforme dans lequel il est plongé varie suivant la loi donnée par le graphique.
La résistance R du circuit est égale à $0,3\Omega$.



1) Donner l'expression Φ (t) du flux de $\vec{B}$ à travers le circuit.
2) En déduire la f.é.m induite e (t).
3) Exprimer u_{AC} en fonction du temps.
4) Quelle quantité d'électricité est apparue dans le circuit ?

EXERCICE 81

Une tige métallique AC se déplace en translation sur 2 rails horizontaux, conducteurs.

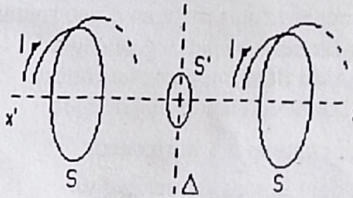


La vitesse $\vec{V}$ est parallèle aux rails.

1) Comment orienter le circuit pour avoir un courant induit positif lorsque $v_x = v > 0$? Quel est alors le signe de Φ et celui de $d\Phi/dt$.
2) Calculer l'intensité du courant induit si $R = 2\ \Omega$, $v = 4\ m.s^{-1}$, $AC = \ell = 10$ cm, $B = 0,5$ T.
3) Calculer la puissance de la force de Laplace dans les conditions précédentes.
4) Donner l'expression de la f.é.m induite si la tige a un mouvement sinusoïdal de vitesse $v = 4\cos 2\pi t$. Calculer sa valeur maximale et sa fréquence.

EXERCICE 82

1) Donner les caractéristiques d'un vecteur champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur d'un solénoïde S de longueur L comprenant un nombre total de N spires quand il est parcouru par un courant d'intensité I.
Quelle doit être la valeur de I pour que la mesure du champ magnétique crée soit de 4.10^{-3} T ?
On donne N = 100 spires ; $\ell = 1,30$ m.



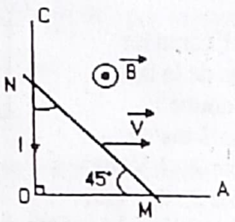
2) A l'intérieur du solénoïde S est placée une petite bobine S', comprenant N' spires, dont chacune à une section S'. Les deux bobines ont le même axe x'x et cet axe est horizontal.
   a) Quelle est la valeur du flux du champ magnétique $\vec{B}$ à travers la bobine S' ? On donne N' = 800 spires ; $S' = 10\ cm^2$.
   b) On fait décroître l'intensité I du courant traversant S'. La décroissance est effectué en 0,2 s, selon une fonction affine du temps, à partir de la valeur calculée en 1/ et jusqu'à la valeur Zéro.

Quelle est la force électromotrice d'induction dont la bobine S' est le siège ? Préciser sur un schéma, les sens de $\vec{B}$, du courant I et du courant qui traverserait S' si on réunissait les deux extrémités de la bobine S'.

c) On rétablit dans le solénoïde S l'intensité I calculée en 1/ et cette intensité sera maintenue constante dans toute cette question. On imprime à la bobine S' un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical Δ passant par son centre. On branche un oscillographe électronique aux bornes de S'. Quelle est l'allure de la courbe observée sur l'écran ? Expliquer le phénomène.

EXERCICE 83

Deux conducteurs rectilignes OA et OC de même longueur sont soudés en O, perpendiculairement l'un à l'autre. Un troisième conducteur rectiligne de longueur supérieure à CA , appuyé sur les deux premiers en M et N, est déplacé parallèlement à lui-même. Sa direction fait un angle de 45° avec les directions OA et OC. Le point M se déplace de O vers A à la vitesse constance $v = 25\ m.s^{-1}$ .On pourra poser OM = x. A l'instant t = 0, M et N coïncident en O. L'ensemble est plongé dans champ magnétique uniforme, $\vec{B}$, normal au plan du circuit et d'intensité B = 0,1 T.



1/ Etablir l'expression de la surface du circuit OMN ainsi formé, en fonction du temps. En déduire l'expression de la f.é.m. induite dans le circuit. Quel est le sens du courant induit ? (Le sens + est indiqué sur la figure.)

2) Préciser les caractéristiques du champ électromoteur dans MN. Etablir l'expression de la longueur de MN en fonction du temps. Retrouver l'expression de la f.é.m. induite précédente.

EXERCICE 84

Deux rails conducteurs, parallèles (aa' et bb') distants de L déterminent un plan Q faisant un angle α avec le plan horizontal H. On pose sur ces rails, perpendiculairement à leur direction, une tige conductrice reposant en M et N sur ces rails.

La tige, de section carrée et de masse m, a une longueur ℓ .

Dans l'espace où peut se déplacer la tige MN, règne un champ magnétique $\vec{B}$ orthogonal au plan Q, uniforme et dirigé vers le bas. La tige MN peut glisser sans frottement sur les rails.

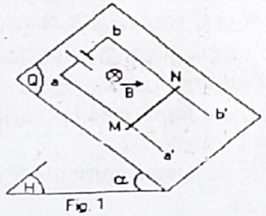


Fig. 1

Les extrémités supérieures des rails sont reliées à un générateur de courant continu qui débite un courant d'intensité I que l'on peut faire varier. L'angle α vaut 14° (voir fig. 1).

1) Déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique qui s'exerce sur la tige conductrice MN lorsque le circuit est parcouru par un courant d'intensité constante I.
2) Calculer la valeur de l'intensité I qui permet d'obtenir l'équilibre de la barre.
3) On supprime maintenant le générateur et on relie les extrémités a et b des rails par un fil conducteur. La tige MN glisse sur les rails .Montrer que cette tige atteint une vitesse limite que l'on calculera.
4) On déconnecte le fil reliant a et b, et l'angle α est rendu nul. Le champ magnétique est maintenant orthogonal au nouveau plan des rails (voir fig. 2).

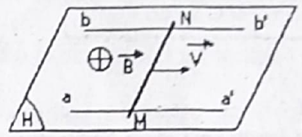


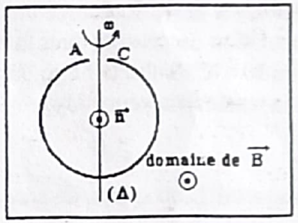
Fig. 2

On déplace la tige d'un mouvement rectiligne uniforme de vitesse $\vec{V}$ parallèle aux deux rails. Etablir l'expression de la f.é.m induite dans la tige conductrice MN. Quelle sera la valeur algébrique de la tension U_{NM} ?

AN : $\ell = 0{,}20$ m ; m = 0,20 kg ; g = 10 $N.kg^{-1}$; B = 0,50 T ; v = 2,0 $m.s^{-1}$; résistance du circuit R = 0.1Ω.

EXERCICE 85

Une bobine plate circulaire de bornes A et C, comportant N spires, chacune de surface S, tourne à la vitesse angulaire $\omega = 2\pi f$ constante autour d'un axe (Δ) diamétralement vertical dans un champ uniforme $\vec{B}$ horizontal. (voir fig.)



1. 1-1) Etablir l'expression du flux instantané de $\vec{B}$ à travers la bobine. On prend comme instant initial celui où le flux, positif, est maximal de valeur Φ_M.

   1-2) Sur l'intervalle de temps [0 ; T], à quelle date le flux est-il :
   - minimal ? - nul ? - égal à + $\Phi_M/2$?

   1-3) Donner l'expression de la f.é.m. induite e_{AC} aux bornes de la bobine.

   1-4) Un voltmètre électronique de grande impédance mesure la tension efficace aux bornes de la bobine. En déduire la norme de $\vec{B}$.

   A.N. N = 20 spires ; S = 12,5 cm^2 ; U = 0,37 V ; f = 1600 tr/min.
2. La bobine est reliée à un galvanomètre balistique (déviation du spot proportionnelle à la quantité d'électricité induite) de émotivité $s = 2.10^{-8}$ C/mm. Le spot dévie de 5 mm lorsque la bobine tourne de 180° (le flux passant de sa valeur maximale à sa valeur minimale).

2-1) Calculer la norme de $\vec{B}$ si la résistance du circuit est $R = 10^4\ \Omega$.

2-2) Comparer les deux valeurs de $\vec{B}$ obtenues.

5- AUTO INDUCTION

EXERCICE 86

Un solénoïde de longueur l et de rayon R est formé de N spires. Il est parcouru par un courant d'intensité i variant au cours du temps tel que $i = 3t^2$.

1) calculer L, l'auto inductance de ce solénoïde.
2) Calculer la f.é.m auto induite à l'instant $t_1 = 5{,}6.10^{-3}$ s.
   On donne $\ell = 1$m ; N = 5000 spires ; R = 5 cm.

EXERCICE 87

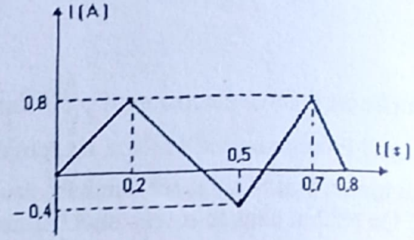
Une bobine (A,B) de résistance négligeable et d'inductance L = 36 mH est traversée par un courant continu allant de A vers B.

1) Déterminer la tension u_{AB} aux bornes de la bobine.
2) Lors de l'établissement du courant, son intensité dans la bobine passe de $i_0 = 1$ A à la valeur $i_1 = 2{,}5$ A en 20 s.
   a) Calculer la f.é.m moyenne d'auto induction aux bornes de la bobine.
   b) Déterminer la tension moyenne U_{AB} aux bornes de cette bobine.
3) Lors de l'annulation du courant dans la bobine, l'intensité passant de i_1 à $i_2 = 0{,}75$ A en 10 s. Calculer la f.é.m. moyenne d'auto induction aux bornes de la bobine et la tension moyenne U_{AB}.

EXERCICE 88

Un solénoïde comprend 1200 spires, de section moyenne $s = 20\ cm^2$ reparties régulièrement sur une longueur $\ell = 50$ cm.

1) Un courant continu d'intensité I = 0,8 A parcourt le fil conducteur. Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique (direction, sens, intensité) crée à l'intérieur de la bobine. Faire un schéma. On donne $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.
2)
   a) L'intensité du courant devient nulle en 0,03 s. Calculer pendant cet intervalle de temps la variation de flux à travers le solénoïde.
   b) Calculer l'inductance de la bobine.
   c) Calculer pendant la rupture du courant, la valeur moyenne de la f.é.m induite.
3) Les variations de l'intensité du courant sont maintenant conformes aux indications du graphe. Pendant cet intervalle de temps (t compris entre 0 et 0,8 s), déterminer les valeurs prises par la f.é.m d'auto-induction et représenter graphiquement e = f(t).
Echelle : 0,5 cm pour $7{,}2.10^{-3}$ V et 1 cm pour 0,1 s.



EXERCICE 89

On branche en série aux bornes d'un générateur, un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω et une bobine d'inductance L et de résistance négligeable. Le générateur délivre un signal dépendant du temps.

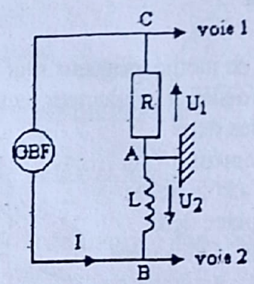
Les tensions $u_1 = u_{CA}$ et $u_2 = u_{BA}$ sont appliquées aux bornes d'un oscillographe à deux voies.

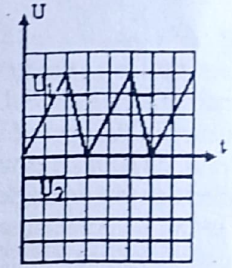
On obtient sur l'écran les oscillogrammes de la figure ci-contre : On donne :

base de temps : 1 ms/div

Voie 1 : 1 V/div

Voie 2 : 0,5 V/div





En l'absence de tension, les traces du spot sont confondues avec la ligne horizontale située au milieu de l'écran.

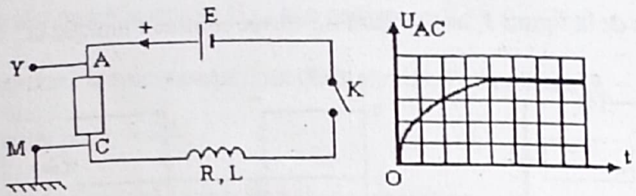
1) Exprimer u_1 en fonction de R et i.
2) Exprimer la tension u_2 en fonction de L et i.
3) a) Pourquoi la tension u_2 est-elle rectangulaire ?
   b) Pourquoi cette tension est-elle négative lorsque la tension u_1 croît ?
4) Calculer l'inductance L de la bobine à partir des oscillogrammes.

EXERCICE 90

Le circuit schématisé ci dessous comprend un générateur de f.é.m. E = 12 V, de résistance interne négligeable, un résistor AC de résistance r = 2 Ω, un solénoïde de résistance R et d'auto-inductance L.

Les bornes A et C sont reliées respectivement à la voie de déviation verticale et à la masse M d'un oscillographe fonctionnant avec un balayage interne. A la date t = 0, on abaisse l'interrupteur, la courbe © qui se trace sur l'écran est photographiée. Cette courbe, qui représente les variations de U_{AC} en fonction du temps, est reproduite à l'échelle 1/2.

La sensibilité de la voie verticale Y est 1V /division ; la base de temps est 0,1s / division.

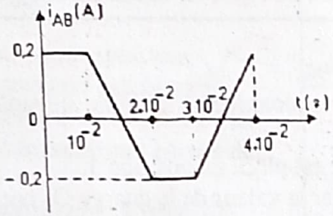


1) Expliquer pourquoi le courant d'intensité i, mesurée suivant le sens + indiqué, ne s'établit pas instantanément.
2) Quelle est l'intensité permanente i_p ? Quelle est alors la f.é.m. d'auto-induction initiale e_p ? En déduire la résistance R du solénoïde.
3) En appliquant la loi de Pouillet au circuit à l'instant t = 0, lorsque i =0, évaluer la f.é.m. d'auto-induction initiale e_0.
4) Sachant que la tangente à la courbe ©, à l'origine fait un angle $\alpha = 70,7°$ avec l'axe des temps, calculer la valeur de la dérivée de i par rapport au temps pour t = 0. En déduire L.
5) Quelle est la variation de flux propre entre t = 0 et t = 0,2 s ?

EXERCICE 91

Soit une portion de circuit AB constituée d'une bobine sans noyau, d'inductance L = 5 mH et de résistance r = 2 Ω.

1) Donner la définition de l'inductance de la bobine. Calculer la valeur du flux propre à travers cette dernière quand elle est parcourue par un courant $i_{AB} = 0,20$A
2) Cette bobine est parcourue par un courant dont l'intensité varie avec le temps comme l'indique la figure.



   a) Pour quels intervalles de temps y –a-t-il variation du flux propre à travers la bobine, en se limitant à des instants tels que $0 \le t \le 4.10^{-2}$ s ?
   Calculer cette variation dans chaque cas.
   b) En déduire qu'il existe une f.é.m. d'auto-induction e dans certains intervalles de temps que l'on précisera.
   La calculer dans chaque cas.
   c) Donner l'expression littérale de la tension u_{AB} aux bornes de la bobine. La représenter graphiquement en fonction du temps. (Préciser les échelles choisies)

EXERCICE 92

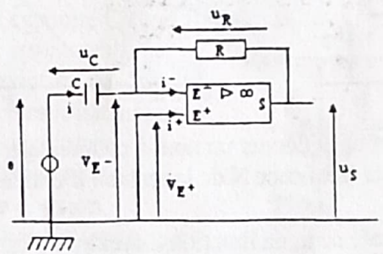
On monte en série un générateur de f.é.m. E = 6 V et de résistance r = 1 Ω avec une bobine de résistance R = 11 Ω et d'inductance L. A la date t = 0 , on ferme le circuit.

1) Etablir l'équation qui relie i, di/dt et les grandeurs caractérisant les composants du circuit.
2) En déduire le coefficient directeur de la tangente à la courbe i(t) à l'instant t = 0 (A.N : L = 1H).
3) Pour L = 1H, donner l'allure de la courbe i(t) et préciser la valeur I_0 de l'intensité en régime permanent.
4) Exprimer l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit à la date t (L'intensité a alors la valeur i(t)). Cette énergie est-elle supérieure, inférieure ou égale à celle fournie par le générateur entre les instants de date 0 et t (Justifier votre réponse) ?

6- MONTAGES DERIVATEUR ET INTEGRATEUR

EXERCICE 93 (BAC C 2000)

C = 50 nF
R = 20 kΩ



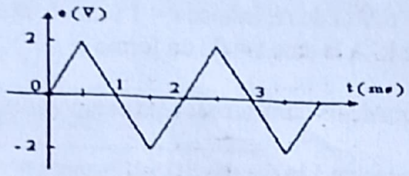
Dans le schéma ci-dessus, l'amplificateur opérationnel est idéal et fonctionne en régime linéaire, c'est-à-dire : $V_E^+ = V_E^- \quad et \quad i^+ = i^- = 0$.

1. En respectant les conventions utilisées sur le schéma, exprimer les tensions u_C en fonction de e et u_R en fonction de u_S.
2.

2.1 Exprimer la tension de sortie u_S en fonction de R, C et de la dérivée $\dfrac{de}{dt}$ de e par rapport au temps.

2.2 De quel type de montage s'agit-il ? Justifier votre réponse.

3. La tension d'entrée e(t) est une tension « en dents de scie » dont les caractéristiques sont portées sur le graphe ci-dessous.

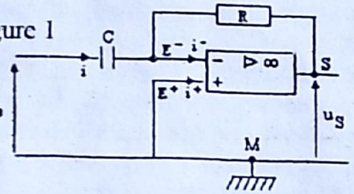


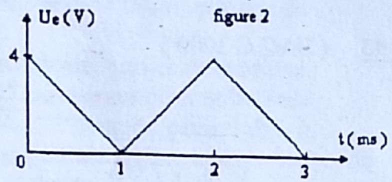
3.1 Déterminer la période T et la fréquence de ce signal.
3.2 Exprimer le signal de sortie $u_S(t)$.
3.3 Représenter sur le même graphe : e(t) et $u_S(t)$.
Echelle : 1 cm représente 0,5 ms ; 1 cm représente 1V.

EXERCICE 94

On réalise le montage de la figure 1 où on considère que l'amplificateur opérateur fonctionnant en régime linéaire est parfait ou idéal. On donne la résistance $R = 10^4\Omega$. ; la tension saturation de l'A.O est $\pm 13V$; la valeur du condensateur est $C = 0{,}1\mu F$. La tension d'entrée est donnée par la figure 2.

Figure 1



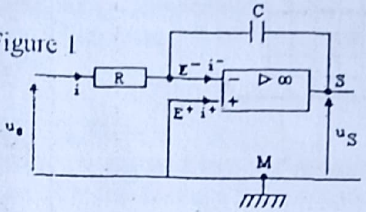


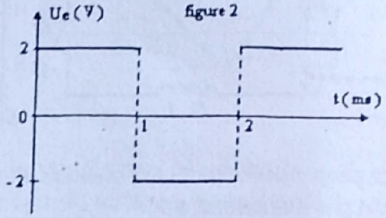
1- Montrer la relation entre u_e et u_S et donner un nom à ce montage.
2- Lire la période T et calculer la fréquence N de la tension d'entrée u_e.
3- Pour $0 < t < 1ms$:
a/ Donner l'expression générale de u_e en fonction du temps t c'est-à-dire $u_e = f(t)$.
b/ Déterminer en fonction de Ue_{max} et N, l'expression de la pente et l'ordonnée à l'origine de $u_e = f(t)$.
c/ En déduire l'expression de $u_e = f(t)$ en fonction de Ue_{max}, N et t.
d/ Déduire de la question 1, l'expression de u_S en fonction de R, C, Ue_{max} et N.
4- Pour que l'A.O fonctionne en régime linéaire, montrer que la fréquence $N \le N0$: valeur limite dont on donnera l'expression en fonction de V_{sat}, R, C et Ue_{max}. Calculer la valeur de N_0.

EXERCICE 95

On applique au montage de la figure 1, une tension u_e, carrée comme l'indique la figure 2.

Figure 1





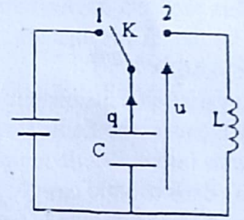
1- Quelles sont l'amplitude et la période de u_e ?
2- On obtient à la sortie, une tension de sortie triangulaire u_S.
a- Etablir la relation entre u_e et u_S.
b- En déduire l'expression de u_S pour $t \in [\,0\,;\,T/2\,]$ sachant qu'à $t = 0$, $u_S = 0$.
c- Pour quelle valeur de t, u_S prend-elle pour la première fois, sa valeur minimale ?
d- Calculer la valeur de C du condensateur pour que cette valeur minimale soit de – 10 V pour R = 4 kΩ.

En déduire la représentation de u_e et u_S sur le même graphe.

7- OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES (CIRCUIT L, C)

EXERCICE 96

On considère le montage de la figure suivante où E = 15 V ; C = 0,4 µF ; L = 80 mH.
L'interrupteur est placé en position 1.



1) Déterminer la valeur de la charge Q_0 portée par l'armature supérieure du condensateur.
2) Calculer dans ces conditions l'énergie électrostatique E_e emmagasinée dans le condensateur puis l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine.
3) A l'instant t = 0 s, on bascule l'interrupteur en position 2 et on note i l'intensité du courant dans la bobine, q la charge de l'armature supérieure du condensateur.
a) Etablir l'équation différentielle qui régit ce circuit avec pour paramètre u.
b) Vérifier que $u = U_{max}.\cos(\omega_0 t + \varphi)$.

c) Calculer numériquement U_{max} et φ sachant qu'à $t = 0$ s, $i = 0$.

a) Déterminer la valeur numérique de la période T_0 du circuit.

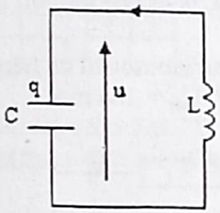
b) Calculer pour $t = \dfrac{T_0}{4}$:

- la charge q de l'armature supérieure du condensateur ;
- l'intensité i du courant dans la bobine ;
- l'énergie électrostatique et l'énergie magnétique dans le circuit.

Mêmes questions pour $t = \dfrac{T_0}{2}$.

RCICE 97

s le montage de la figure, la charge q évolue en tion du temps selon la loi : $q = 10^{-4} \cos(2000.\pi t)$.



A l'instant $t = 0$, la tension u aux bornes des armatures est égale à $U_0 = 100$ V.

Calculer la valeur de la capacité C du condensateur et celle de l'inductance L de la bobine.

Donner, dans le S.I., l'expression de l'intensité i du courant dans la bobine.

Exprimer dans le S.I., l'énergie électrostatique E_e et l'énergie magnétique E_m en fonction du temps t. que peut-on dire de leur somme ?

RCICE 98

Un condensateur de capacité $C = 10^{-5}$ F est initialement chargé sous une tension constante U_0. A un instant initial $t = 0$ s. il est connecté aux bornes d'une bobine d'inductance L ; le condensateur se décharge dans la bobine ; on observe des oscillations électriques sur un oscilloscope branché aux bornes du condensateur.

a) Montrer qu'à l'instant t quelconque, l'énergie totale du circuit peut s'écrire en fonction de la charge q du condensateur par :

$$E = \frac{q^2}{2C} + \frac{L}{2}\left(\frac{dq}{dt}\right)^2. \quad (1)$$

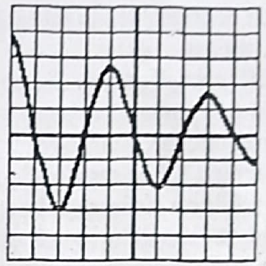
b) On néglige toute perte. En dérivant l'équation (1), montrer que l'équation différentielle à laquelle satisfait la charge q du condensateur est

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0.$$

c) Donner l'expression de la période propre des oscillations T_0. Etablir l'expression littérale de u (t) en se référant aux conditions initiales.

d) Un oscilloscope à mémoire permet d'obtenir l'oscillogramme ci-dessous :

Base de temps : 5 ms/div.



- Interpréter l'allure de ce graphe ; que peut on dire de l'énergie électrique du circuit ?
- Mesurer la pseudo période des oscillations.
- A quel phénomène électrique est dû l'amortissement des oscillations ?

e) Calculer la valeur numérique de l'inductance L.

2) Afin de connaître la résistance r du circuit, on entretient les oscillations précédentes en introduisant un générateur dans le circuit en série avec le condensateur et la bobine. Il délivre une tension sinusoïdale de fréquence $f = 50$ Hz. Les valeurs efficaces de l'intensité dans le circuit et la tension aux bornes du générateur donnent $I_e = 0{,}112$ A et $U_e = 4{,}2$ V.

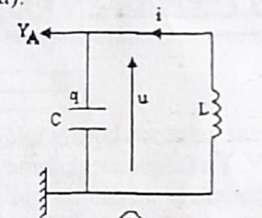
a) Exprimer, sans démonstration l'impédance du circuit en fonction de ces caractéristiques.

b) A l'aide des mesures effectuées, calculer la valeur de r en prenant $L = 0{,}9$ H.

EXERCICE 99

Un circuit oscillant est réalisé avec une bobine d'inductance $L = 1{,}2$H, de résistance négligeable, et d'un condensateur de capacité C (voir fig. a).

A la date $t = 0$, la tension u entre ses armatures vaut $u(0) = U_m$; la charge de son armature supérieure a pour valeur $q(0) = Q_m$. La tension u est visualisée sur l'écran d'un oscillographe (fig. b). Le balayage horizontal fait correspondre 1ms à une division ; la sensibilité verticale est de 10V par division.



(a)

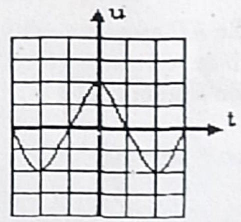
1) Etablir l'équation différentielle liant la fonction q à sa dérivée seconde par rapport au temps. En déduire la fonction q (t).

2) Avec les conventions prises à la figure (a), exprimer les fonctions u (t) et i (t), i étant l'intensité du courant dans le circuit.

3) Déterminer, à partir de la courbe de la figure (b) :

- la période propre et la fréquence propre des oscillations électriques ;
- la valeur de la capacité C ;
- la charge initiale Qm du condensateur et l'intensité maximale Im dans le circuit.

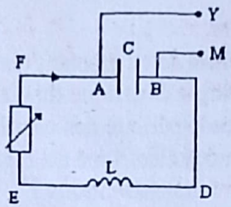
4) Calculer l'énergie totale E emmagasinée dans le circuit.



(b)

EXERCICE 100

Un circuit est constitué par un condensateur de capacité $C = 5\ \mu F$, une bobine d'auto-inductance $L = 0{,}2$ H et de résistance négligeable, un rhéostat de résistance R variable, un interrupteur.



1) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la charge q de l'armature A. Pour quelle valeur de R cette équation admet-elle une solution q fonction sinusoïdale du temps ? Préciser alors la période de cette fonction.

2) Représenter sur trois schémas distincts l'allure de la courbe observée sur l'écran de l'oscillographe lorsque R est nul, lorsque R est faible, lorsque R est très grand.

3) Soit W la somme de l'énergie électrique Wc, en réserve dans le condensateur à la date t, et de l'énergie magnétique Wb, en réserve dans la bobine à la même date.

a) Evaluer $\frac{dW}{dt}$ en fonction de q et de sa dérivée seconde par rapport au temps.

b) A partir de l'équation différentielle du 1), montrer que $\frac{dW}{dt} = -R\dot{q}^2 = -Ri^2$.

Conclure.

8- CIRCUIT RLC SERIE EN REGIME SINUSOÏDAL FORCE

EXERCICE 101

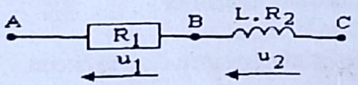
Un générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale dont la valeur efficace est U =12,5 V. La fréquence de cette tension est N = 50 Hz. On branche entre les bornes du générateur un conducteur ohmique de résistance R = 370 Ω et un condensateur de capacité $C = 4{,}5\ \mu F$.

1) Tracer la construction de Fresnel relative à ce dipôle.
2) Calculer l'intensité efficace du courant.

EXERCICE 102

On considère le dipôle AC associant en série le résistor de résistance $R_1 = 20\ \Omega$ ainsi qu'une bobine b de résistance R_2 et d'inductance L inconnues. Ce dipôle est alimenté par la tension sinusoïdale $u = U \sin(100\pi t)$. On relève les tensions :

$U_{AB} = U_1 = 50$ V ; $U_{BC} = U_2 = 50$ V ;
$U_{AC} = U = 90$ V.



1) Calculer :

a) l'intensité efficace du courant ;

b) l'impédance totale Z_T et l'impédance Z_b de la bobine.

2) Construire le diagramme Fresnel correspondant en précisant l'origine des phases. Echelle : 1cm pour 10 V.

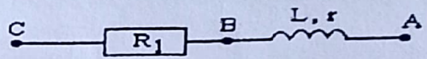
3) Déterminer, à partir de ce diagramme, les éléments caractéristiques R_2 et L de la bobine.

4) Déterminer graphiquement les facteurs de puissance de la bobine et du dipôle AC.

EXERCICE 103

On souhaite déterminer la résistance r et l'inductance L d'une bobine AB. Pour cela, on effectue deux séries de mesures.

- En courant continu, pour une tension $U_{AB} = 2$ V, on obtient un courant $I_{AB} = 730$ mA ;
- En courant alternatif sinusoïdal de fréquence N = 50 Hz, pour une tension efficace $U_{AB} = 2$ V, $I_{AB} = 185$ mA.



1) Calculer r et L.

2) Pour confirmer ces résultats, on réalise un montage en associant en série la bobine précédente et un résistor de résistance $R_1 = 20\ \Omega$.

On détermine les tensions efficaces suivantes :

- Tension aux bornes de l'ensemble $U_{AC} = 2$ V ;
- Tension aux bornes de la bobine $U_{AB} = 0{,}86$ V ;
- Tension aux bornes du résistor $U_{BC} = 1{,}6$ V

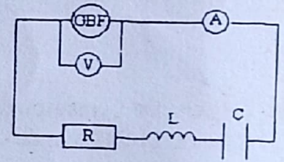
Un courant alternatif de fréquence N = 50 Hz parcourt le circuit.

a) Calculer r et L.

b) Comparer leurs valeurs à celles trouvées à la question 1).

EXERCICE 104

On se propose de déterminer la résistance R d'un conducteur ohmique, l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable et la capacité d'un condensateur.



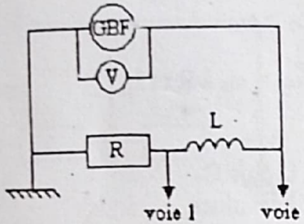
Pour cela, on les associe en série aux bornes d'un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale.

1) L'intensité du courant indiquée par l'ampèremètre A passe par un maximum I_0 pour une fréquence N_0.

a) Donner la relation entre le deux valeurs L et C.

b) Calculer la valeur de R sachant que le voltmètre indique U = 3 V. On donne I_0 = 150 mA.

2) Le condensateur et l'ampèremètre sont enlevés ; le générateur délivre toujours la même tension de 3 V, la fréquence restant N_0. Un oscillographe bicourbe est branché comme indiqué sur la figure 2. On observe deux sinusoïdes sur l'écran.



a) Quelles sont les grandeurs affichées sur les voies 1 et 2 ?

b) La sinusoïde observée sur la voie 1 est en avance sur celle de la voie 2. Cette indication est-elle correcte ? Pourquoi ?

c) Déterminer la période des oscillations sachant que N_0 = 125 Hz.

3)

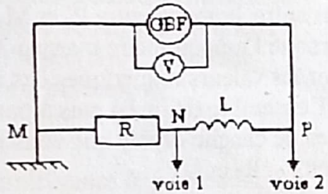
a) Les deux sinusoïdes sont décalées de 1,8 cm. Quelle est la phase de l'une des grandeurs par rapport à l'autre ?

b) En déduire l'inductance L de la bobine.

4) Calculer la valeur de la capacité C du condensateur utilisé au 1).

EXERCICE 105

Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable est montée en série avec un condensateur de capacité C et un conducteur ohmique de résistance R, entre deux points M et P d'un circuit comme l'indique la figure. L'ensemble est alimenté par un générateur de tension sinusoïdale de valeur efficace U, maintenue constante et contrôlé par un voltmètre. L'intensité efficace du courant est mesurée à l'aide d'un ampèremètre à toutes les fréquences.



1) Rappeler sans démonstration la formule de l'impédance du dipôle MP.
2) On fixe U = 4,5 V ; R = 264,6 Ω et on fait varier la fréquence N. On note les valeurs efficaces de l'intensité I dans le tableau suivant :

N(Hz)	380	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	640	660
I(mA)	4,4	6,3	7,7	9,7	12,4	15,4	17	15,4	12,9	10,6	8,8	6,5	5,8

a) Tracer la courbe I = f (N). Echelle : 1 cm pour 20 Hz ; 1 cm pour 1 mA. On graduera l'axe à partir de 350 Hz.

b) Donner la valeur N_0 de la fréquence de résonance.

c) Donner l'intensité I_0 de la résonance.

3) On désigne par N_1 et N_2 ($N_1 < N_2$) les fréquences délimitants la bande passante.

a) Calculer les valeurs de l'intensité I_1 et I_2 correspondantes aux fréquences N_1 et N_2.

b) Déterminer graphiquement la largeur de la bande passante.

c) En déduire le facteur de qualité de ce dipôle RLC.

4) Déduire des résultats précédents, les valeurs de l'inductance et de la capacité C.

EXERCICE 106 (BAC D 2003)

Un générateur de tension alternative sinusoïdale maintient entre ses bornes une tension $u_{QM} = U\sqrt{2}\sin\omega t$.

On place en série aux bornes de ce générateur un résistor MN de résistance R = 15 Ω et une bobine d'inductance L et de résistance r.

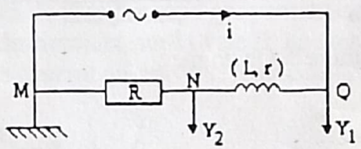


Figure 1

On observe sur l'écran d'un oscilloscope les courbes représentant les tensions u_{NM} et u_{QM} en fonction du temps.

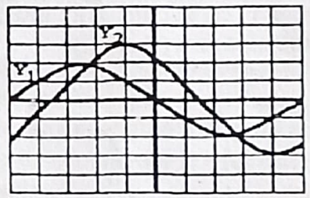


figure 2

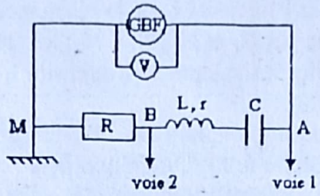
La sensibilité choisie pour visualiser u_{QM} est 3 V/div, celle pour visualiser u_{NM} est 1 V/div. La base de temps est sur la graduation 2 ms/div.

1. Déterminer à partir de la figure 2 :
   1.1 la fréquence N de la tension délivrée par le générateur.
   1.2 la valeur de la phase de la tension par rapport à l'intensité du courant.
   1.3 la tension efficace aux bornes du résistor de résistance R.
   1.4 la tension efficace aux bornes du générateur.
2. Déterminer :
   2.1 l'intensité efficace du courant électrique.
   2.2 l'impédance totale Z_T du circuit.

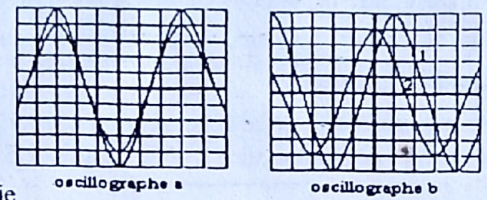
2.3 la résistance interne r et l'inductance L de la bobine.

EXERCICE 107

Un dipôle AM comprend en série un conducteur ohmique de résistance $R = 40\ \Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance r, un condensateur de capacité $C = 0{,}83\ \mu F$. Ce dipôle est alimenté par un générateur BF qui délivre une tension sinusoïdale $u = u_{AM}$. On observe les tensions u_{AM} et u_{BM} à l'oscilloscope bicourbe.



- Sensibilité sur les deux voies : 0,2 V/div. ;
- Base des temps : 0,05 ms/div.



oscillographe a

oscillographe b

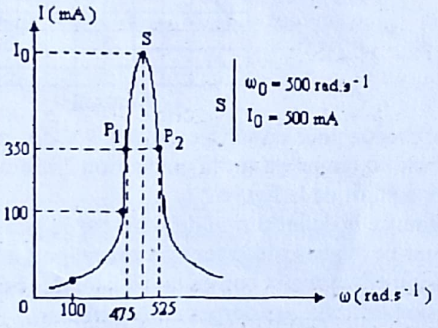
1)
a) A quel phénomène correspond l'oscillogramme a ?
b) Déterminer r et L ?

2) Dans un deuxième temps, on modifie la fréquence du générateur et on obtient l'oscillogramme b. On donne :
* sensibilité sur la voie 1 : 0.2 V/div. ;
* sensibilité sur la voie 2 : 0,1 V/div.
* base des temps : 0.1 ms/div.

a) Le dipôle est-il globalement capacitif ou inductif ? Justifier.
b) Calculer la phase φ de u par rapport à i.
c) Si la tension aux bornes du générateur est maximale à l'instant $t = 0$ s, déterminer les expressions instantanées de u (t) et i (t).

EXERCICE 108

Un dipôle RLC série est formé d'un résistor de résistance R, d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et d'un condensateur de capacité C. Il est branché aux bornes d'un générateur qui délivre une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U = 5 V, de pulsation ω réglable. Il est parcouru par un courant d'intensité efficace I.

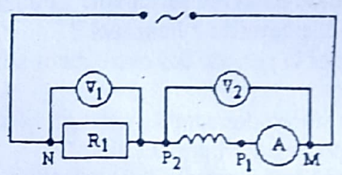


1)
a) Etablir l'équation différentielle qui fournit la valeur instantanée u aux bornes du dipôle.
b) En déduire l'expression de l'intensité efficace I du courant dans le circuit en fonction de ω.
c) L'expérience a permit de tracer la courbe $I = f(\omega)$ représentée ci après. En déduire la fréquence de résonance N_0, l'intensité I_0 correspondante, la valeur de R.

2)
a) Pour deux valeurs de la pulsation ω_1 et ω_2 tel que $\omega_2 > \omega_1$, l'intensité efficace $I = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$, établir l'expression reliant $\omega_2 - \omega_1$ à R et L.
Comment s'appelle $\omega_2 - \omega_1$?
b) À partir du graphique, relever $\omega_2 - \omega_1$ et en déduire L puis C.
c) Qu'appelle-t-on « facteur de qualité Q du circuit» ? L'évaluer.
d) À la résonance d'intensité, la tension efficace U_C aux bornes du condensateur s'exprime simplement en fonction de U. Quel autre nom peut-on donner à Q ?

EXERCICE 109

Une source de tension alternative assure, entre les bornes M et N d'une portion de circuit, une différence de potentiel sinusoïdale
$u = V_M - V_N = U\cos\omega t$; U = 21V ;
$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$.



Le circuit comprend : un ampèremètre d'impédance négligeable, une bobine B de résistance R_2 et d'inductance L et une résistance R_1 montés en série.
Un voltmètre, branché entre P_2 et N, indique
$U_1 = 14V$ et un autre, branché entre P_2 et M indique
$U_2 = 11{,}9V$ lorsque l'ampèremètre marque 35mA.

1) Déterminer les valeurs numériques des impédances Z_1 de R_1, Z_2 de la bobine B et Z de l'ensemble $(R_1 + B)$ puis à partir des expressions littérales des impédances de chaque dipôle que vous rappellerez, calculer les valeurs numériques R_1, R_2 et L.
2) Déterminer le déphasage φ entre la tension u aux bornes de l'ensemble et l'intensité i du courant dans le circuit. Préciser quelle est celle de ces deux grandeurs qui est en retard par rapport à l'autre et donner l'expression de i en fonction du temps.

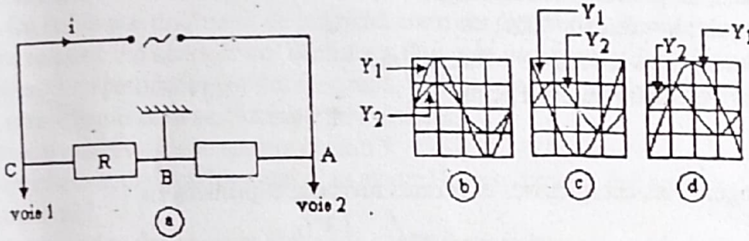
EXERCICE 110

Un circuit est constitué d'un conducteur ohmique de résistance R, d'un dipôle AB et d'un générateur établissant entre ses bornes une d.d.p. sinusoïdale de tension efficace constante et de fréquence f. Il est relié aux bornes d'un oscillographe comme l'indique la figure (a).

Grâce à un dispositif approprié, on visualise sur la voie 1, la d.d.p. suivante : $U_{BC} = -(V_C - V_B)$.

Le dipôle AB est constitué de l'un des appareils suivants :

Un conducteur ohmique, une bobine de résistance négligeable ou un condensateur.



1) L'aspect de l'écran est celui des figures (b), (c) et (d). Donner dans les trois cas, en justifiant la réponse, la nature du dipôle AB.

2) a) Quelle est l'impédance de ces trois dipôles sachant que la sensibilité verticale, 5v/div., est la même sur les deux voies et que la résistance BC est $R = 1000\Omega$.

b) Calculer la fréquence f du générateur, la base de temps étant réglée sur la position 0,5ms/div.

c) Calculer dans les trois cas la valeur de la grandeur caractéristique du dipôle AB

d) Déterminer dans le cas de la figure d. l'expression i de l'intensité instantanée en fonction du temps, sachant que u_{AB} passe par un maximum à l'instant zéro.

3) Le dipôle AB est maintenant constitué des trois dipôles précédents montés en série. La fréquence reste la même. Quelle est l'impédance de AB ? Dans quelle situation particulière se trouve le circuit ? Quel sera l'aspect des courbes sur l'écran ? Retrouvera-t-on l'un des trois cas précédents si oui lequel ?

EXERCICE 111 (BAC D 2002)

Un circuit comprend, associés en série, un résistor de résistance R = 40 ohms, une bobine d'inductance L = 0,13 H et de résistance négligeable et un condensateur de capacité C inconnue.

Ce circuit est alimenté par un générateur délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = U\cos(\omega t + \varphi)$ de fréquence variable et de valeur efficace constante U = 1volt.

1. On fait varier la fréquence du générateur et on constate que l'intensité du courant est maximale pour une fréquence $N_0 = 600$ Hz.

1.1 Quel phénomène est ainsi mis en évidence ?

1.2 Quelle est l'impédance totale du circuit dans ce cas ?

1.3 Calculer la valeur efficace I_0 de l'intensité du courant qui traverse le circuit dans ce cas.

1.4 Déterminer la capacité C du condensateur.

2. On fixe maintenant la fréquence à la valeur $N_1 = 630$ Hz. En admettant que $C = 0{,}53\ \mu F$,

2.1 Calculer dans ce cas :

2.1.1. L'impédance totale Z du circuit ;

2.1.2. L'intensité efficace I du courant qui traverse le circuit;

2.1.3 Les valeurs efficaces des tensions U_R, U_L, U_C aux bornes du résistor, de la bobine et du condensateur.

2.2

2.2.1 Calculer φ, la phase de la tension instantanée aux bornes du circuit par rapport au courant instantané.

2.2.2 Ecrire l'expression de l'intensité du courant i(t).

3. On veut observer la tension instantanée et l'intensité instantanée à l'aide d'un oscilloscope.

Faire un schéma du circuit électrique. Faire apparaître sur ce schéma, les branchements de l'oscilloscope qui permettent de visualiser sur la voie A, la tension aux bornes du circuit et, sur la voie B, une tension proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse le circuit.

EXERCICE 112 (C)

Un appareil électrique est alimenté par une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U = 220 V, de pulsation $\omega = 100\ \pi.rad.s^{-1}$

Cet appareil est assimilable à un dipôle de résistance $R = 10\ \Omega$ et de réactance d'induction $X = L\omega$.

Lorsqu'il reste branché pendant deux heures, on relève sur le compteur de l'installation une consommation de 0,89 kWh.

1) Quelle est la puissance moyenne Pm consommée par l'appareil?

2) Quelle est l'intensité efficace du courant qui le traverse?

3) Quelle est sa puissance apparente?

4) Quelle est son facteur de puissance? Si l'on pose $i = Im \sin\omega t$, quelle est l'expression de la tension instantanée entre ses bornes?

5) Quelle est la réactance d'induction X?

EXERCICE 113

A partir d'un transformateur de distribution, une ligne CIE de résistance $R = 0{,}6\ \Omega$ alimente une installation domestique de bornes A et B. Un compteur électrique est branché entre A et B. On appelle U la tension efficace aux bornes du compteur, cos φ le facteur de puissance de l'installation, Pm la puissance électrique moyenne consommée.

1) Pm = 10 kW, cosφ = 0,96, évaluer la puissance moyenne calorifique perdue dans la ligne CIE lorsque U = 110 V et lorsque U = 220 V. Conclure.

2) U = 220 V, Pm =10 kW évaluer la puissance moyenne calorifique perdue en ligne lorsque :

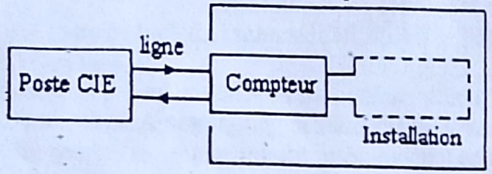
a) l'appareil branché entre A et B est un radiateur électrique;

b) l'appareil branché est un dipôle résistant et inductif de facteur de puissance cos' φ = 0,55. Conclure.

EXERCICE 114 (BAC C 2003)

Une installation est alimentée en courant alternatif par une ligne CIE comportant deux fils. La résistance totale de la ligne est r = 3Ω.

Dans tout l'exercice, les énergies seront exprimées en kWh. (1 kWh = $3{,}6.10^6$ J).



1. L'utilisateur branche un fer à repasser de puissance 2,2 kW pendant 4 heures. La tension efficace aux bornes de cet appareil est U = 220 V.
Calculer :
   1.1 L'intensité efficace du courant dans la ligne.
   1.2 L'énergie perdue par effet Joule dans la ligne.
   1.3 L'énergie facturée à l'utilisateur.
   1.4 L'énergie fournie par le poste de distribution CIE.
   1.5 Le rapport de l'énergie facturée à l'énergie fournie par la CIE.
2. L'utilisateur branche pendant 4 heures un moteur de 2,2 kW, de facteur de puissance cosφ = 0.6. La tension efficace de fonctionnement du moteur est 220 V.
   2.1 Répondre aux mêmes questions qu'en 1.
   2.2 Pourquoi la CIE impose-t-elle aux utilisateurs industriels un facteur de puissance voisin de 1 ?

PHYSIQUE ATOMIQUE ET NUCLEAIRE

1- NIVEAUX D'ENERGIE ATOMIQUES

Dans tous les exercices, on prendra si nécessaire :

- constante de Planck : **h = $6{,}6.10^{-34}$ J.s** ;
- célérité de la lumière dans le vide : **c = $3{,}0.10^8$ m.s^{-1}**;
- valeur de la charge élémentaire **e = $1{,}6.10^{-19}$ C.**

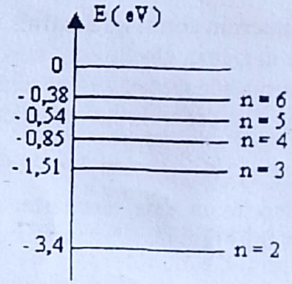
EXERCICE 115

Pour l'atome d'hydrogène, les énergies des différents niveaux, exprimées en électronvolts (eV), sont données par la formule : $E_n = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$.

1) Calculer les énergies correspondant à n = 1, n = 2, n = 3, n ∞ et représenter le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène H.
2) Quelle est l'énergie minimale que l'on doit fournir à un autre atome d'hydrogène pour qu'il passe de l'état fondamental à l'état excité ? La transcrire sur le diagramme.
3) Cette énergie est apportée par une radiation lumineuse monochromatique. Calculer sa longueur d'onde.
4) Calculer la longueur d'onde de la radiation susceptible d'ioniser l'atome d'hydrogène.

EXERCICE 116

1) Sur le diagramme de la figure ci-contre sont portés quelques-uns des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.
   a- A quoi correspond le niveau d'énergie E = 0 ?
   b- Quelle énergie de l'état fondamental ?
   c- Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ?



2) a- Représenter par des flèches, sur le diagramme, les transitions électroniques de la série de Balmer qui se produisent lors du retour de l'électron d'un niveau excité au niveau n = 2.
   b- Indiquer l'énergie correspondant à chacune de ces transitions.

c- Quelle est la plus petite longueur d'onde émise lorsqu'un électron revient d'un niveau excité sur le niveau n = 2 ? Cette radiation est-elle visible (limites du spectre visible : 400 nm – 800 nm) ?

XERCICE 117

n tube muni de deux électrodes contient du gaz dihydrogène H_2 sous faible ession. On établit une différence de potentiel entre ces électrodes, des décharges ectriques naissent. Au cours de ces décharges il se crée des atomes H isolés qui nt bombardés en particulier par des électrons. On observe que le tube s'illumine nettant quatre lumières monochromatiques visibles.

Comment qualifie-t-on le spectre obtenu ?

Qu'appelle-t-on état fondamental d'un atome H, états excités, état seuil d'ionisation ?

Que peut-on dire des niveaux d'énergie correspondant à ces divers états ?

Placer sur un axe le niveau fondamental, les 6 premiers niveaux excités, le niveau seuil d'ionisation.

Les quatre raies visibles observées correspondent à des transitions $\rightarrow 2)$, $(5 \rightarrow 2)$, $(4 \rightarrow 2)$, $(3 \rightarrow 2)$ ramenant les atomes H excités des niveaux 5, 4, 3 à leur niveau 2.

Calculer la fréquence de ces quatre raies et leur longueur d'onde dans le vide.

On donne les niveaux d'énergie de l'atome H par la relation

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}.$$

XERCICE 118

es différents niveaux d'énergie E de l'atome d'hydrogène sont donnés par la rmule $E = -\frac{13,6}{n^2}$ où E est exprimée en eV et où n est un nombre entier upérieur ou égal à 1.

Quelle est l'énergie minimale, en eV et en J, qu'il faut fournir à un atome d'hydrogène pour l'ioniser ?

Les transitions correspondant aux différentes raies d'émission de la série de raies dite de Balmer correspondent au retour de l'atome excité à un niveau n > 2 au niveau p = 2.

a- Montrer que les longueurs d'onde des raies de la série de Balmer sont telles que :

$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$.On déterminera, en unité S.I., la valeur de la constante R appelée constante de Rydberg pour l'atome H.

b- En déduire les deux longueurs d'onde minimale λ_m et maximale λ_M de la série de Balmer.

3) a- Plus généralement montrer que toutes les raies d'émission de l'atome H ont des longueurs d'onde données par la formule :

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right) \quad \text{avec } n > p.$$

b- Pour chaque valeur de p on regroupe les raies en une série. Ainsi pour p = 1 la série s'appelle série de Lyman. Montrer que toutes les raies de la série de Lyman appartiennent au domaine des ultraviolets.

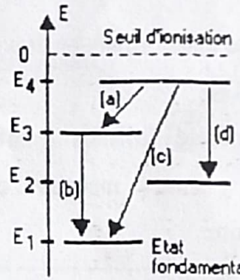
c- Montrer que toutes les raies de la série de p = 3, série de Paschen, appartiennent au domaine des infrarouges.

Données : domaine des ultraviolets $[10^{-8}\,m ; 4.10^{-7}\,m[$;

domaine du visible $[4.10^{-7}\,m ; 7,6.10^{-7}\,m]$;

domaine des infrarouges $]7,6.10^{-7}\,m ; 5.10^{-4}\,m]$.

EXERCICE 119



Le diagramme énergétique simplifié de l'atome de thallium est schématisé ci-contre.

1) Déterminer le niveau d'énergie E_1 de l'état fondamental sachant que l'énergie de première ionisation de l'atome de thallium est 6,08 eV.

2) Déterminer E_3 et E_4 sachant que les raies d'émission correspondant aux transitions (c) et (b) ont pour longueur d'onde λ_c = 271 nm et λ_b = 378 nm. En déduire λ_a.

3) Les atomes de thallium initialement à l'état fondamental peuvent être excités à leur niveau d'énergie E_2 en absorbant des radiations électromagnétiques de longueur d'onde λ = 1170 nm.

Donnée : l'état de référence à énergie nulle est le seuil d'ionisation.

2- REACTIONS NUCLEAIRES

EXERCICE 120

1) Un noyau uranium $^{238}_{92}U$ se transforme en un noyau thorium $^{234}_{90}Th$ et un noyau hélium $^{4}_{2}He$ (ou particule α).

Il se dégage 4,27 MeV par noyau d'uranium consommé. Quelle est la perte de masse $|\Delta m|$ du système ? Quelle est la perte relative de masse ?

(La perte relative de masse d'un système = $\dfrac{\textit{perte de masse}}{\textit{masse initiale du système}}$.)

Donnée : 1 u = $931{,}5\,\frac{MeV}{c^2}$.

2) Le carbone brûle en se transformant en dioxyde de carbone suivant l'équation-bilan $C + O_2 \rightarrow CO_2$.

Il se dégage $3{,}92.10^5$ J par mole d'atomes de carbone consommée. Quelle est la perte $|\Delta m'|$ de masse du système (1 mole de C et 1 mole O_2) ? Quelle est la perte relative de masse ? Conclure.

On donne en $g.mol^{-1}$ O : 16 ; C : 12.

EXERCICE 121

Le sodium 24 est radioactif β^-, sa période est T = 15 h.

On injecte dans le sang d'un individu 10 cm^3 d'une solution contenant initialement du sodium 24 ($^{24}_{11}Na$) à une concentration molaire volumique de 10^{-3} $mol.L^{-1}$.

1) Quel est le nombre de moles de sodium 24 introduit dans le sang ?
2) Quelle est l'activité radioactive de l'individu en becquerels (le nombre d'Avogadro est $\mathcal{N} = 6{,}02.10^{23}$ mol^{-1}).
3) a- Etablir l'expression donnant en fonction du temps le nombre de noyaux sodium 24.

   b- En déduire combien il restera de moles de sodium 24 au bout de 6 h.
4) Au bout de 6 heures, on prélève 10 cm^3 du sang de cet individu. On trouve que ce prélèvement contient $1{,}5.10^{-8}$ mol de sodium 24. En supposant le sodium 24 réparti uniformément et exclusivement dans tout le volume sanguin, calculer ce volume sanguin.

EXERCICE 122 (Etude d'une réaction de fission nucléaire.)

De façon simplifiée admettons que dans un réacteur nucléaire se produit la seule réaction de fission traduite par l'équation nucléaire :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n .$$

1) Quelle est l'énergie libérée lorsqu'un noyau d'uranium est consommé ?
2) Chaque jour le réacteur consomme 30 g d'uranium, quelle puissance moyenne fournit-il ?

Données : les énergies moyennes de liaison par nucléon, en valeur absolue, sont 7,4 MeV/nucléon pour $^{235}_{92}U$; 8,4 MeV/nucléon pour $^{94}_{38}Sr$;

8,1 MeV/nucléon pour $^{140}_{54}Xe$.

- L'unité de masse atomique u = $1{,}66.10^{-27}$ kg.

EXERCICE 123

Le noyau $^{238}_{92}U$, émetteurα, se transforme en $^{A}_{Z}Th$. A son tour le noyau $^{A}_{Z}Th$.

émetteur β^-. se transforme en $^{A'}_{Z'}Pa$.

1) Ecrire les équations nucléaires résumant ces deux passages.
2) D'ou vient l'électron émis par Th : du noyau ou du nuage électronique entourant le noyau ?

3) L'uranium $^{238}_{92}U$ se transforme ainsi par une succession de désintégrations successives α et β⁻ en isotope stable du plomb $^{206}_{82}Pb$. Déterminer le nombre de désintégrations de type α et celui de type β⁻ nécessaires pour le passage de $^{238}_{92}U$ à $^{206}_{82}Pb$.

EXERCICE 124

Une unité de masse atomique (u) a une énergie de masse de 931 MeV.

1) Calculer l'énergie de liaison, puis l'énergie moyenne de liaison par nucléon du noyau d'uranium $^{235}_{92}U$

(on exprimera ces énergies en MeV).

2) L'uranium 235 fissile, c'est-à-dire que le noyau peut être brisé par un neutron « lent » en deux nouveaux noyaux. Ces noyaux formés sont instables, et en général se désintègrent par radioactivité β⁻.

Dans un réacteur nucléaire eau sous pression une fission possible du noyau d'uranium 235 peut se schématiser par l'équation bilan :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{x}_{40}Zr + ^{142}_{58}Ce + 3\,^{1}_{0}n + y\,^{0}_{-1}e$$

a- Déterminer les valeurs de x et du nombre y d'électrons libérés par une fission.

b- Calculer la variation de la masse du système au cours de la fission et en déduire l'énergie libérée par atome fissionné.

c- Une partie de cette énergie se retrouve sous forme de rayonnementγ. Quelle est la nature de ce rayonnement ? Interpréter sa formation.

3) Dans une centrale du type « surrégénérateur », un noyau d'uranium 238 placés en « couverture » peut capter un neutron « rapide ».

a- Ecrire l'équation nucléaire correspondante.

b- L'isotope de l'uranium ainsi formé est radioactif β⁻ et donne un noyau X . X subit à son tour une désintégration β⁻ et donne un noyau Y. Déterminer X et Y.

Extrait du tableau périodique :

Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium
$_{90}Th$	$_{91}Pa$	$_{92}U$	$_{93}Np$	$_{94}Pu$

Données :

Masse du proton : mp = 1,00728 u ;

Masse du neutron : m_n = 1,00866 u ;

Masse de l'électron : $m_e = 5{,}5.10^{-4}$ u ;

Masse du noyau d'uranium 235 : m_1 = 235,04394 u ;

Masse du noyau de zirconium (Zr) : m_2 = 90,90565 u ;

Masse du noyau de cérium (Ce) : m_3 = 141,90931 u.

Une unité de masse atomique (u) a une énergie de masse de 931 MeV.

EXERCICE 125 (BAC D 1995)

1) Le nucléide $^{210}_{84}Po$ est radioactif : c'est un émetteurα.

Ecrire l'équation de la désintégration d'un noyau de polonium $^{210}_{84}Po$, en précisant les lois utilisées.

On donne l'extrait de la classification :

$_{82}$Pb	$_{83}$Bi	$_{84}$Po	$_{85}$At	$_{86}$Ru

2) Calculer l'énergie libérée (en eV) par la désintégration d'un noyau de polonium.

On donne :

- $1u = 1{,}6606.10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/C²
- $C = 3.10^8$ m.s⁻¹
- m (particuleα) = 4,00150 u
- $m(^{210}_{84}Po) = 209{,}9368u$
- m (noyau fils) = 205,9295 u.

3) A une origine de date t = 0, un échantillon de polonium contient N_0 noyaux radioactifs.

A une date t, on détermine le nombre N de noyaux non désintégrés. On obtient les résultats suivants :

t (jours)	0	40	80	100	120	150
N/N_0	1	0,82	0,67	0,61	0,55	0,47

a- Définir la période radioactive T d'un radionucléide.
Le tableau précédent permet de donner un encadrement de celle du polonium ; lequel ?

b- Tracer la courbe :

$$-\ln\frac{N}{N_0} = f(t). \qquad Echelle \begin{cases} 1\ cm \rightarrow 10\ jours\ pour\ t \\ 1\ cm \rightarrow 0{,}05\ pour\ -\ln\dfrac{N}{N_0} \end{cases}$$

c- En déduire la valeur de la période T.

d- Etablir l'expression de la constante radioactive λ en fonction de T.
Calculer λ.

CHIMIE ORGANIQUE

1- ALCOOLS – ALDEHYDES – CETONES

EXERCICE 126

1) Quel alcool obtient-on majoritairement par hydratation du 3-méthylbut-1-ène, en présence d'acide sulfurique ?
2) Donner le nom et la formule semi-développée du produit obtenu par action du dichromate de potassium en milieu acide sur A. Ecrire l'équation d'oxydoréduction.

EXERCICE 127

L'hydratation d'un alcène C_nH_{2n} conduit à un seul composé organique A renfermant 21,6% en masse d'oxygène.
1) Quelle est la fonction du composé A ?
2) Quelle est sa formule brute ? Quelles sont les formules semi-développées compatibles avec cette formule brute ?
3) L'alcène de départ ne peut conduire qu'à un seul composé d'hydratation. Quel est parmi les formules demandées à la question 2) celle qui convient ? En déduire l'alcène initial.
On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : C : 12 ; H : 1 ; O : 16

EXERCICE 128

Deux produits isomères A et B à chaîne linéaire ont pour formule brute $C_4H_{10}O$.
Pour les identifier, on réalise les réactions suivantes :
* A et B réagissent avec le sodium en donnant un dégagement gazeux ;
* A par chauffage sur l'alumine donne un seul alcène C.
* B par chauffage sur l'alumine donne un mélange de deux alcènes C et D ;
* L'oxydation de A par le dichromate de potassium en milieu acide donne, entre autre, un produit qui réagit avec le réactif de Tollens ;
*L'oxydation de B dans les mêmes conditions conduit à un produit ne réagissant ni avec le réactif de Tollens, ni avec la liqueur de Fehling, mais seulement avec la D.N.P.H.
1) Donner les formules semi-développées et le nom des composés A et B.
2) Ecrire les équations bilan correspondant aux différentes étapes
3) Quels sont les produits obtenus par hydratation des alcènes C et D.
4) Quels autres isomères de A et B peut-on écrire ? Les nommer.

EXERCICE 129

On dispose d'un mélange de propan-1-ol (noté A) et de propan-2-ol (noté B) de masse totale 18g.

1) Ecrire les formules semi-développées de ces deux alcools. Préciser leur classe.

2) On procède à l'oxydation ménagée, en milieu acide, de ce mélange par une solution aqueuse de dichromate de potassium en excès. On admet que A ne donne que l'acide C et que B donne D. Ecrire les formules semi-développées de C et de D. Les nommer. Quels tests permettent de caractériser la fonction de D sans ambiguïté ?

3) On sépare C et D par un procédé convenable. On dissout C dans l'eau et on complète le volume à 100 cm^3. On prélève 10 cm^3 de la solution obtenue que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium à 1 $mol.L^{-1}$. L'équivalence acido-basique est obtenue quand on a versé 11,3 cm^3 d'hydroxyde de sodium. Déterminer la composition du mélange initial, par exemple en calculant les masses de A et B.

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : H : 1 ; C : 12 ; O : 16.

EXERCICE 130

Un composé organique B, liquide, ne contient que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. L'analyse montre que cette substance contient en masse : 66,7 % de carbone, 11,1 % d'hydrogène et 22,2 % d'oxygène.

1°) Déterminer sa formule brute CxHyOz, sachant que sa masse molaire vaut $M = 72\ g.mol^{-1}$.

Quelques expériences réalisées avec la substance B ont permis d'établir sa structure.

2°) Si on verse quelques gouttes de la substance B dans un tube à essai contenant de la D.N.P.H., on obtient un précipité jaune.

Quelles sont les formules sémi développées que l'on peut envisager pour le liquide B ? Préciser les noms des produits correspondants à chaque formule.

3°) Une solution de dichromate de potassium en milieu acide est réduite par le composé B.

a) A quelle famille de produits organiques B appartient-il ?
b) Indiquer la (ou les) formule(s) sémi développée(s) que l'on peut retenir.

4°) Le corps B est en fait l'isomère à chaîne ramifiée.

a) Donner la formule sémi développée et le nom du corps organique C obtenu dans la réaction de B avec le dichromate de potassium.
b) Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'oxydoréduction qui conduit de B à C.

On donne le couple $Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}$.

5°) Le liquide B provient de l'oxydation ménagée d'un alcool A.

a) Donner le nom, la classe et la formule sémi développée de A
b) Peut-on obtenir A à partir de l'hydratation en milieu acide d'un alcène ? Justifier votre réponse.

On donne en $g.mol^{-1}$, C : 12 ; H : 1 ; O : 16.

EXERCICE 131

1) L'alcène $R\text{-}CH{=}CH_2$ est hydraté en présence d'acide sulfurique. Quels sont les deux composés susceptibles d'être obtenus ?

2) Pratiquement on considère qu'un seul composé se forme. Soit A ce composé. On fait réagir 20 g de A avec une solution de dichromate de potassium en milieu acide. Le composé B obtenu, de masse molaire $M = 58\ g.mol^{-1}$, donne un précipité jaune avec la D.N.P.H mais ne réduit pas la liqueur de Fehling. En déduire la nature de B et A. Ecrire leur formule semi-développée et donner leur nom.

3) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre le composé A et l'ion dichromate.

4) Quel volume minimal de solution de dichromate de potassium de concentration $C = 1\ mol.L^{-1}$ faut-il utiliser pour que la totalité du composé A soit oxydée ?

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : H : 1 ; C : 12 ; O : 16

EXERCICE 132

Soit un corps A de formule brute $C_nH_{2n}O$.

1) L'oxydation complète de 1g de A donne 2.45 g de CO_2. Déterminer n.

2) Avec la D.N.P.H, A donne un précipité jaune. Quelles sont les hypothèses sur la nature de A ? Donner les formules semi-développées possibles de A.

3) Le composé A donne un dépôt d'argent avec le nitrate d'argent ammoniacal. Donner la nature de A.

4) En milieu acide, A est oxydé par le permanganate de potassium et donne l'acide 2-méthylpropanoïque. En déduire la formule semi-développée et le nom du corps A.

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : H : 1 ; C : 12 ; O : 16

EXERCICE 133

1) La combustion de 600 mg d'un composé organique A de formule brute CxHyO fournit 1.32 g de dioxyde de carbone et 0.72 g d'eau.

1.1) Quelle est la composition centésimale massique du composé ?

1.2) Déterminer sa formule brute et les formules semi-développées possibles (on exclura le cas des formules dans lesquelles l'atome d'oxygène est lié à deux atomes de carbone). Nommer les.

2) Par action d'une solution de permanganate de potassium acidifié sur ce composé, on obtient un composé B qui donne un précipité jaune avec la DNPH.

2.1) Quelles sont les fonctions chimiques possibles de B ?

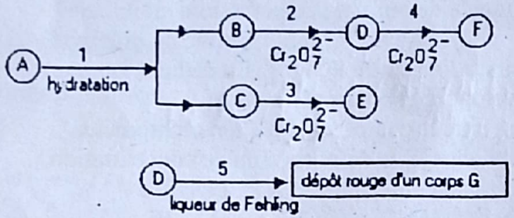
2.2) Quelles sont les fonctions chimiques possibles de A ?

2.3) On utilise un excès d'oxydant sur le même composé et on refait le test à la DNPH ; le même résultat est obtenu. En déduire la formule semi-développée de A.

2.4) Ecrire l'équation bilan de l'action du permanganate de potassium sur A.

EXERCICE 134 f

On considère le schéma ci-dessous où A ; B ; C ; D ; E et F sont des composés organiques. Les réactions sont représentées par des flèches numérotées de 1 à 5.



1) A est un alcène de masse molaire moléculaire 70 $g.mol^{-1}$.

a) Déterminer la formule brute de A.

b) Donner les formules semi-développées et les noms des isomères ramifiés de A.

2) B est le 3-méthylbutan-1-ol ; Ecrire sa formule semi-développée puis identifier le composé A.

3) Après analyse du schéma réactionnel :

a) Déterminer la formule semi-développée et le nom de chacun des composés organiques C, D, E, F.

b) Ecrire l'équation bilan des réactions 3 et 4.

c) Donner le nom et la formule brute du dépôt rouge G.

EXERCICE 135 f

1) L'hydratation d'un alcène A dont la molécule contient 4 atomes de carbone donne deux alcools B et B'. L'alcool B' est majoritaire

- L'oxydation ménagée de B donne un produit C qui précipite, avec la D.N.P.H et réagit avec le réactif de schiff.
- L'oxydation ménagée de B' par l'ion dichromate en milieu acide n'est pas possible.

a) Préciser la fonction chimique du composé C et la classe des alcools B et B'.

b) Déduire les formules semi-développées et les noms des produits A, B, B' et C.

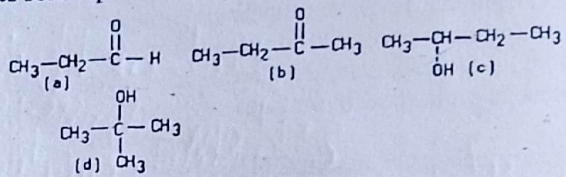
2) Si on poursuit l'oxydation ménagée de B par un excès de dichromate de potassium $(2K^+ + Cr_2O_7^{2-})$ en milieu acide, on obtient un composé D.

a)Donner la formule semi-développée et le nom de D.

b) Etablir l'équation bilan de la réaction d'oxydation de l'alcool B en D par l'ion dichromate.

EXERCICE 136

On dispose de quatre flacons contenant chacun l'un des composés dont les molécules sont représentées ci-après :



1. Nommer les corps a ; b ; c ; d et préciser la fonction chimique qui caractérise chacun d'eux.
2. On réalise sur trois des flacons une série d'expérience (voir tableau ci dessous)

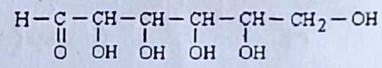
Réaction avec	L'ion MnO_4^- en milieu acide	2,4 dinitrophénylhydrazine (DNPH)	Liqueur de Fehling
Flacon 1	négative	positive	négative
Flacon 2	négative	négative	négative
Flacon 2 3	positive	positive	positive

En justifiant brièvement votre réponse identifier les composés organiques appartenant à chaque flacon.

3. Ecrire l'équation bilan de la réaction positive du flacon 3 avec l'ion permanganate (MnO_4^-). Donner la formule semi-développée et le nom du composé organique obtenu.

EXERCICE 137

1) On traite par très peu d'ions $Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide, une solution de glucose A de formule :



On suppose que toutes les fonctions portées par A sont oxydées. On obtient un composé B.

a- Donner la formule développée de B (on ne demande pas d'équation).

b- Combien de fonctions le composé B possède-t-il ?

c- Donner la formule du groupe qui caractérise chaque fonction.

2) L'analyse de 100 mL d'une solution de A chauffée en présence d'une solution de nitrate d'argent ammoniacal contenant l'ion $[Ag(NH_3)_2]^+$, donne un dépôt d'argent de masse 2,86 g.

a- Quelle est la propriété de A mise en évidence dans cette dernière expérience ?
Quel est alors parmi les groupes fonctionnels portés par A, celui qui a réagi ? (Préciser la formule de ce groupe fonctionnel).

b- Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le corps A et l'ion $[Ag(NH_3)_2]^+$ en milieu basique.

c- Calculer la concentration molaire de la solution de glucose utilisée.

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses atomiques : Ag : 108 ; C : 12 : H : 1 ; O : 16

2- LES AMINES

EXERCICE 138

1- La formule brute d'une amine est $C_4H_{11}N$.
Ecrire les différentes formules semi-développées de ce composé. Le nommer et préciser leur classe.

2- Deux amines différentes ont la même formule brute C_2H_7N. Ecrire leurs formules semi-développées et leurs noms.

EXERCICE 139

On considère une monoamine saturée B contenant 23,7 % en masse d'azote.

1- Ecrire la formule générale d'une anime primaire saturée comportant x atomes de carbone.

2- Déterminer la formule brute de cette amine.

3- Donner les formules semi-développées possibles et indiquer leur nom.

4- Identifier B sachant que l'atome de carbone relié à N est lié à deux autres atomes de carbone.

EXERCICE 140

1) Donner la formule brute d'une monoamine aliphatique primaire contenant n atomes de carbone. Exprimer en fonction de n le pourcentage en masse d'azote qu'elle contient.

2) Une masse de 15 g d'une telle amine contient 2,9 g d'azote.
2.1. Quelle est sa formule brute ?
2.2. Ecrire les formules semi-développées et les noms des isomères possibles des amines compatibles avec la formule brute trouvée.

3) On fait réagir le 2-méthyl propan-2-amine avec l'iodométhane ($I-CH_3$). Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu.

EXERCICE 141

1- Quelle est la formule générale CxHyN d'une amine aromatique ne comportant qu'un seul cycle ? Exprimer x et y en fonction du nombre n d'atomes de carbone qui ne font pas partie du cycle.

2- La microanalyse d'une telle amine fournit, pour l'azote, un pourcentage en masse 13,08 %.
a- Déterminer n.
b- Ecrire les formules semi-développées des différents isomères et donner leurs noms.

3- L'un de ces isomères est une amine secondaire. Quels produits obtient-on lorsqu'on le traite par du chlorure d'éthanoyle ?
Quelle quantité minimale d'amine faut-il utiliser pour qu'elle réagisse totalement sur 0,1 mol de chlorure d'éthanoyle ?
Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

3- ACIDES CARBOXYLIQUES ET DERIVES

EXERCICE 142 (BAC D 1995)

1) L'hydrolyse d'un ester E produit deux corps A et B.
1.1. La combustion complète de 1 mole de A de formule CxHyOz nécessite 6 moles de O_2 et produit 90 g d'eau et 176 g de CO_2.
1.1.1. Ecrire l'équation-bilan de la combustion.
1.1.2 Déterminer la formule brute de A.
1.1.3. Quelles sont les formules semi-développées possibles de A.
1.2. L'oxydation ménagée de A conduit à un corps A' qui ne réagit pas avec le nitrate d'argent ammoniacal.
1.2.1. Quelle est la fonction chimique de A' sachant que sa molécule ne contient pas le groupement carboxyle.
1.2.2. En déduire les formules semi-développées et les noms de A et A'.

2) Le corps B réagit avec le chlorure de thionyle $SOC\ell_2$ suivant la réaction :

$$B + SOC\ell_2 \rightarrow C + SO_2 + HC\ell$$

L'action de C sur la méthylamine produit de la N-méthyl éthanamide.
En présence d'un déshydratant comme P_4O_{10}, $B + B \rightarrow D + H_2O$.
Indiquer les noms et formules semi-développées de B, C, D et E.

3) Comment appelle-t-on la réaction entre l'ester E et une solution de potasse ($K^+ + OH^-$).
Ecrire l'équation-bilan de la réaction et nommer le produit obtenu.

EXERCICE 143 (BAC D 2003)

1) L'hydratation d'un alcène ramifié A donne un mélange de deux composés organiques B et C.

a) L'action d'une solution de dichromate de potassium acidifiée sur le composé B ne donne rien. Donner la fonction chimique et le groupe fonctionnel de B.

b) L'action de la même solution de dichromate de potassium sur C donne un composé C_1 qui rosit le réactif de schiff, puis un composé C_2 qui est un acide carboxylique.

Donner la fonction chimique et le groupe fonctionnel des composés C_1 et C_2.

2) La densité de vapeur de A par rapport à l'air est d = 2,4.

Montrer que la formule brute du composé est C_5H_{10}.

3) Donner la formule semi-développée et le nom des composés A, C_1 et C_2.

4) On fait réagir C_2 avec l'éthanol en présence d'acide sulfurique.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction.

b) Donner les caractéristiques de la réaction.

EXERCICE 144

1) Quel produit obtient-on par chauffage de l'acide éthanoïque avec du décaoxyde de tétraphosphore (P_4O_{10}) ?

Ecrire sa formule développée.

Donner l'équation- bilan de sa réaction avec le méthanol.

2) Le chauffage d'un mélange d'acide éthanoïque et d'acide propanoïque, en présence d'oxyde P_4O_{10}, conduit, dans les mêmes conditions à trois composés A, B et C.

On fait réagir successivement A, B et C mole à mole avec du méthanol .Il y a formation d'esters dont les noms sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Réactifs	*Esters formés*
A + CH_3OH	Ethanoate de méthyle
B + CH_3OH	Propanoate de méthyle
C + CH_3OH	Ethanoate et propanoate de méthyle

Quelles sont les formules semi développées des corps A, B et C.

Donner les équations –bilans des réactions entre C et le méthanol.

3) En fait, la meilleure méthode pour préparer C consiste à chauffer un mélange d'éthanoate de sodium solide et de chlorure de propanoyle. Sachant qu'il se forme du chlorure de sodium au cours de la réaction, écrire son équation-bilan.

EXERCICE 145 BAC 2001

L'odeur de banane est due à un composé organique C. L'analyse élémentaire de ce composé a permis d'établir sa formule brute qui est $C_6H_{12}O_2$. Afin de déterminer la formule semi-développée de ce composé, on réalise les expériences suivantes :

1) l'hydrolyse de C donne un acide carboxylique A et un alcool B. L'acide A réagit avec le pentachlorure de phosphore (PCl_5) pour donner un composé X. Par action de l'ammoniac (NH_3) sur X, on obtient un composé D à chaîne carbonée saturée non ramifiée. La masse molaire moléculaire du composé D est égale à 59 $g.mol^{-1}$.

a) Préciser les fonctions chimiques de C, X et D.

b) On désigne par n le nombre d'atomes de carbone contenus dans la molécule du composé organique D.

b-1) Exprimer en fonction de n la formule générale de D.

b-2) Déterminer la formule semi-développée et le nom de D.

C) Donner les formules semi-développées et les noms des composés X et A.

2) L'alcool B est un alcool non ramifié. Il est oxydable en un composé organique E qui réagit positivement avec la liqueur de Fehling.

a) Préciser la fonction chimique de E.

b) Donner les formules semi-développées et les noms des composés B, E et C.

3) Ecrire l'équation bilan de la réaction d'hydrolyse de C. Donner ses caractéristiques.

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : C : 12 ; N : 14 ; O : 16

EXERCICE 146

1) La formule d'un ester est **R-COOR'** ; R et R' sont des groupements alkyles saturés.

a) Exprimer la formule brute de l'ester en fonction de n et n', nombre d'atomes de carbone dans R et R'.

b) En posant N = n + n', réécrire l'expression de la formule brute de l'ester en fonction de N.

2) La combustion complète de 5,1 g d'un ester fournit 11g de dioxyde de carbone.

Ecrier l'équation bilan de la réaction en fonction de N.

Déterminer la formule brute de l'ester.

Ecrire les formules semi développées et les noms de tous les isomères possibles de cet ester pour n = 3 et n' = 1.

3) L'hydrolyse d'un ester A donne du méthanol et un composé C. C peut être obtenu par oxydation ménagée du 2-méthylpropan-1-ol avec un excès d'oxydant.

a) Ecrire les formules semi développées du méthanol et du 2-méthylpropan-1-ol.

b) Ecrire les formules semi développées et les noms des composés A et C.

c) Ecrire l'équation bilan de l'hydrolyse de A et donner les caractéristiques de cette réaction.

4) À partir du composer C, écrire l'équation bilan de préparation d'un :

a) chlorure d'acyle ;

b) Anhydride d'acide ;

EXERCICE 147

1) L'analyse d'un ester (E) indique qu'il contient en masse 64,6 % de carbone, 10,8 % d'hydrogène et 24,6 % d'oxygène.
Déterminer la formule brute de (E).

2) L'action de l'eau sur le composé (E) conduit à deux produits (A) et (B).

a) De quelle type de réaction s'agit-il ? Quelles sont ces caractéristiques ?

b) Quelles sont les fonctions chimiques des corps obtenus ?

3) Le composé (A) a pour formule brute $C_3H_6O_2$.

a) Déterminer la formule semi-développée et le nom de (A) sachant qu'il conduit le courant électrique et qu'il fait virer le bleu de bromothymol.

b) On fait agir sur (A) le pentachlorure de phosphore. Donner la fonction chimique, le nom et la formule semi-développée du composé obtenu. Ecrire l'équation de la réaction.

4) Afin d'identifier le corps (B), on le soumet à une oxydation ménagée. Celle-ci conduit à la formation d'un composé (C) qui réagit avec la D.N.P.H mais ne réagit pas avec l'ion diamine argent I.
Déduire en la justifiant, la formule semi-développée et le nom du composé (B).

5) Déduire de tout ce qui précède la formule semi-développée et le nom de l'ester (E). Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'ester (E) et l'eau.

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : H : 1 ; C : 12 ; O : 16

EXERCICE 148

L'analyse d'un composé organique A à chaîne carbonée ramifiée de formule brute CxHyO montre que :

- $\frac{\%C}{\%H} = 6$ *et* $\%O = 18,6$

1-

a- Calculer la masse molaire du composé A.

b- Quelle est la formule brute de A.

c- Quels sont les formules semi-développées et les noms possibles de A.

2- L'oxydation ménagée de A par une solution acidifiée de dichromate de potassium produit l'acide 2,2 – diméthyl propanoïque noté B.
Donner les formules semi-développées et les noms des composés A et B.

3- On fait réagir l'acide B et l'éthanol.

a- Ecrire l'équation bilan de la réaction et nommer le produit organique formé.

b- Parmi les affirmations suivantes, choisir et recopier celle qui est exacte :

- La réaction est exothermique et totale.
- La réaction est endothermique et rapide.
- La réaction est lente et athermique.
- La réaction est limitée et exothermique.

4- On mélange maintenant 0,25 mole du composé B à 4 g d'éthanol. On ajoute à ce mélange quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et on chauffe.

a- Quel rôle joue l'acide dans ce mélange ?

b- Y a-t-il un réactif en excès dans ce mélange ? Justifier la réponse.

c- Pourquoi chauffe-t-on le mélange ?

d- Calculer la quantité de matière d'ester formé si la réaction était totale.

e- En réalité, on a obtenu 0,052 mole d'ester. Calculer le rendement de la réaction.

EXERCICE 149 (BAC C 2002)

On se propose de préparer l'éthanoate de 3-méthylbutyle (ou acétate de 3-méthylbutyle) par estérification directe d'un alcool par un acide carboxylique.

1) Ecrire la formule semi-développée de l'éthanoate de 3-méthylbutyle.

2) a) Ecrire et nommer les réactifs qui ont permis cette réaction d'estérification.

b) Ecrire l'équation bilan de la réaction et donner ses caractéristiques.

3) On prépare un mélange stœchiométrique contenant 0,2 mol de chaque réactif. Calculer le volume d'acide carboxylique ainsi que le volume d'alcool qu'il faut utiliser. On donne :

Réactif	Masse volumique ($kg.L^{-1}$)	Masse molaire ($g.mol^{-1}$)
Acide carboxylique	1,0	60
Alcool	0,80	88

3) La réaction étant terminée, on dose le monoacide restant. Il faut verser un volume $V_b = 33.5$ mL de soude de concentration $C_b = 2$ $mol.L^{-1}$ pour atteindre l'équivalence. Calculer :

a) La quantité d'acide qui restait dans le milieu réactionnel ;

b) La quantité d'acide ayant réagi.

c) Le rendement de la réaction.

4) La modification des proportions initiales des réactifs influence le rendement de la réaction. En partant d'un mélange initial contenant 0,2 mol d'alcool et 1 mol d'acide, on obtient à l'équilibre 0,19 mol d'ester. Calculer le pourcentage d'alcool estérifié.

5) Proposer une autre méthode correspondant à une réaction totale permettant d'obtenir cet ester. Quel réactif faut-il changer ? Ecrire l'équation bilan de la réaction proposée.

EXERCICE 150

On se propose de préparer un ester : l'acétate d'amyle.
On dispose pour cela de réactifs suivants : Acide éthanoïque ; Alcool amylique (pentan -1-ol) ; un déshydratant (P_4O_{10}) ; un dérivé chloré ($SOCl_2$).

1) a) Ecrire les formules semi développées de l'alcool et de l'acide utilisé.
   b) Ecrire l'équation bilan de la réaction. Comment appelle-t-on l'acétate d'amyle en nomenclature systématique ?

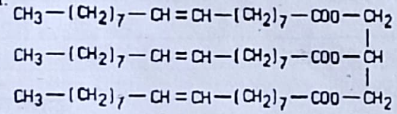
2) On laisse réagir dans une étuve un mélange de 0,5 mol d'alcool et 0,5 mol d'acide. Au bout d'une journée, la composition du mélange n'évolue plus et on constate qu'il contient 0,17 mol d'acide.
   a) Calculer la quantité de matière d'alcool estérifié. En déduire le rendement de la réaction.
   b) Pourquoi la composition du mélange n'évolue plus ?

3) À partir des réactifs fournis, donner :
   a) Les fonctions, les noms et les formules semi-développées des dérivées d'acide que l'on peut préparer.
   b) Ecrire les équations bilan de préparation de l'acétate d'amyle à partir de ces dérivés.
   c) Quel rendement de réaction peut-on espérer ?

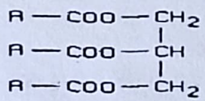
EXERCICE 151

1) On étudie l'estérification du butan-1-ol et de l'acide éthanoïque.
   a) Ecrire l'équation bilan de la réaction. Nommer l'ester formé.
   b) On réalise la réaction de la saponification de l'ester formé par l'hydroxyde de potassium. Ecrire l'équation de la réaction.

2) On considère un corps gras ne contenant qu'un seul type de triglycéride (triester), l'oléine, de formule :



et de masse molaire 884 $g.mol^{-1}$. On notera l'oléine :



a) L'oléine est un triester du propane-1, 2,3-triol (glycérol) et de l'acide oléique. Ecrire les formules semi-développées du glycérol et de l'acide oléique.

   b) Ce corps gras est caractérisé par son indice de saponification qui est, en première approche, la masse en (mg) d'hydroxyde de potassium ou potasse (KOH) nécessaire pour saponifier le triester contenu dans 1 g de matière grasse. Ecrire l'équation de la réaction de saponification de l'oléine par la potasse. Pour quelle raison cette réaction porte-t-elle ce nom ?

   c) L'indice de saponification de ce corps gras est 156. Quel est le pourcentage en masse d'oléine dans ce corps gras ?

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : K : 39 ; O : 16 ; C : 12 ; H : 1

EXERCICE 152

On dispose de quatre flacons contenant respectivement un alcool, un aldéhyde, une cétone et un acide carboxylique.

1) Pour déterminer leur contenu, on réalise les tests suivants :

	A	B	C	D
$Cr_2O_7^{2-}$ en milieu acide	Solution orange	Solution verte	Solution verte	Solution orange
DNPH	Solution jaune	Solution jaune	Précipité jaune	Précipité jaune
Réactif de Schiff	Solution incolore	Solution incolore	Solution violette	Solution incolore
Liqueur de Fehling	Solution bleue	Solution bleue	Précipité rouge brique	Solution bleue

Donner les fonctions chimiques des corps A, B, C et D et justifier vos choix.

2) L'action du dichromate de potassium en milieu acide sur B conduit à la formation de C et A. B est un corps saturé contenant trois atomes de carbone. Donner les formules semi-développées et les noms des corps A, B et C.

3) On fait agir A sur B. Ecrire l'équation de la réaction et donner le nom des produits obtenus. Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ?

4) Par action du pentachlorure de phosphore ou du chlorure de thionyle sur A, on obtient un corps E.
   a) donner la formule semi-développée et le nom de E.
   b) Ecrire l'équation de la réaction de E sur B. Comparer cette dernière réaction à celle de A sur B.

EXERCICE 153

1) L'action d'un acide carboxylique X sur un alcool primaire, donne un produit de formule brute $C_4H_8O_2$.
   Quelles sont les formules développées possibles de ce produit ? Donner les noms correspondants.

2) En faisant réagir l'ammoniac sur l'acide organique X utilisé à la première question, on obtient un carboxylate d'ammonium Y. Celui-ci, par chauffage, se déshydrate. On obtient un composé Z de formule brute C_3H_7ON.
   a) Ecrire les formules développées et donner les noms de X, Y et Z.
   b) Ecrire l'équation bilan de la transformation de l'acide organique en

carboxylate d'ammonium puis celle correspondant à la formation de Z.

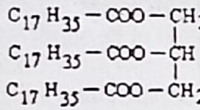
c) On a obtenu 14,6 g du composé Z. Sachant que le rendement de la réaction de déshydratation est de 85 %, déterminer la masse de carboxylate d'ammonium utilisée.

3) On fait réagir l'acide X avec le glycérol. Ecrire l'équation bilan de la réaction.

A quelle famille de corps organiques appartient le corps E obtenu ?

EXERCICE 154 (BAC D 2005)

ANANGAMAN mélange 12 g d'un corps gras avec 20 cm^3 de soude de concentration molaire $C = 2,5\ mol.L^{-1}$. Il chauffe suffisamment longtemps ce mélange et obtient un composé A. Le corps gras est constitué d'un triester de formule :



1) Comment appelle-t-on cette opération ?

2) a) Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

b) Indiquer sur l'équation les noms des produits formés

3) Quelles sont les propriétés de cette réaction ?

4) Rechercher le réactif en excès.

5) Déterminer la masse du composé A formé.

6) AKAFOU voudrait fabriquer le composé A. Il dispose d'un acide gras de formule $C_{17}H_{35}COOH$, du glycérol et de la soude. Quelles sont les opérations qu'il aura à effectuer ?

Données : masses molaires en $g.mol^{-1}$: C : 12 ; H : 1 ; O : 16 ; Na : 23.

EXERCICE 155

1) On veut déterminer la masse molaire d'un monoacide carboxylique A. On prélève 0,37 g de cet acide et on le dissout dans 1L d'eau. On dose cette solution acide par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $0,2\ mol.L^{-1}$. L'équivalence acido-basique a lieu quand on a ajouté 25 cm^3 de la solution d'hydroxyde de sodium.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction acido-basique.

b) Quelle est la masse molaire de A ? Quelle est la formule semi-développée de A ?

2) On traite A par le chlorure de thionyle ($SOCl_2$). Il se forme :

*un produit B ;

*du dioxyde de soufre ;

*du chlorure d'hydrogène

a) Quel est le groupement fonctionnel de B ? Donner le nom de B.

b) Peut-on, à partir de B, obtenir à nouveau A ?

3) On fait agir sur B un alcool C de formule brute CH_4O.

a) Quels sont la formule semi-développée, le nom et la classe de C ?

b) Quel composé organique D obtient-on par action de B sur C ? Indiquer deux autres méthodes de préparation de D.

EXERCICE 156

Deux alcools A et A' proviennent de l'hydratation en milieu acide d'un alcène B. L'alcool A est obtenu en quantité prépondérante. On cherche à identifier ces alcools en procédant à une oxydation ménagée. L'alcool A ne réagit pas avec le dichromate de potassium acidifié. A' s'oxyde en un composé D qui réagit avec le nitrate d'argent ammoniacal.

1. Quelle est la classe d l'alcool A et celle de A' ?
2. Lors de l'oxydation de A', il se forme en plus du composé D un monoacide carboxylique C de masse molaire 102 $g.mol^{-1}$. Trouver la formule brute de C.
3. Identifier l'alcène B initial. Donner les formules semi-développées et les noms des composés A, A', C et D.
4. L'action de A' sur un composé F permet d'obtenir un ester E qui renferme 10,8 % en masse d'hydrogène. L'action de A' sur F est une réaction totale et rapide.

4.1. Quelle(s) est (sont) la nature du composé F ?

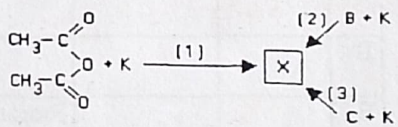
4.2. Quelle est la formule brute de E ?

4.3. Sachant que l'action de F sur A' permet d'obtenir le composé E et un acide carboxylique G, donner les formules semi-développées et les noms des composés E, F et G.

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : H : 1 ; C : 12 ; O : 16

EXERCICE 157

Soit l'organigramme ci-dessous :



Le composé X est un ester de formule brute $C_nH_{2n}O_2$ et de masse molaire 116 $g.mol^{-1}$.

1) Quelle est sa formule brute ?

2) Trois procédés numérotés (1), (2) et (3) permettent d'obtenir cet ester X (voir organigramme ci-dessus).

2.1) A quelle famille de composés appartient le composé K ?

2.2) Donner les formules semi-développées possibles et les noms de K.

2.3) Le composé K s'oxyde pour donner un autre composé M qui donne un test positif avec la DNPH et un test négatif avec le réactif de Schiff.

2.3.1) Quelle est la formule semi-développée de M ? Donner son nom.

2.3.2) En déduire la formule semi-développée et le nom de K.

2.4) Ecrire alors l'équation-bilan de chaque réaction chimique donnant le composé X et nommer X sachant que :

$B + 2NH_3 \rightarrow$ Amide (N) + $NH_4^+ + Cl^-$ et que la solution aqueuse de C donne une coloration jaune avec le bleu de bromothymol (BBT).

Quelle est la formule semi-développée et le nom du composé (N) ?

3) On veut savoir lequel des procédés a été utilisé pour préparer le composé X. On dispose alors des informations suivantes.

- La réaction réalisée est totale.
- Elle s'est faite avec un mélange de 0,35 mol du composé K et 31,4 g d'un autre composé qui est en excès par rapport à K.

3.1) Quelle est la réaction qui a servi à préparer le composé X ? Justifier votre réponse.

3.2) Quelle est la masse du composé X formé ?

On donne en $g.mol^{-1}$. C : 12 ; H : 1 ; O : 16 ; Cl : 35,5 ; N : 14.

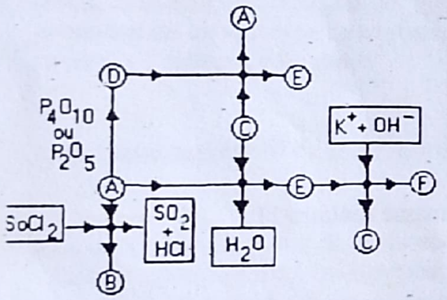
EXERCICE 158

Une élève explique à sa camarade qu'elle a résumé son cours de chimie sur les acides carboxyliques et dérivés suivant l'organigramme suivant.

- Les flèches qui arrivent en un point renforcé indiquent les réactifs de la réaction concernée.
- Les flèches qui partent en un point renforcé indiquent les produits formés.

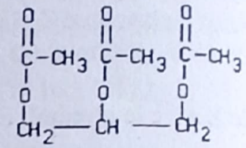
1- Après avoir identifié les produits, remplir le tableau ci-contre.

	Fonction	Formule semi_ développée	Nom
A			
B			
C			
D			
E			Propanoate d'éthyle
F			



2- Ecrire les équations bilans de la formation de D à partir de A et de B à partir de A.

3- En lieu et place du propanoate d'éthyle, si on utilise la butyrine de formule (G) ci-contre et de l'hydroxyde de potassium (KOH) concentrée :



3-1. Quel est le nom de la réaction ?

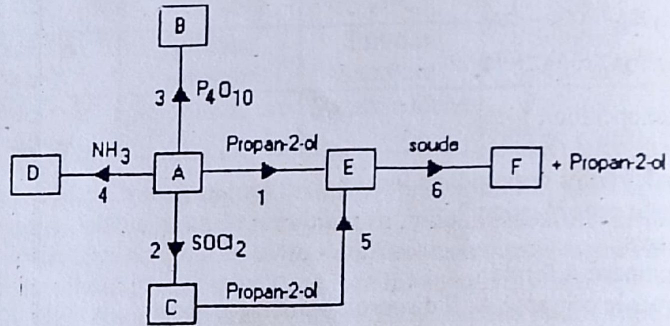
3-2. Ecrire l'équation bilan de cette réaction.

3-3. Donner le nom des produits obtenus.

3-4. Calculer la masse de savon obtenu sachant que l'on a utilisé 2,8 kg de potasse.

EXERCICE 159

On considère le schéma (enchaînement de réactions) ci-dessous où A, B, C, D, E, F sont des composés organiques. Les réactions chimiques sont représentées par des flèches numérotées de 1 à 6.



1 Un monoacide carboxylique à chaîne saturée, à pour masse molaire moléculaire M = 88 g/mol.

1.1 Déterminer sa formule brute.

1.2 Donner les formules semi-développées et les noms de tous ses isomères.

1.3 A est l'isomère ramifié. Identifier A.

2 Après analyse du schéma réactionnel,

2.1 Déterminer la formule semi-développée et le nom de chacun des composés organiques B, C D, E et F.

2.2 Ecrire l'équation-bilan de chacune des réactions 1 et 5.

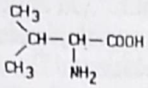
2.3 Donner le nom et les caractéristiques des réactions 1 et 5.

3 En vous inspirant du modèle ci-dessus, proposer un enchaînement de réactions possibles, permettant d'obtenir avec un bon rendement, de l'éthanoate de méthyle à partir de l'éthanol. On utilisera les formules semi-développées des composés organiques intervenant dans ce processus.

On donne les masses molaires atomiques g/mol ; C : 12 ; O : 16 ; H : 1.

4- ACIDES α - AMINES

EXERCICE 160

On considère la valine, acide α-aminé A_1 de formule 

1- a) Encadrer les groupes fonctionnels de ce composé.
   b) Donner le nom de cet acide en nomenclature systématique.

2- Soit un autre acide α-aminé A_2 de formule : $R - CH(NH_2) - COOH$ où R est un groupe alkyle.

   a) Ecrire la formule semi-développée des deux dipeptides P_1 et P_2, isomères de position, obtenus par la réaction de A_1 sur A_2. Expliquer ce que l'on appelle liaison peptidique, et la représenter en l'encadrant sur chaque formule précédente.
   b) Déterminer R sachant que la masse molaire du dipeptide est $M = 188\ g.mol^{-1}$.

On donne en $g.mol^{-1}$ C : 12 ; O : 16 ; N : 14 ; H : 1.

EXERCICE 161

L'hydrolyse d'un peptide donne deux acides α-aminés : la glycine (acide amino éthanoïque) et la leucine (acide 2-amino 2-méthyl pentanoïque).
Déterminer les formules semi-développées possibles pour ce peptide.

EXERCICE 162

La glycine est un acide α-aminé dont le nom est l'acide aminoéthanoïque.
En solution dans l'eau, il est presque exclusivement sous la forme d'un amphion (ou zwitterion).

1- Donner la formule de la glycine, de l'amphion correspondant.
2- Quel est l'acide conjugué de cet amphion ? Quelle est sa base conjuguée ? Ecrire dans chaque cas, l'équilibre chimique correspondant.
3- De ces trois espèces, quelle est celle qui est minoritaire dans les trois cas suivants : pH = 1 ; pH = 5 ; pH = 11.
4- Ecrire les formules des dipeptides que l'on peut penser obtenir à partir d'un mélange de glycine et d'alanine (acide 2-amino propanoïque).

EXERCICE 163

La condensation d'une molécule d'alanine et d'une molécule de glycine, de formules semi-développées respectives :

$H_2N - CH(CH_3) - COOH$ et $H_2N - CH_2 - COOH$

conduit à un dipeptide. Deux réactions sont possibles.

1- Donner les formules semi-développées de ces deux dipeptides que l'on peut obtenir à partir de ces deux réactions.
2- Soit A l'un des deux dipeptides. Des deux formules trouvées au 1- on cherche celle correspond au composé A. Pour cela, on réalise les expériences suivantes :

a) On traite A par l'acide nitreux HNO_2, sachant que l'acide nitreux réagit sur un groupe amine primaire suivant la réaction :
$RNH_2 + HNO_2 \rightarrow ROH + N_2 + H_2O$,
tout se passant donc comme si le groupe NH_2 était remplacé par le groupe OH.
Ecrire les formules possibles pour le composé organique C obtenu par cette réaction.

b) Si on hydrolyse ce composé C, on obtient, entre autres, de l'acide glycolique $HO - CH_2 - COOH$. Donner l'équation de la réaction d'hydrolyse et en déduire parmi les deux formules trouvées au 2- a) celle qui correspond au composé C. (On rappelle que l'hydrolyse permet la « coupure » de la liaison peptidique entre les atomes de carbone et d'azote).

c) Quelle est la formule semi-développée du dipeptide A ?

CHIMIE MINERALE

1- SOLUTIONS AQUEUSES

EXERCICE 164

On mélange un volume V_1 d'une solution de sulfate de sodium Na_2SO_4 de concentration molaire $C_1 = 0,15$ mol.L^{-1} à $V_2 = 200$ cm^3 d'une solution de nitrate de sodium $NaNO_3$ de concentration $C_2 = 0,12$ mol.L^{-1} et $V_3 = 300$ cm^3 d'une solution d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$ de concentration molaire $C_3 = 0,05$ mol.L^{-1}. La concentration des ions Na^+ dans le mélange étant 0,09 mol.L^{-1}, déterminer :

a) le volume V_1 ;

b) les concentrations des différents ions dans la solution au terme du mélange ;

c) le pH de la solution obtenue.

EXERCICE 165

Dans une fiole jaugée, on fait le mélange suivant :

- 50 mL de solution de chlorure de sodium (NaCl) à 0,4 mol.L^{-1} ;
- 25 mL de solution de bromure de calcium ($CaBr_2$) à 0,5 mol.L^{-1}
- $1,5.10^{-2}$ mol. de chlorure de calcium ($CaCl_2$) ;
- 1,03 g de bromure de sodium solide (NaBr)

On complète le mélange à 125 mL avec de l'eau distillée.

1) Ecrire les différentes équations d'ionisation.
2) On néglige les ions provenant de l'autoprotolyse de l'eau. Calculer la quantité de matière (en mol) et la concentration molaire (mol.L^{-1}) de chaque ion.
3) En admettant qu'il ne se produit aucune réaction entre les différents ions, vérifier l'électroneutralité de la solution.
   On donne les masses molaires en g.mol^{-1} : Br : 80 ; Na : 23 ; Cl : 35,5.

EXERCICE 166

Le <<sel de Mohr >>est un composé ionique de formule $FeSO_4$, $(NH_4)_2SO_4$.$6H_2O$.

A 25° C, on prépare 500 cm^3 de solution (S_1) en dissolvant dans de l'eau une masse m = 39,2 g de <<sel de Mohr >>.

1) Ecrire l'équation de dissociation puis citer les ions présents dans la solution. On négligera l'autoprotolyse de l'eau.

2) Calculer la concentration molaire des ions présents dans la solution (S_1).Vérifier l'électroneutralité de la solution.

3) On prélève 20 cm^3 de la solution (S_1) de concentration $C_1 = 2.10^{-1}$ mol.L^{-1} et on le mélange à 30 cm^3 d'une solution (S_2) d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration $C_2 = 2.10^{-4}$ mol.L^{-1}.On obtient une solution (S).

a) Calculer la concentration molaire des ions présents dans la solution(S)

b) Calculer le pH de la solution.

4) Quel volume V' de la solution (S_1) doit-on mélanger à la solution (S_2) d'hydroxyde de sodium pour que le pH du mélange soit égal à 9 ?

Données : on donne en g.mol^{-1} les masses molaires N : 14 ; Fe : 56 ; S : 32 ; O : 16 ; H : 1 Le produit ionique de l'eau : $Ke = 10^{-14}$.

EXERCICE 167

On dispose d'une solution de nitrate de potassium KNO_3 à 0,5 mol.L^{-1}, d'une solution de nitrate de calcium $Ca(NO_3)_2$ à 0,8 mol.L^{-1}, d'une solution de chlorure de potassium à 1mol.L^{-1} et de chlorure de magnésium cristallisé, de formule : $MgCl_2$,$6H_2O$.

On souhaite préparer un litre de solution contenant les ions Mg^{2+}, Ca^{2+}, K^+, NO_3^- et Cl^- tels que : $[Mg^{2+}] = 0,2$ mol.L^{-1} ; $[NO_3^-] = 0,25$ mol.L^{-1} ; $[Ca^{2+}] = 0,1$ mol.L^{-1} ;$[K^+] = 0,25$ mol.L^{-1}

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

2-Calculer directement la concentration $[Cl^-]$

3-Vérifier l'électroneutralite de la solution.

EXERCICE 168

Le sulfate de sodium du commerce est un solide ionique hydraté de formule Na_2SO_4, $10H_2O$

1) Quelle masse de ce composé faut-il placer dans une fiole jaugée de 250 mL pour que la solution aqueuse obtenue après dissolution ait une concentration de 0,2 mol.L^{-1} ?
2) Quelles sont alors les concentrations des ions Na^+ et SO_4^{2-} qu'elle contient, sachant que la dissolution du sulfate de sodium s'accompagne d'une dispersion totale de ses ions ?
3) Quelle masse de chlorure de sodium faudrait-il peser pour obtenir 100 mL de solution aqueuse de même concentration en ion Na^+ ? On donne en g. mol.$^{-1}$: H : 1 : O : 16 : Na : 23 ; Cl : 35,5 ; S : 32.

2- ACIDE FORT BASE FORTE

EXERCICE 169

1) On mélange 200 mL d'une solution A d'acide chlorhydrique de pH = 2,5 et 300 mL d'une solution B d'acide chlorhydrique de pH inconnu. Le mélange final C a un pH = 2,8 ; en déduire le pH de la solution B.
2) L'acide iodhydrique (HI) est un acide fort. On mélange 300 mL de cet acide de pH = 3 et 700 mL d'acide chlorhydrique de pH = 4. Quel est le pH de la solution finale ?

EXERCICE 170 (BAC C 2002)

Toutes les solutions sont étudiées à 25° C.
1) On prépare une solution S_1 d'acide chlorhydrique. Le volume de S_1 est $V_{S1} = 200\ cm^3$. La masse de chlorure d'hydrogène dissous est m_1. Le pH de la solution S_1 est égal à 1,5.
a) Ecrire l'équation bilan de la réaction de dissolution du chlorure d'hydrogène dans l'eau.
b) Déterminer la masse m_1 de chlorure d'hydrogène dissous dans S_1.
2) On mélange les solutions aqueuses suivantes dans les proportions indiquées :
* solution S_1 : $V_1 = 10\ cm^3$ de solution d'acide chlorhydrique ; $C_1 = 3.10^{-2}\ mol.L^{-1}$
* Solution S_2 : $V_2 = 5\ cm^3$ d'acide nitrique (solution de HNO_3) ; $C_2 = 2.10^{-1}\ mol.L^{-1}$
* Solution S_3 : $V_3 = 25\ cm^3$ d'hydroxyde de sodium (NaOH) ; $C_3 = 2.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

On obtient une solution S.
a) Faire l'inventaire des espèces chimiques introduites dans S.
b) Quelles sont celles susceptibles de réagir ?
c) Ecrire la ou les équations bilans des réactions possibles lors du mélange.
d) Calculer les quantités de matière (en mol) des espèces chimiques majoritaires apportées par chacune des solutions S_1, S_2 et S_3.
e) Calculer les quantités de matières (en mol) des espèces chimiques présentes dans S.
f) Déterminer le pH de la solution.

EXERCICE 171

L'étiquette d'un flacon d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique porte les indications suivantes :
- Densité par rapport à l'eau : 1.18
- 35% d'acide pur HCl (pourcentage en masse)

1) Déterminer la concentration en acide de la solution commerciale.
2) On veut obtenir 500 mL d'une solution à 1 $mol.L^{-1}$ d'acide chlorhydrique, par dilution d'un volume V d'acide commercial. Déterminer le volume V.

EXERCICE 172

1) On dissout 0,8 g d'hydroxyde de sodium dans 500 mL d'eau pure. A la solution obtenue, on ajoute 1 L d'une solution A d'hydroxyde de sodium de pH = 12. Quel est le pH de la solution finale ?
2) L'hydroxyde de potassium ou potasse (KOH) est une base forte. On mélange 400 mL de cette base de pH = 11,5 avec 200 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de pH = 11. Quel est le pH du mélange ?

EXERCICE 173

L'hydroxyde de calcium Ca $(OH)_2$ donne avec l'eau une réaction totale tant que la solution n'est pas saturée ; la solution obtenue est appelée eau de chaux. On dissous 0,5 g d'hydroxyde de calcium dans 500 mL d'eau pure.
1) Ecrire l'équation bilan de la réaction de Ca $(OH)_2$ avec l'eau.
2) Calculer la concentration molaire de la solution A d'hydroxyde de calcium ainsi obtenue ; en déduire la concentration molaire en ions OH^- et le pH de la solution A.
3) On ajoute à la solution A, 500 mL d'une solution B d'hydroxyde de sodium de pH inconnu.
Le pH de la solution finale C est 12,2 ; en déduire le pH de la solution B.

EXERCICE 174

On désire connaître la teneur en hydroxyde de potassium pur de la potasse artisanale vendue sur le marché. Pour ce faire, on procède de la façon suivante :
1) On réduit en poudre une quantité de potasse artisanale et on prélève exactement 5,6 g de cette poudre que l'on met dans une fiole jaugée, puis on complète avec de l'eau pure pour obtenir 100 mL de la solution. Le pH de cette solution est 13,3.
a) Quelle est la concentration molaire de cette solution de potasse artisanale en potasse pure.
b) Quelle est alors la pureté de cette potasse artisanale ?
2) On prélève ensuite un volume V = 20 mL de la solution précédente et on lui ajoute :
* un volume $V_1 = 20$ mL d'une solution de chlorure de sodium à $C_1 = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$;
* un volume $V_2 = 40$ mL d'une solution d'acide chlorhydrique à $C_2 = 2.10^{-1}\ mol.L^{-1}$.

a) Calculer la concentration molaire des espèces chimiques en solution.
b) la solution obtenue est-elle acide, basique ou neutre ?
c) Calculer le pH de la solution.

EXERCICE 175

On mélange 100 cm^3 d'une solution de potasse KOH à 10^{-2} $mol.L^{-1}$ et 5 cm^3 d'une solution d'acide bromhydrique de concentration C inconnu ; le pH du mélange est égal à 11.

1) Calculer la concentration molaire en ions H_3O^+, OH^-, K^+ et Br^-.

2) Calculer la concentration C.

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

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

EXERCICE 176 (BAC C 2004)

1) Le pH d'une solution S d'acide chlorhydrique de concentration molaire C est mesuré à l'aide d'un pH-mètre. La valeur trouvée est pH = 2,1.

a) Calculer la concentration molaire C de la solution S.

b) Sachant que la mesure du pH est faite à 0,1 unité près, entre quelles valeurs est comprise la concentration C de la solution.

2) a) La solution S a été fabriquée en dissolvant 50 mL de chlorure d'hydrogène gazeux dans de l'eau pure. La solution obtenue a un volume égal à 250 mL. On donne : V_{mol} = 25 $L.mol^{-1}$.

* Déterminer le pH de la solution préparée.

* Vérifier que la valeur mesurée au pH-mètre est compatible avec le résultat de ce calcul.

b) Pour contrôler la concentration de la solution S, on dose 20 mL de S avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire 10^{-2} $mol.L^{-1}$; l'équivalence est obtenue pour 16,4 mL de solution d'hydroxyde de sodium versée.

* Quel est le pH de point d'équivalence ?

* Quel indicateur coloré peut-il convenir pour ce dosage ?

* Calculer la concentration molaire de S et comparer le résultat obtenu aux valeurs précédentes. On donne les zones de virage suivantes:

- Hélianthine : 3,1-4,4
- Bleu de bromothymol : 6,0-7,6
- Phénolphtaléine : 8,2-10,0

EXERCICE 177

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

- Masse volumique de l'acide chlorhydrique ρ = 1,19 $kg.L^{-1}$
- Pourcentage en d'acide chlorhydrique pur : 37%
- Masse molaire de l'acide chlorhydrique M = 36,5 $g.mol^{-1}$.

1) Vérifier que la concentration molaire de cette solution commerciale est C_0 = 12 $mol.L^{-1}$.

2) On introduit un volume V_0 = 1,7 mL de S_0 dans une fiole jaugée de 2 L contenant un peu d'eau distillée. On complète avec de l'eau jusqu'au trait de jauge. On obtient ainsi une solution aqueuse S d'acide chlorhydrique de volume V_S = 2 L et de concentration molaire C_S. Calculer C_S.

3) Afin de vérifier cette concentration, on ajoute progressivement à un volume V_0 = 20 mL de la solution S, une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$; Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Vb (mL)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
pH	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9

18	19	19,5	20	20,5	21	22	24	26	28
3,3	3,6	4,2	7	9,4	10,1	10,5	10,9	11	11,1

a) Faire le schéma du dispositif expérimental.

b) Construire la courbe pH = f (V_b).
Echelle : 1 cm pour 2 mL et 2 cm pour 1 unité de pH.

c) Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E.

d) En déduire la concentration molaire Ca de la solution d'acide chlorhydrique. Comparer Ca et C_S.

e) Ecrire l'équation bilan de la réaction. Calculer la masse du composé obtenu à l'équivalence après évaporation de l'eau.

On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires suivantes : Na : 23 ; Cl : 35,5.

EXERCICE 178

Effectuer une dilution au n^e consiste à obtenir une solution f de concentration molaire C_f à partir d'une solution initiale i de concentration molaire Ci, telle que : $\frac{1}{n} = \frac{C_f}{C_i}$. Par exemple, on aura une solution au 10^e si $\frac{C_f}{C_i} = \frac{1}{10}$; la solution f aura une concentration molaire : C_f = 0,1.Ci.

1) Soit Ci la concentration molaire d'une solution aqueuse en une espèce chimique A et Vi son volume ; et soit C_f la concentration de la même solution aqueuse après dilution et V_f son volume.

a) Calculer le volume d'eau, Veau, que l'on doit ajouter à la solution de volume Vi pour obtenir une solution de concentration molaire C_f et de volume V_f, par dilution au n^e de la solution initiale. On suppose que les mélanges se font sans variation de volume, c'est-à-dire qu'un mélange de deux volumes V_1 et V_2 donne une solution de volume $V = V_1 + V_2$.

b) Calculer le volume d'eau nécessaire, en fonction de Vi, pour une dilution au 10[e] et une dilution au 100[e].
c) Comment opère-t-on pratiquement au laboratoire où l'on dispose de fioles jaugées et de pipettes jaugées ?
2) Quel volume d'eau faut-il ajouter à de l'acide chlorhydrique de concentration molaire : $C_A = 10^{-3}$ mol.L^{-1} qui occupe un volume $V_A = 25$ cm^3, pour que le pH atteigne 3,5 ?
3) Si on ajoute un volume d'eau, $V_{eau} = 235$ cm^3 à une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de volume initial Vi = 45 cm^3, le pH atteint la valeur 9,2.

Quelle était la concentration molaire de la solution initiale d'hydroxyde de sodium ?

3- ACIDE FAIBLE BASE FAIBLE – CONSTANTE D'ACIDITE

EXERCICE 179

On dissout dans l'eau pure 13,6 g de méthanoate de sodium (HCOONa) de façon à obtenir 1L de solution. Les mesures sont réalisées à 25°C.

1) Ecrire l'équation bilan de la dissolution correspondante.
2) Quelle est en mol.L^{-1} la concentration molaire de cette solution ?
3) La solution obtenue de concentration $C_B = 0,2$ mol.L^{-1} a un pH égal à 8,6.
   a) Ecrire l'équation de la réaction entre les ions méthanoate et l'eau.
   b) Calculer la concentration molaire de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution.
   c) En déduire le pourcentage α d'ions méthanoate transformés en molécules HCOOH.

On donne en g.mol^{-1} les masses molaires : C : 12 ; O : 16 ; Na : 23

EXERCICE 180

Un laborantin a préparé 5 solutions de même concentration molaire $C = 10^{-2}$ mol.L^{-1}. Les solutions sont dans les flacons numérotés de 1 à 5. Le laborantin a omis de mettre les étiquettes sur les flacons.

On se propose d'attribuer à chaque flacon, l'étiquette correspondante. On dispose des solutions suivantes :

A/ Solution de chlorure d'ammonium (NH_4Cl)
B/ Solution de chlorure de sodium (NaCl)
C/ Solution d'acide chlorhydrique (HCl)
D/ Solution d'ammoniac (NH_3)
E/ Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH)

Pour identifier le contenu de chaque flacon, on mesure le pH.

Flacon N°	1	2	3	4	5
PH	7,0	10,6	12,0	5 ,6	2,0
Solution					

1- Remplir la dernière ligne du tableau. Justifier brièvement le choix.
2- Ecrire les équations bilans des réactions avec l'eau de chacun des composés ci cités.
3- On mélange $V_b = 50$ mL de solution D avec Va = 50 mL de solution A. On obtient un mélange dont le pH est 9,2.
   a) Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes en solution et en déduire la constante pKa du couple NH_4^+/NH_3.
   b) On considère les trois couples acide/base suivants :
   CH_3COOH/CH_3COO^- :pKa = 4,8
   $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$:pKa = 10,7
   NH_4^+/NH_3 :pKa = ?
   Déduire de ces données, l'acide le plus fort et la base la plus forte.

EXERCICE 181

La pyridine, composé organique de formule brute C_5H_5N est un liquide à caractère basique que l'on rencontre dans de nombreux composés naturels telle que la nicotine.

1) Comment pourriez-vous simplement mettre en évidence son caractère basique ?
2) Montrer que la pyridine est une base au sens de Brönsted et donner son acide conjugué.
3) A 25° C, le pH d'une solution de concentration $C_B = 10^{-2}$ mol.L^{-1} de pyridine est égal à 8,6. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans la solution.
4) À un regard de ces résultats, peut-on en déduire que la pyridine est une base faible et pourquoi ?
5) Calculer la constante d'acidité du couple mis en évidence et en déduire son pKa.
6) Sachant que pKa (NH_4^+/NH_3) = 9,2, préciser qui de la pyridine ou de l'ammoniac est la base la plus faible. Justifier votre réponse.

EXERCICE 182 (BAC D 2003 2ème SESSION)

1) Le pH d'une solution aqueuse d'un monoacide carboxylique saturé de concentration C_1 est égal à 2,4. On dilue la solution jusqu'à ce que la concentration devienne $\frac{C_1}{10}$. Le pH est égal à 2,9. Montrer que l'acide est faible.

2) La masse molaire moléculaire de l'acide carboxylique saturé est 46 $g.mol^{-1}$.

a) Déterminer la formule semi développée de cet acide et donner son nom. On donne en $g.mol^{-1}$ les masses molaires : C : 12 ; H : 1 ; O : 16

b) Donner la formule semi développée de la base conjuguée de cet acide et son nom.

3) On mélange $V_1 = 20\ cm^3$ de la solution acide de concentration $C_1 = 0{,}1\ mol.L^{-1}$ avec $V_2 = 10\ cm^3$ d'une solution de concentration $C_2 = 0{,}2\ mol.L^{-1}$ obtenue en dissolvant le composé RCOONa dans l'eau ; ($RCOO^-$ étant la base conjuguée de l'acide considéré). Le pH du mélange est égal à 4,3.

a) Faire l'inventaire et calculer la concentration molaire volumique des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange.

b) Calculer le pKa du couple $RCOOH/RCOO^-$.

c) Donner le nom et les propriétés de ce mélange.

EXERCICE 183

On étudie le pH du mélange d'une solution aqueuse A d'acide éthanoïque CH_3COOH et une solution aqueuse B d'éthanoate de sodium CH_3COONa de même concentration molaire volumique $C = 0{,}1\ mol.L^{-1}$. Les résultats sont consignés dans le tableau (le volume de la solution A est noté V_A et celui de la solution B est noté V_B

Echantillon	1	2	3	4	5	6
V_A (mL)	25	25	20	15	10	5
V_B(mL)	0	5	10	15	20	25
pH	2,9	4,0	4,3	4,7	5,0	5,4

1°) Etude des échantillons 2, 3, 4, 5, 6.

1.1. Exprimer les concentration $[CH_3COO^-]$ et $[CH_3COOH]$ en fonction des volumes V_A et V_B. Montrer que le rapport $\alpha = \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ est égal à $\frac{V_B}{V_A}$.

1.2. a) Représenter graphiquement les variations du pH du mélange en fonction de $\log\alpha$ puis mettre le pH sous la forme $pH = a + b.\log\alpha$ (1) et déterminer a et b.

Echelles : 1cm pour 1 unité $\log\alpha$; 1cm pour 1 unité de pH.

b) Montrer que si l'on pose $a = -\log Ka = pKa$, alors l'expression (1) est équivalente à $K_a = \frac{[H_3O^+].[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$ (2) et, calculer K_a, constante d'acidité caractérisant le couple CH_3COOH/CH_3COO^-

2°) Déterminer la constante d'acidité K'_a du même couple dans la solution 1.

Comparer cette valeur à celle de la question 1.2b) et conclure.

EXERCICE 184

Dans tout l'exercice la température des solutions est supposée constante et égale à 25° C.

Une solution aqueuse d'acide 2-bromopropanoïque noté A_1H de concentration molaire $C_1 = 6.10^{-1}\ mol.L^{-1}$ a un pH égal à 1,6. Une solution aqueuse d'acide 3-bromopropanoïque A_2H de concentration molaire $C_2 = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$ a un pH = 3,6.

1)

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction d'un acide faible de type AH avec l'eau.

b) Recenser les espèces chimiques présentes dans chaque solution et calculer leurs concentrations molaires.

2) a) Pour une solution aqueuse d'un acide AH, de concentration C, on définit un coefficient d'ionisation α par $\alpha = \frac{[A^-]}{C}$. Calculer les coefficients d'ionisation α_1 et α_2 des acides A_1H et A_2H dans les solutions étudiées.

b) La comparaison des valeurs α_1 et α_2 suffit-elle pour classer les acides A_1H et A_2H selon leur force ? Justifier votre réponse.

3) Calculer la valeur de la constante d'acidité Ka et déterminer le pKa de chaque couple AH/A^- étudié.

1) On donne le tableau :

Acide AH	Acide propanoïque	Acide 2,2-dibromo propanoïque	Acide 2,3-dibromo propanoïque
Pka du couple AH/A^-)	4,9	1,5	2,2

Classer par ordre croissant, les cinq acides cités dans le texte.

b) Dégager, sur les exemples de ces cinq acides, l'influence, sur la force de l'acide :

* du nombre d'atomes de brome dans la molécule AH ;
* de la position des atomes de brome dans la molécule AH ?

EXERCICE 185

On dispose d'une solution aqueuse d'acétate de sodium (éthanoate de sodium) de concentration molaire 10^{-1} mol.L^{-1}, dont le pH est 8,9.

1) A 100 cm^3 de cette solution, on ajoute 100 cm^3 d'une solution de chlorure d'hydrogène de concentration molaire 10^{-1} mol.L^{-1}. Le pH du mélange est 3.0.
Calculer les quantités de matières d'ions H_3O^+ et d'ions CH_3COO^- présents dans les solutions initiales et dans le mélange final. Quelle conclusion en tirez-vous ?

2) A 20 cm^3 de la solution d'acétate de sodium (10^{-1} mol.L^{-1}), on ajoute 80 cm^3 d'une solution d'acide acétique (acide éthanoïque) de concentration molaire 10^{-1} mol.L^{-1}. Le pH du mélange est 4,2.
Ecrire l'équation de l'équilibre entre l'acide acétique et l'ion acétate en solution aqueuse.
Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans le mélange final.

EXERCICE 186

On étudie le comportement de deux acides, l'acide éthanoïque CH_3COOH et l'acide méthanoïque HCOOH. Les expériences ont lieu à 25°C.

On donne pk$_1$ = pka pour le couple CH_3COOH / CH_3COO^- : pk$_1$ = 4,8 ;

Pk$_2$ = pka pour le couple $HCOOH / HCOO^-$: pk$_2$ = 3,8.

Les deux parties 1 et 2 sont indépendantes.

1) On mélange une solution aqueuse d'acide méthanoïque et une solution aqueuse d'acide éthanoïque.

a) Préciser, en justifiant, lequel des deux acides est le plus fort.

b) Montrer que, quels que soient les mélanges considérés, on a :

$$\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = k\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$ k étant une constante que l'on déterminera.

Montrer que la valeur de cette constante est en accord avec la réponse à la question précédente.

2) On mélange 0,10 mol d'acide méthanoïque et 0,30 mol d'acide éthanoïque ; on complète à 1,0 litre avec de l'eau pure. Le pH du mélange est 2,35.
En écrivant les équations de conservation de la matière pour HCOOH d'une part et CH_3COOH d'autre part, calculer la concentration de chaque espèce, sauf de l'eau, présente dans la solution.

4- DOSAGE - SOLUTIONS TAMPONS

EXERCICE 187

On considère 1 L d'une solution d'éthanoate de sodium à 0,01 mol.L^{-1} : son pH est de 8,4 à 25° C.

1) Calculer la concentration molaire des espèces chimiques présentes dans cette solution. En déduire la constante d'acidité Ka du couple acide éthanoïque/ion éthanoate.
2) On ajoute à la solution précédente 1 cm^3 d'acide chlorhydrique concentré, à 5 mol.L^{-1}. Quelle est la quantité d'ions H_3O^+ ajoutés ?
3) Le pH de la solution ainsi obtenu est 4,8. Calculer les nouvelles concentrations des espèces : H_3O^+ ; CH_3COO^-; CH_3COOH. On considère négligeable la variation de volume.
4) Ecrire l'équation bilan de la réaction des ions H_3O^+ et CH_3COO^-

EXERCICE 188 (BAC D 2002)

Toutes les solutions sont étudiées à 25°C.

2) Une solution S$_1$ d'hydroxyde de sodium a un pH égal à 12. Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes en solution. Calculer la concentration molaire de chacune d'elle.
3) Une solution S$_2$ de chlorure d'ammonium NH_4Cl a un pH égal à 5,6 pour une concentration molaire de C = 10^{-2} mol.L^{-1}
   a) Préciser le couple acide base introduit dans cette solution par le chlorure d'ammonium.
   b) Faire l'inventaire des espèces chimiques en solution et calculer leurs concentrations molaires.
   c) Déterminer le pKa du couple dont l'acide est l'ion ammonium. La concentration en ammoniac est de $2,5.10^{-6}$ mol.L^{-1}.
4) On ajoute 10 cm^3 de la solution S$_1$ d'hydroxyde de sodium à 20 cm^3 de la solution S$_2$ de chlorure d'ammonium.
   a) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit lors du mélange.
   b) Calculer les concentrations molaires en ions ammonium restant et de sa base conjuguée.
   c) En déduire le pH du mélange.
   d) Quelles sont les propriétés du mélange ainsi réalisé ?

EXERCICE 189 (BAC D 2003)

On prépare une solution A en versant dans un récipient 9,2 g d'acide méthanoïque HCOOH et la quantité d'eau distillée nécessaire pour que le volume total de la solution soit égal à 2 litres. Le pH de A est égal à 2,4.

1. Ecrire l'équation d'ionisation de l'acide méthanoïque dans l'eau.

2.

2.1 montrer que la concentration molaire de la solution A vaut 0.1 $mol.L^{-1}$.

2.2 L'acide méthanoïque est-il un acide fort ou acide faible ? Justifier la réponse.

3. On dispose d'une solution B de soude de concentration molaire $C_b = 1\ mol.L^{-1}$. Calculer le volume V_b de la solution B qu'il faut ajouter à Va = 0,5 litre de la solution A pour arriver à l'équivalence acido-basique.

4. On prépare une solution C en versant dans $V_1 = 500\ cm^3$ de la solution A, un volume $V_2 = 25\ cm^3$ de la solution B. Le pH de C est égal à 3.8. Calculer :

4.1 Les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans la solution C.

4.2 Le pKa de l'acide méthanoïque.

4.3 Quelles sont les propriétés de ce mélange ?

M(H) = $1 g.mol^{-1}$; M(C) = 12 $g.mol^{-1}$; M(Na) = 23 $g.mol^{-1}$; M(O) = 16 $g.mol^{-1}$

EXERCICE 190 (BAC D 2004)

Partie A

Deux flacons sans étiquettes contiennent deux solutions acides A_1 et A_2. L'une est de l'acide méthanoïque et l'autre de l'acide chlorhydrique.

Pour identifier les solutions A_1 et A_2, le professeur fournit à ses élèves les données suivantes :

- La mesure du pH de chaque solution est : $\begin{cases} pourA_1 : pH = 2,7 \\ pourA_2 : pH = 2 \end{cases}$
- Le dosage d'un volume Va = 50 mL de chaque solution acide, par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ donne à l'équivalence : $\begin{cases} pourA_1 : V_{b1} = 25mL \\ pourA_2 : V_{b2} = 10mL \end{cases}$

1) Calculer les concentrations molaires initiales des solutions A_1 et A_2
2) Identifier les solutions A_1 et A_2. justifier votre réponse.
3) Ecrire l'équation bilan de la réaction pour chaque solution acide pendant le dosage.

PARTIE B

On dispose d'une solution d'acide HA de concentration molaire $Ca = 2,5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ dont le pH est égal à 2,7.

1) Ecrire l'équation dissociation de cet acide dans l'eau.
2) Recenser et calculer les concentrations molaires des espèces chimiques contenues dans cette solution.
3) En déduire le pKa du couple HA/A^-.
4)
   a) Calculer le volume de solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ à verser dans 20 mL de la solution d'acide HA pour atteindre la demi équivalence.
   b) Donner pour la solution ainsi obtenue, le pH, le nom et les propriétés.

EXERCICE 191 (BAC C 2003 2ème SESSION)

1. Une solution aqueuse (S) d'une base qu'on notera BH_2 a pour volume $V_b = 20$ mL. On dose cette solution d'acide chlorhydrique de concentration $Ca = 0.2\ mol.L^{-1}$. On détermine le pH de la solution en fonction du volume Va d'acide chlorhydrique versé. La courbe pH = f (Va) donne les points caractéristiques suivants :

$$Demi\ équivalence\ E' : \begin{cases} pH_{E'} = 10,67 \\ V_{E'} = 9mL \end{cases}$$

$$EquivalenceE : \begin{cases} pH_E = 6,4 \\ V_E = 18mL \end{cases}$$

1.1 Le composé BH_2 est une base faible. Le justifier à partir des donnés précédentes.

1.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage.

1.3 Ecrire le couple acide base correspondant.

1.4 Calculer la concentration C_b de la solution aqueuse BH_2.

2. On dispose de trois indicateurs colorés et leur zone de virage :

- Hélianthine : 3,1 - 4,4
- Bleu de bromothymol : 6 - 7,6
- Phénolphtaléine : 8,2 - 10

Lequel de ces indicateurs est le plus approprié pour le dosage de la question 1.Justifier votre réponse ?

3.

3.1 Comment appelle-t-on le mélange à la demi équivalence ? Donner ses caractéristiques.

3.2 Calculer la constante d'acidité du couple acide- base concerné.

EXERCICE 192

Dans 50 cm^3 d'une solution d'acide chloroéthanoïque (pka = 2,9) de concentration molaire $C_A = 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$, on ajoute progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 2.10^{-2}$ $mol.L^{-1}$.

1) On considère la solution obtenue à l'équivalence acido-basique

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction. Quel est alors le volume V_{BE} de la solution d'hydroxyde de sodium versé ?

b) Le pH est-il supérieur, inférieur ou égal à 7 ? Pourquoi ? (Aucun calcul n'est demandé).

2) On considère la solution obtenue lorsque :
$[ClCH_2\text{-}COOH] = [ClCH_2\text{-}COO^-]$.

a) Quel est alors le pH de la solution ?

b) Calculer le volume V_B de la solution d'hydroxyde de sodium versé.

(On ne peut dans ce cas négliger $[H_3O^+]$ devant C_A et C_B. On doit faire le calcul sans utiliser cette approximation.)

EXERCICE 193

L'éthylamine ($C_2H_5NH_2$) est une base faible dans l'eau.

1- On considère une solution aqueuse d'éthylamine de concentration molaire volumique X ($mol.L^{-1}$). Son pH est 11,4.

a) Ecrire l'équation de la réaction de l'éthylamine avec l'eau.

b) Calculer la concentration molaire volumique des diverses espèces chimiques présentes dans la solution sachant que le pKa du couple acido-basique mis en jeu vaut 10,8.

c) Calculer X.

2- On place un volume V_B = 50 mL de la solution d'éthylamine précédente dans un bêcher et l'on y verse, à l'aide d'une burette, un volume V_A d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique C_A = 0,02 $mol.L^{-1}$. Après chaque addition d'acide on mesure le pH de la solution contenue dans le bécher. On obtient le tableau ci après.

V_A(mL)	0	4	8	12	16	20	24	26
pH	11,4	11,2	11,05	10,9	10,75	10,55	10,3	10,15

V_A(mL)	27	28	29	30	31	32	32,2	32,5
pH	10,05	9,95	9,85	9,65	9,4	8,95	8,75	6,45

VA(mL)	32,7	33	34	35	36	38	40	44
PH	4,3	3,90	3,45	3,2	3,1	2,9	2,8	2,6

a) Ecrire l'équation de la réaction chimique qui a lieu lors de ce dosage.

b) Quelle sont les caractéristiques de cette réaction chimique ?

3-

a) Tracer la courbe de dosage pH = f (V_A).
Echelle : 1 cm pour 2 cm^3 et 1 cm pour 1 unité de pH

b) Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence par la méthode des tangentes.

4-

a) Calculer la concentration X de la solution d'éthylamine.

b) Comparer avec le résultat de la question 1-c).

5- On dispose de trois indicateurs colorés dont on donne les zones de virage :

*hélianthine : 3,2 - 4.4
*bleu de bromothymol : 6 - 7,6
*Phénolphtaléine : 8,2 - 10

Quels sont ceux qui pourraient être utilisé pour effectuer le dosage précédent ?

EXERCICE 194 (BAC D 2000)

Dans cet exercice, toutes les expériences sont faites à 25°C.

1. On mesure le pH d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration $Ca = 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$. On trouve pH = 3,4.

1.1 Montrer que l'acide éthanoïque (CH_3COOH) est un acide faible.

1.2 Ecrire son équation de dissolution dans l'eau.

2. Dans un volume V_1 = 50 cm^3 de la solution précédente d'acide éthanoïque, on ajoute un volume V_2 d'une solution d'hydroxyde de sodium NaOH, de concentration $C_b = Ca = 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$. Le mélange obtenu constitue une solution S de pH = 4,8.

Donnée : la constante d'acidité de l'acide éthanoïque à 25°C est $Ka = 1,8.10^{-5}$.

2.1 Ecrire l'équation de réaction produite dans S.

2.2 De l'expression de la constante d'acidité Ka du couple acide-base présent dans le mélange :

- donner la valeur du rapport [B] / [A] de la forme de l'espèce basique sur la forme de l'espèce acide du couple,
- conclure.

2.3 A l'aide des résultats ci-dessus, établir une relation entre les volumes V_1 et V_2 puis calculer V_2

3. On prépare 100 cm^3 de la solution S de pH = 4,8 à partir de V'_2 = 80 cm^3 d'une solution d'éthanoate de sodium (CH_3COONa) de concentration $C_2 = 10^{-1}$ $mol.L^{-1}$ et d'un volume V'_1 d'une solution de chlorure d'hydrogène de concentration C_1 inconnue.

3.1 Calculer le volume V'_1.

3.2 Déterminer la concentration C_1.

EXERCICE 195 (BAC D 2005)

On dispose de cinq flacons contenant des solutions aqueuses différentes, mais de même concentration $C = 10^{-2}$ mol.L^{-1} :

- l'acide éthanoïque
- l'acide chlorhydrique
- le chlorure de potassium
- l'hydroxyde de potassium
- l'ammoniaque.

Les étiquettes A, B, C,D et E de ces flacons ont été mélangées lors d'un rangement. Les pH sont mesurés à 25°C.

1. **Identification des solutions**

Le pH de la solution de B est égal à 12. Le dosage de B par C donne un pH égal à 7 à l'équivalence.

1.1 Identifier B et C.

1.2 Au cours du dosage de D par B, le pH à l'équivalence est égal à 8,2. Identifier D.

1.3 Le pH de la solution A est égal à 7. Identifier A.

1.4 Déduire des questions précédentes, la nature de la solution E.

2. **Détermination du pKa du couple ion ammonium/ammoniac**

On désire déterminer le pKa du couple ammonium/ammoniac. Le pH de la solution d'ammoniaque est 10,6.

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

2.2 Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution.

2.3 Calculer le pKa du couple ion ammonium/ammoniac.

3. **Préparation de solution tampon**

On veut préparer une solution tampon à partir de la solution d'ammoniac et de l'acide chlorhydrique.

3.1 Calculer le volume V_A d'acide chlorhydrique à ajouter à $V_B = 25$ cm^3 de la solution d'ammoniac pour obtenir la solution tampon.

3.2 Citer les propriétés du mélange obtenu.

EXERCICE 196

Un comprimé de solutricine est «essentiellement» constitué par de l'acide ascorbique (ou vitamine C) de formule brute $C_6H_8O_6$.

On dissout ce comprimé dans environ 50 cm^3 d'eau et on verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration molaire $C_B = 5.10^{-2}$ mol.L^{-1}. On mesure le pH du mélange pour différentes valeurs de V_B, volume d'hydroxyde de sodium versé. Les résultats sont indiqués ci-dessous :

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

1° Tracer la courbe pH = f (V_B).

2° L'acide ascorbique est un monoacide faible. Ecrire l'équation-bilan de la réaction avec l'hydroxyde de sodium. Préciser la formule brute de la base conjuguée de l'acide ascorbique.

3° A l'aide de la courbe, déterminer : le volume V_{BE} de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence acido-basique ; la masse d'acide ascorbique contenue dans un comprimé ; et une valeur approchée du pKa, du couple formé par l'acide ascorbique et sa base conjuguée.

4° Pourquoi le rouge de crésol (zone de virage : 7,2 - 8,8) est-il un indicateur coloré convenable pour déterminer le volume V_{BE} ?

On donne: M(C) = 12 g.mol^{-1}; M (H) = 1g.mol^{-1} M (0) =16 g .mol^{-1}

EXERCICE 197 (BAC C 2008)

On se propose d'étudier deux solutions S_1 et S_2.

1. La solution S_1 est obtenue en faisant dissoudre dans 1L d'eau pure une masse m d'acide éthanoïque.

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

   1.2 Le pH de cette solution à 25°C est 3.4 et le pKa du couple acide/base correspondant est 4,78.

   1.2.1 Donner l'expression du pH de la solution et calculer le rapport $\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

   1.2.2 Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans S_1.

   1.2.3 En déduire la concentration molaire C_A de la solution S_1.

   1.2.4 Déterminer la masse m introduite.

4 La solution S_2 est une solution d'éthanoate de sodium de concentration molaire $C_B = 10^{-2}$ mol.L^{-1} et de pH = 8,4 à 25°C.

2.1 Recenser les espèces chimiques présentes dans S_2.

2.2 Calculer les concentrations molaires de celles-ci.

2.3 Calculer la valeur du pKa du couple acide/base et la comparer à celle donnée au 1.2.

5 On ajoute à la solution S_1 de concentration molaire $C_A = 10^{-2}$ mol.L^{-1} et de volume $V_A = 20$ mL, la solution S_2 de concentration $C_B = 10^{-2}$ mol.L^{-1} et de volume $V_B = 20$ mL pour obtenir une solution S.

3.1 A partir des équations d'électroneutralité et de conservation de la matière, montrer que : $[CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$ (on négligera les concentrations des ions H_3O^+ et OH^- devant celle des ions Na^+ et on ne fera pas de calcul).

3.2 En déduire le pH de la solution S.

3.3 Donner le nom et les propriétés de cette solution.

On donne les masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : H : 1 ; C : 12 ; O : 16.