

CINEMATIQUE

Exercice : 1

Dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ de l'espace, les points M_1, M_2 et M_3 ont pour coordonnées respectives $M_1(2t; 3t^2+1; 0)$, $M_2(t; 2; 0)$ et $M_3(2; 0; 3)$.

1- Donner l'expression des différents vecteurs positions.

2-

- 2.1- Quels sont les points matériels en mouvement ?
- 2.2- Préciser l'axe ou le plan dans lequel s'effectue le mouvement.
- 2.3- Comment appelle-t-on les coordonnées de ces points ?

3- Déterminer les positions des points en mouvement aux dates $t_1 = 1$ s et $t_2 = \frac{3}{2}$ s.

Exercice : 2

Dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ un mobile est repéré par un point mobile M tel que :

$$\overrightarrow{OM} = 2t \vec{i} + (t^2 + 2t - 3) \vec{k} . \text{ Les unités sont celles du système international.}$$

1°- a) Donner les équations horaires du mouvement du point mobile M.

1°- b) Déterminer les coordonnées des vecteurs vitesse \vec{v} et accélération \vec{a} .

2°-a) Déterminer les coordonnées du point mobile M aux instants suivants : $-4s, -3s, -2s, -1s, 0s, \text{ et } 2s$.

2°-b) Tracer la trajectoire du point M.

2°-c) Représenter les vecteurs vitesse et accélération aux dates $t = 0s$; $t = -1s$; $t = -2s$.

2°-d) Déterminer à $t = -1s$, les valeurs de l'accélération normale et tangentielle et du rayon de courbure de la trajectoire.

Exercice : 3

Sur une trajectoire curviligne orientée dans le sens du mouvement et d'origine O, un point mobile M est repéré par son abscisse curviligne $s(t) = 6t - 5$ (t en seconde).

1- Déterminer la vitesse linéaire du point mobile.

2-

- 2.1- Dans la base de Frenet $(\vec{\tau}, \vec{n})$, exprimer le vecteur accélération de ce point.
- 2.2- Déterminer le module de ce vecteur sachant que le rayon de courbure est $\rho = 3,6m$

Exercice : 4

Le rotor d'un moteur est animé d'un mouvement circulaire uniforme à raison de $N = 2400$ tours/min.

1- Déterminer :

- 1.1- La fréquence f et la période T du mouvement d'un M du rotor.
- 1.2- La vitesse angulaire de ce point M situé à 20 cm de l'axe du rotor.
- 1.3- La vitesse linéaire de ce même point M.

2- Calculer l'accélération normale a_n et l'accélération tangentielle a_t . En déduire l'accélération a du point M.

Exercice : 5

Un automobiliste roule à la vitesse constante de 126 km/h sur une route rectiligne où la vitesse est limitée à 90 km/h . 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 $100,8 \text{ km/h}$ en 10 secondes . On prendra pour origine des dates : l'instant où l'automobile passe devant le motard ; et pour l'origine des espaces : la position du motard au moment où l'automobile passe devant lui.

1- Etablir les équations horaires de l'automobiliste et du motard.

2- Déterminer l'instant où le motard rattrape l'automobiliste.

3- Déterminer la distance parcourue lors de la poursuite.

4- Déterminer la vitesse du motard lorsqu'il rattrape l'automobiliste.

Exercice : 6

Un automobile de longueur $l=5 \text{ m}$, roulant à la vitesse $V_a=90 \text{ Km.h}^{-1}$ arrive derrière un camion de longueur $L=10m$, roulant à une vitesse $V_c=72 \text{ Km.h}^{-1}$. Les deux véhicules conservent des vitesses constantes. L'automobile va donc doubler le camion. en admettant que le dépassement commence quand l'avant de l'automobile est à la distance $d_1=20m$ de l'arrière du camion et se termine quand l'arrière de l'automobile est à la distance $d_2=30m$ de l'avant du camion. Calculer

La durée du dépassement.

La distance parcourue sur la route par la voiture pendant le dépassement.

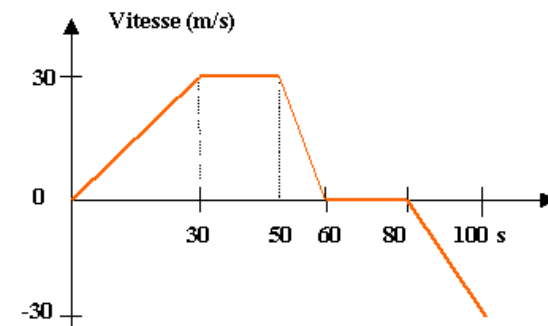
I- Sur un axe, un point mobile M est repéré par son abscisse $x = -4t^2 + 6,4t$

Quelles sont les coordonnées du vecteur vitesse, du vecteur accélération ?

Quelle est la vitesse initiale ?

Déterminer les intervalles de temps durant lesquels le mouvement est accéléré ou retardé.

Déterminer la position du point de rebroussement.



II - Un véhicule se déplace sur un trajet rectiligne. Sa vitesse est caractérisée par le diagramme ci dessus. Indiquer sur les 5 intervalles de temps :

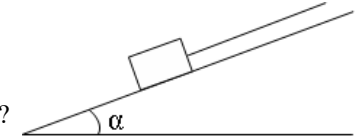
- la valeur algébrique de l'accélération a .
- L'expression $V = f(t)$ on utilisera au début de chaque phase un nouveau repère de temps.
- la nature du mouvement.

MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE

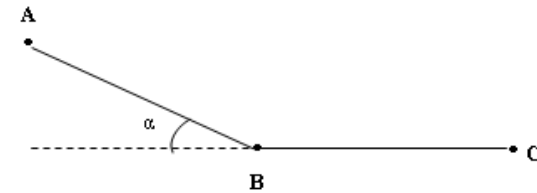
EXERCICE :1

Une charge de masse $m = 50 \text{ kg}$ est tirée à vitesse constante $v = 0,2 \text{ m/s}$ à l'aide d'une corde sur un plan rectiligne incliné faisant un angle $\alpha = 20^\circ$ avec l'horizontale. On néglige les frottements.

- 1) Définir le système étudié.
- 2) Faire le bilan des forces extérieures.
- 3) Donner la nature du mouvement étudié.
- 4) Le système est-il isolé ou pseudo isolé ?
- 5) Enoncer le principe de l'inertie.
- 6) Déterminer la tension de la corde.



EXERCICE: 2



Un tremplin comporte :

- Une partie AB formant un angle $\alpha = 20^\circ$ avec l'horizontale ;
- Une partie horizontale BC.

Un solide ponctuel de masse m est lâché sans vitesse initiale en A. Il glisse le long de ce tremplin. Les forces de frottements sont équivalentes à une force F constamment parallèle au déplacement et de valeur constante sur tout le trajet ABC.

- 1 – Faire le bilan des forces extérieures qui s'exercent sur le solide. Les représenter sur chaque portion du tremplin.
- 2 – En appliquant le théorème du centre d'inertie, déterminer :
 - 2 .1 – L'accélération a_1 du solide entre A et B
 - 2 .2 - L'accélération a_2 du solide entre B et C.
- 3 – En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer :
 - 3 .1 – Sa vitesse V_B en B ;
 - 3 .2 - Sa vitesse V_C en C ;

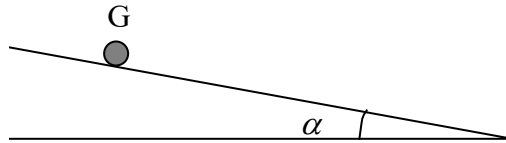
Données : $m = 100 \text{ g}$; $F = 0,1 \text{ N}$; $\alpha = 20^\circ$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; $AB = BC = l = 50 \text{ cm}$

EXERCICE 3

Un solide, assimilable à un point matériel de masse $m = 600\text{g}$ abandonné sans vitesse initiale, glisse sur un plan incliné d'un angle α par rapport au plan horizontal. On

suppose que la force de frottement \vec{f} exercée sur le solide est opposée au vecteur vitesse du solide.

- 1-a) Etablir l'expression littérale de l'accélération a_G du centre d'inertie du solide. En déduire la nature de son mouvement.



- 1-b) Etablir l'équation horaire du mouvement du solide en fonction a_G . L'origine des espaces et des dates sont respectivement le point et l'instant où le solide est abandonné.
 1-c) Calculer la valeur de a_G dans le cas où les frottements sont négligeables. On donne $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ $\alpha = 30^\circ$
 2) Un dispositif expérimental, permet d'enregistrer les positions successives du centre d'inertie G du solide à des dates régulièrement espacées de $\tau = 6 \text{ ms}$ sur le plan incliné. Les résultats ont permis d'établir le tableau suivant :

$x(m)$	0	8,5	33,0	74,5	132,5	207,0
$t_i(s)$	0					
$t_i^2(s^2)$	0					

- a. Compléter le tableau et représenter $x = f(t^2)$. Echelle: - 1cm \leftrightarrow 5.10⁻³s²
 - 1cm \leftrightarrow 10mm.
 b. Déduire de cette représentation graphique, la valeur de a'_G de l'accélération du centre d'inertie.
 c. En vertu des résultats trouvés au 1-c) et 2-b) montrer qu'il existe des frottements sur le plan incliné. En déduire la valeur de la force de frottement

EXERCICE 4 (BAC C session 2006)

I

Un train dont la masse totale est $M = 6.10^5 \text{ kg}$ démarre et atteint la vitesse $v = 10 \text{ m/s}$ en 10 min sur une voie rectiligne et horizontale.

- calculer la valeur a de l'accélération du train.
- Calculer la distance d parcourue pour atteindre cette vitesse.
- Les forces de frottement qui s'exercent sur le train sont équivalentes à une force unique f de sens opposé à celui du vecteur vitesse V du train et de valeur constante égale à 2.10^4 N .
 - En utilisant le théorème du centre d'inertie, calculer la valeur de la force motrice F exercée sur le train.
 - Représenter les forces appliquées au centre d'inertie O du train.

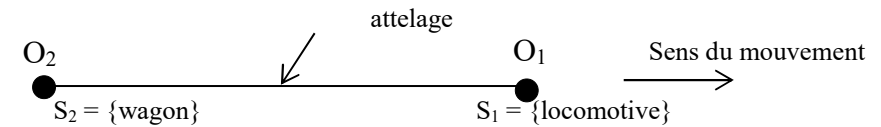
II

1- Le train est constitué de deux parties : la locomotive de masse $M_1 = 10^5 \text{ kg}$ et les wagons de masse $M_2 = 5.10^5 \text{ kg}$. f_1 et f_2 sont respectivement les forces de frottement qui s'exercent sur la locomotive et les wagons.

Les wagons et la locomotive sont reliés par un système d'attelage de masse négligeable devant celles des deux parties.

Soit O_1 le centre d'inertie du système S_1 formé par la locomotive et O_2 celui du système S_2 constitué par les wagons. T_L et T_W représentent respectivement les forces de traction exercées par la locomotive.

Reproduire le schéma et représenter les forces extérieures s'exerçant sur les systèmes S_1 et S_2 .



2- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique au système S_1 , montrer que

$$T_W = F - f_1 - \frac{M_1 V^2}{2d}$$

Calculer sa valeur.

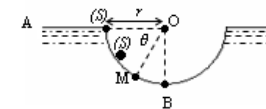
On supposera que $f_1 = 2,5.10^3 \text{ N}$ pour la suite de l'exercice.

3- En utilisant le théorème du centre d'inertie, vérifier que $T_L = 2,55.10^4 \text{ N}$

4- Comparer T_L et T_W . Quelle est la nature de ces forces pour le système {train} ?

EXERCICE 5

Un solide (S) assimilable à un point matériel de masse $m = 10g$, peut glisser à l'intérieur d'une demi sphère de centre O et de rayon $r = 1,25m$. On le lâche d'un point A sans vitesse initiale. Sa position à l'intérieur de la demi sphère est repérée par l'angle θ .



1° On admet que le solide (S) glisse sans frottement.

- a- Exprimer sa vitesse au point M en fonction de g, r et θ . Calculer sa valeur au point B ($g = 10 \text{ m.s}^{-2}$)

b- Quelles sont en M les caractéristiques de la force exercée par la demi sphère sur le solide ? Exprimer l'intensité de cette force en fonction de g, m et θ . Calculer sa valeur au point B .

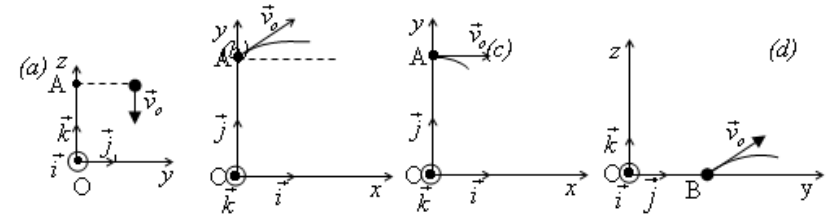
2° En réalité le solide (S) arrive en B avec une vitesse $v_B = 4,5 m.s^{-1}$. Il est donc soumis à une force de frottement \vec{f} dont on admettra qu'elle est de même direction que la vitesse \vec{v} du mobile, mais de sens opposé et d'intensité constante. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique déterminer f .

MOUVEMENT DANS UN CHAMP UNIFORME

EXERCICE 1

Sur les figures ci-dessous un solide ponctuel (S) est lancé avec le vecteur vitesse \vec{v}_0 dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. On prendra comme origine des dates l'instant où le solide (S) est lancé, α est l'angle que fait \vec{v}_0 avec l'horizontale.

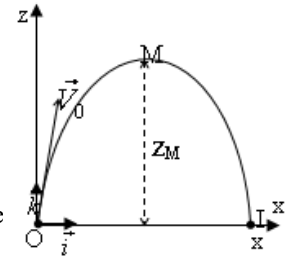
- 1° Etablir les équations horaires du solide. On donne $OA = h$ et $OB = d$.
- 2° Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire de ce solide et en déduire sa nature.



EXERCICE 2

A partir du point O d'un plan (O, \vec{i}, \vec{j}) un projectile est lancé dans le champ de pesanteur avec une vitesse initiale V_0 faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. ($g = 10 m.s^{-2}$)

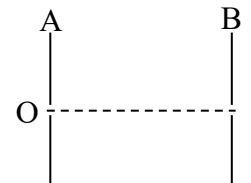
- 1- Etablir les équations horaires du mouvement.
- 2- Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire.
- 3- La portée horizontale est l'abscisse x_I du point d'impact I du projectile avec le plan horizontal.
 - 3.1- Exprimer x_I en fonction de V_0, g et α .
 - 3.2- Calculer V_0 sachant que $x_I = 11,4 m$.
- 4- La flèche est l'altitude maximale z_M atteinte par le projectile
 - 4.1- Exprimer z_M en fonction de V_0, g et α .
 - 4.2- Calculer z_M .



EXERCICE 3

Un faisceau d'électrons pénètre en O entre deux plaques A et B où règne un champ électrostatique uniforme (voir schéma).

- 1- Déterminer le signe de la tension U_{AB} appliquée entre les deux plaques.
- 2- Représenter la force électrostatique, le vecteur champ électrostatique et la tension U_{AB} .
- 3- On donne $U_{AB} = |500 V|$ et la distance $AB = d = 10 cm$
Déterminer la valeur du champ électrostatique.



EXERCICE 4

Le dispositif étudié dans cet exercice se trouve dans une enceinte où règne le vide. Des électrons pénètrent avec une vitesse \vec{v}_0 horizontale à l'intérieur d'un condensateur plan. Entre les deux plaques horizontales P_1 et P_2 de ce condensateur séparées par la distance d est appliquée une tension constante $U = V_{P1} - V_{P2} = 140V$. On admettra que le champ électrostatique uniforme qui en résulte agit sur les électrons sur une distance horizontale l mesurée à partir du point O. (Voir figure).

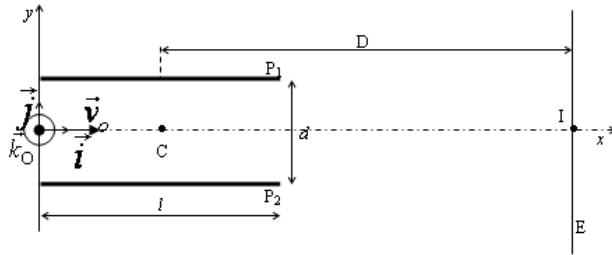


fig 1

1° Comparer les valeurs du poids d'un électron et de la force électrostatique qu'il subit à l'intérieur du condensateur. Que peut-on en conclure ?

2-a) Représenter le vecteur champ électrostatique \vec{E} créé par entre les plaques.

2-b) Etablir les équations horaires du mouvement d'un électron et montrer que sa trajectoire est plane. On précisera ce plan.

2-c) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire de l'électron.

3-a) De quelle distance verticale les électrons sont-ils déviés à la sortie du condensateur ? Justifier.

3-b) Quelle est la condition pour que les électrons sortent du champ électrostatique en gardant la même valeur v_0 ci-dessus.

4° Ces électrons forment un spot sur un écran fluorescent E placé perpendiculairement à ox à la distance D du centre C du condensateur.

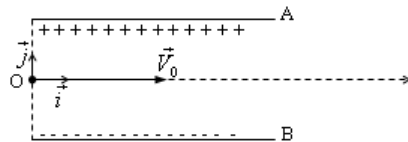
Déterminer la distance (H) de ce spot au centre I de l'écran appelé déflexion électrostatique.

On donne : -masse de l'électron $m_e = 9,1.10^{-31}kg$; charge élémentaire $e = 1,6.10^{-19}C$

$$-g = 9,8 \text{ m.s}^{-2} ; d = 3\text{cm} ; l = 15\text{cm} ; D = 20\text{cm} \text{ et } v_0 = 3.10^4 \text{ km/s}.$$

EXERCICE 5

Deux plaques parallèles de longueur l séparées par une distance d sont soumises à une d.d.p. U. On injecte un proton de masse m_p et de charge e avec une vitesse initiale $\vec{V}_0 = V_0 \vec{i}$ au point O milieu des plaques.



1. Etablir l'expression du vecteur accélération du proton.

2.

2.1- Compléter le tableau suivant :

	Accélération	Vitesse initiale	Position initiale
Axe (Ox)	$a_x =$	$V_{ox} =$	$x_o =$
Axe (Oy)	$a_y =$	$V_{oy} =$	$y_o =$

2.2- Exprimer les vecteurs vitesse \vec{V} et position \vec{OM} en fonction du temps t, des vecteurs \vec{E} , \vec{V}_0 et \vec{OM}_0 .

2.3- En déduire les équations horaires (vitesse et position) du mouvement dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) .

2.4- Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire en fonction de U, m, d, e et V_0 .

3. Le proton sort du champ électrostatique en S.

3.1- Déterminer les coordonnées de S.

3.2- Déterminer les coordonnées de V_s . En déduire sa valeur.

Données : $U = 600 \text{ V} ; d = 1,5 \text{ cm} ; l = 2,5 \text{ cm} ; V_0 = 10^6 \text{ m.s}^{-1} ; e = 1,6.10^{-19} \text{ C} ; m_p = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$

EXERCICE 5 (Extrait BACCALAUREAT SERIE D, 2^{ème} SESSION, 2005)

AKPA lance à son ami MEL, une orange de masse $m = 200 \text{ g}$. MEL se trouve au bord d'une rivière derrière une termitière (voir figure ci-dessous).

L'orange est lancé d'un point A, dans un plan vertical avec une vitesse \vec{V}_0 faisant un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale. On néglige l'action de l'air sur l'orange. On donne $OA = h_0 = 2 \text{ m}$

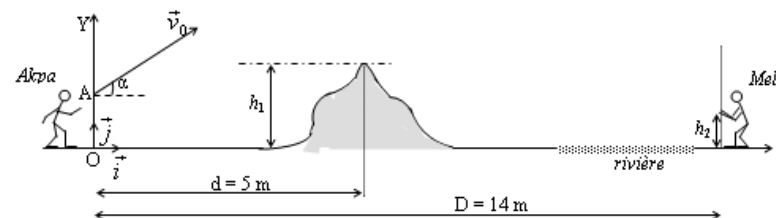
1- Déterminer :

1- Déterminer :

1-1 les relations donnant les coordonnées $x(t)$ et $y(t)$, du centre d'inertie G de l'orange en fonction g , V_0 , α et t (l'origine des temps est l'instant du lancé),

1-2 l'équation cartésienne de la trajectoire du point G dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j})

et faire l'application numérique. $g = 10 \text{ m.s}^{-2} ; V_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$.



OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES

2- La termitière se trouve à la distance $d = 5$ m du point O et sa hauteur est $h_1 = 4$ m.

L'équation cartésienne de la trajectoire de G dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) s'écrit :

$$y = -0,10 x^2 + x + 2.$$

Montrer que l'orange passe au-dessus de la termitière.

3- MEL se trouve à 14 m de son ami AKPA. Pour attraper l'orange, il tend ses mains à une hauteur

$h_2 = 1,5$ m du sol et ne bouge pas.

3-1 MEL pourra-t-il intercepter l'orange ?

3-2 Sinon tombera-t-elle dans la rivière ou derrière lui ?

EXERCICE 1

Le centre d'inertie G d'un solide de masse $M = 200$ g, attaché à l'extrémité libre d'un ressort à spires non jointives, a un mouvement rectiligne sinusoïdal dont l'équation horaire est :

$$x(t) = 10 \cos\left(12t - \frac{\pi}{6}\right), \quad x \text{ en cm, } t \text{ en secondes.}$$

1- Déterminer, pour les oscillations du pendule :

1-1- l'amplitude,

1-2- la période propre,

1-3- la fréquence propre.

2- Donner l'expression de la vitesse du centre d'inertie G. En déduire la vitesse maximale du solide.

3- Calculer l'élongation du mouvement à $t = 1$ s.

4- Calculer la constante de raideur k du ressort.

EXERCICE 2

Un solide de masse $m = 100$ g est fixé à l'extrémité libre d'un ressort horizontal, à spires non jointives. La raideur du ressort est $k = 40 \text{ N.m}^{-1}$. Le solide oscille horizontalement sans frottements lorsqu'il est écarté de sa position d'équilibre puis lâché.

1-

1-1- Représenter sur un schéma les forces qui s'exercent sur le solide à une date t quelconque.

1-2- Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide.

2- Exprimer et calculer les valeurs de la pulsation ω_0 , de la période T_0 , et de la fréquence propre f_0 .

3- A l'instant $t = 0$ choisit comme origine des dates, l'abscisse du mobile est $x_0 = 5$ cm. On lui communique une vitesse initiale $v_0 = 0,6 \text{ m.s}^{-1}$ dirigé vers la position d'équilibre. L'équation horaire du mouvement du mobile est de la forme $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$. Ecrire l'équation horaire du mouvement.

EXERCICE 3

Un ressort à spires non jointives, de longueur à vide $l_0 = 10$ cm peut être allongé ou raccourci au maximum de 8,5 cm.

1- Le ressort pend verticalement. En attachant un objet de masse $m = 100$ g à son extrémité inférieure, sa longueur totale devient $l = 15$ cm.

1-1 Faire un schéma et représenter les forces s'exerçant sur le solide.

1-2 Calculer la raideur k du ressort, on donne $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

2- Le ressort attaché au solide de masse $m = 100$ g est maintenant horizontal. Le solide écarté de sa position d'équilibre se met à osciller.

2-1- Etablir l'équation différentielle du mouvement.

2-2- Déterminer la pulsation propre ω_0 , la période propre T_0 et la fréquence propre f_0 des oscillations.

3- Le solide est écarté de sa position d'équilibre tel que son abscisse soit $x_0 = 5,5$ cm.

Ecrire l'équation horaire du mouvement dans les cas suivants :

3-1- Le solide est lâché sans vitesse initiale à la date $t = 0$.

3-2- Le solide est lâché sans vitesse initiale, et passe pour la première fois par la position d'équilibre.

3-3- Le mobile est lâché à la date $t = 0$ avec une vitesse initiale vers les x croissants, tel qu'il subisse ensuite son raccourcissement maximal.

EXERCICE 4

On dispose d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k . A l'une de ses extrémités on accroche un solide (S), pouvant glisser sans frottements sur une tige horizontale passant par son centre. On étudie le mouvement du centre d'inertie G du solide dans le repère (O, i) , O étant la position de G à l'équilibre.

On écarte (S) de sa position d'équilibre, et on le libère sans vitesse initiale. A l'instant $t = 0$ choisi comme origine des temps, son abscisse est x_0 , son vecteur vitesse v_0 est dirigé vers la position d'équilibre.

On donne : $m = 0,2$ kg ; $k = 5$ N.m⁻¹ ; $x_0 = +3$ m ; $v_0 = 0,1$ m.s⁻¹.

1- Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur à l'instant $t = 0$. On considère l'énergie potentielle élastique nulle à la position d'équilibre.

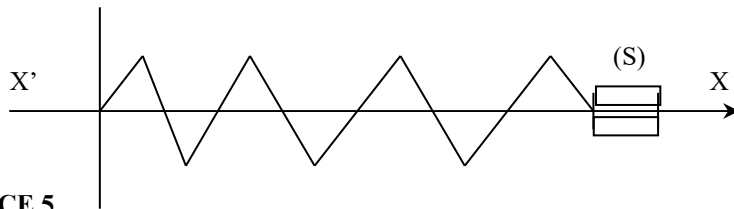
2- En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique, déterminer :

2-1- La vitesse de (S) au passage par la position d'équilibre.

2-3- Les positions de G pour lesquelles la vitesse s'annule.

2-3- L'équation différentielle du mouvement de G

3- En déduire l'équation horaire du mouvement en respectant le choix de l'origine des dates précisée plus haut.



EXERCICE 5

Un ressort de masse négligeable, repose sur un support horizontal. Il est astreint à se déplacer selon la verticale. Son extrémité supérieure supporte un plateau de masse M , sur lequel est posée une petite bille de masse m .

La longueur à vide du ressort est l_0 , sa constante de raideur est k . On écarte l'ensemble de sa position d'équilibre en comprimant le ressort d'une longueur a , puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

1. Montrer que le mouvement est celui d'un oscillateur harmonique dont on précisera les caractéristiques.

2. Montrer qu'à un certain moment, la bille décolle du plateau. Déterminer cette date et la position où se produit la séparation.

EXERCICE 6

Les forces de frottement sont négligeables. On prendra $g = 10$ m.s⁻².

Un solide ponctuel S_1 de masse $m_1 = 50$ g, est lâché sans vitesse initiale d'un point A et glisse sur un plan incliné formant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. Après un parcours $AB = l = 1$ m, il aborde un plan horizontal sur lequel il continue de glisser, avant de heurter un solide ponctuel S_2 de masse $m_2 = 200$ g, immobile avant le choc.

Calculer la valeur de la vitesse v_1 de S_1 juste avant le choc avec S_2

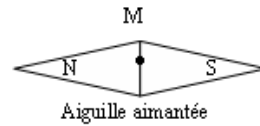
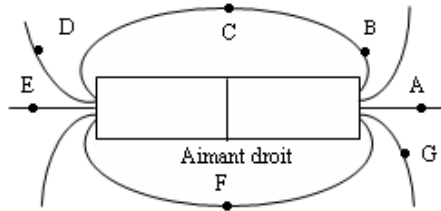
Lors du choc, les deux s'accrochent et forment un ensemble solidaire S de masse m . En appliquant la conservation du vecteur quantité de mouvement du système (S_1, S_2) , calculer la valeur de la vitesse v_g de G juste après le choc.

Le solide S_2 est fixé à un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de constante de raideur $k = 50$ N.m⁻¹. L'autre extrémité du ressort C est fixe. Juste avant le choc le ressort est immobile. Après le choc, l'ensemble S reste lié au ressort et continue son mouvement. Les spires restent non jointives. La position de G est repérée sur l'axe $(x'x)$ indiqué sur le schéma. On prendra pour origine des abscisses la position du point G à la date du choc et pour origine des dates, la date du choc. Calculer l'abscisse x_m de la position extrême atteinte par le point G .

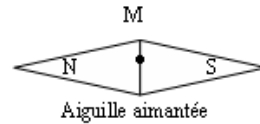
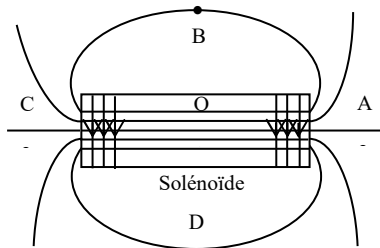
CHAMP MAGNETIQUE

EXERCICE 1

- 1 - On considère le schéma représenté ci-dessous :
 - 1.1- Indiquer les pôles de l'aimant.
 - 1.2 - Orienter les lignes de champ et représenter les vecteurs champ magnétiques aux points indiqués sur le schéma.

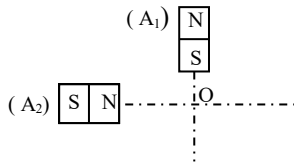


- 2- On considère le schéma représenté ci-dessous. Le solénoïde est parcouru par un courant
 - 2.1-Indiquer les faces de la bobine.
 - 2.2-Orienter les lignes de champ.
 - 2.3-Représenter les vecteurs champ magnétiques aux points indiqués sur le schéma.
 - 2.4-Indiquer les pôles de l'aiguille aimantée.



EXERCICE 2

En un point O de l'espace se superposent deux champs magnétiques B_1 et B_2 créés par deux aimants A_1 et A_2 dont les directions sont perpendiculaires et de normes $B_1=30\text{mT}$ et $B_2 =40\text{ mT}$.



1-Représenter le champ résultant \vec{B} en O. (Echelle : $1\text{cm} \leftrightarrow 5\text{ mT}$).

2-Calculer la norme de \vec{B} et $\alpha = (\vec{B}, \vec{B}_1)$.

3-Quelle est la position prise par une aiguille aimantée placée en O ?

EXERCICE 3

On enroule un fil de longueur $l = 150\text{m}$ de façon à obtenir un solénoïde de rayon $R_s = 4\text{cm}$, de longueur $l_s = 0,60\text{m}$.

1-a Déterminer le nombre de spires N du solénoïde.

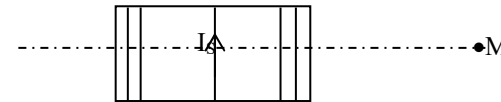
1-b Combien ce solénoïde comporte-t-il de spires n_s par mètre ?

2° Déterminer et calculer la valeur du champ magnétique \vec{B}_S créé à l'intérieur de ce solénoïde lorsqu'il est traversé par un courant d'intensité $I_s = 6\text{A}$.

3° Représenter et orienté sur le schéma ci-dessous :

a- deux lignes de champ à l'intérieur du solénoïde de part et d'autre de l'axe. Prolonger ces lignes de champ à l'extérieur du solénoïde à partir des deux faces.

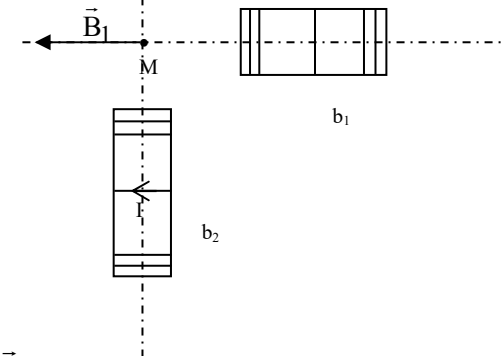
b- Le champ magnétique \vec{B}_M créé par le solénoïde en un point M situé sur l'axe. Justifier le sens de \vec{B}_M



EXERCICE 4

On approche deux bobines b_1 et b_2 parcourues par des courants I_1 et I_2 respectivement de sorte que ces bobines créent en un point M de leur axe des champs magnétiques

\vec{B}_1 et \vec{B}_2 respectivement. Voir figure ci-après



-Représenter le vecteur champ \vec{B}_2 et la résultante des champs au point M noté \vec{B}_M .

-Préciser le sens de I_1

On fait varier l'intensité I du courant traversant un solénoïde. On note pour chaque valeur de I la valeur B_0 du champ magnétique créé au centre O du solénoïde. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau ci-dessous.

B_0 (mT)	0,63	1,25	1,88	2,51	3,14	3,44	4,40	5,00
I (A)	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00

1-Tracer le graphe $B_0 = f(I)$. Echelle : 2 cm \leftrightarrow 1mT et 3 cm \leftrightarrow 1 A .

2- Montrer que B_0 est de la forme $B_0 = k.I$ et déterminer graphiquement k .

3-Rappeler l'expression du champ magnétique B_0 en fonction de μ_0 , n (nombre de spires par mètre) et I .

4-Déduire de tout ce qui précède la valeur de n . On donne : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$.

MOUVEMENT DANS UN CHAMP MAGNETIQUE UNIFORME

EXERCICE 1

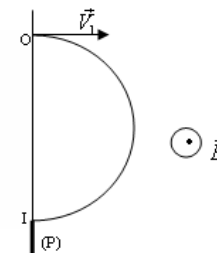
Sur les schémas ci-dessous doivent figurer \vec{V} , \vec{B} et \vec{F} (\vec{F} force de Lorentz). Sachant que V est orthogonal à B , déterminer la direction et le sens du vecteur manquant.

$q > 0$					
$q < 0$					

EXERCICE 2

Un ion ${}^{20}_{10}\text{Ne}^{2+}$ de masse $m_1 = 3,34 \cdot 10^{-26}$.kg de vitesse $v_1 = 1,96 \cdot 10^5$ m.s⁻¹ pénètre en O dans un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire à \vec{v}_1 et de valeur $B = 0,2$ T . Il décrit un demi-cercle et revient sur la paroi d'entrée (P) où son impacte est repéré par une plaque photographique en un point I_1 . On donne $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

1-Calculer l'intensité de la force \vec{f} qui s'exerce sur la particule.



2-Déterminer le rayon de la trajectoire.

3-Représenter la trajectoire et le vecteur force \vec{f} en O et en M (M étant un point quelconque de la trajectoire). Echelle : $1\text{cm} \leftrightarrow R = 2\text{ cm}$
 $4\text{ cm} \leftrightarrow 10^{-14}\text{ N}$

4-Un autre ion ${}^{22}_{10}\text{Ne}^{2+}$ de masse $m_2 = 3,67 \cdot 10^{-26}\text{ kg}$ pénètre dans le champ en O avec la même vitesse \vec{v}_1 et recueilli sur la plaque (P) en I_2 tel que $OI_2 > OI_1$.

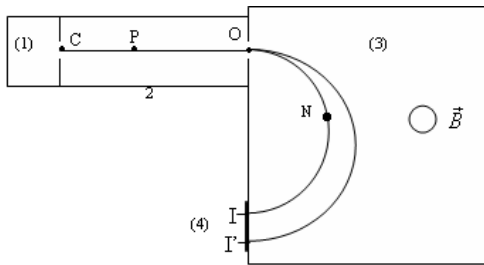
4.1-Exprimer la distance $D = I_1I_2$ en fonction de v , e , B , m_1 et m_2 .

4.2-Calculer D.

EXERCICE 2

Le potassium naturel est un mélange de deux isotopes ${}^{39}\text{K}$ et ${}^4\text{K}$. L'isotope ${}^{39}\text{K}$ est le plus abondant.

Le but de l'exercice est de déterminer le nombre de nucléons A du deuxième isotope ainsi que le pourcentage de chacun des isotopes dans le potassium naturel. On utilise pour cela un spectrographe de masse.



Un échantillon du potassium est vaporisé, puis ionisé. Les ions ${}^{39}\text{K}^+$ et ${}^4\text{K}^+$ ainsi produits sont accélérés dans le vide entre C et O par un champ électrique E. Ils entrent ensuite dans une chambre de déviation où règne un champ magnétique uniforme B.

Un écran luminescent permet de repérer l'impact des ions.

On donne : -masses respectives des ions ${}^{39}\text{K}^+$ et ${}^4\text{K}^+$: $m = 39u$; $m' = A.u$
 avec $u = 1,67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$
 -charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$.

On néglige le poids des ions par rapport aux autres forces.

I- Etude du mouvement des ions dans la chambre d'accélération.

Les ions partant de C avec une vitesse pratiquement nulle et arrivent en O avec une vitesse colinéaire à $|\text{CO}|$.

1.1- Représenter qualitativement (direction et sens) la force \vec{f}_e exercée sur un ion se trouvant en P.

1.2- En déduire le sens et la direction du champ électrique ainsi que le signe de la tension

$$U = U_{\text{co}} = V_c - V_0.$$

2- Justifier les réponses sans calcul.

2.1-Les deux types d'ions sont-ils soumis à la même force électrique ?

2.2-Les deux types d'ions subissent-ils la même accélération ?

2.3-Les deux types d'ions ont-ils la même énergie cinétique à leur passage en O ?

2.4- Les deux types d'ions ont-ils la même vitesse à leur passage en O ?

3-

3.1-Etablir l'expression de la vitesse v des ions ${}^{39}\text{K}^+$ à leur passage en O, en fonction de e , U et u .

3.2-En déduire sans nouveau calcul l'expression de la vitesse v' des ions ${}^4\text{K}^+$ à leur passage en O en fonction de e , U , A et u .

II- Etude du mouvement des ions dans la chambre de déviation.

Les ions issus de O pénètrent dans la chambre (3) où ils décrivent des trajectoires circulaires.

1- En un point N de l'une des trajectoires, représenter le vecteur vitesse d'un ion et la force magnétique \vec{f}_m exercée sur cet ion. En déduire le sens du vecteur \vec{B} (compléter la figure).

2- Montrer que les ions sont animés d'un mouvement uniforme. On représentera le vecteur accélération au point N.

3-

3.1- Montrer que la trajectoire des ions ${}^{39}\text{K}^+$ a un rayon $R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78u.U}{e}}$.

3.2- En déduire (sans nouveau calcul) l'expression du rayon R' de la trajectoire des ions ${}^4\text{K}^+$.

3.3-Calculer numériquement la distance D entre O et le point d'impact sur l'écran luminescent des ions ${}^{39}\text{K}^+$ dans le cas où $U = 10^3\text{ V}$ et $B = 0,1\text{ T}$.

III- Détecteur des ions

Sur l'écran luminescent, on observe deux taches I et I'. La tache I correspond à l'isotope ${}^{39}\text{K}^+$.

1- L'isotope ${}^4\text{K}^+$ est-il « plus lourd » ou « plus léger » que l'isotope ${}^{39}\text{K}^+$? Justifier.

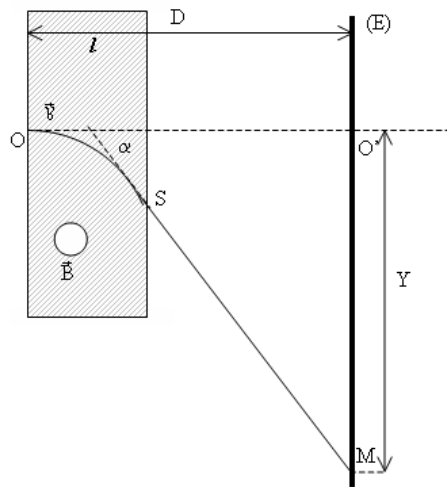
2- Exprimer IO et I'O en fonction des rayons des trajectoires et montrer que

$$\frac{IO'}{IO} = \sqrt{\frac{A}{39}}$$

- 3- On ajuste les valeurs de U et de B de telle sorte que $IO = 60$ cm. On mesure ensuite la distance IO' . On trouve $IO' = 1,5$ cm. En déduire la valeur de A.
- 4- En I et I' on place des « compteurs » de particules. Pendant la même durée, on a dénombré $n = 2216$ impacts au point I et $n' = 163$ impacts au point I'. En déduire la composition isotopique du potassium naturel (pourcentage de chacun des isotopes).

EXERCICE 3 : Déflexion magnétique

Dans un référentiel supposé galiléen, on considère un électron de masse m pénétrant dans un champ magnétique uniforme \vec{B} avec une vitesse \vec{v}_0 orthogonale aux lignes de champ. (Voir figure).



L'électron traverse la zone du champ magnétique de largeur $l = 1$ cm et va frapper un écran en un point M.

L'écran est placé à une distance $D = 50$ cm de O.

- 1-a Donner l'expression de la force subie par un électron dans le champ magnétique.
- 1-b Représenter sur le schéma le vecteur champ magnétique \vec{B} . Justifier.
- 1-c Pourquoi l'action d'un champ magnétique ne peut-elle pas faire varier l'énergie cinétique d'une particule chargée. Justifier.
- 2- Montrer que le mouvement de l'électron dans le champ magnétique uniforme est circulaire uniforme.

Etablir l'expression du rayon de courbure en fonction de m , v_0 , e et B .

- 3- Le dispositif est tel que $l \ll R$, α petit tel que $OS = l$;

- 3-a Déterminer l'angle de déviation de α de l'électron en fonction de m , v_0 , e , B et l .
- 3-b Etablir l'expression de la déflexion magnétique $O'M = Y$ en fonction m , e , v_0 , B , l et D .

- 3-c Calculer Y si $v_0 = 5.10^4$ km/s et $B = 2,5.10^{-3}$ T.

On donne : - charge élémentaire $e = 1,6.10^{-19}$ C

- masse d'un électron : $m = 9,1.10^{-31}$ kg. On négligera l'action de la pesanteur.

EXERCICE 4 : Le cyclotron

En 1929, Lawrence conçoit l'idée du cyclotron, premier accélérateur circulaire de particules

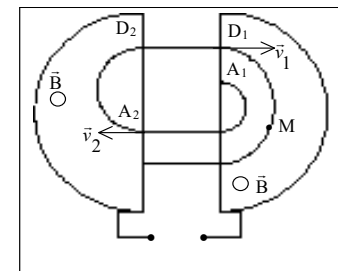
L'appareil comporte un gros électro-aimant source de champ magnétique uniforme, une chambre à vide en forme de disque placée entre les deux électrodes demi-cylindriques en forme de D, le placés dos à dos dans la chambre. Ces «<Dee>>, placés dans un champ magnétique uniforme et constant, perpendiculaire au plan de la figure, sont reliés à un oscillateur haute fréquence.

Une particule de charge q et de masse m , qui entre en A_1 avec une vitesse \vec{v}_1 dans le «<Dee>> D_1 , décrit un demi-cercle de rayon $R_1 = mV_1 / |q|B$ pendant le temps $t_1 = \pi R_1 / V_1$. Dans l'espace inter-électrodes, la particule soumise à un champ électrique tangentiel à la trajectoire est accélérée, elle aborde le deuxième «<Dee>> D_2 en A_2 avec une vitesse \vec{v}_2 et décrit un demi-cercle de rayon $R_2 > R_1$ en un temps $t_2 = \pi R_2 / V_2$.

La tension sinusoïdale appliquée entre les électrodes change de signe après chaque demi-tour de la particule dans un «<Dee>>. La période de cette tension étant $T = 2\pi m / |q|B$, une particule décrit successivement dans chaque «<Dee>> des demi-cercles de rayon de plus en plus grand avec une vitesse dont la valeur est de plus en plus grande et donc avec une énergie de plus en plus grande.

Les particules chargées extraites lorsqu'elles parviennent à l'extrémité de l'enceinte de rayon R_{\max} ont alors une énergie $E_{\max} = q^2 B^2 R_{\max}^2 / 2m$ et sont dirigées contre une cible.

Le premier cyclotron construit en 1931 avait un diamètre de 13 cm et pouvait fournir des protons ayant jusqu'à 80 keV. Les cyclotrons permettent actuellement d'obtenir des énergies de quelques dizaines de MeV pour des protons.



Données : Charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

Masse d'un proton $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$

Le poids d'une particule chargée est négligeable par rapport à la force électrique ou à la force magnétique qu'elle subit.

1. Action du champ magnétique sur le mouvement des particules

- a) Quel est le rôle du champ magnétique \vec{B} uniforme existant ?
- b) Donner l'expression de la force subie par une particule chargée dans champ magnétique. Pourquoi l'action d'un champ magnétique ne peut-elle pas faire varier l'énergie cinétique d'une particule chargée ?
- c) La figure du texte fait apparaître un point M. Représenter sur la copie, au point M, le vecteur vitesse \vec{v} et la force magnétique \vec{F} exercée sur une particule chargée. En considérant que les particules chargées sont des protons H^+ , préciser le sens du champ magnétique.
- d) Préciser les caractéristiques du mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme, perpendiculaire à sa vitesse initiale. En utilisant le théorème du centre d'inertie, établir l'expression du rayon de courbure de la trajectoire.
- e) Montrer que la durée de parcours dans chaque <<Dee>> est indépendante du rayon de courbure de la trajectoire.

2. L'accélération s'effectue à chaque passage entre les deux <<Dee>>.

- a) Quelle est la cause de l'augmentation de la vitesse d'une particule chargée dans un accélérateur comme le cyclotron ?
- b) Pourquoi faut-il changer le signe de la tension appliquée entre les électrodes après chaque demi-tour d'une particule chargée ?
- c) Pourquoi la période de la tension est-elle que $T = 2\pi m / |q|B$?
- d) Soit $U = |V_1 - V_2|$ la valeur absolue de la tension entre les deux <<Dee>> au moment d'une traversée. Exprimer la variation d'énergie cinétique d'un proton H^+ lors d'une traversée, puis après un tour dans le cyclotron.

3. Energie maximale

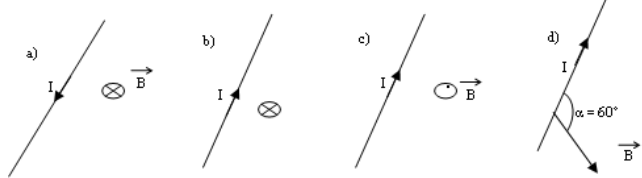
- a. Etablir l'expression $E_{\text{max}} = q^2 B^2 R_{\text{max}}^2 / 2m$.
- b. Calculer la valeur de B dans le premier cyclotron construit.
- c. Quels sont les facteurs qui limitent la valeur maximale de l'énergie obtenue pour des particules chargées données ?

LOI DE LAPLACE

EXERCICE 1

Un conducteur de longueur $l = 10 \text{ cm}$ est parcouru par un courant électrique d'intensité $I = 4 \text{ A}$. Il est entièrement plongé dans un champ magnétique uniforme \vec{B} de valeur $B = 10^{-2} \text{ T}$.

1- Dans chacun des cas suivants, représenter la force de Laplace qui agit sur le conducteur.



EXERCICE 2

Un conducteur de longueur l , est parcouru par un courant d'intensité I . Le conducteur entièrement plongé dans un champ magnétique uniforme \vec{B} est soumis à la force de Laplace \vec{F} .

Sur chacun des schémas ci-dessous représenter le vecteur qui manque.



EXERCICE 3

Un conducteur, de longueur l et de masse m est susceptible de tourner autour d'un axe horizontal passant par le point A (voir figure). Dans sa position d'équilibre le conducteur fait un angle α avec la verticale. Il est alors parcouru par un courant d'intensité I . La portion du conducteur parcouru par le courant et soumise au champ magnétique \vec{B} est symétrique par rapport au centre d'inertie G du conducteur.

1-

1.1- Pourquoi le conducteur s'écarte-t-il ?

1.2- Donner le sens de \vec{B} .

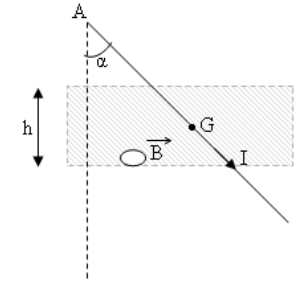
2- Exprimer l'intensité de la force de Laplace en fonction de α , I , h et B .

3- Représenter sur un schéma, les autres forces qui agissent sur le conducteur.

4- Ecrire la relation entre les moments des forces traduisant l'équilibre du conducteur.

5- En déduire l'expression de l'intensité du courant en fonction de m , α , h et B .

6- Calculer I . On donne : $m = 20 \text{ g}$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $\alpha = 30^\circ$; $h = 5 \text{ cm}$; $B = 0,5 \text{ T}$.



EXERCICE 4

Un circuit électrique déformable est constitué par :

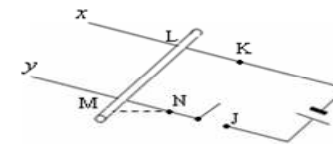
- un générateur de f.é.m $E = 12 \text{ V}$ de résistance interne $r = 0,8 \Omega$;
- un interrupteur J ;
- deux rails fixes Kx et Ny , rigides, parallèles, inclinés de $\alpha = 20^\circ$ par rapport à l'horizontale, de résistance négligeable ;
- une tige de cuivre qui repose sur les rails fixes en L et M , distants de $LM = l = 0,15 \text{ m}$.

Cette tige est horizontale, perpendiculaire aux rails fixes, elle peut glisser sur ceux-ci sans frottement, son centre d'inertie G est situé au milieu de LM , sa masse $m = 15 \text{ g}$. La tige

LM est entièrement baignée par un champ magnétique uniforme \vec{B} .

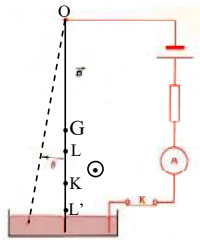
1- \vec{B} est perpendiculaire au plan des rails. On tient la tige LM immobile. On abaisse l'interrupteur J . on lâche la tige LM . Elle reste immobile. Déterminer le sens et le module de \vec{B} . $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

2- \vec{B} , en gardant le module précédent, devient vertical, dirigé vers le bas. On tient la tige LM immobile. On abaisse l'interrupteur J . On lâche la tige à l'instant $t = 0 \text{ s}$. Déterminer l'accélération \vec{a} de la tige à cette date. N.B. Dès que la tige prend de la vitesse, il apparaît dans cette tige un phénomène d'induction qui sera étudié ultérieurement, c'est pour cela que l'énoncé limite le calcul de \vec{a} au départ à vitesse nulle.



EXERCICE 5

Une tige de cuivre est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal Δ passant par son extrémité supérieure O. Elle est en équilibre, inclinée de $\theta = 30^\circ$ par rapport à la verticale. La tige est parcourue par un courant d'intensité I inconnue, de sens indiqué sur la figure. Elle est baignée sur la longueur $LL' = l = 7 \text{ cm}$ par un champ magnétique uniforme horizontal \vec{B} de module $B = 0,1 \text{ T}$. Le milieu K de LL' est à la distance $OK = 24 \text{ cm}$ de O. Le centre d'inertie de la tige est G tel que $OG = 15 \text{ cm}$, la masse de la tige est $m = 26 \text{ g}$. Déterminer I. On négligera le champ magnétique terrestre et l'action de contact du mercure. $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.



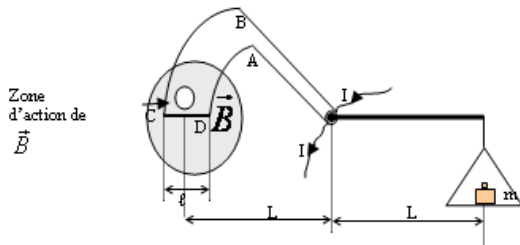
- 2.1-Tracé le graphe $m = f(I)$. Echelle : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,4 \text{ A}$; $1 \text{ cm} \leftrightarrow 0,2 \text{ g}$.
- 2.2-A l'aide du graphe, montrer que $m = a.I$ où a est une constante que l'on déterminera.
- 2.3-En déduire la valeur de B .On donne : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$; $l = CD = 2 \text{ cm}$.

EXERCICE 6

On se propose de déterminer la valeur du champ magnétique dans l'entrefer d'un aimant en U. Pour cela on utilise le dispositif de la balance de Cotton.

1- La balance est en équilibre.

- 1.1-Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées à la balance.
- 1.2-Donner la direction et le sens de la force de Laplace F s'exerçant sur la portion CD.



- 1.3-Montrer que les autres forces de Laplace n'ont aucune influence sur l'équilibre de la balance.
 - 1.4-Etablir la condition d'équilibre de la balance
- 2- On place différentes masses marquées dans le plateau de droite et on détermine l'intensité I nécessaire pour réaliser l'équilibre de la balance. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

m (g)	0,3	0,5	0,7	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,4
I (A)	0,4	0,8	1,25	1,6	2,1	2,6	2,9	3,3	3,6	4

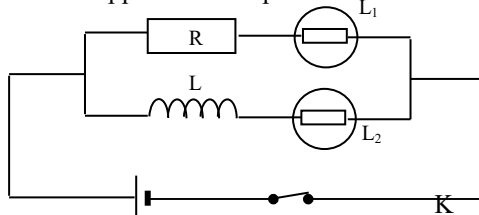
AUTO-INDUCTION

EXERCICE 1

On considère le schéma ci-dessous : Les deux lampes L_1 et L_2 sont identiques. La bobine et le résistor ont la même résistance.

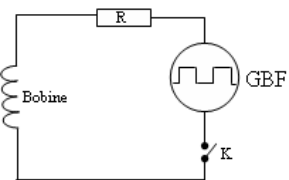
Quand on ferme l'interrupteur K, l'une des lampes s'allume avant l'autre.

- 1- Laquelle ?
- 2- Expliquer ce retard à l'allumage.
- 3- Comment appelle-t-on ce phénomène ?



EXERCICE 2

On considère le montage ci-dessous.



On veut visualiser à l'oscilloscope la tension aux bornes du générateur GBF sur la voie A et l'intensité qui traverse le circuit sur la voie B.

- 1- Reproduire le schéma avec tous les branchements nécessaires. Représenter les grandeurs électriques observées sur la voie A et sur la voie B.
- 2- Donner l'allure des oscillogrammes obtenus.
- 3- Quel est le rôle de la bobine ?
- 4- Quel phénomène physique a-t-on mis en évidence dans cette expérience ?

EXERCICE 3

Un solénoïde de rayon $r = 5$ cm, de longueur $l = 52$ cm et de résistance négligeable est constitué de

$N = 350$ spires jointives.

Le solénoïde est parcouru par un courant constant $I = 1,5$ A.

- 1- Déterminons l'intensité du champ magnétique créé à l'intérieur du solénoïde.
- 2- Déterminer l'expression du flux magnétique propre Φ_p à travers le solénoïde et en déduire celle de l'inductance L.
- Calculer Φ_p et L. On donne : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ S.I.
- 3- Calculer l'énergie magnétique emmagasinée dans le solénoïde.

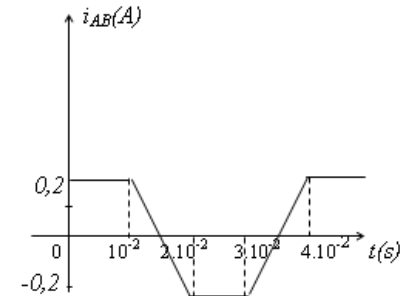
4- Le solénoïde est maintenant parcouru par un courant variable dont l'intensité passe linéairement de 1,5 A à 0 A pendant 10 ms.

Déterminer la f.é.m. d'auto-induction et la tension aux bornes du solénoïde.

EXERCICE 4

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

- 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 suivante.



- 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 $0 \leq t \leq 4 \cdot 10^{-2}$ s ? Calculer cette variation dans chaque cas.
- b) En déduire qu'il existe une force électromotrice d'auto-induction e dans la bobine 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 5

On dispose d'un générateur de signaux basses fréquences délivrant une tension alternative triangulaire symétrique. On associe ce générateur G, en série avec une bobine d'inductance L, de résistance négligeable, et un conducteur ohmique $R = 200\Omega$.

On relie la masse d'un oscilloscope bicourbe au point M, la voie A au point A, la voie B au point B.

1-a) Quelle est la grandeur électrique observée sur la voie A ? Quelle est celle observée sur la voie B ?

1-b) Reproduire sur la copie le schéma électrique du circuit et représenter les deux grandeurs électriques précédentes.

1-c) Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants :

- sensibilité verticale voie A : 200mV/division
- sensibilité verticale voie A : 5V/division
- durée du balayage horizontal : 1ms/division

Après avoir réglé les niveaux zéros des deux voies (Voir figure 1 ci-dessous) les oscillogrammes obtenus sont représentés dans la figure 2 ci-après.

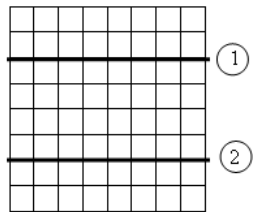
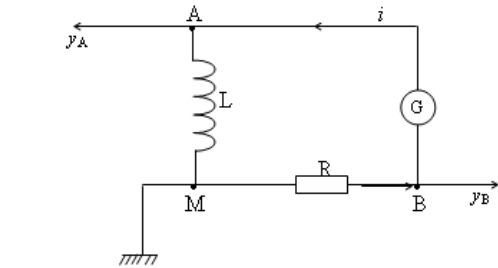


figure 1

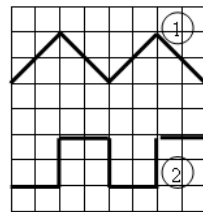


figure 2

Quelle est la fréquence de la tension délivrée par le générateur ?

2-a) Nommer le phénomène mis en évidence dans cette expérience.

2-b) Ecrire la relation $u_{AM} = -\frac{L}{R} \frac{du_{BM}}{dt}$ où u_{AM} et u_{BM} sont respectivement les tensions aux

bornes de la bobine et du conducteur ohmique.

2-d) Des deux oscillogrammes notés 1 et 2, retrouver celui correspondant à la voie A et celui correspondant à la voie B.

3- En utilisant les réglages de l'oscilloscope :

a- Déterminer les valeurs extrêmes de la tension u_{AM} bornes de la bobine.

b- A partir de la première demi-période des oscillogrammes de la figure 2,

calculer $\frac{du_{BM}}{dt}$

4-a) Dédire des questions 2 et 3, la valeur numérique du rapport $\tau = \frac{L}{R}$. τ s'exprime en seconde.

4-b) En déduire la valeur de l'inductance L .

EXERCICE 6

On branche en série aux bornes d'un générateur, un conducteur ohmique de résistance $R = 100\Omega$ et une bobine d'inductance $L = 25\text{mH}$ et de résistance négligeable (fig.1).

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

-Base des temps : 1ms/div .

-Voie 1 : 1V/div ; Voie 2 : 0,5V/div.

Les variations de u_1 sont données sur la figure 2.

1-Exprimer u_2 en fonction de R , L et u_1 .

2-Représenter u_2 sur la figure 2.

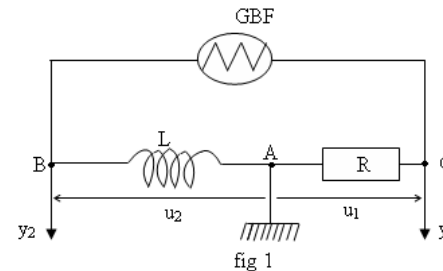


fig 1

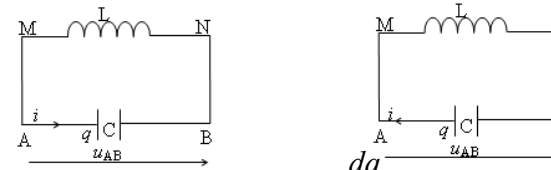


fig 2

OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES DANS UN CIRCUIT LC

EXERCICE 1

On considère les schémas de montage suivants :



1° Donner la relation entre i et $\frac{dq}{dt}$, puis entre u_{AB} et u_C .

2° Donner l'expression de u_C en fonction de q et C , puis l'expression de u_L en fonction de L et i , puis en fonction de L et q .

3° Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la tension $u_C = u$.

4° Etablir l'équation différentielle régissant les variations de la charge q .

EXERCICE 2

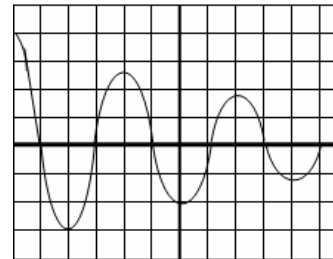
1-Un condensateur de capacité $C = 10^{-5}$ F est initialement chargé sous une tension constante U_0 .

A l'instant initial $t = 0$ s, il est connecté aux bornes d'une bobine d'inductance L .

1.1-Faire le schéma du montage.

1.2-Quel phénomène se produit-il entre le condensateur et la bobine ?

2-Un oscilloscope à mémoire permet d'obtenir l'oscillogramme ci-dessous.



base de temps : 5 ms / div

2.1-Interpréter l'allure de ce graphe.

Que peut-on dire de l'énergie électrique du circuit ?

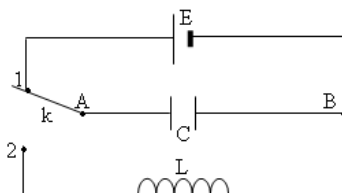
2.2-Mesurer la pseudo-période T des oscillations.

2.3-A quel phénomène électrique est dû l'amortissement des oscillations ?

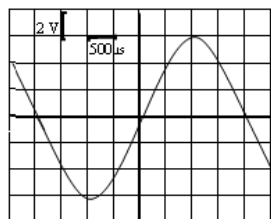
2.4-Calculer la valeur numérique de l'inductance L .

EXERCICE 3

On charge un condensateur de capacité $C = 0,8 \mu\text{F}$ à l'aide d'un générateur de f.è.m E du circuit représenté à la figure ci-dessous lorsque l'interrupteur k est placé dans la position 1.



On décharge ensuite dans la bobine d'inductance L et de résistance négligeable en basculant k en position 2. On visualise la tension aux bornes du condensateur et on observe l'oscillogramme ci-dessous :



- 1- Déterminer la charge maximale du condensateur.
- 2- Déterminer l'énergie maximale emmagasinée par le condensateur.
- 3- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de q .
- 4- Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.
- 5- Comment serait modifié l'oscillogramme si l'inductance de la bobine avait été divisée par 4 ?
- 6- Comment serait modifié l'oscillogramme si la résistance du circuit n'était pas négligeable ?
Donner l'allure de l'oscillogramme observé dans ce cas.

EXERCICE 4

- 1- Un condensateur de capacité C est chargé à l'aide d'un générateur de tension de force électromotrice U .
 - a- Quelle est la charge Q_0 du condensateur la fin de cette opération ? Calculer Q_0
 - b- Déterminer l'énergie E_0 emmagasinée par le condensateur. On donne $C = 33 \mu\text{F}$ et $U = 10\text{V}$
- 2- Le condensateur chargé est déconnecté du générateur et ses armatures sont reliées aux bornes d'une bobine.

Dans cette question, on suppose que cette bobine est purement inductive ($L = 120\text{mH}$). On observe ce qui se passe à l'aide d'un oscilloscope.

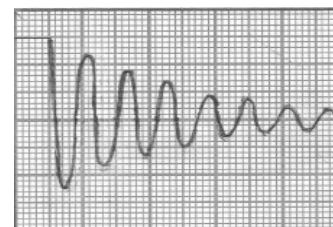
- a- Faire un schéma du circuit et préciser les connexions à l'oscilloscope. Quelle grandeur physique suit-on à l'écran ?
- b- Dessiner qualitativement le graphe observé à l'écran.
- c- Donner une interprétation énergétique du phénomène.
- d- Montrer qu'à tout instant t quelconque, l'énergie totale E du circuit peut s'écrire en fonction de la charge q du condensateur par :

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

- e- En dérivant l'équation (1), établir l'équation différentielle à laquelle satisfait la charge q .
On négligera toute perte d'énergie.
- f- En déduire l'équation différentielle vérifiée par la tension $u(t)$ qui existe entre les armatures du condensateur.
- g- Le condensateur possède la charge Q_0 à la fin de la charge. Le circuit constitué par le condensateur et la bobine a été fermé à l'instant $t = 0\text{s}$ pris comme origine des temps.
 - Déterminer l'expression de la charge instantanément $q(t)$ du condensateur en fonction du temps et des caractéristiques des composant du circuit.
 - Calculer la valeur maximale de l'intensité du courant dans le circuit.

h- Déterminer la pseudo-période T_0 des oscillations

- 3- En réalité, la résistance R n'est pas nulle : la bobine précédente est assimilable à L l'inductance pure précédente L en série avec une résistance R .
la tension entre les armatures du condensateur est observée à l'écran d'un oscilloscope à mémoire. On obtient l'oscillogramme ci-dessous.



Interpréter l'allure de ce graphe, que peut-on dire de l'énergie du circuit ?

- a- Déterminer la pseudo-période T des oscillations. L'échelle horizontale est 10ms/cm .
- b- A quel phénomène électrique est dû l'amortissement des oscillations ?

CIRCUIT RLC SERIE EN REGIME SINUSOÏDALE FORCE

EXERCICE 1

Un générateur délivre entre ses bornes une tension sinusoïdale

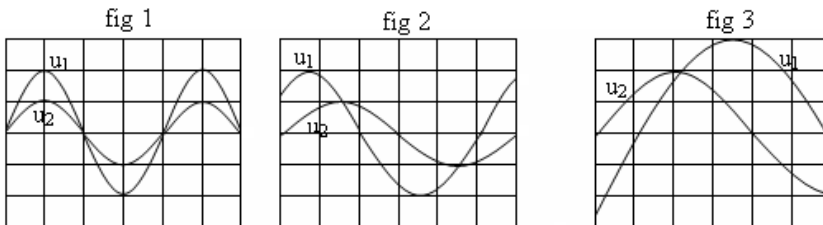
$$u_{AB} = 371 \cos(621t + \frac{\pi}{6}) \text{ avec } u_{AB} \text{ en volt et } t \text{ en seconde.}$$

- 1- Donner la valeur maximale U_m , la pulsation ω et la phase φ à l'origine des dates de la tension u_{AB} .
- 2- Calculer la valeur efficace U , la fréquence N et la période T de cette tension.
- 3- On branche aux bornes du générateur, un conducteur ohmique de résistance $R = 1000\Omega$.
 - 3.1-Déterminer l'expression $i(t)$ du courant qui travers le conducteur ohmique.
 - 3.2-En déduire l'intensité maximale I_m , la pulsation ω et la phase φ à l'origine des dates du courant.
 - 3.3-Calculer la valeur efficace I de l'intensité du courant.

EXERCICE 2

Les schémas ci-après représentent trois oscillographes. Préciser dans chaque cas :

- 1-La courbe en avance ou celle en retard.
- 2-Les amplitudes U_{1m} et U_{2m} .
- 3-Les tensions efficaces correspondantes U_1 et U_2 .
- 4-La période T , la fréquence N et la pulsation ω des tensions.
- 5-On donne : $u_1(t) = U_{1m} \cos(\omega t)$. Déterminer : $u_1(t)$ et $u_2(t)$.



u_1 (voie A) : 10V/div ; u_2 (voie B) : 5V/div ; balayage : 2ms/div.

EXERCICE 3

Un dipôle RLC série soumis à une tension excitatrice de fréquence variable, d'amplitude $10\sqrt{2}$, présente une résonance d'intensité de valeur $I_0 = 0,1A$ à la fréquence $N_0 = 1000Hz$.

On précise que la bobine est purement inductive.

1. Qu'appelle-t-on fréquence de résonance ?
Quelle relation existe-t-il entre L , C et N_0 ?
Calculer la capacité C sachant que $L = 47mH$.
2. Que vaut l'impédance du dipôle à la résonance ? En déduire la résistance R .

3. Calculer le facteur de qualité Q du circuit. Conclure.
4. Calculer l'intensité efficace.
5. Donner l'expression générale de la puissance moyenne consommée par le circuit en fonction de U , I et φ , puis en fonction de R et I . En déduire sous quelle forme apparaît cette puissance ?
Calculer cette puissance à la résonance.
6. Calculer les tensions efficaces aux bornes :
 - de la résistance R ;
 - de la bobine ;
 - du condensateur.

EXERCICE 4

Un circuit est constitué d'un conducteur ohmique de résistance $R = 200 \Omega$, d'une bobine d'inductance $L = 0,1H$ et de résistance négligeable et d'un condensateur de capacité $C = 1\mu F$ placé en série. Il est alimenté par un générateur BF qui délivre entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale u de fréquence $N = 250Hz$ et de valeur $U = 5V$.

- 1- Déterminer les impédances :
 - 1.1- Z du circuit RLC série.
 - 1.2- Z_R du conducteur ohmique.
 - 1.3- Z_b de la bobine.
 - 1.4- Z_c du condensateur.
- 2- Calculer l'intensité efficace I du courant qui travers le circuit.
- 3- Calculer les tensions efficaces :
 - 3.1- U_R aux bornes du conducteur ohmique.
 - 3.2- U_b aux bornes de la bobine.
 - 3.3- U_c aux bornes du condensateur.
- 4-
 - 4.1- Représenter le diagramme de Fresnel (Echelle : 1,5cm \leftrightarrow 1V).
 - 4.2- Déterminer graphiquement la phase φ entre la tension et le courant. Retrouver le résultat par le calcul.
 - 4.3- Le circuit est-il globalement inductif ou capacitif ?
- 5- Pour quelle valeur de la fréquence la tension aux bornes du GBF et le courant sont-ils en phase ? Quel phénomène observe-t-on ?

EXERCICE 5

Une compagnie d'électricité doit fournir une puissance $P_{AB} = 10 \text{ kW}$ à une installation fonctionnant sous une tension efficace $U = 220V$.

- 1-Calculer l'intensité du courant demandée dans les cas suivants :
 - 1.1-Le facteur de puissance d'installation est 0,9.
 - 1.2-Le facteur de puissance vaut 0,6.
- 2-Comparer les pertes par effet joule dans les deux cas.

EXERCICE 6 (Bac D 2006 Session normale)

On veut étudier un circuit R, L, C série soumis à une tension alternative sinusoïde $u(t)$ de fréquence N et de valeur efficace U . On dispose pour cela, d'un conducteur ohmique de résistance R , d'une bobine d'inductance L et de résistance r , d'un condensateur de capacité C , d'un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative $u(t)$, de fils de connexions.

- 1 – Faire le schéma du circuit R, L, C série.
- 2 – On veut visualiser à l'aide d'un oscilloscope bicourbe les variations de la tension $u(t)$ aux bornes du circuit R, L, C (voie 2) et celles de l'intensité $i(t)$ qui traverse le circuit (voie 1)

Indiquer sur le schéma de la question 1) le branchement de l'oscilloscope.

- 3 – On donne $R = 40 \Omega$, $L = 50 \text{ mH}$, $r = 10 \Omega$ (résistance de la bobine) et $C = 10 \mu\text{F}$.
La tension $u(t)$ a pour valeur efficace 10V et pour fréquence $N = 100 \text{ Hz}$.

- 3.1- Donner l'expression de l'impédance Z du circuit en fonction de r , R , L , ω et C .
- 3.2 -

3.2.1- Montrer que l'impédance Z peut s'écrire $Z = \sqrt{(R+r)^2 + \left(2\pi NL - \frac{1}{2\pi NC}\right)^2}$

- 3.2.2- Calculer Z . On prendra pour cela : $2\pi NL = 31,41 \Omega$;

$$\frac{1}{2\pi NC} = 159,15 \Omega.$$

- 3.3- Déterminer la valeur efficace I de l'intensité du courant dans le circuit.

- 3.4- Déterminer la phase de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$.

Le circuit est-il inductif ou capacitif ?

- 3.5- Représenter qualitativement la construction de Fresnel associée à ce circuit.

4-

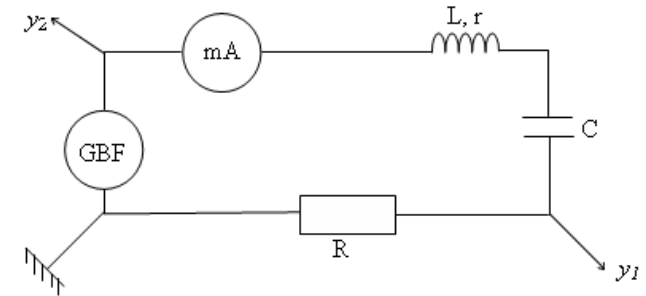
4.1- Déterminer la valeur qu'il faudrait donner à la capacité du condensateur pour que l'on puisse observer le phénomène de résonance d'intensité, les autres dipôles du circuit restant inchangés, la fréquence de la tension $u(t)$ aussi.

- 4.2- Déterminer la valeur de l'intensité efficace qui traverserait alors le circuit.

EXERCICE 7

Une bobine de résistance r d'inductance L est montée en série avec un condensateur de capacité C et un résistor de résistance $R = 100 \Omega$.

Cet ensemble constitue un circuit alimenté par un générateur de basses fréquences délivrant une tension sinusoïdale de fréquence N réglable et de valeur efficace $U = 1\text{V}$ (Voir schéma ci-dessous).



1. Donner l'expression de l'impédance Z du circuit en fonction de R , r , ω , L et C .
2. Donner l'expression de l'impédance Z du circuit en fonction de U et de I .
3. On fait varier la fréquence de la tension entre 300Hz et 1000Hz . On relève alors le tableau de résultats suivants où I est la valeur efficace de l'intensité du courant.

N(Hz)	300	500	600	650	677	700	735	780	796	850	900	1000
I(mA)	0,74	1,9	3,47	5,2	6,61	8,05	9,35	7,48	6,61	4,5	3,44	2,40

Tracer sur papier millimétré la courbe $I = f(N)$.

Echelle : abscisse : 1cm représente 50Hz
ordonnées : 1cm représente 1mA

On commencera à graduer l'axe des abscisses à partir de 300Hz.

Déterminer graphiquement la fréquence N_0 et l'intensité I_0 à la résonance d'intensité.

Déterminer l'impédance Z du circuit pour $N = N_0$.

En déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

4.

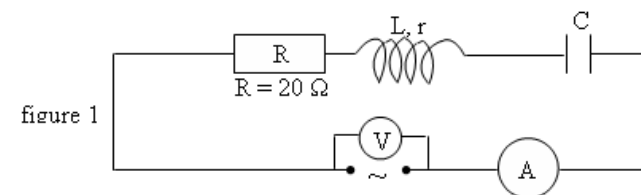
4.1 Déterminer graphiquement la largeur de la bande passante.

4.2 En déduire le facteur de qualité du circuit.

4.3 Déduire également des résultats des questions précédentes les valeurs de L et C .

EXERCICE 8(BAC C session normale 2006)

Un groupe d'élèves d'un lycée a réalisé, lors d'une séance de travaux pratiques un circuit composé d'un générateur de basses fréquences (GBF), d'un conducteur ohmique de résistance R , d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r et d'un ampèremètre. (Figure 1)

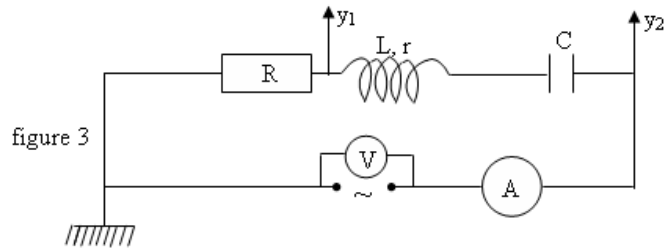


La valeur efficace U de la tension aux bornes du GBF est maintenue constante et égale à 18 V au cours de l'expérience. Les mesures relevées ont permis d'obtenir la courbe d'intensité I (mA) en fonction de la fréquence N (Hz) (voir figure 2)

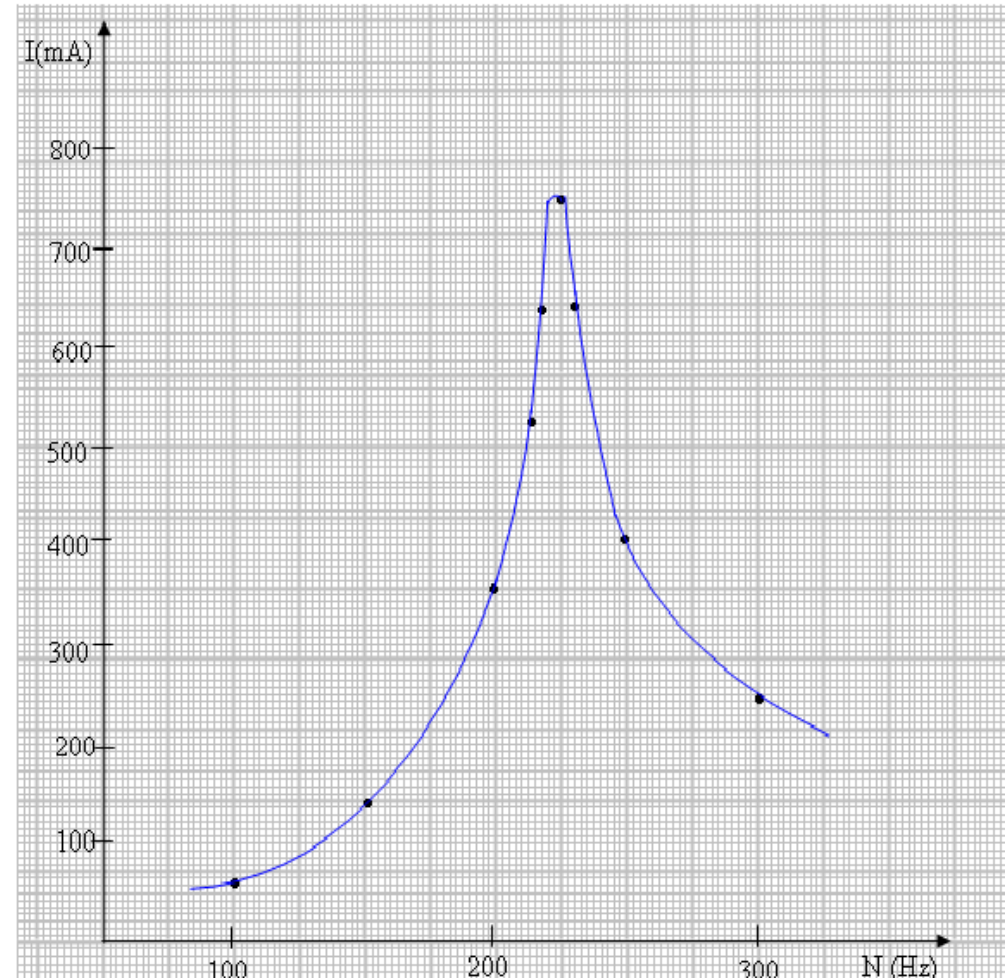
- 1-
 - 1.1- A quel phénomène correspond le maximum d'intensité observé sur la courbe ?
 - 1.2- Déterminer graphiquement la fréquence N_0 .
 - 1.3- Donner le nom de cette fréquence.
 - 1.4- Déterminer l'impédance Z du circuit pour $N = N_0$.
 - 1.5- En déduire la valeur de la résistance r de la bobine.
- 2-
 - 2.1- Déterminer graphiquement la largeur de la bande passante ΔN du circuit.
 - 2.2- En déduire le facteur de qualité du circuit.
 - 2.3- Déduire des résultats des questions précédentes les valeurs de L et C .

3- Visualisation du phénomène.

Le groupe de travaux pratiques branche un oscillographe bicourbe pour visualiser le phénomène obtenu (figure 3).



- 3.1- Donner les grandeurs électriques visualisées sur la voie Y_1 et la voie Y_2 de l'oscilloscope.
- 3.2- La fréquence est maintenant réglée à $N = N_1 = 275$ Hz. Le circuit est-il capacitif ou inductif ? Justifier votre réponse.



SOLUTIONS AQUEUSES-NOTION DE pH

EXERCICE 1

Au cours d'une expérience, on dissout 3,16g de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dans 100mL d'eau.

- 1- Rappeler les étapes de la dissolution d'un composé ionique dans l'eau.
- 2- Ecrire l'équation-bilan de la dissolution.
- 3- Déterminer la concentration molaire de la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ obtenue.
- 4- Déterminer la concentration molaire des ions issus de la dissolution du thiosulfate de sodium.

EXERCICE 2

Dans une fiole jaugée de 250 mL, on met :

- 25 mL de solution de NaCl à 0,8mol/L ;
- 50 mL de solution de CaBr_2 à 0,5mol/L ;
- $3 \cdot 10^{-2}$ mol de CaCl_2
- 10,3g de NaBr solide.

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

- 1- Ecrire les équations de dissolution des composés ioniques du mélange.
- 2- Déterminer la quantité de matière en mole et la concentration molaire de chaque ion présent dans le mélange.
- 3- Vérifier que la solution est électriquement neutre.
On admettra qu'il ne se produit aucune réaction entre les différents ions présents.

EXERCICE 3

On dissout dans l'eau, du sulfate de sodium NaCl.

- 1- Rappeler les étapes de la dissolution d'un composé ionique dans l'eau.
- 2- Préciser :
 - 2-1- le soluté
 - 2-2- le solvant
 - 2-3- le nom du mélange obtenu.
- 3- Ecrire l'équation traduisant cette dissolution.

EXERCICE 4 Calculer le pH des solutions aqueuses dont la concentration en ions hydronium vaut ,mol.L⁻¹ : $2,4 \cdot 10^{-3}$; $6,2 \cdot 10^{-7}$; $4,9 \cdot 10^{-7}$.

Calculer à 25° C le pH des solutions aqueuses dont la concentration en ions hydroxydes vaut, en mol.L⁻¹ : $4,1 \cdot 10^{-2}$; $5,9 \cdot 10^{-8}$; $9,3 \cdot 10^{-11}$.

EXERCICE 5

1-Calculer les concentrations $[\text{H}_3\text{O}^+]$ et $[\text{OH}^-]$ d'une solution aqueuse de pH = 8,6 à 25° C.

2-Calculer la quantité de matière, exprimée en mol.L⁻¹, d'ions hydronium et d'ions hydroxyde contenue dans un verre de jus de citron.

Données : volume du liquide : $V = 200 \text{ cm}^3$ et pH = 2,3.

EXERCICE 6

1-Quel est le pH de l'eau pure à 60°C ? On donne $K_{\text{e}(60^\circ\text{C})} = 9,6 \times 10^{-14}$.

2-Quelle est la concentration molaire des ions hydronium et des ions hydroxydes dans l'eau pure à cette température ?

3-Une solution aqueuse a un pH = 6,7 à 60°C .Est-elle acide ou basique ?

EXERCICE 7

Compléter le tableau suivant. Les boissons sont prises à 25°C. On donne $K_{\text{e}} = 10^{-14}$

Boissons	pH	$[\text{H}_3\text{O}^+](\text{mol.L}^{-1})$	$[\text{OH}^-](\text{mol.L}^{-1})$	Nature de la solution
Bière	4,2			
Eau pure				neutre
Coca-Cola			$3,16 \cdot 10^{-12}$	
Eau de javel		10^{-10}		

EXERCICE 8

Le produit ionique de l'eau pure à 37°C est $2,4 \cdot 10^{-14}$

- 1- Déterminer la concentration molaire volumique en ions H_3O^+ et OH^- .
- 2- En déduire le pH de l'eau pure à cette température.

ACIDES FORTS BASES FORTES

EXERCICE 1

Compléter le tableau suivant :

Solutions acides	Concentrations initiales C en mol.L ⁻¹	pH	-log C	Acide fort ou non
Acide éthanoïque CH ₃ COOH	5.10 ⁻²	2,5		
Acide chlorhydrique HCl	3,16.10 ⁻³	2,5		
Acide nitrique HNO ₃	10 ⁻⁵	5		
Chlorure d'ammonium NH ₄ Cl	10 ⁻²	5,6		

Dans 500 mL d'eau pure, on dissout une masse m = 0,73 g de chlorure d'hydrogène.

- 1- Quel est le volume de gaz dissout, dans les conditions normales de température et de pression ($V_m = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$).
- 2- Ecrire l'équation bilan de l'ionisation du chlorure d'hydrogène dans l'eau.
- 3- Faire l'inventaire de toutes les espèces chimiques présentes dans cette solution et calculer leur concentration à 25°C.
- 4- Quel est le pH de la solution obtenue ?

EXERCICE 2

Compléter le tableau suivant :

Solutions basiques	Concentrations initiales C en mol.L ⁻¹	pH	14 + logC	Base forte ou nom
Hydroxyde de sodium (NaOH)	2,7.10 ⁻²	12,4		
Ethanoate de sodium (CH ₃ COONa)	2.10 ⁻²	8,6		
Diéthylamine (C ₂ H ₅) ₂ NH	8,6.10 ⁻²	11,9		
Hydroxyde de potassium KOH	5.10 ⁻⁴	10,7		

EXERCICE 3

On dissout 0,2g d'hydroxyde de sodium dans l'eau pure de façon à obtenir 1L de solution.

- 1- Ecrire l'équation bilan de la dissolution du solide dans l'eau.
- 2- Décrire deux expériences prouvant la nature des ions présents dans la solution.
- 3- Calculer le pH de la solution.
- 4- Quel volume d'eau faut-il ajouter à 20mL de la solution précédente pour obtenir une solution de pH = 8.

EXERCICE 4

On considère une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 3.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 1- Quelle masse d'hydroxyde de sodium solide a-t-il fallu dissoudre dans l'eau pour préparer 5L de cette solution.
- 2- Calculer le pH de la solution.
- 3- A partir de la solution précédente, on veut obtenir 1L de solution de concentration $C'_b = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$
 - a- Indiquer précisément comment il faut procéder. Déterminer le volume à prélever
 - b- Calculer le pH de la solution diluée.

EXERCICE 5

On dispose de deux solutions d'hydroxyde de sodium S₁ et S₂ respectivement de concentration $C_1 = 2,00.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et $C_2 = 8,00.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 1- Quel est le pH de ces deux solutions à 25°C ?
- 2- On prépare 100,0mL de solution S₃ en mélangeant 20mL de S₁ et 80mL de S₂. Déterminer le pH. de S₃ à 25°C
- 3- Quels volumes de S₁ et de S₂ faut-il mélanger pour préparer 200mL d'une solution S₄ de pH = 11,0 ?

EXERCICE 6

On introduit dans VA = 2,5 L d'eau , un volume v = 2,80 L de chlorure d'hydrogène mesuré dans les conditions normales de température et de pression ($V_0 = 22,4 \text{ L.mol}^{-1}$)

Calculer la concentration molaire Ca de la solution.

EXERCICE 7

- 1- Une solution d'acide chlorhydrique a un pH = 2,2 .Calculer la concentration des espèces chimiques présentes à l'équilibre et la concentration de la solution.
- 2- Un solution de soude a un pH = 11,2 .Calculer la concentration des espèces chimiques présentes à l'équilibre et la concentration de la solution.

EXERCICE 8

Calculer le pH des solutions suivantes :

- acide chlorhydrique : $C_A = 2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- soude $C_B = 5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

EXERCICE 9

A l'aide d'une pipette, on introduit $V_A = 10 \text{ mL}$ d'une solution millimolaire d'acide chlorhydrique dans une fiole jaugée et l'on complète à $V = 100 \text{ mL}$ avec de l'eau distillée (millimolaire : $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$).

Calculer la concentration C'_A de la nouvelle solution ainsi que son pH

EXERCICE 10

On dilue au 1/10 une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Calculer la concentration C'_A de la solution finale ainsi que son pH.

EXERCICE 11

On verse dans un volume $V_1 = 800 \text{ mL}$ d'une solution de soude de concentration molaire C_1 , un volume $V_2 = 200 \text{ mL}$ de chlorure de sodium de concentration $C_2 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. Le pH du mélange est de 11.

- 1- Calculer la concentration molaire des espèces chimiques présentes dans le mélange .
- 2- Calculer la concentration C_1 de la solution initiale de soude.

DOSAGE ACIDE FORT – BASE FORTE

EXERCICE 1

On réalise trois mélanges S_1 , S_2 et S_3 à partir d'une solution de NaOH de concentration $C_b = 6.10^{-2} \text{ mol/L}$ et d'une solution de HCl de concentration $C_a = 4.10^{-2} \text{ mol/L}$. Compléter le tableau ci-dessous.

	<i>Mélanges</i>		
	S₁	S₂	S₃
Volume d'acide chlorhydrique	7 cm ³	8 cm ³	6 cm ³
Volume d'hydroxyde de sodium	5 cm ³	4 cm ³	4 cm ³
n(H ₃ O ⁺) apporté par l'acide			
n(OH ⁻) apporté par la base			
Comparaison de n(H ₃ O ⁺) et n(OH ⁻)			
Nombre de mol de H ₃ O ⁺ ou OH ⁻ restant			
[H ₃ O ⁺] ou [OH ⁻] restant			
Nature du mélange			
pH du mélange			

EXERCICE 2

On verse dans un volume $V_1 = 800 \text{ mL}$ d'une solution de soude de concentration molaire C_1 , un volume $V_2 = 200 \text{ mL}$ de chlorure de sodium de concentration $C_2 = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. Le pH du mélange est de 11.

- 3- Calculer la concentration molaire des espèces chimiques présentes dans le mélange.
- 4- Calculer la concentration C_1 de la solution initiale de soude

EXERCICE 3

Chacune des courbes a été obtenue en faisant réagir l'un sur l'autre les deux solutions suivantes : HCl et NaOH

Compléter le tableau suivant en précisant sur chaque courbe les points caractéristiques ainsi que les grandeurs utilisées sur chaque axe.

Courbe		
Dispositif expérimental		
Equation bilan de la réaction		
pH_E		
Nature de la solution		

EXERCICE 4

On étudie l'évolution du pH du mélange lorsqu'on ajoute progressivement une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 10^{-2}$ mol/L sur une solution d'acide chlorhydrique de volume $V_A = 20$ mL et de concentration $C_A = 10^{-2}$ mol/L.

V_B (cm ³)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	18,5	19
pH	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,9	3,3	3,45	3,6

V_B (cm ³)	19,5	20	20,5	21	21,5	22	24	26	28	30
pH	4,2	7	9,3	10	10,3	10,5	10,9	11	11,1	11,2

1- Faire le schéma du dispositif expérimental.

2- Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_B)$

Echelle : 1 cm \leftrightarrow 2 cm³ ; 1 cm \leftrightarrow 1 unité de pH

3- Analyser la courbe.

4- Ecrire l'équation bilan de la réaction.

5-

5.1- Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.

5.2- Définir l'équivalence acido-basique.

5.3- Vérifier par calcul la valeur de V_{BE} .

6- On dispose de trois indicateurs colorés : l'héliantine (3,1-4,4) ; la phénophtaléine (8,2-10) et le bleu de bromothymol (6-7,6).

6.1- Représenter ces zones de virages sur le graphe $\text{pH} = f(V_B)$.

Lequel de ces trois indicateurs faut-il utiliser pour effectuer ce dosage ?

6.2- Décrire le mode opératoire.

EXERCICE 4

Pour déterminer la concentration molaire C_b d'une solution d'hydroxyde de sodium, on place dans un bécher 20,0 cm³ de cette solution à laquelle on ajoute progressivement une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 1,5 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹.

Le pH du mélange est mesuré après chaque addition de solution acide. Voici les résultats :

Volume d'acide V_a (cm ³)	0	5	10	15	20	23	23,5
pH	12,2	12,1	11,8	11,7	11,1	10,5	9,5

24	24,5	25	26	30	35	40	50
7	5	4	3,2	2,7	2,5	2,4	2,3

1- Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_a)$; échelle : 1 cm pour 5 cm³ et 1 cm pour 1 unité de pH.

2- Expliquer la raison pour laquelle cette courbe est décroissante.

3- Déterminer graphiquement le volume équivalent et en déduire la valeur C_b .

EXERCICE 5

Un bécher contient $V_b = 20$ mL de solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_b . Dans ce bécher plonge la sonde d'un pH-mètre.

Une burette graduée contient une solution d'acide chlorhydrique obtenue par dissolution de 22,4 cm³ de chlorure d'hydrogène dans 500 cm³ d'eau pure.

Pour chaque volume V_a d'acide versé on note le pH du mélange.

Va (mL)	0	10	20	30	40	45	48
pH	11,7	11,4	11,2	10,8	10,4	10,4	9,8

49	51,5	55	60	70	80
9,4	4,6	3,8	3,4	3,2	3,0

- 1- Peut-on avoir une idée de C_b en considérant le pH à $V_a = 0\text{mL}$, le pH étant déterminée à 0,1 unité près. Justifier.
- 2- Déterminer la concentration C_a de la solution d'acide contenue dans la burette.
- 3- Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_a)$. Echelle : 1cm pour une unité de pH et 2cm pour 10mL
- 4- Déterminer le point d'équivalence par la méthode des tangentes. En déduire C_b .
- 5- Vers quelle limite de pH tend-t-il lorsque V_a devient très grand ?
- 6- Démontrer que le pH du mélange à l'équivalence est 7 à 25°C
- 7- Pour $V_a = 80\text{mL}$ faire l'inventaire des espèces chimiques autre que l'eau puis calculer leurs concentrations molaires volumiques.
Retrouver par le calcul le pH du mélange.
- 8- On dispose de 3 indicateurs colorés :
 - le bleu de bromothymol : zone de virage : pH compris entre 6 et 7,5
 - l'hélianthine : zone de virage : pH compris entre 3 et 4,5
 - la phénophtaléine : zone de virage : pH compris entre 8 et 10.
 Quel est le meilleur indicateur coloré pour déceler le passage l'équivalence ? Justifier.

EXERCICE 6

On mélange un volume $V_1 = 30\text{cm}^3$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 10^{-2}\text{mol.l}^{-1}$ et un volume V_2 de solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_2 = 1,5 \cdot 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$.

1-a Pour une valeur de V_2 , le pH vaut 2,5. Calculer les concentrations des ions H_3O^+ et OH^- .

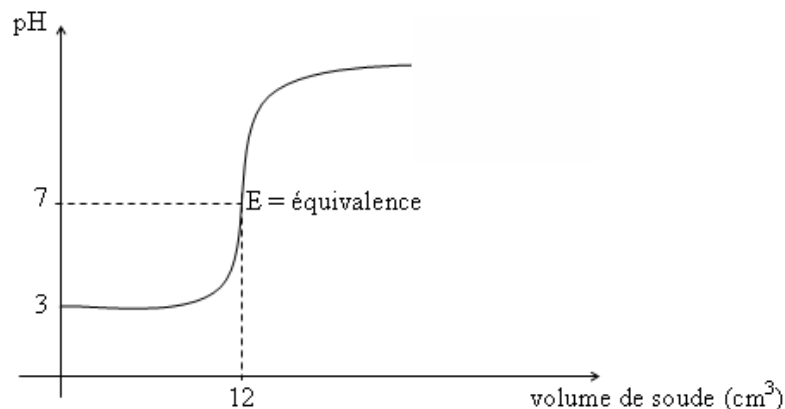
1-b Exprimer $[\text{Na}^+]$ et $[\text{Cl}^-]$ en fonction de V_2 .

1-c Ecrire l'équation d'électroneutralité, en déduire V_2 . Calculer $[\text{Na}^+]$ et $[\text{Cl}^-]$.

2- Quel volume de solution d'hydroxyde de sodium faut-il ajouter dans le mélange précédent pour atteindre l'équivalence ? Quelle est alors la valeur du pH à 25°C ?

EXERCICE 6

La courbe ci-dessous donne l'allure de l'évolution du pH quand on verse de la soude de concentration C dans 10cm^3 d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration C' .
En déduire C et C'



ACIDES FAIBLES – BASES FAIBLES

EXERCICE 1

Compète le tableau

Solutions acides	Concentration C initiale (mol/L)	pH	$-\log C$	Acide fort ou faible
Acide éthanoïque CH_3COOH	$5 \cdot 10^{-2}$	2,5		
Acide chlorhydrique HCl	$3,16 \cdot 10^{-3}$	2,5		
Acide nitrique HNO_3	10^{-5}	5		
Chlorure d'ammonium NH_4Cl	10^{-2}	5,6		

EXERCICE 2

Compète le tableau

Solutions basiques	Concentration initiale (mol/L)	pH	$14 + \log C$	Base forte ou faible
Ethanoate de sodium (CH_3COONa)	$2 \cdot 10^{-2}$	8,6		
Hydroxyde de sodium (NaOH)	$2,7 \cdot 10^{-2}$	12,4		
Diéthylamine (C_2H_5) ₂ NH	$8,6 \cdot 10^{-2}$	11,9		
Hydroxyde de potassium (KOH)	$5 \cdot 10^{-4}$	10,7		

EXERCICE 3

Dans cet exercice, la température des solutions aqueuses considérées est de 25°C.

Une solution aqueuse S_1 d'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ de concentration molaire $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ a de $\text{pH} = 2,1$.

1- Montrer que l'acide benzoïque est un acide faible.

2- Déterminer le coefficient d'ionisation α_1 de l'acide benzoïque dans cette solution aqueuse.

3- Ecrire l'équation bilan de l'action de l'eau sur l'acide benzoïque.

pour atteindre l'équivalence ? Quelle est alors la valeur du pH à 25°C ?

EXERCICE 4

Une solution aqueuse d'ammoniac NH_3 , de concentration molaire $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ a un $\text{pH} = 11,1$.

Montrer que NH_3 est une base faible.

Ecrire l'équation bilan de la réaction sur l'eau.

Calculer les concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques présentes dans la solution.

Préciser, dans un tableau les espèces chimiques majoritaires, minoritaires et ultraminoritaires.

NOTION DE COUPLE ACIDE – BASE CONSTANTE D'ACIDITE/CLASSIFICATION

EXERCICE 1

L'acide bromhydrique HBr et l'acide nitrique HNO₃ sont des acides forts.

L'acide butanoïque C₃H₇COOH, le phénol C₆H₅OH et l'ion ammonium NH₄⁺ sont des acides faibles.

Ecrire les équations – bilan des réactions de ces différents acides avec l'eau.

En déduire les couples acide/base correspondant.

Les ions Br⁻ et NO₃⁻ réagissent-ils avec l'eau ? Conclure.

EXERCICE 2

L'ion éthanolate C₂H₅O⁻ et l'ion hydrure H⁻ sont des bases fortes.

L'ammoniac NH₃ et l'ion carbonate CO₃²⁻ sont des bases faibles.

- 1- Ecrire les équations bilans des réactions de ces différentes bases avec l'eau.
- 2- En déduire les couples acide/base correspondants. Que peut-on dire de la réaction de l'éthanol avec l'eau ?

EXERCICE 3

Pour chacun des couples acide/base suivants :

NH₄⁺/NH₃: pKa = 9,2; CH₃COOH/ CH₃COO⁻: pKa = 4,8.

- 1- Ecrire l'équation bilan traduisant l'équilibre en solution aqueuse et exprimer la constante d'acidité.
Tracer le diagramme de prédominance de chaque couple.
- 2- L'hélianthine est un indicateur coloré de pKa = 3,7. sa forme acide est rouge, sa forme basique est jaune, sa teinte sensible est orange. Si l'on verse quelques gouttes dans une solution S, elle devient jaune. Que peut-on en conclure concernant le pH de S ?

EXERCICE 4

Le pKa du couple CH₃NH₃⁺/CH₃NH₂ est 10,7 ; celui du couple CH₃COOH/ CH₃COO⁻ est 4,8.

- 1- sur un axe gradué en pH, placer les domaines de prédominance des espèces acide et basique de ces deux couples.
- 2- L'acide acétique CH₃COOH et la méthylamine CH₃NH₂ peuvent-ils être les espèces prédominantes de la même solution ?
- 3- Quelles sont les espèces majoritaires lorsque le pH = 7 ?

On se propose par différentes méthodes de déterminer la constante d'acidité Ka et le pKa du couple CH₃COOH/ CH₃COO⁻.

1-a Ecrire l'équation bilan de la réaction de chacune de ces espèces conjuguées avec l'eau.

1-b Donner l'expression de la constante d'acidité du couple précédent.

2- On prélève 50cm³ d'une solution d'acide éthanóique de concentration molaire

Ca = 0,1mol.L⁻¹ et de pH = 2,85.

a- Calculer les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques en solution.

b- Déterminer la valeur de la constante d'acidité Ka et celle du pKa.

3-A ces 50cm³ de solution d'acide éthanóique, on ajoute 50cm³ d'une solution d'éthanoate de sodium de concentration molaire Cb = 0,2mol.L⁻¹ ; le pH du mélange est 5,0.

a- Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange.

b- En déduire la valeur de la constante d'acidité Ka et celle du pKa.

Comparer avec les résultats du 2-b

EXERCICE 5

On réalise différentes solutions en mélangeant à chaque opération une solution aqueuse d'éthanoate de sodium de volume V_b et une solution aqueuse d'acide éthanóique de volume V_a. Ces solutions utilisées pour les mélanges ont toutes les deux la même concentration molaire 0,1mol.L⁻¹.

Les valeurs du pH de ces solutions pour différents volumes V_a et V_b sont indiquées dans ce tableau ci-dessous

V _b (mL)	10	10	10	10	10	20	30	40	50
V _a (mL)	50	40	30	20	10	10	10	10	10
pH	4,1	4,2	4,3	4,5	4,8	5,1	5,3	5,4	5,5

1° On considère que les ions éthanóate sont introduits par la solution d'éthanoate de sodium et que l'acide n'est pas ionisé.

a- Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques dans le mélange pH = 5,1

b- En utilisant les résultats précédents, montrer que $\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{V_b}{V_a}$

2° En supposant que la relation ci-dessous est valable pour tous les mélanges, représenter

graphiquement le pH en fonction de $\log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$.

Echelle : - 1 cm pour 1 unité de pH
- 5cm pour 1 unité de log.

3° Montrer que l'équation du graphe obtenu est de la forme $\text{pH} = a \cdot \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} + b$,

a et b étant deux constantes que l'on déterminera.

4° A partir des valeurs de a et b déterminer la valeur du pKa du couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$. En déduire celle de Ka.

Le couple $\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$ a un $\text{pKa}_1 = 3,3$; le couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ a pour $\text{pKa}_2 = 3,8$.

- 1- Comparer la force des acides HNO_2 et HCOOH .
- 2- Comparer la force des bases NO_2^- et HCOO^- .
- 3- On prépare deux solutions de même concentration, l'une de HNO_2 et l'autre de HCOOH . Quelle est celle qui a le pH le plus élevé ?
- 4- On prépare deux solutions de même concentration, l'une de nitrite de sodium et l'autre de formiate de sodium. Quelle celle qui a le pH le plus élevé ?

Soit les bases suivantes : méthylamine, ion salicylate ($\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COO}^-$), ion acétate, ion iodure ; ion fluorure.

- 1- Rechercher la formule de ces bases et celle de leur acide conjugué.
- 2- Rechercher les pKa des couples auxquels elles participent lorsqu'elles sont faibles et les classer par basicité croissante.

On considère les acides de formule : HBr , H_3O^+ , HCOOH , CH_3OH , H_2O , CH_3NH_3^+ ,

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ et $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$.

- 1- Rechercher la formule de leur base conjuguée.
- 2- Rechercher les pKa des couples auxquels ces acides participent lorsqu'ils sont faibles et les classer par acidité croissante.

EXERCICE 6

La phénophtaléine est un indicateur coloré qui met en jeu le couple acide/base HIn/In^- dont le pKa est 8,9. HIn est incolore et In^- est rose. Une solution aqueuse de phénophtaléine apparaît

incolore si $\frac{[\text{HIn}]}{[\text{In}^-]} > 8$ et rose si $\frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]} < 10$

- 1- Quelles sont les valeurs du pH qui délimitent la zone de virage de la phénophtaléine ?
- 2- On ajoute quelques gouttes de phénophtaléine à une solution aqueuse S d'ammoniac. Quelle doit être la concentration molaire minimale C d'ammoniac dans S pour que la solution prenne la teinte rose de la phénophtaléine ?

EXERCICE 7

L'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ que l'on pourra noter (AH) a pour base conjuguée l'ion benzoate $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ noté (A^-). On se propose de déterminer le pKa du couple AH/A^- par deux méthodes différentes.

Pour cela, on dose $V_a = 10$ mL de solution d'acide benzoïque de concentration C_a par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,1$ mol/L. On mesure le pH du mélange en fonction du volume V_b de soude versé. On obtient le tableau de mesures ci-dessous.

V_b (mL)	0	1	3	5	6	8	9	9,5
pH	2,6	3,3	3,9	4,2	4,4	4,8	5,2	5,5

V_b (mL)	9,8	9,9	10	10,1	11	12,5
pH	5,9	6,2	8,5	10,7	11,7	12,1

1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction responsable de la variation du pH.
2. Représenter sur papier millimétré, la courbe $\text{pH} = f(V_b)$.
Echelle : 1cm représente 1 unité de pH.
1cm représente 1 mL.
3. Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence.
4. En déduire la concentration C_a de la solution d'acide benzoïque.
5.
 - 5.1 Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques présentes dans le mélange de $\text{pH} = 2,6$.
 - 5.2 En déduire le Ka puis le pKa du couple AH/A^- .
6. Déterminer graphiquement le pKa du couple AH/A^- .
7. Comparer les valeurs du pKa obtenues aux questions 5.2 et 6.

REACTIONS ACIDO-BASIQUES / SOLUTIONS TAMPON

EXERCICE 1

Chacune des courbes ci-dessous a été obtenue en faisant réagir deux des solutions suivantes : HBr, CH₃COOH, KOH, NH₃. Les pH_E à l'équivalence sont 5,4 et 8,7.

Compléter le tableau en précisant sur chaque courbe les points caractéristiques ainsi que les grandeurs utilisées sur chaque axe.

Courbe		
Dispositif expérimental		
Equation-bilan de La réaction		
pH_E		
Nature de la Solution à l'équivalence		

EXERCICE 2

L'acide acétylsalicylique, ou aspirine, de formule CH₃CO₂C₆H₄COOH, noté AH par la suite, est un acide faible. On prépare V₀ = 50,0mL·l⁻¹ ; d'une solution S en dissolvant un cachet d'aspirine de masse m
V₁ = 20mL de S sont dosés par une solution de soude de concentration C_b = 6,00.10⁻²mol.L⁻¹ ; on mesure le pH du mélange après chaque ajout.
Les résultats obtenus sont les suivants :

V _b (mL)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
pH	2,55	2,78	3,00	3,18	3,35	3,45	3,60	3,75	3,95	4,15

V _b (mL)	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	14	15
pH	4,52	4,8	5,4	10,7	11,2	11,4	11,55	11,75	11,8

- 1- Faire le schéma annoté du dispositif utilisé pour le dosage.
- 2- Ecrire l'équation-bilan de réaction de dosage.
- 3- Tracer le graphe pH = f(V_b). En déduire les coordonnées du point d'équivalence et le pKa de l'acide acétylsalicylique.
- 4- Justifier le caractère basique de la solution à l'équivalence.
- 5- Déterminer la concentration de la solution S. En déduire la masse m d'acide acétylsalicylique utilisée pour préparer cette solution.
- 6- Quel(s) indicateur(s) coloré(s) du tableau ci-dessous peut-on utiliser pour ce dosage ?

indicateur	zone de virage et couleurs
rouge de crésol	jaune 7,2 – 8,8 rouge
phénolphaléine	incolore 8,2 – 10,0 rose
bleu de thymol	jaune 8,2 – 9,6 bleu

EXERCICE 3: Préparation d'une solution tampon

On dispose d'une solution S₀ d'acide acétique et d'une solution de soude de même concentration C = 1,0.10⁻²mol.L⁻¹. On prélève un volume V₀ = 25,0mL de S₀ et on l'introduit dans une fiole jaugée. On veut préparer une solution tampon S de pH = pKa (CH₃CO₂H/ CH₃CO₂⁻) = 4,8. Pour cela, on ajoute dans la fiole jaugée un volume V de la solution de soude.

- 1- Rappeler les propriétés d'une solution tampon. A quelles espèces est dû l'effet tampon de S ?
Que peut-on dire des concentrations en acide acétique et ions acétate de la solution S ?
- 2- Déterminer la quantité globale d'acide acétique présente dans V₀. En déduire de ce qui précède la valeur du volume V ?
- 3- Quelles sont les concentrations de S en acide acétique et ion acétate ?

EXERCICE 4 :

Le pKa du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ est égal à 9,2. On dispose d'une solution d'ammoniac de volume

$V_B = 20 \text{ ml}$ et de concentration $C_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$.

1- Quel volume d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$ faut-il ajouter à la solution basique pour obtenir l'équivalence acido-basique ?

2-

2.1- Quel volume d'acide devrait-on ajouter à la solution initiale d'ammoniac pour obtenir un mélange de $\text{pH} = 9,2$?

2.2- Comment appelle-t-on ce mélange ? Et quelles sont ces propriétés ?

EXERCICE 5 (Extrait BAC 2005 2^e Session Série D)

On se propose de déterminer à partir de deux solutions différentes le pKa du couple acide méthanoïque / ion méthanoate.

On dispose pour cela d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque et d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium.

1- Le pH de la solution aqueuse d'acide méthanoïque est égal à 2,9. Pour cette solution le

rapport $\frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$ vaut 0,13.

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

1.2- Calculer le pKa du couple acide méthanoïque /ion méthanoate. La valeur trouvée sera notée pKa_1 .

2- Le pH de la solution aqueuse de méthanoate de sodium ($\text{HCOO}^- + \text{Na}^+$) de concentration $C_2 = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ est égal à 7,9.

2.1-

2.1.1- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'ion méthanoate avec l'eau.

2.1.2- Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution aqueuse de méthanoate de sodium.

2.2- Calculer :

2.2.1- les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques

2.2.2- le pKa du couple acide méthanoïque/ion méthanoate. On notera pKa_2 la valeur trouvée.

2.3- Comparer pKa_1 et pKa_2 .

3- Le pKa du couple acide méthanoïque /ion méthanoate est égal à 3,8. On désire préparer 350mL d'une solution S de $\text{pH} = 3,8$. Pour cela on dispose de solutions de concentrations différentes :

S_1 : solution aqueuse d'acide méthanoïque de concentration,

$C_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$.

S_2 : solution aqueuse de méthanoate de sodium de concentration,

$C_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ L}^{-1}$.

3.1- Proposer un mode opératoire permettant de préparer S

3.2- Calculer les volumes des solutions utilisées.

3.3- Donner les propriétés de la solution S.

EXERCICE: 5

On dose par pHmétrie 20 mL d'une solution aqueuse d'un monoacide carboxylique, de formule générale AH, de concentration inconnue, par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,1 \text{ mol.l}^{-1}$.

On note les résultats suivants ou v_B représente le volume de solution d'hydroxyde de sodium versé, en mL.

v_B	0	2	4	6	8	10	11	12	14
pH	2,6	3,2	3,6	3,8	4	4,2	4,2	4,3	4,5

v_B	16	18	19	20	21	23	25	29
pH	4,5	5	5,3	8,2	11	11,5	11,6	11,8

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

2. Tracer, sur papier millimétré, la courbe $\text{pH} = f(v_B)$

. Echelle : 1 cm pour 1 unité pH.

1 cm pour 2 mL.

3. Justifier de trois façons que l'acide HA est faible.

4. Vers quelle valeur tendrait le pH, si on continuait à ajouter la solution basique au-delà de $v_B = 29 \text{ mL}$.

5. Déterminer graphiquement le point d'équivalence E. En déduire la concentration molaire volumique C_A de la solution acide.

6. Trouver graphiquement la valeur de pKa du couple HA/A⁻. En déduire la valeur de K_A .

Identifier cet acide à l'aide du tableau ci-dessous.

Acide	Acide méthanoïque	Acide éthanoïque	Acide propanoïque	Acide phényl-éthanoïque
K_A	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$

7. Calculer la concentration des espèces chimiques présentes dans la solution acide initiale et retrouver la valeur du pKa déterminé graphiquement.

EXERCICE: 6

Un comprimé de solutricine est essentiellement constitué par de l'acide ascorbique de formule brute $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.

On dissout ce comprimé dans environ 50 mL d'eau on verse progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique C_B 0,05 mol.L⁻¹.

On mesure le pH du mélange pour différentes valeurs de V_B , volume d'hydroxyde de sodium versé. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

V_B (mL)	0	1	2	3	4	5
pH	3,55	3,9	4,2	4,5	4,65	5,25

V_B (mL)	5,5	6	7	8	9	11
pH	7,55	8,95	9,85	10,6	10,8	11

- 1- Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_B)$. Echelle : 1 pour 1 mL ; 1 cm pour une unité de pH en ordonnée.
- 2- L'acide ascorbique est monoacide faible. Ecrire l'équation chimique de la réaction avec l'hydroxyde de sodium, préciser la formule brute de la base conjuguée l'acide acide ascorbique.
- 3- À l'aide de la courbe, déterminer :
 - 3-1. le volume V_{BE} de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence acido-basique ;
 - 3-2. la masse d'acide ascorbique contenu dans le comprimé ;
 - 3-3. une valeur approchée du pK_A du couple acide ascorbique et de sa base conjuguée.

EXERCICE: 7

On mélange un volume $V_1 = 20$ mL d'une solution aqueuse d'éthylamine $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ de concentration $C_1 = 3 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹, avec un volume V_2 d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration

$C_2 = 2 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹.

- 1- Le mélange étant effectué, écrire l'équation –bilan de la réaction qui a lieu.
- 2-
 - 2.1- Faire le bilan des espèces chimiques présentes dans le mélange.
 - 2.2- Calculer leur concentration molaire sachant que pour $V_2 = 25,2$ mL, le pH du mélange est égal à 10.
 - 2.3- En déduire la constante d'acidité K_a et le pK_a du couple $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ / \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$.
- 3- Pour quelle valeur de V_2 atteint-on l'équivalence acido-basique ?
- 4- Pour quelle valeur de V_2 le pH du mélange est-il égal au pK_a du couple. Citer une autre méthode permettant d'obtenir la même solution de $\text{pH} = \text{pK}_a$.
- 5- Comment appelle-t-on cette solution ? Quelles sont ces propriétés ? Donner une application pratique.

LES ALCOOLS

EXERCICE: 1

- 1- Ecrire la formule générale d'un alcool saturé à n atomes de carbone.
- 2- Quelles sont les formules semi-développées possibles, les noms et les classes des alcools saturés de masse molaire $M = 74$ g.mol⁻¹ ?

EXERCICE: 2

Un alcool A contient en masse 68,2% de carbone 13,63% d'hydrogène.

- 1- Déterminer la masse molaire de A.
- 2- Déterminer la formule brute de A.
- 3- Donner les formules sémi-développées, le nom et la classe des isomères de A.

EXERCICE: 3

La combustion complète d'un alcool saturé A donne 17,6g de dioxyde de carbone et 9g d'eau.

- 1- Donner la formule générale d'un alcool saturé.
- 2- Ecrire l'équation bilan générale de la combustion complète d'un alcool saturé.
- 3- Déterminer la formule brute de A.
- 4- Donner les formules sémi-développées, le nom et la classe des isomères de A.

EXERCICE: 4

Compléter le tableau suivant :

ALCOOLS		Oxydant	Produits obtenus (nom et formule)	TESTS			
Formule	Nom et classe			DNPH	Réactif de Schiff	Liqueur de Fehling	Réactif de Tollens
CH ₃ —CH ₂ —OH		Défaut					
		Excès					
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$		Défaut					
		Excès					
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$		Défaut					
		Excès					
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		Défaut					
		Excès					
		Excès					

EXERCICE 5

Un hydrocarbure non cyclique de formule C_xH_y possède une composition en masse de 85,7% de carbone et 14,3% d'hydrogène.

- Déterminer les valeurs de x et y sachant que la masse molaire du composé est $M = 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$. A quelle famille d'hydrocarbure appartient-il ?
- On suppose que cet hydrocarbure a pour formule brute C_4H_8 . Ecrire et nommer les formules sémi-développées possibles de cet hydrocarbure.
- L'hydratation du 2-méthylpropène conduit à deux produits A et B (A est majoritaire).
 - Ecrire les deux équations-bilans de cette réaction d'hydratation.
 - Nommer les produits A et B.
- Par oxydation ménagée de B par une solution de permanganate de potassium en milieu acide, on obtient un composé B' qui réagit positivement avec la liqueur de Fehling.
 - Donner la famille, la formule semi-développée et le nom de B'.
 - Ecrire l'équation de l'oxydation de B et du test de B'.

EXERCICE 6

On désire identifier les deux isomères A et B d'un composé à chaîne linéaire de formule brute $C_5H_{12}O$. On procède aux réactions suivantes :

R₁ : A et B réagissent tous deux sur le sodium.

R₂ : A donne par chauffage sur l'alumine un alcène C et B en donne deux : C et D.

R₃ : B donne par chauffage sur le cuivre en présence d'air un composé E qui ne réagit pas avec le réactif de Tollens, mais seulement avec la 2,4-DNPH.

R₄ : En revanche, A par chauffage sur le cuivre en présence d'air donne un produit F qui ne réagit ni avec la 2,4-DNPH, ni avec le réactif de Tollens.

1- Quels sont les formules semi-développées et les noms des isomères possibles de A et B ?

2- Identifier les composés organiques A, B, C, D, E et F.

3- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de A avec le dichromate de potassium acidifié.

EXERCICE 7

La combustion complète d'un composé organique de formule brute C_xH_yO dans 9,8 L de dioxygène produit 7,35 L de dioxyde de carbone et 5,4 g d'eau (le volume molaire est $V_m = 24,5 \text{ L}$).

1- Ecrire l'équation bilan de la réaction.

2- Déterminer la formule brute du composé. Quelles sont ses fonctions possibles ?

3- Ecrire les formules semi-développées et les noms des isomères possibles.

- Décrire l'action de la 2,4-DNPH et du réactif de Schiff sur ces composés.
- Décrire l'action du réactif de Tollens et de la liqueur de Fehling sur ces composés. Ecrire l'équation bilan de la réaction si elle a lieu.
- Ecrire les formules sémi-développées et les noms des corps formés par oxydation ménagée des composés C_xH_yO de la question 3).
- Les composés C_xH_yO sont obtenus par action du permanganate de potassium acidifié sur des alcools. Ecrire les formules sémi-développées de ces alcools et les équations d'oxydation. Donner les formules sémi-développées et les noms des alcènes susceptibles de donner ces alcools.

EXERCICE 8

Ecrire les équations bilans si possibles des réactions d'oxydation ménagée proposées dans le tableau ci-dessous :

	Alcool	$\xrightarrow[\text{catalyseur}]{\text{oxydant}}$	Equation-bilan
a	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	$\xrightarrow[\text{Cu}]{O_2 \text{ en excès}}$	
b	$CH_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-CH_3$	$\xrightarrow[H_3O^+]{K_2Cr_2O_7}$	
c	$CH_3-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-CH_3$	$\xrightarrow[H_3O^+]{K_2Cr_2O_7}$	
d	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	$\xrightarrow[H_3O^+]{KMNO_4 \text{ en défaut}}$	
e	$CH_3-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-CH_2-OH$	$\xrightarrow[\text{O}]{KMNO_4 \text{ en excès}}$	

LES ACIDES CARBOXYLIQUES

EXERCICE 1

Un monoacide carboxylique saturé a une masse molaire $M = 102,08 \text{ g.mol}^{-1}$. Déterminer la formule brute et toutes les formules semi-développées isomères de cet acide.
Nommer ces isomères.

EXERCICE 2

Pour déterminer la masse molaire d'un monoacide carboxylique à chaîne carbonée saturée, on prélève 0,51g de cet acide, on y ajoute quelques gouttes de phénolphtaléine pour obtenir la coloration rose caractéristique. Il faut ajouter 25mL d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0,2mol/L.

- 1- Déterminer :
 - 1-1 - La masse molaire de l'acide.
 - 1-2 - La formule brute de l'acide.
- 2- En déduire les formules semi-développées des isomères et les nommer.

EXERCICE 3

L'odeur de la banane est due à un composé organique C. L'analyse de ce composé a permis d'établir sa formule brute qui est $\text{C}_6 \text{H}_{12}\text{O}_2$. 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 carboxylique A réagit avec le pentachlorure de phosphore (PCl_5) pour donner un composé X.
Par action de l'ammoniac sur X, on obtient un composé organique D à chaîne carbonée saturée non ramifiée. La masse molaire du composé D est égale à 59 g.mol^{-1} .
 - 1.1 Préciser les fonctions chimiques de C, X, et D.
 - 1.2 On désigne par n le nombre d'atomes de carbone contenus dans la molécule du composé D.
 - 1.2.1 Exprimer en fonction de n, la formule générale du composé D.
 - 1.2.2 Déterminer la formule semi-développée de D et donner son nom.
 - 1.3 Donner les formules semi-développées et les noms des composés X et A.
2. L'alcool B est un alcool non ramifié. Il est oxydé par une solution acidifiée permanganate de potassium. Il se forme un composé organique E qui donne un précipité jaune avec la 2,4-dinitrophényldrazine et qui réagit avec la liqueur de Fehling.
 - 2.1 Préciser la fonction chimique de E.
 - 2.2 Donner :
 - 2.2.1 La formule semi-développée et le nom de B.
 - 2.2.2 La formule semi-développée et le nom de E.
 - 2.2.3 La formule semi-développée et le nom de C.

3

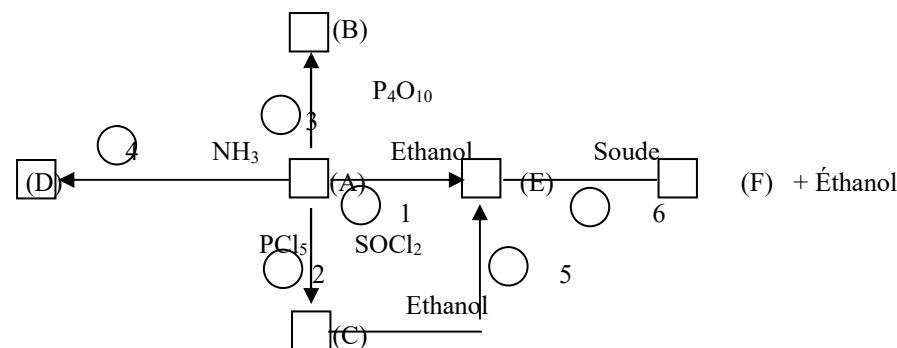
- 3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse de C.
- 3.2 Donner les caractéristiques de cette réaction.

Données : Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} .
C = 12 ; O = 16 ; H = 1 ; N = 14.

EXERCICE 4

On considère le schéma ci-dessous où (A), (B), (C), (D), (E) et (F) sont des composés organiques. Les réactions chimiques sont représentées par des flèches numérotées de 1 à 6.

1. (A) est un monoacide carboxylique à chaîne carbonée saturée. Sa masse molaire est 60 g/mol .



- Déterminer sa formule brute.
Donner sa formule semi-développée et son nom.
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 Écrire l'équation-bilan de chacune des réactions 1 et 5.
 - 2.3 Donner le nom et les caractéristiques des réactions 1 et 5.
- On donne les masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : H = 1 ; C = 12 ; O = 16.

EXERCICE 5

Compléter le tableau

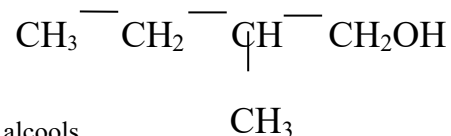
Réactifs		Nom de la réaction	Equation bilan	Nom des produits organiques obtenus
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	$\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$			
$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	PCl_5 ou SOCl_2			
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$		$\dots\dots\dots + \dots\dots\dots \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{O}}{\text{C}} - \text{O} - \underset{\text{O}}{\text{C}} - \text{CH}_3 + \dots\dots\dots$	
Ethanoate de 2-méthylpropyle		Hydrolyse		
			$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{O-C}_2\text{H}_5}{\text{C}} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \end{array} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{O}^-}{\text{C}} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \end{array} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{Cl} \end{array}$		Estérification	$\dots\dots\dots + \text{CH}_3 - \underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} - \text{CH}_3 \rightarrow \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$	
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH-CH}_3$			N-éthyl,N-méthyl propanamide

EXERCICE 6

- 1- Un alcool commercial est un mélange de deux isomères de formule brute $C_5H_{11}OH$ essentiellement l'alcool isoamylique **A** de formule



en faible quantité et l'alcool **B** de formule



Donner le nom systématique de la molécule de ces deux alcools.

- 2- Ecrire l'équation – bilan de la réaction entre l'acide acétique et l'alcool isoamylique **A**. L'ester produit a une odeur de banane. Donner quelques propriétés de cette réaction d'estérification.
- 3- On mélange 16g d'acide acétique pur, 8 g d'alcool isoamylique et 0,5mL d'acide sulfurique. On chauffe à reflux pendant 1h.
- 3.1- Pourquoi chauffe – t – on ?
3.2- Pourquoi utilise –t –on de l'acide sulfurique ?
3.3- Les conditions sont – t-elles stoechiométriques ?
3.4- Pourquoi utiliser un réactif en excès ?
3.5- On obtient 7g d'ester. Calculer le rendement de la réaction.
- 4- Afin d'améliorer ce rendement, préciser en justifiant s'il convient :
- 4.1- de mettre plus d'acide acétique.
4.2- de mettre plus d'alcool.
4.3- de mettre plus d'acide sulfurique.
4.4- de chauffer plus longtemps.
4.5- de rajouter de l'eau.
4.6- d'extraire l'eau au fur et à mesure de sa formation.
- 5- Par quel autre réactif peut-on remplacer l'acide acétique pour obtenir une réaction totale d'estérification ? Ecrire sa formule semi-développée et l'équation de la réaction correspondante.

EXERCICE 7 (EXTRAIT BAC D 2005 2^{em} SESSION)

Un ester **E** contient en masse, 64,6% de carbone, 10,8% d'hydrogène et 24,6% d'oxygène.

- 1- Vérifier que l'ester a pour formule brute $C_7H_{14}O_2$

Masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: C : 12 ; H : 1 $g.mol^{-1}$; O : 16 $g.mol^{-1}$.

- 2- L'hydrolyse de l'ester **E** conduit à la formation de deux composés organiques **A** et **B**.
L'étude des composés **A** et **B** permet de préciser la structure de **E**.

2.1- Etude du composé organique A

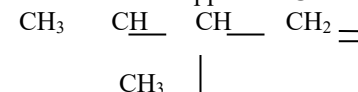
A est soluble dans l'eau. Sa solution aqueuse conduit le courant électrique. L'ajout de quelques gouttes de bleu de bromothymol (B.B.T) dans la solution aqueuse de **A** donne une coloration jaune. **A** renferme deux atomes de carbone.

- 2.1.1- Donner la formule chimique de **A**.
2.1.2- Donner la formule semi – développée et le nom de **A**.

2.2- Etude du composé B

Le composé **B** subit une oxydation ménagée pour donner un produit organique **D** qui donne un précipité jaune avec la 2, 4 – dinitro phénylhydrazine(D.N.P.H) mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling .

- 2.2.1- Donner les fonctions chimiques des composés **B** et **D**.
2.2.2- **B** peut être obtenu par hydratation d'un alcène **C** .La formule semi -développée de **C** est :



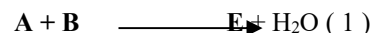
Donner :

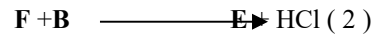
- a) le nom de **C**.
b) la formule semi –développée et le nom de **B**.
c) la formule semi – développée et le nom de **D**.

3- Synthèse de l'ester E

Soit **F** le chlorure d'acyle dérivant de l'acide éthanoïque.

- 3.1- Ecrire la formule semi – développée de **F**.
3.2- **E** peut s'obtenir de différentes manières :





- 3.2.1- Ecrire les équations bilans des réactions (1) et (2) en utilisant les formules semi – développées des composés **A** ,**B** , et **F** .
- 3.2.2-Préciser les différences importantes entre les réactions (1) et (2) .
- 3.2.3- Donner les formules semi-développées et le nom de **E**.

EXERCICE 8 (Extrait Bac D 2006 Session normale)

Dans tout l'exercice, comme masse molaire atomique pour :

- le carbone M (C) = 12g .mol⁻¹
- l'hydrogène M (H) = 1g mol⁻¹
- l'oxygène M (O) = 16g mol⁻¹ .

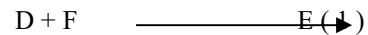
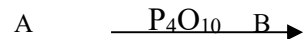
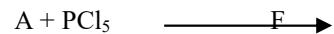
1- On fait agir de l'acide carboxylique A de formule brute C_nH_{2n}O₂ (n ∈ N*), sur un composé D (propan-2-ol (ou propanol-2) en présence de catalyseurs adéquats. On obtient un composé dioxygéné E et de l'eau.

- 1.1- Donner le nom de la réaction produite entre l'acide carboxylique et l'alcool.
- 1.2- Donner les caractéristiques de cette réaction.
- 1.3- Ecrire la formule semi – développée du groupe fonctionnel de E.

2- La masse de 0,5mol de cet acide carboxylique est de 30 g.

- 2.1 Déterminer la valeur de l'entier naturel n.
- 2.2 Donner les formules semi développées et les noms des produits A et E.

3- On réalise la chaîne de réactions ci-dessous avec les composés A et E.



- 3.1- Sans écrire les équations, donner les formules semi – développées et les noms des corps B et F.
- 3.2- Donner le nom et les caractéristiques de la réaction marquée (1) .