

République Islamique de Mauritanie	الجمهورية الإسلامية الموريتانية
Honneur – Fraternité - Justice	شرف – إخاء – عدل
Ministère de l'Education Nationale et de la Réforme du Système Educatif	وزارة التهذيب الوطني و إصلاح
Inspection Générale de l'Education Nationale	النظام التعليمي
Inspection Chargée de l'Enseignement Secondaire	المفتشية العامة للتهذيب الوطني
Section de Sciences Physique	المفتشية المكلفة بالتعليم الثانوي
Programme Joussour	قسم العلوم الفيزيائية
	برنامج جسور



# PHYSIQUE-CHIMIE

# SUJETS TYPE BAC ET

# EXERCICES CORRIGÉS

7M/7SN

Année Scolaire  
2023-2024

# **Introduction**

# **SUJETS TYPE BAC**

## **7AS/M**

**SUJET N°1**

**QCM**

**Indiquer la bonne réponse**

N°	Le libellé de la question	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	L'absorption d'un photon par un atome se traduit par :	excitation de l'atome	la désexcitation de l'atome	la stabilité de l'atome
2	Le travail d'extraction, c'est l'énergie minimale	à fournir pour extraire un photon	à fournir pour extraire un électron	libérée lors de l'extraction d'un électron.
3	La radioactivité $\beta^+$ est une :	émission d'un électron	émission d'un particule $\alpha$	émission d'un positon
4	L'ajout de $Fe^{2+}$ dans le mélange réactionnel d'équation : $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$	est une catalyse hétérogène	est une catalyse homogène	est une catalyse enzymatique

**EXERCICE 1:**

On réalise l'hydrolyse du méthanoate de propyle à une température constante T.

On obtient un acide A et un alcool B.

1°- Ecrire l'équation de la réaction et nommer les produits A et B.

2°- A l'instant  $t=0$ , On mélange  $9.10^{-2}$  mol de méthanoate de propyle,  $9.10^{-2}$  mol d'eau et trois gouttes d'acide sulfurique concentré.

Une étude expérimentale permet de tracer la courbe de variation de la quantité d'acide formé au cours du temps.

a/ La réaction serait-elle possible spontanément en absence de l'acide sulfurique ? Expliquer.

b/ Dresser le tableau descriptif d'évolution du système.

c/ Déterminer le taux d'avancement final de la réaction. Conclure.

d/ Montrer que la valeur de la constante d'équilibre est  $K=0,25$ .

e/ Tracer l'allure de la courbe de variation de la quantité d'ester présent dans le mélange.

3°- a/ Quel volume  $V_B$  d'une solution de soude de concentration  $C_B=1,5\text{ mol.L}^{-1}$  faut-il ajouter au mélange pour obtenir l'équivalence à l'instant de date  $t=75\text{ min}$ . (les trois gouttes d'acide sulfurique nécessitent un volume de  $V_0=1\text{ mL}$  de la solution de soude pour être neutralisé)

b/ Comment peut-on repérer expérimentalement le point d'équivalence.

4°-a/ Définir la vitesse instantanée de la réaction.

b/ La calculer aux instants  $t_1=30\text{ min}$  et  $t_2=75\text{ min}$ . conclure.

5°- Calculer la vitesse moyenne de la réaction entre les instants  $t_3=15\text{ min}$  et  $t_4=75\text{ min}$ .

6°- On augmente la température.

a/ Préciser en le justifiant si la valeur de la constante d'équilibre serait supérieure, égale ou inférieure à 0,25.

b/ Le temps de demi-réaction varie-t-il lorsqu'on augmente la température ? Expliquer.

7° - On considère un système formé par  $4.10^{-2}$  mol de l'ester précédent,  $4.10^{-2}$  mol d'eau,  $8.10^{-2}$  mol d'acide (A) et  $8.10^{-2}$  mol d'alcool (B).

a/ Ce système est-il en équilibre ? Si non dans quel sens va-t-il évoluer ?

b/ Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

c/ Calculer pour ce système le taux d'avancement final.

**EXERCICE 2:**

L'étiquette d'une bouteille contenant une solution  $S_0$  d'acide chlorhydrique porte les indications suivantes : (acide chlorhydrique, masse volumique  $\rho = 1190\text{ g/L}$  ; pourcentage en masse d'acide chlorhydrique est 37%). On introduit  $V=3\text{ mL}$  de  $S_0$  dans une fiole jaugée de volume  $V_0=1000\text{ mL}$  contenant environ  $800\text{ mL}$  d'eau distillée.

On donne :  $M_H=1\text{ g/mol}$  ;  $M_{Cl}=35,5\text{ g/mol}$  ;  $M_{Na}=23\text{ g/mol}$

1°/ Déterminer la concentration  $C_0$  de la solution commerciale  $S_0$ .

- 2°/ Donner le nom de l'expérience réalisée lors de la préparation de S. déduire sa concentration C.
- 3°/ Déterminer la concentration des espèces chimiques dans la solution S. déduire son pH.
- 4°/ On ajoute à 50mL de S, 35mL d'acide bromhydrique de  $\text{pH}_1 = 1$  ; 85mL d'acide nitrique de  $\text{pH}_2 = 4$  et 45mL d'acide HI de  $\text{pH}_3 = 3$  (NB: tous ces acides sont des acides forts).
- Déterminer la pH du mélange.
- 5°/ A 50mL de la solution S on ajoute maintenant 50mL d'une solution basique de concentration  $C_b = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  et  $\text{pH} = 12,4$ .
- 5.1°/ Vérifier que la solution basique est une base forte.
- 5.2°/ Atteint-on l'équivalence acido-basique à la suite de cette addition ?
- 5.3°/ Préciser si la solution ainsi obtenue est acide, basique ou neutre.
- 5.4°/ Déterminer le pH de cette solution.

### EXERCICE 3:

1°/ Des particules  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ) de vitesse  $\vec{v}_0$  horizontale pénètrent en  $\text{O}_2$  dans une région où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  de valeur  $B = 1,25 \text{ T}$  dans laquelle elles décrivent un demi-cercle de rayon  $R = 33,5 \text{ cm}$  comme le montre la figure.

1.1°/ Donner le sens de  $\vec{B}$ .

1.2°/ Montrer que le mouvement des particules  $\alpha$  est circulaire uniforme et est situé dans un plan que l'on précisera.

1.3°/ Exprimer la vitesse en fonction de B, R, m et e. La calculer.

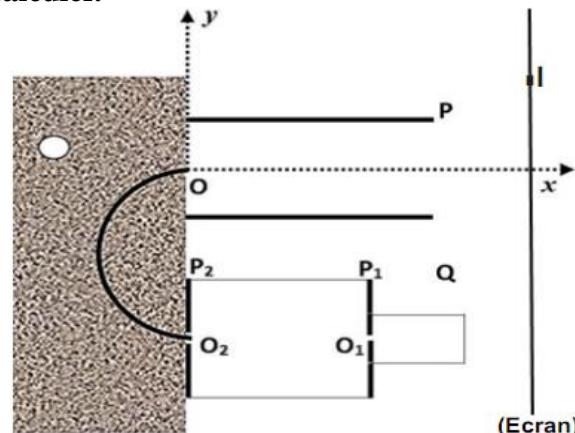
1.4°/ Calculer la durée du mouvement entre  $\text{O}_2$  et O.

2°/ Les particules  $\alpha$  pénètrent après le trou O dans une région délimitée par deux armatures horizontales P et Q d'un condensateur plan.

Les armatures, de longueur  $l = 10 \text{ cm}$ , sont distantes de  $PQ = d = 5 \text{ cm}$ . On établit entre les armatures une tension positive  $U = V_Q - V_P$ .

2.1°/ Représenter le vecteur champ électrique  $\vec{E}$  entre les deux armatures P et Q.

2.2°/ Etablir l'équation de la trajectoire des particules  $\alpha$  dans le repère  $(\vec{Ox}, \vec{Oy})$ .



2.3°/ Exprimer en fonction de d, R et B la condition sur U pour que les particules  $\alpha$  puissent sortir du condensateur PQ sans heurter une des armatures.

2.4°/ Exprimer l'ordonnée du point d'impact I sur l'écran (E) en fonction de l, D, e, m, d, R, B et U.

3°/ En fait les particules  $\alpha$  en question sont produites à partir de noyaux de lithium en bombardant des noyaux de lithium  ${}^7_3\text{Li}$  par des protons  ${}^1_1\text{H}$ , il se produit une réaction nucléaire avec formation uniquement de noyaux d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  (particule  $\alpha$ ).

3.1°/ Ecrire l'équation de la réaction nucléaire.

3.2°/ Calculer, en joules puis en MeV, l'énergie libérée par la réaction.

3.3°/ En négligeant la vitesse des protons incidents et en supposant que toute l'énergie libérée par la réaction est transformée en énergie cinétique des particules  $\alpha$  produites, calculer la valeur de l'énergie cinétique  $E_{C\alpha}$  de chacune des particules  $\alpha$ .

En déduire leur vitesse  $V_0$ . Ce résultat est-il en accord avec celui de la question 3 ?

Masse en u :  $m({}^1_1\text{H}) = 1,0078 \text{ u}$  ;  $m({}^7_3\text{Li}) = 7,0160 \text{ u}$  ;  $m({}^4_2\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$

### EXERCICE 4:

Les parties A et B sont indépendantes.

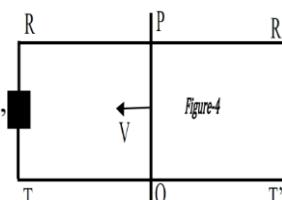
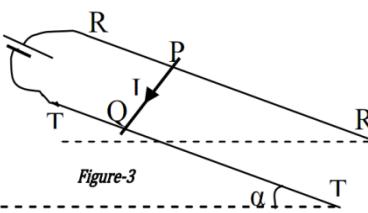
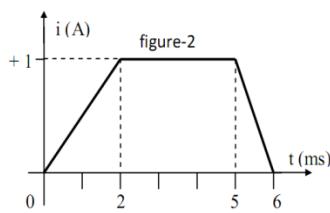
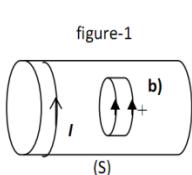
A – Une petite bobine (b) comportant  $N' = 250$  spires de surface  $s' = 12 \text{ cm}^2$  chacune est placée à l'intérieur d'un solénoïde (S) de longueur  $l = 40 \text{ cm}$  comportant  $N = 800$  spires.

La petite bobine et le solénoïde sont orientés comme indiqué sur la figure-1.

Le solénoïde est traversé par un courant dont l'intensité varie avec le temps comme indiqué sur le graphe (figure-2). Etablir pour chaque intervalle l'expression donnant :

1 – la loi de variation du champ magnétique  $B(t)$  à l'intérieur du solénoïde.

2 – la f.e.m d'induction dont la bobine est le siège. La représentée



B – On considère les rails de Laplace (RR') et (TT'), la tige conductrice mobile (PQ) de longueur l peut glisser sans frottement sur les rails, baignant dans un champ magnétique B perpendiculaire au plan des rails.

1. Déterminer la direction et le sens de la Force de Laplace agissant sur la tige (PQ) pour qu'elle reste immobile. En déduire le sens de  $\vec{B}$ .

2. Déterminer la valeur du champ  $\vec{B}$ .

On donne :  $m = 250 \text{ g}$  ;  $l = 16 \text{ cm}$  ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$  ;  $\alpha = 14^\circ$  ;  $I = 4,8 \text{ A}$ .

3. L'intensité du courant vaut  $I' = 5 \text{ A}$ .

3.1. Que fait la tige.

3.2. Calculer l'accélération.

4. Calculer la vitesse de la barre après un parcours  $L = 20 \text{ cm}$ .

5. Cette fois, le champ magnétique est vertical et son intensité est  $B = 0,5 \text{ T}$ .

L'intensité du courant reste égale à  $4,8 \text{ A}$ . Calculer la nouvelle valeur à donner à l'angle  $\alpha$  pour réaliser l'équilibre de la barre et préciser le sens de  $\vec{B}$ .

6 – Le générateur est supprimé. Le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  conserve les mêmes caractéristiques que dans la question 5. les deux rails RR' et TT' sont posés horizontalement et reliés par un conducteur ohmique de résistance  $R = 4\Omega$ . Voir figure-4.

La barre se déplace avec une vitesse constante de valeur  $V = 5 \text{ m/s}$

6.1 : Enoncer la loi de Lenz.

6.2 : Déterminer le sens du courant induit.

6.3 : Déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique puis calculer sa puissance.

### EXERCICE 5:

Avec une bobine B de longueur  $l = 32 \text{ mm}$ , de diamètre  $d = 2 \text{ cm}$ , comportant 2000 spires.

On réalise les expériences décrites ci-après.

1 – Première expérience : on réalise le circuit correspondant à la figure 1.

La bobine B est connectée à un générateur G de courant continu, de résistance négligeable, maintenant une tension constante  $U_1 = 6,7 \text{ V}$  entre ses bornes.

Un dispositif approprié, non représenté sur la figure permet de suivre l'évolution de l'intensité  $i$  du courant traversant le circuit. A l'instant où l'interrupteur K est fermé on déclenche le dispositif d'enregistrement. L'évolution de l'intensité au cours du temps est donnée par la figure 2 .

a) Calculer l'inductance L de cette bobine.

b) Expliquer pourquoi durant cette expérience l'intensité du courant ne prend pas instantanément une valeur constante.

c) D'après l'examen de la figure 2, au bout de combien de temps peut-on considérer que le régime permanent est atteint ? en déduire la valeur de constante du temps  $\tau$ .

d) Etablir la relation entre la valeur  $I_0$  de l'intensité du courant en régime permanent, la tension U et la résistance R de la bobine. Vérifier que cette résistance vaut  $R = 10 \Omega$  puis en déduire l'inductance L de la bobine B.

e) Etablir l'équation différentielle régissant les variations de l'intensité du courant  $i(t)$  dans la bobine.

f) Sachant que la solution de l'équation différentielle est de forme:  $i(t) = A + B e^{-\frac{t}{\tau}}$ .

trouver les valeurs de A et B. puis donner l'expression horaire du champ magnétique B à l'intérieur de la bobine.

2 – Deuxième expérience : Le générateur G est remplacé par un autre qui établit aux bornes de B une tension alternative sinusoïdale de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$  et de valeur efficace  $U_2 = 6 \text{ V}$ ; l'intensité du courant traversant B a pour valeur efficace  $I_2 = 0,32 \text{ A}$ . Déterminer l'inductance L de la bobine B.

3 – Troisième expérience : La bobine B est associée en série à un condensateur de capacité  $C = 2 \mu\text{F}$ .

L'ensemble est alimenté par un GBF délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U = 6V$  et de fréquence réglable.

3.1° Pour quelle valeur de la fréquence  $f_0$  y a-t-il résonance d'intensité ?

3.2° Définir le facteur de qualité Q, puis établir son expression en fonction de U et de  $U_c$  tension efficace aux bornes du condensateur. Justifier l'appellation de « facteur de surtension » que l'on donne parfois à Q.

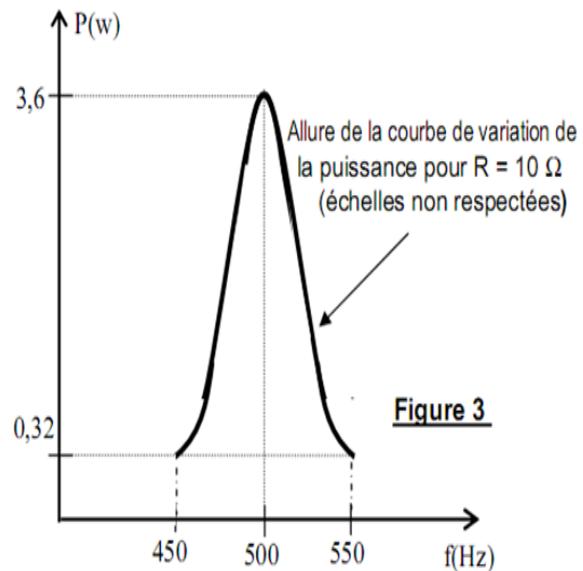
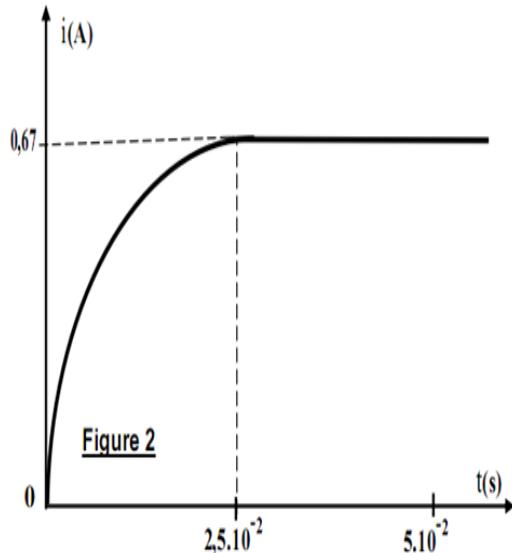
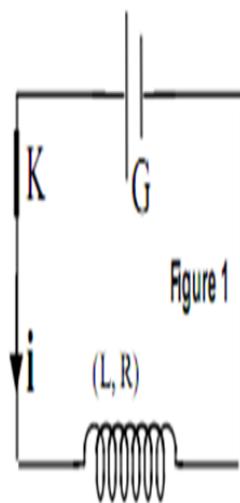
On fait varier lentement f autour de la valeur  $f_0$  précédente et On pose  $f = f_0(1+\varepsilon)$  avec  $\varepsilon \ll 1$

3.3° Montrer que l'impédance Z du circuit est :  $Z = R\sqrt{1 + 4Q^2\varepsilon^2}$ . On admettra que :  $\frac{1}{1+\varepsilon} \approx 1 - \varepsilon$ .

3.4° Montrer que la puissance P transférée au circuit est donnée par :  $P = \frac{U^2}{R(1+4Q^2\varepsilon^2)}$ .

3.5° Pour quelle valeur de  $\varepsilon$  cette puissance est maximale ? Que vaut la puissance maximale ?

3.6° L'allure de la courbe donnant la puissance P transférée en fonction de f pour  $\varepsilon \in [-10^{-1}; +10^{-1}]$  lorsque  $R = 10 \Omega$  est donnée sur la figure 3. Tracer sur le même graphe l'allure de la courbe donnant la puissance transférée dans les deux cas où la résistance de la bobine est  $R_2 = 1 \Omega$  puis  $R_3 = 100 \Omega$ . Conclure.

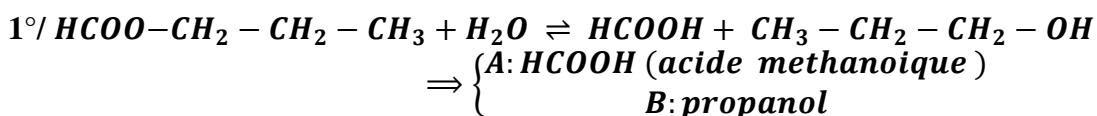


### CORRIGE

#### QCM :

Question	1	2	3	4
Réponse	A	B	C	B

#### EXOS-1°:



2-a°/ La réaction est possible à l'absence de l'acide sulfureux qui joue le rôle d'un catalyseur.

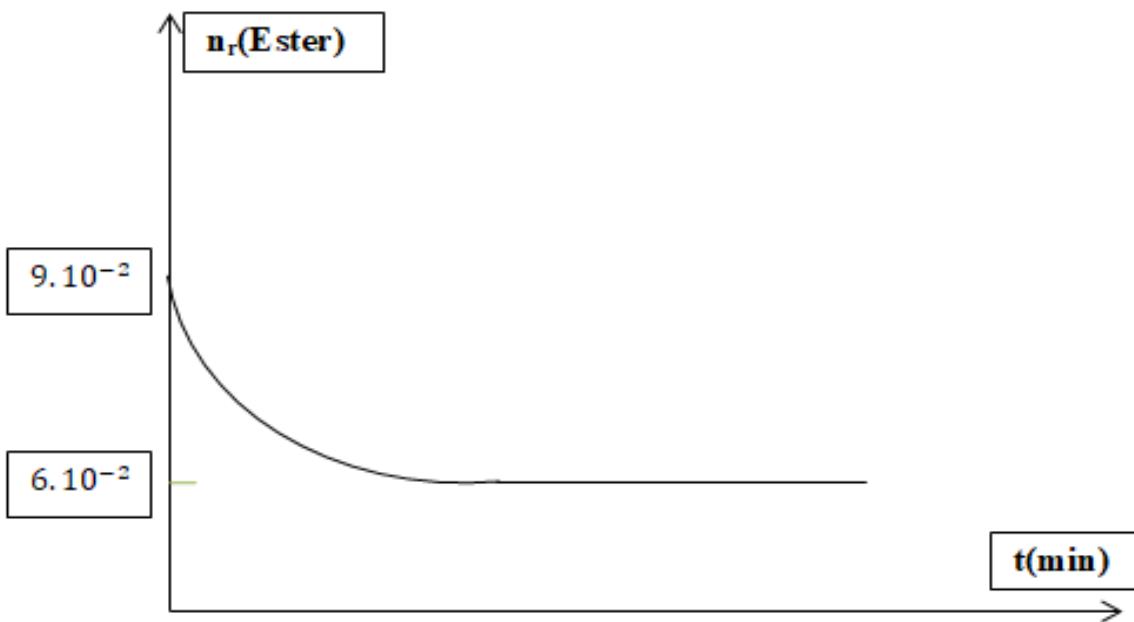
b°/ Tableau d'avancement :

Etat	avancement	$HCOOCH_2CH_2CH_3 + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + CH_3CH_2CH_2OH$			
0	0	$9 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^{-2}$	0	0
t	x	$9 \cdot 10^{-2} - x$	$9 \cdot 10^{-2} - x$	x	x
$\infty$	$x_f$	$9 \cdot 10^{-2} - x_f$	$9 \cdot 10^{-2} - x_f$	$x_f$	$x_f$

c°/  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f(\text{Acide})}{n_0(\text{Ester})} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^{-2}} = \frac{1}{3} \Rightarrow \text{La réaction est limitée}$

$$d^\circ / K = \frac{n_f(\text{acide}).n_f(\text{alcool})}{n_r(\text{Ester}).n_r(\text{Eau})} = \frac{(3.10^{-2})^2}{(6.10^{-2})^2} = 0,25$$

e°/



$$3-\text{a}^\circ/ n_a = n_b \Rightarrow n_a = C_b \cdot (V_{bE} + 1) \Rightarrow V_{bE} = \frac{n_a}{C_b} - 1 = \frac{3.10^{-2}}{1,5} - 1 = 19mL$$

b°/ L'équivalence est repéré par le changement de couleur.

4.a°/ La vitesse instantanée de la réaction est le dérivé de l'avancement par rapport au temps.

$$\text{b}^\circ/ V = \frac{dx}{dt} = \frac{dn_f(\text{Acide})}{dt} \Rightarrow \begin{cases} a & t_1 = 30\text{ min} : V = \frac{(3-1,5).10^{-2}}{45-7,5} = 4.10^{-4}\text{ mol/min} \\ a & t_2 = 75\text{ min} : V = 0, (\text{la réaction est terminée}) \end{cases}$$

$$5^\circ/ V_{moy} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta n_f(\text{Acide})}{\Delta t} = \frac{(3-1).10^{-2}}{45-7,5} = 5,33.10^{-4}\text{ mol/min}$$

6.a°/ K reste égal à 0,25 car la réaction est athermique

b°/ L'augmentation de la température accélère la réaction  $\Rightarrow T_{\frac{1}{2}}$  va diminuer

7.a°/  $\pi = \frac{n_f(\text{acide}).n_f(\text{alcool})}{n_r(\text{Ester}).n_r(\text{Eau})} = \frac{(8.10^{-2})^2}{(4.10^{-2})^2} = 4 > K \Rightarrow$  le système n'est pas en équilibre, il va évoluer dans le sens de l'estérification.

$$\text{b}^\circ/ \begin{array}{cccc} \text{Acide} & \text{Alcool} & \text{Ester} & \text{Eau} \\ 8.10^{-2} - x & 8.10^{-2} - x & 4.10^{-2} + x & 4.10^{-2} + x \\ K = \frac{n_f(\text{Ester}).n_f(\text{Eau})}{n_r(\text{Acide}).n_r(\text{Alcool})} & = \frac{(4.10^{-2} + x)^2}{(8.10^{-2} - x)^2} & = 4 \Rightarrow 2 = \frac{4.10^{-2} + x}{8.10^{-2} - x} \\ \Rightarrow 16.10^{-2} - 2x = 4.10^{-2} + x \Rightarrow 3x = 12.10^{-2} \Rightarrow x = 4.10^{-2}\text{ mol} \end{array}$$

Donc ; la nouvelle composition du mélange est :

$$\begin{array}{cccc} \text{Acide} & \text{Alcool} & \text{Ester} & \text{Eau} \\ 4.10^{-2} & 4.10^{-2} & 8.10^{-2} & 8.10^{-2} \end{array}$$

$$\text{c}^\circ/ \tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f(\text{Ester})}{n_0(\text{Acide})} = \frac{4.10^{-2}}{8.10^{-2}} = 0,5$$

### EXOS-2°:

$$1^\circ/ C_0 = \frac{P \cdot \rho}{100 \cdot M} = \frac{37.1190}{100.36,5} = 12,06 \text{ mol/L}$$

$$2^\circ/ \text{La solution S est préparée par une dilution : } C = \frac{C_0 \cdot V}{V + V_0} = \frac{12,06 \cdot 3}{803} = 4,5.10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$3^\circ/ [Cl^-] = C = 4,5.10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[H_3O^+] = [Cl^-] + [OH^-] \text{ mais } [OH^-] \ll [H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = [Cl^-] = 4,5.10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{Donc : } pH = -\log[H_3O^+] = -\log(4,5.10^{-2}) = 1,34$$

$$4^\circ/ pH = -\log[H_3O^+] = -\log \frac{n(H_3O^+)}{V_T} = -\log \left( \frac{4,5.10^{-2}.50 + 10^{-1}.35 + 10^{-4}.85 + 10^{-3}.45}{215} \right) = 1,56$$

5.1°/  $14 + \log C_b = 14 + \log(2,5 \cdot 10^{-2}) = 12,4 = pH \Rightarrow$  La base est forte

5.2°/ la solution n'est pas en état d'équivalence car  $n_{acide} \neq n_{base}$

5.3°/ la solution obtenue est acide car  $n_{acide} > n_{base}$

5.4°/  $pH = -\log\left(\frac{n_a - n_b}{V_t}\right) = -\log\left(\frac{4,5 \cdot 10^{-2} \cdot 50 - 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 50}{100}\right) = 2$

### **EXOS-3°:**

1.1°/ Le sens de  $\vec{B}$  : D'après la règle de la main droite n constate que  $\vec{B}$  sortant.

1.2°/  $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow$

$\begin{cases} \text{sur la tangente : } 0 = m \cdot a_T \Rightarrow a_T = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow V = c^{te} \Rightarrow MU \\ \text{sur la normale : } F = m \cdot a_N \Rightarrow \vec{F} \text{ est centripète} \Rightarrow \text{le mvt est un MCU} \\ \text{sur l'axe Oz : } 0 = m \cdot a_Z \Rightarrow a_Z = 0 \Rightarrow \frac{dv_Z}{dt} = 0 \Rightarrow V_Z = V_{0Z} = 0 \Rightarrow \frac{dZ}{dt} = 0 \\ \Rightarrow Z = Z_0 = 0 \Rightarrow \text{le mvt est dans le plan XOY} \end{cases}$

1.3°/ L'expression de la vitesse : On a  $F = m \cdot a_N \Rightarrow |q| \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R}$

$$\Rightarrow v = \frac{2 \cdot e \cdot R \cdot B}{m} = \frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 33,5 \cdot 10^{-2} \cdot 1,25}{4 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}} \Rightarrow v = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

1.4°/ La durée du mouvement entre T et O :

$$\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{\pi}{w} = \frac{\pi \cdot R}{v} = \frac{\pi}{v} \cdot \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B} \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{m \cdot \pi}{|q| \cdot B} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,25} \Rightarrow \Delta t = 10^{-7} \text{ s}$$

2.2°/ L'équation de la trajectoire :

- Les conditions initiales : O (0 ; 0) ;  $\vec{V}_0 : \begin{cases} V_0 \\ 0 \end{cases}$  ;  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} : \begin{cases} \mathbf{0} \\ \frac{|q|E}{m} \end{cases}$

- Les équations horaires :  $\begin{cases} x = V_0 \cdot t \\ y = \frac{|q|E}{2m} t^2 \end{cases}$

- L'équation de la trajectoire :  $y = \frac{|q|U}{2mdv_0^2} x^2$

2.3°/ La condition sur U pour que les particules puissent sortir du condensateur :

$$y_s < \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{|q|U \cdot l^2}{2mdv_0^2} < \frac{d}{2} \Rightarrow U < \frac{md^2 v_0^2}{|q|l^2} \Rightarrow U < \frac{|q|^2 \cdot B^2 \cdot R^2}{m^2} \Rightarrow U < \frac{2e \cdot B^2 \cdot R^2 \cdot d^2}{m \cdot l^2}$$

2.4°/ D'après le théorème de Thalès :  $\frac{y_s}{\frac{l}{2}} = \frac{Y}{D - \frac{l}{2}} \Rightarrow Y = \left(D - \frac{l}{2}\right) \frac{2y_s}{l} \Rightarrow$

$$Y = \left(D - \frac{l}{2}\right) \frac{|q|Ul}{mdv_0^2} \Rightarrow Y = \left(D - \frac{l}{2}\right) \frac{|q|Ul}{md} \cdot \frac{m^2}{|q|^2 \cdot B^2 \cdot R^2} \Rightarrow Y = \left(D - \frac{l}{2}\right) \frac{Ul}{d} \cdot \frac{m}{|q| \cdot B^2 \cdot R^2}$$

3.1°/ L'équation de la réaction nucléaire :  ${}^3_3Li + {}^1_1H \rightarrow 2 \cdot {}^2_2He$

3.2°/  $E_L = \Delta m \cdot c^2 = (2 \cdot m({}^2_2He) - (m({}^3_3Li) + m({}^1_1H))) \cdot c^2$

$$E_L = (-2 \cdot 4,0026 - (7,0160 + 1,0078)) \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \cdot (3,10^8)^2 = -28 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$3.3°/ E_L = 2E_{C_\infty} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{E_L}{m}} = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s} \text{ (elle est en accord)}$$

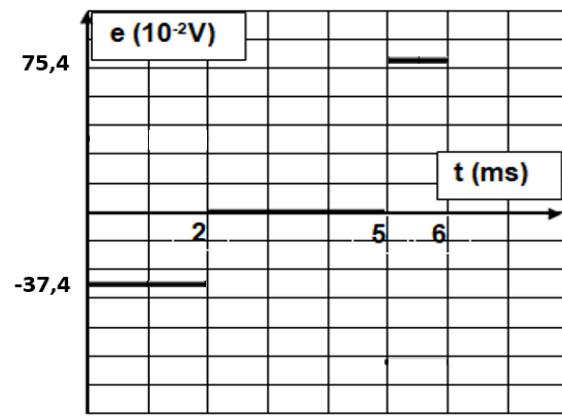
### **EXOS-4°:**

$$A-1°/ B = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot i(t) = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{800}{0,4} \cdot i(t) \Rightarrow B = 25,12 \cdot 10^{-4} i(t)$$

$$\begin{cases} * [0 - 2] : i = 500t \Rightarrow B = 1,256t \\ * [2 - 5] : i = 1A \Rightarrow B = 25,12 \cdot 10^{-4} \\ * [5 - 6] : i = -1000t + 6 \Rightarrow B = -2,512t + 0,015 \end{cases}$$

$$2°/ e = -\frac{d\phi}{dt} \text{ avec } \phi = N'BS \Rightarrow e = -N'S \cdot \frac{dB}{dt} \Rightarrow e = -250 \cdot 12 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{dB}{dt} \Rightarrow e = -0,3 \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} * [0 - 2] : \frac{dB}{dt} = 12,56 * 10^{-2} \Rightarrow e = -37,68 * 10^{-2}V \\ * [2 - 5] : \frac{dB}{dt} = 0 \Rightarrow e = 0 \\ * [5 - 6] : \frac{dB}{dt} = -1,256 \Rightarrow e = 75,36 * 10^{-2}V \end{array} \right.$$



B-1° pour que la tige reste immobile il faut que  $\vec{F}$  prend une direction parallèle aux rails et se dirige vers le haut. D'après RMD on constate que  $\vec{B}$  est sortant.

2°/  $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_N = \vec{0}$ . par la projection sur l'axe du mouvement on trouve :

$$F - P \sin \alpha = 0 \Rightarrow I \cdot l \cdot B = mg \cdot \sin \alpha \Rightarrow B = \frac{mg \cdot \sin \alpha}{I \cdot l} = \frac{0,25 \cdot 10 \cdot \sin 14}{4,8 \cdot 0,16} = 0,78T$$

3.1°/ pour  $I=5A$ , la tige va se déplacer vers le haut.

3.2°/  $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_N = m\vec{a}$ .

par la projection suivant l'axe du mouvement on trouve :  $F - P \sin \alpha = ma \Rightarrow a = \frac{F - P \sin \alpha}{m}$

$$\Rightarrow a = \frac{I \cdot l \cdot B - mg \cdot \sin \alpha}{m} = \frac{(5 \cdot 0,16 \cdot 0,78 - 0,25 \cdot 10 \cdot \sin 14)}{0,25} = 0,076m/s^2$$

4°/  $V = at \Rightarrow V = 0,076 \cdot 0,2 = 0,015m/s$

5°/  $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_N = \vec{0}$ . par la projection sur l'axe du mouvement on trouve :

$$F \cos \alpha - P \sin \alpha = 0$$

$$F \cos \alpha = P \sin \alpha \Rightarrow I \cdot l \cdot B = mg \cdot \tan \alpha \Rightarrow \tan \alpha = \frac{I \cdot l \cdot B}{mg} = \frac{5 \cdot 0,16 \cdot 0,78}{0,25 \cdot 10} = 0,16 \Rightarrow \alpha = 9^\circ$$

Le sens de  $\vec{B}$  doit être ascendant.

6.1°/ L'énoncé de la loi de Lenz : Le courant induit a un sens tel qu'il s'oppose par ses effets (force magnétique, champ magnétique) aux causes qui lui donnent naissance.

6.2°/  $\phi = B \cdot S$  et  $S$  diminue  $\Rightarrow \phi$  diminue  $\Rightarrow \frac{d\phi}{dt} < 0 \Rightarrow i > 0$ , donc  $i$  circule dans le sens choisi.

$$6.3°/ \phi = B \cdot S = B(S_0 - lx) = BS_0 - Blx \Rightarrow i = -\frac{1}{R} \cdot \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow i = \frac{B \cdot l \cdot V}{R}$$

Donc les caractéristiques de  $\vec{F}$  sont :  $\left\{ \begin{array}{l} P.A: le milieu de la tige \\ direction : horizontale \\ sens : d'après RMD est vers la droite \\ intensité :  $F = |i|lB = \frac{B^2 \cdot l \cdot V}{R} = \frac{0,5^2 \cdot 0,16^2 \cdot 5}{4} = 8 \cdot 10^{-3}N$  \end{array} \right.$

Sa puissance est  $P = F \cdot V \cdot \cos(180) = -F \cdot V = -8 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = -0,04w$

**EXOS-5°:**

$$1-a°/ Calculer l'inductance L : L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot \pi \cdot d^2}{4l} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 2000^2 \cdot 0,02^2}{4 \cdot 0,032} = 0,05H$$

b°/ l'intensité du courant ne prend pas instantanément une valeur constante à cause du phénomène d'auto-induction.

c°/ le régime permanent est atteint au bout d'une durée  $\Delta t = 2,5 \cdot 10^{-2}s$

$$\Rightarrow \text{constante du temps} : \tau = \frac{\Delta t}{5} = 5 \cdot 10^{-3}s$$

$$d°/ \text{en régime permanent} : U_1 = R \cdot I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{U_1}{R}, \text{ donc} : \Rightarrow R = \frac{U_1}{I_0} = \frac{6,7}{0,67} = 10\Omega$$

$$On a : \tau = \frac{L}{R} \Rightarrow L = \tau \cdot R = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0,05H$$

e°/ d'après la loi des mailles :  $u_b = U_1 \Rightarrow Ri + L \frac{di}{dt} = U_1$ , c'est l'équation différentielle régissant  $i(t)$

f°/ On a :  $i(t) = A + B e^{-\frac{t}{\tau}}$   $\Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{B}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$ , on remplace dans l'équation différentielle :

$$RA + RB e^{-\frac{t}{\tau}} - \frac{B \cdot L}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = U_1 \Rightarrow RA + \left(R - \frac{L}{\tau}\right) B e^{-\frac{t}{\tau}} = U_1$$

Par

identification

$$RA = U_1 \Rightarrow A = \frac{U_1}{R}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{à } t=0; \text{ on a : } i=0 \Rightarrow A + BE^0 = 0 \Rightarrow B = -A = -\frac{U_1}{R} \Rightarrow i(t) = \frac{U_1}{R}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \\ \Rightarrow B = \mu_0 \cdot \frac{N}{L} \cdot \frac{U_1}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \end{array} \right.$$

$$2^\circ/ Z = \sqrt{R^2 + (Lw)^2} \Rightarrow L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{w} = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_1}{I_2}\right)^2 - R^2}}{w} = \frac{\sqrt{\left(\frac{6}{0,32}\right)^2 - 10^2}}{2\pi \cdot 50} \Rightarrow L = 0,05H$$

$$3.1^\circ/ \text{a la résonance d'intensité : } L.C.w_0^2 = 1 \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{0,05 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}} = 503,5 \text{ Hz}$$

$$3.2^\circ/ Q = \frac{Lw_0}{R} = \frac{Lw_0}{\frac{U}{I_0}} = \frac{Lw_0}{U} \cdot I_0 = \frac{Lw_0}{U} \cdot C \cdot w_0 \cdot U_C \Rightarrow Q = \frac{L \cdot C \cdot w_0^2 \cdot U_C}{U} \Rightarrow Q = \frac{U_C}{U}$$

Q est appelé aussi le facteur de surtension car  $Q > 1 \Rightarrow U_C > U$

$$3.3^\circ/ Z = \sqrt{R^2 + \left(Lw - \frac{1}{Cw}\right)^2} = \sqrt{R^2 + R^2 \left(\frac{Lw}{R} - \frac{1}{Rcw}\right)^2} = R \sqrt{1 + \left(\frac{Lw \cdot w_0}{Rw_0} - \frac{w_0}{Rcw \cdot w_0}\right)^2}$$

avec :  $w = w_0(1 + \varepsilon) \Rightarrow$

$$Z = R \sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{w_0(1 + \varepsilon)}{w_0} - \frac{w_0}{w_0(1 + \varepsilon)}\right)^2} \Rightarrow Z = R \sqrt{1 + Q^2 (1 + \varepsilon - 1 + \varepsilon)^2} = R \sqrt{1 + Q^2 (2\varepsilon)^2}$$

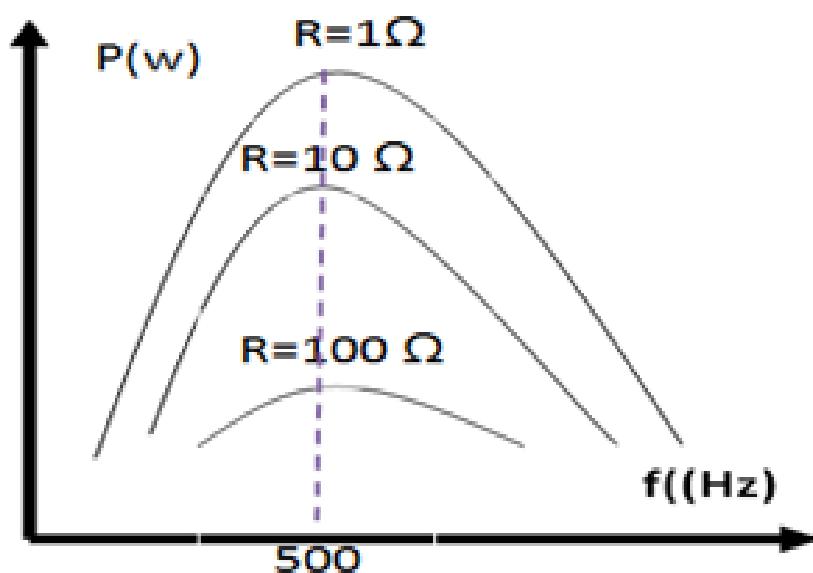
$$\Rightarrow Z = R \sqrt{1 + 4Q^2 \cdot \varepsilon^2} \text{ avec } \Rightarrow Z = R \sqrt{1 + 4Q^2 \varepsilon^2}$$

$$3.4^\circ/ P = R \cdot I^2 \Rightarrow P = R \cdot \left(\frac{U}{Z}\right)^2 \Rightarrow P = R \cdot \left(\frac{U}{R\sqrt{1+4Q^2\varepsilon^2}}\right)^2 \Rightarrow P = \frac{U^2}{R(1+4Q^2\varepsilon^2)}$$

4.5\*/ La valeur de  $\varepsilon$  pour laquelle puissance est maximale :

$$P = P_{max} \Rightarrow \frac{U^2}{R(1+4Q^2\varepsilon^2)} = \frac{U^2}{R} \Rightarrow \varepsilon = 0$$

La puissance maximale :  $P_{max} = \frac{U^2}{R} = \frac{6^2}{10} = 3,6W$



Indiquer la ou les bonne(s) réponse(s)

1°) La déshydratation intermoléculaire des alcools conduit à :

- a) anhydride d'acide ; b) alcène ; c) éther-oxyde

2°) Le catalyseur :

- a) accélère une réaction ; b) fait partie des réactifs ; c) diminue le temps de demi-réaction.

3°) La tension aux bornes d'une bobine parcourue par un courant de B vers A s'écrit :

$$\text{a) } U_{AB} = Li + ri \quad ; \text{ b) } U_{AB} = L \frac{di}{dt} + ri \quad ; \text{ c) } U_{AB} = -ri - L \frac{di}{dt} .$$

4°) Lorsque l'effet photo électrique se produit : a) un photon est absorbé et un électron est émis ; b) un électron est absorbé et un photon est émis ; c) un photon et un électron sont émis.

**EXERCICE 1 :**

A  $t = 0$ , on mélange un volume  $V_1$  d'une solution d'iodure de potassium  $KI$  de concentration molaire  $C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et un volume  $V_2 = V_1$  d'une solution de peroxydisulfate de potassium  $K_2S_2O_8$  de concentration molaire  $C_2$  et quelques gouttes d'embois d'amidon. La réaction qui se produit est totale. Une étude expérimentale a permis de tracer les deux courbes.

La courbe de la figure 1 donne la variation de la quantité de matière du diiode  $I_2$  formée au cours du temps.

La courbe de la figure 2 donne la variation de la concentration de l'ion peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-}$  au cours du temps.

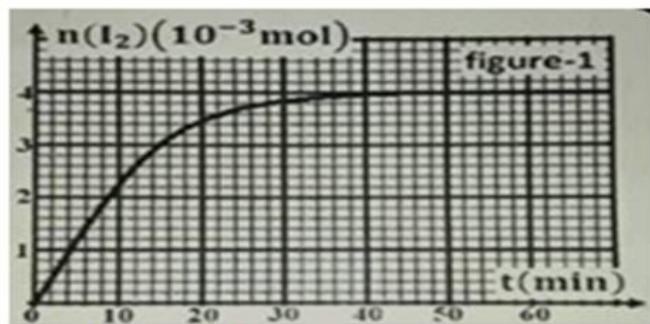


Figure 1

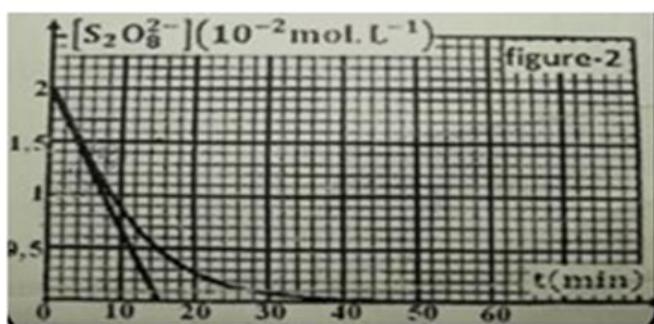


Figure 2

1°) Ecrire les deux demi-équations et en déduire l'équation bilan. Sachant que les potentiels des couples redox mis en jeu sont  $E_{I_2/I^-}^0 = 0,55V$  et  $E_{S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}}^0 = 2,1V$ .

2°) Dresser le tableau d'avancement de la réaction.

3°) Déterminer la concentration initiale de  $S_2O_8^{2-}$  et la quantité de matière de  $I_2$  formée à la fin de réaction et en déduire l'avancement final.

4°) Montrer que  $S_2O_8^{2-}$  est le réactif limitant et en déduire les volumes  $V_1$  et  $V_2$ .

5°) Définir la vitesse volumique instantanée de disparition des ions peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-}$  puis calculer sa valeur à  $t = 0 \text{ min}$ . En déduire la vitesse de formation des ions sulfate  $SO_4^{2-}$  au même instant.

6°) Définir le temps de demi-réaction et déterminer sa valeur.

**EXERCICE 2 :**

Un groupe d'élèves dose  $10 \text{ mL}$  d'une solution d'un acide carboxylique (A) de formule  $C_XH_Y - COOH$  de concentration inconnue  $C_A$  par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_B = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ . Le volume d'hydroxyde de sodium versé pour obtenir l'équivalence acido-basique est  $V_{BE} = 12,5 \text{ mL}$ .

1°) Ecrire l'équation bilan de la réaction du dosage.

2°) Définir l'équivalence acido-basique et déterminer la concentration  $C_A$  de la solution dosée.

3°) La solution dosée a été obtenue en dissolvant une masse  $m = 1,83 \text{ g}$  d'acide carboxylique dans  $V = 150 \text{ mL}$  d'eau

a) Déterminer la masse molaire moléculaire de l'acide (A).

b) En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide sachant qu'il contient 68,85% en masse de carbone.

4°) Pour un volume de base versé  $V_B = 9,5 \text{ mL}$ , la mesure du pH du mélange donne 5,5.

a) Faire l'inventaire des espèces chimiques présentes dans ce mélange et calculer leurs concentrations molaires volumiques.

b) Déterminer la valeur du  $pK_A$  du couple acide/base.

Données : Masses molaires atomiques en  $g/mol$  :  $C = 12$ ;  $H = 1$ ;  $O = 16$ .

**EXERCICE 3 :**

Des particules  ${}^4He^{2+}$  pénètrent en O milieu de P et T avec une vitesse horizontale  $\vec{V}_0$  dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire au plan de la figure, s'exerçant dans un carré PQRT de 10 cm de côté (voir figure ci-dessous).

1.1°) Donner le sens du vecteur  $\vec{B}$  pour que les particules soient déviées vers le haut.

1.2°) Déterminer la nature du mouvement des particules dans le champ  $\vec{B}$ .

1.3°) Quelle valeur faut-il donner à  $B$  pour que les particules décrivent un quart de cercle ?

1.4°) Quelle est la valeur minimale faut-il donner à  $B$  pour que les particules décrivent un demi de cercle ?

2°) On donne au champ  $\vec{B}$  la valeur  $B = 0,05T$ . Calculer les valeurs du rayon de courbure et de la déviation angulaire  $\alpha$  si les particules sortent par le point S.

3°) A la sortie du champ magnétique au point S, les particules entrent dans un champ électrique  $\vec{E}$ , créé par une tension électrique  $U_{AC}$  appliquée entre les plaques A et C.

3.1°) Préciser le signe de la tension électrique  $U_{AC}$  pour que les particules sortent en F.

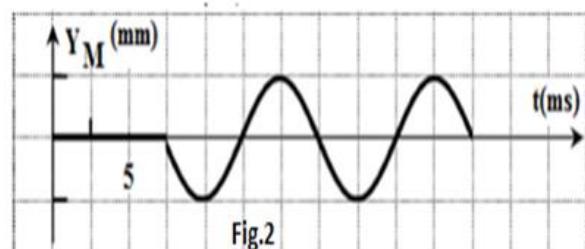
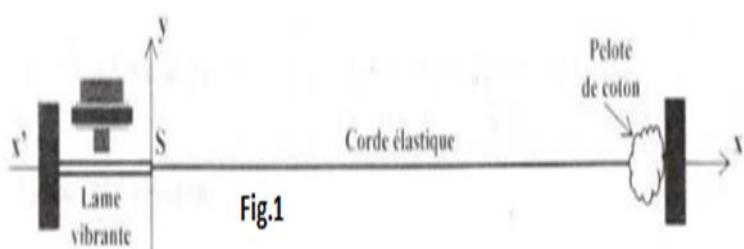
3.2°) Etablir l'équation de la trajectoire du mouvement des particules dans le champ électrique  $\vec{E}$ .

3.3°) Trouver les coordonnées du point le plus haut D de la trajectoire sachant que les particules n'atteignent pas la plaque supérieure A.

Données :  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ ;  $V_0 = 4,8 \cdot 10^5 m.s^{-1}$ ;  $E = 7,22 \cdot 10^4 V.m^{-1}$ .

**EXERCICE 4 :**

Une corde élastique, de longueur  $L = 1,2 m$ , tendue horizontalement suivant un axe  $x'x$  dont l'origine coïncide avec l'extrémité S de la corde. Cette extrémité est reliée à une lame vibrante qui peut vibrer perpendiculairement à la direction  $x'x$  en communiquant à la corde des vibrations sinusoïdales de fréquence N et d'amplitude  $a = 2 mm$ . L'autre extrémité de la corde est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton (fig.1). On néglige tout phénomène d'amortissement de l'onde issue de S et se propageant le long de la corde.



Le diagramme de la figure.2 représente le mouvement d'un point  $M_1$  situé à une distance  $x_1 = 7,5 cm$  de S.

1°) Quel est le rôle de la pelote de coton ?

2°) Déterminer la fréquence N de la lame vibrante.

3°) Montrer que la célérité V de propagation de l'onde issue de S est égale à  $10 m.s^{-1}$ .

4°) Définir la longueur d'onde  $\lambda$  et calculer sa valeur.

5°) Etablir l'équation horaire du mouvement du point  $M_1$  et en déduire celle de la source S.

6°) Comparer l'état vibratoire du point  $M_1$  avec celui de la source S.

**EXERCICE 5 :**

On monte en série une bobine d'inductance  $L = 0,1 H$  et de résistance  $r$ , un résistor de résistance  $R_0 = 10\Omega$  et un condensateur de capacité C. On applique aux bornes du circuit une tension alternative sinusoïdale :  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence N réglable. On visualise simultanément à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, les deux tensions  $u_{R_0}(t)$  et  $u(t)$  respectivement aux bornes du

résistor  $R_0$  et aux bornes de tout le circuit, on obtient les oscillogrammes de la figure-1-.

1.a) Montrer que la courbe (a) représente la variation de la tension aux bornes du circuit RLC série.

b) Faire un schéma du montage en indiquant les branchements à effectuer entre l'oscilloscope bicourbe et le circuit électrique.

2) A partir des oscillogrammes ci-contre, déterminer :

a) La fréquence  $N$  de la tension  $u(t)$  appliquée aux bornes du circuit RLC série.

b) La valeur maximale de l'intensité du courant  $i(t)$  du courant débité dans le circuit et déduire l'impédance  $Z$  du circuit.

c) Le déphasage de l'intensité du courant  $i(t)$  par rapport à la tension  $u(t)$ , et déduire la nature du circuit.

3) Ecrire l'équation différentielle relative à cet oscillateur. Faire la représentation de Fresnel et déduire

a) La résistance  $r$  de la bobine.

b) La capacité  $C$  du condensateur

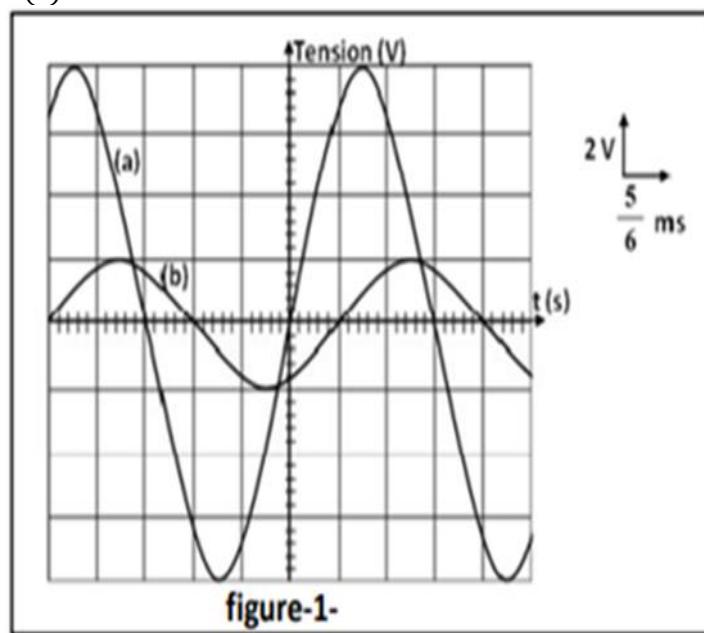
c) La puissance moyenne consommée par le circuit.

4) On règle la fréquence du générateur à la valeur  $N_0$  (la fréquence propre du résonateur). Déterminer dans ce cas :

a) La fréquence  $N_0$ .

b) L'intensité du courant maximale  $I_m$

c) Le facteur de qualité du circuit  $Q$ .



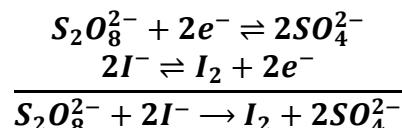
### CORRIGEE

#### QCM

1°) c ; 2°) a et c ; 3°) c ; 4°) a.

#### EXOS-N°1 :

1°) Les demi-équation et l'équation-bilan :



2°) Le tableau d'avancement

L'équation	$S_2O_8^{2-}$	$+ 2I^- \rightarrow I_2$	$+ 2SO_4^{2-}$	
Etat du système	Avancement	Quantités de matières en mol		
Initial	0	$n_{02}$	$n_{01}$	0
intermédiaire	$X$	$n_{02} - 2X$	$n_{01} - 2X$	$X$
finale $t_f$	$t_f$	$n_{02} - 2X_f$	$n_{01} - 2X_f$	$X_f$

3°) La concentration initiale de  $S_2O_8^{2-}$  : d'après la courbe de la figure 2 :  $[S_2O_8^{2-}]_0 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

La quantité de  $I_2$  formée à la fin de réaction : d'après la courbe de la figure 1 :

$n_f(I_2) = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

L'avancement final : d'après le tableau d'avancement :  $X_f = n_f(I_2) \Rightarrow X_f = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ .

4°) D'après la courbe de la figure 2 :  $[S_2O_8^{2-}]_f = 0 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow S_2O_8^{2-}$  est le réactif limitant.

Déduisons les volumes  $V_1$  et  $V_2$  :  $n_{02} - 2X_f = 0 \Rightarrow n_{02} = 2X_f = 2 \times 4 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 10^{-3}$

$$[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{n_{02}}{V_t} \Rightarrow V_t = V_1 + V_2 = \frac{n_{02}}{[S_2O_8^{2-}]_0} = \frac{8 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2}} = 0,4L \Rightarrow V_1 = V_2 = \frac{V_t}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2L$$

5°) La vitesse volumique instantanée de disparition des ions peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-}$  est l'opposé de la dérivée de la concentration des ions peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-}$  par rapport au temps:

$$V(S_2O_8^{2-}) = -\frac{d[S_2O_8^{2-}]}{dt}$$

Sa valeur à  $t = 0 \Rightarrow V(S_2O_8^{2-}) = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1} = -\frac{0 - 2 \cdot 10^{-2}}{15 - 0} = 1,33 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$ .

La vitesse de formation des ions sulfate  $SO_4^{2-}$  :  $\frac{V(S_2O_8^{2-})}{1} = \frac{V(SO_4^{2-})}{2}$

$$\Rightarrow V(SO_4^{2-}) = 2 \cdot V(S_2O_8^{2-}) = 2,66 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$$

6°) Le temps de demi-réaction c'est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale.

$$t = t_{1/2} \Rightarrow n(I_2) = \frac{n_f(I_2)}{2} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{2} = 2 \cdot 10^{-3} mol \Rightarrow t_{1/2} = 9 min.$$

### EXOS-N°2 :

1°) L'équation bilan de la réaction du dosage :  $C_XH_Y - COOH + OH^- \rightarrow C_XH_Y - COO^- + H_2O$ .

2°) L'équivalence acido-basique c'est la proportionnalité entre la quantité d'acide et celle de la base de l'équation bilan :

$$n_A = n_B \Rightarrow C_A V_A = C_B V_B \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = \frac{8 \cdot 10^{-2} \times 12,5 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 0,1 mol/L \Rightarrow C_A = 0,1 mol/L$$

$$3^{\circ}.a) \text{ La masse molaire de l'acide : } n_A = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n_A} = \frac{m}{C_A V_A} = \frac{1,83}{0,1 \times 150 \cdot 10^{-3}} = 122 g/mol$$

$$b) \text{ La formule semi-développée de l'acide A : } \frac{m_C}{\%C} = \frac{M}{100} \Rightarrow \frac{12X+12}{68,85} = \frac{122}{100} \Rightarrow X = \frac{122 \times 68,85}{1200} - 1 = 6$$

$$\Rightarrow M = 12 \cdot X + Y + 12 + 16 \times 2 + 1 = 12 \times 6 + Y + 45 = Y + 117 \Rightarrow Y = 5 \Rightarrow$$

A :  $C_6H_5 - COOH$  : l'acide benzoïque.

4°.a) Les espèces chimiques présentes:  $H_3O^+$ ;  $OH^-$ ;  $C_6H_5COOH$ ;  $C_6H_5COO^-$ ;  $Na^+$ ;  $H_2O$ .

$$\text{Les concentrations : } [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-5,5} = 3,16 \cdot 10^{-6} mol/L$$

$$[OH^-] = 10^{-14+pH} = 10^{-14+5,5} = 3,16 \cdot 10^{-9} mol/L$$

$$[Na^+] = \frac{C_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{8 \cdot 10^{-2} \times 9,5 \cdot 10^{-3}}{(10+9,5) \cdot 10^{-3}} = 3,9 \cdot 10^{-2} mol/L$$

$$\text{D'après l'électro neutralité : } [Na^+] + [H_3O^+] = [OH^-] + [C_6H_5COO^-]$$

$$\Rightarrow [C_6H_5COO^-] = [Na^+] + \underbrace{[H_3O^+] - [OH^-]}_{\text{négligeables devant } [Na^+]} \Rightarrow [C_6H_5COO^-] = [Na^+] = 3,9 \cdot 10^{-2} mol/L$$

$$\text{D'après la conservation de la matière : } \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = [C_6H_5COO^-] + [C_6H_5COOH]$$

$$\Rightarrow [C_6H_5COOH] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} - [C_6H_5COO^-] = \frac{0,1 \times 10 \cdot 10^{-3}}{19,5 \cdot 10^{-3}} - 3,9 \cdot 10^{-2} = 1,23 \cdot 10^{-2} mol/L$$

$$b) \text{ La valeur du } pK_A : pK_A = pH - \log \left( \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} \right) = 5,5 - \log \left( \frac{3,9 \cdot 10^{-2}}{1,23 \cdot 10^{-2}} \right) = 5 \Rightarrow pK_A = 5$$

### EXOS-N°3 :

1.1°) Le sens du vecteur  $\vec{B}$ , d'après la règle de la main droite  $\vec{B}$  est rentrant.

La force  $\vec{F}$  dirigée vers le haut et  $q > 0$ .

1.2°) La nature du mouvement : d'après la R.F.D  $\Sigma \vec{F}_{ex} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a}$ :

Par projection suivant la tangente :  $0 = m \cdot a_T / m \neq 0 \Rightarrow a_T = 0 \Rightarrow a_T = \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V = \text{Cste}$   
 ⇒ le mouvement est uniforme.

Par projection suivant la normale :  $F = m \cdot a_N \Rightarrow |q| \cdot V \cdot B = m \cdot \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m \cdot V}{|q| \cdot B} = \text{Cste}$

⇒ La trajectoire est un cercle. ⇒ Le mouvement est circulaire et uniforme.

$$1.3^{\circ}) \text{ La valeur de B : } B = \frac{m \cdot V}{|q| \cdot R} = \frac{4 \times 1,67 \cdot 10^{-27} \times 4,8 \cdot 10^5}{2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 5 \cdot 10^{-2}} = 0,208 T$$

1.4°) la valeur minimale de B pour que les particules décrivent un demi-cercle :  $2R \leq OP \Rightarrow$

$$2 \frac{m \cdot V}{|q| \cdot B} \leq OP \Rightarrow B \geq \frac{2 \cdot m \cdot V}{|q| \cdot OP} \Rightarrow B_{min} = \frac{2 \cdot m \cdot V}{|q| \cdot OP} = \frac{2 \times 4 \times 1,67 \cdot 10^{-27} \times 4,8 \cdot 10^5}{2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 5 \cdot 10^{-2}} = 0,417 T$$

$$2^{\circ}) \text{ La valeur du rayon de la trajectoire : } R = \frac{m \cdot V}{|q| \cdot B} = \frac{4 \times 1,67 \cdot 10^{-27} \times 4,8 \cdot 10^5}{2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 5 \cdot 10^{-2}} = 0,2 m ;$$

$$\text{la valeur de la déviation angulaire } \sin \alpha = \frac{l}{R} = \frac{0,1}{0,2} = 0,5 \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

3.1°) Le signe de la tension électrique  $U_{AC}$  : Comme  $q > 0$  et  $\vec{F}$  dirigée vers le bas (de A vers C)

⇒  $\vec{E}$  dirigé de A vers C ⇒ A(+) et C(−) ⇒  $V_A > V_C \Rightarrow V_A - V_C > 0 \Rightarrow U_{AC} > 0$ .

3.2°) L'équation de la trajectoire :



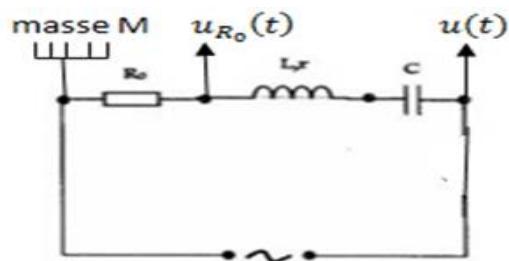
b) le schéma du montage et les connexions à l'oscilloscope

$$2^{\circ}.a) \text{ La fréquence } N : T = 6 \times \frac{5}{6} \times 10^{-3} = 5.10^{-3} s$$

$$\Rightarrow N = \frac{1}{5.10^{-3}} = 200 \text{ Hz} \Rightarrow N = 200 \text{ Hz.}$$

$$b) \text{ L'intensité maximale du courant } I_m : I_m = \frac{U_{R_0m}}{R_0}$$

$$\text{d'après la courbe (b)} : U_{R_0m} = 2V \Rightarrow I_m = \frac{2}{10} = 0,2A.$$



$$\text{L'impédance } Z \text{ du circuit} : Z = \frac{U_m}{I_m}, \text{ d'après la courbe (a)} \Rightarrow U_m = 8V \Rightarrow Z = \frac{8}{0,2} = 40\Omega.$$

$$c) \text{ Le déphasage } i(t) \text{ par rapport à } u(t) : |\Delta\varphi| = |\varphi_i - \varphi_u| = \omega \times \Delta t = \frac{2\pi}{T} \Delta t = \frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rad, comme la tension est en avance par rapport à l'intensité} : \varphi_i - \varphi_u = -\frac{\pi}{3} \text{ et comme } \varphi_u = 0$$

$$\Rightarrow \varphi_i = -\frac{\pi}{3}. \Rightarrow \text{Le circuit est inductif.}$$

3°.a) l'équation différentielle du circuit :

$$u_R + u_B + u_C = u(t) \Rightarrow R_0 \cdot i + r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i \cdot dt = u(t)$$

$$\Rightarrow (R_0 + r) \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i \cdot dt = u(t).$$

La représentation de Fresnel :

La valeur de la résistance interne de la bobine :

$$\cos\varphi = \frac{R_0 + r}{Z} \Rightarrow r = Z \cos\varphi - R_0 = 40 \times \frac{1}{2} - 10 = 10\Omega.$$

$$b) \text{ La capacité } C \text{ du condensateur} : \tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R_0 + r} \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = L\omega - (R_0 + r)\tan\varphi$$

$$\Rightarrow C = \frac{1}{\omega(L\omega - (R_0 + r)\tan\varphi)} \Rightarrow C = \frac{1}{400\pi(0,1 \times 400\pi - 20 \times \sqrt{3})} = 8,7 \cdot 10^{-6} F.$$

c) La puissance moyenne consommée :

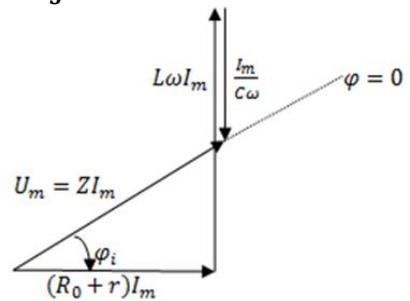
$$P = U \times I \times \cos\varphi = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \times \frac{I_m}{\sqrt{2}} \times \cos\varphi = \frac{8}{\sqrt{2}} \times \frac{0,2}{\sqrt{2}} \times 0,5 = 0,4W.$$

4°.a) La fréquence  $N_0$  :

$$LC\omega_0^2 = 1 \Rightarrow 4\pi^2 N_0^2 LC = 1 \Rightarrow N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{6,28 \times \sqrt{0,1 \times 8,7 \cdot 10^{-6}}} = 170,7 \text{ Hz.}$$

$$b) \text{ L'intensité maximale du courant} : I_{m0} = \frac{U_m}{R_0 + r} = \frac{8}{20} = 0,4A.$$

$$c) \text{ Le facteur de qualité du circuit} : Q = \frac{L\omega_0}{R_0 + r} = \frac{0,1 \times 6,28 \times 170,7}{20} = 5,35.$$



**SUJET N°3**

**Q.C.M**

**Indiquer pour chaque question la ou les lettre(s) qui correspond(ent) à la réponse exacte**

N	Libellé	A	B	C
1	Une réaction chimique se termine après 10 minutes. Son temps de demi-réaction:	est égal à 5 min	est généralement inférieur à 5 min	est généralement supérieur à 5 min
2	Pour ralentir l'évolution d'une réaction chimique, on peut :	réaliser une dilution	Abaïsser la température	ajouter un catalyseur
3	La force électromotrice induite apparaît lorsque :	le flux est variable.	le flux est constant.	le flux est nul.
4	On considère une tige en équilibre sur deux rails de Laplace inclinés d'un angle $\beta$ par rapport à la verticale, l'ensemble est baigné dans un champ magnétique vertical. L'angle $\beta$ vérifie :	$\tan\beta = \frac{P}{F}$	$\tan\beta = \frac{F}{P}$	$\sin\beta = \frac{P}{F}$

**EXERCICE 1 :**

1. Dans une première expérience, on réalise la réaction entre le méthanol  $\text{CH}_3\text{OH}$  et un chlorure d'acyle  $R - CO - Cl$ .

Il se forme un ester  $E_1$  de formule brute  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  et du chlorure d'hydrogène  $\text{HCl}$ .

1.1 Ecrire l'équation qui traduit cette réaction chimique.

1.2 Préciser les formules semi-développées du chlorure d'acyle utilisé et de l'ester  $E_1$ .

2. Dans une seconde expérience, on fait réagir un anhydride d'acide  $R_1 - CO - O - CO - R_2$  avec un alcool  $R_3\text{OH}$ . Il se forme l'isomère  $E_2$  de l'ester  $E_1$  et un acide carboxylique.

2.1 Ecrire l'équation qui traduit la réaction chimique qui a lieu.

2.2 Préciser les formules semi-développées de l'anhydride d'acide, de l'alcool et de  $E_2$ .

3. On fait réagir séparément:

- le chlorure d'acyle sur une amine primaire  $A_1$ , il se forme le composé (1) de formule :



- l'anhydride d'acide sur une amine secondaire  $A_2$ , il se forme le composé (2) de formule:



3.1 Indiquer la famille de chacun de deux composés (1) et (2). Donner leurs noms.

3.2 Préciser les formules semi-développées de  $A_1$  et de  $A_2$ .

**EXERCICE 2 :**

On utilise deux solutions aqueuses des acides  $\text{HCOOH}$  (acide méthanoïque) et  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (acide éthanoïque), de même concentration  $C_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et de pH respectifs,  $pH_1 = 2,4$  et  $pH_2 = 2,9$ .

1 Justifier que les acides  $\text{HCOOH}$  et  $\text{CH}_3\text{COOH}$  sont faibles.

2 Comparer les forces des acides  $\text{HCOOH}$  et  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Justifier la réponse.

3 Montrer que le pH d'une solution d'acide faible de concentration  $C_a$  peut s'écrire sous la forme  $pH = \frac{1}{2} (\text{pKa} - \log C_a)$ . Déduire les valeurs des pKa des deux acides.

4. On note  $V_{bE}$  le volume d'une solution basique qu'il faut verser dans un volume  $V_a$  de la solution d'acide éthanoïque pour atteindre l'équivalence acido-basique. On verse un volume  $V_b = \frac{1}{2} V_{bE}$  dans le volume  $V_a$  de la solution d'acide éthanoïque. Le mélange ainsi obtenu a un pH = 4,8. Préciser, en justifiant, la nature du mélange ainsi obtenu. Rappeler une propriété caractéristique du mélange.

5. On se propose de préparer un mélange de même nature que celui obtenu en 4 à l'aide d'une solution  $S_1$  d'acide méthanoïque de concentration  $C_1 = 2.10^{-3} \text{ mol/L}$  et d'une solution  $S_2$  de méthanoate de sodium de concentration  $C_2 = 3.10^{-3} \text{ mol/L}$ . Calculer les volumes  $V_1$  de  $S_1$  et  $V_2$  de  $S_2$  nécessaires à la préparation d'un mélange de volume  $V = 100 \text{ mL}$ .

**EXERCICE 3 :**

Un satellite supposé ponctuel, de masse  $m$ , décrit une orbite circulaire d'altitude  $h_1$  autour de la terre assimilée à une sphère de rayon  $R$ . On fera l'étude dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.

1. Etablir l'expression de l'intensité  $g$  du vecteur champ de gravitation à l'altitude  $h_1$  en fonction de sa valeur au sol  $g_0$  de  $R$  et  $h_1$ .

2. Déterminer l'expression de la vitesse  $V_1$  du satellite, celle de sa période  $T_1$  en fonction  $g_0$  de  $R_T$  et  $h_1$  et celle de son énergie cinétique  $E_{C1}$  en fonction  $g_0$ ,  $m$ ,  $R$  et  $h_1$ .

A.N :  $h_1=400$  km ;  $g_0=9,81\text{m/s}^2$  ;  $m=1020\text{kg}$  ;  $R=6400\text{km}$ .

3. L'énergie potentielle du satellite dans le champ de gravitation à l'altitude  $h_1$  est donnée par la relation  $E_{P1} = -\frac{GmM}{R+h_1}$ ,  $M$  est la masse de la Terre,  $G$  la constante universelle de gravitation.

3.1. Exprimer  $E_{P1}$  en fonction de  $m$ ,  $R$ ,  $g_0$  et  $h_1$ .

3.2. Donner l'expression de l'énergie mécanique  $E_{m1}$  en fonction de  $m$ ,  $R$ ,  $g_0$  et  $h_1$ .

Comparer cette énergie mécanique à l'énergie cinétique  $E_{C1}$  puis à l'énergie potentielle  $E_{P1}$ .

4. On fournit au satellite un supplément d'énergie,  $\Delta E = +5,0 \cdot 10^8\text{J}$ , il prend alors une nouvelle orbite circulaire. Déterminer :

4.1. Sa nouvelle énergie cinétique  $E_{C2}$  et sa vitesse  $V_2$ .

4.2. Sa nouvelle énergie potentielle  $E_{P2}$  et son altitude  $h_2$ .

#### EXERCICE 4 :

On négligera les effets de la pesanteur sur les ions

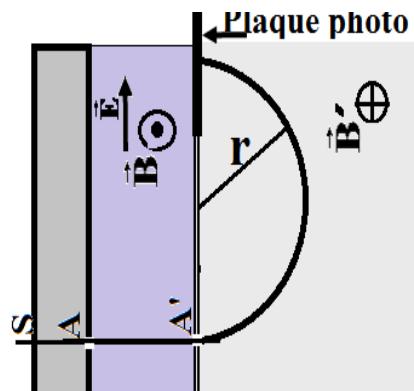
1. On Considère les ions de deux isotopes du mercure  $^{200}_{80}\text{Hg}^{2+}$  et  $^{202}_{80}\text{Hg}^{2+}$ . Ils sont émis sans vitesse par la source S, puis accélérés par la différence de potentiel U appliquée entre S et le plan P.

Les ions traversent le plan P par la fente A.

1.1 Déterminer l'expression littérale de la vitesse en A d'un ion de masse m et de charge q.

1.2 Montrer que les deux espèces d'ions émis par la source S arrivent en ce point avec des vitesses différentes.

2. Les ions traversent la fente A du plan P, puis passent entre P et P' dans une zone où règnent un champ électrique  $\vec{E}$  et un champ magnétique  $\vec{B}$ ; dans cette zone ces deux champs sont constants et orthogonaux comme indiqués sur la figure ( $\vec{E}$  est dans le plan de la feuille,  $\vec{B}$  est perpendiculaire à ce plan). Montrer que les ions qui ont une vitesse (notée  $\vec{v}_0$ ) telle que  $v_0 = \frac{E}{B}$  parviennent en A'.



3. Ces ions pénètrent en A' dans une capsule où règne un champ magnétique uniforme  $\vec{B}'$  (perpendiculaire au plan de la figure), qui leurs impose une trajectoire circulaire de rayon  $r$ , puis ils impressionnent une plaque photographique (voir figure).

3.1. Déterminer la nature du mouvement d'un ion dans  $\vec{B}'$ .

3.2. Etablir l'expression de rayon  $r$  en fonction de  $m$ ,  $q$ ,  $v_0$ ,  $B'$ , puis en fonction de  $m$ ,  $q$ ,  $E$ ,  $B$  et  $B'$ .

3.3. On réalise les réglages des valeurs de  $\frac{E}{B}$  permettant successivement le passage en A' de ces deux espèces d'ions. En déduire la distance  $d$  qui sépare les deux points d'impact, sur la plaque photo, des ions des 2 isotopes du mercure  $\text{Hg}^{2+}$ .

Données :  $B=0,1\text{T}$  ;  $E=6.10^4\text{ V/m}$ ;  $B'=0,2\text{T}$ ; masse d'un nucléon :  $m_n=1,67 \cdot 10^{-27}\text{ kg}$ ;

Valeur absolue de la charge de l'électron :  $e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$ .

On assimile la masse de  $\text{Hg}^{2+}$  à celle de son noyau.

#### EXERCICE 5 :

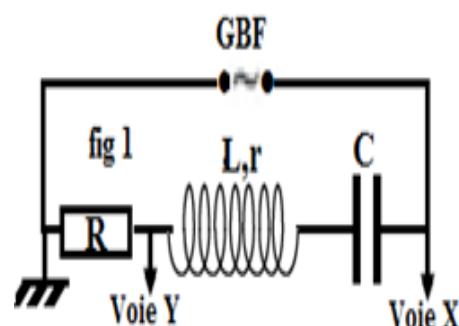
On associe en série un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et de résistance r et un résistor de résistance

$R = 100 \Omega$ . L'ensemble est alimenté par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant à ses bornes une tension sinusoïdale  $u(t) = U_m \sin(2\pi N t)$  d'amplitude  $U_m = 6$  volts et de fréquence N réglable.

Un oscilloscope bicourbe est connecté au circuit voir la figure1.

Pour une fréquence  $N_1$  du GBF, on obtient les oscillogrammes (a) et (b) suivants de la figure 2 où les réglages de l'oscilloscope

INSPECTION DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE



SECTION PC

sont :

- base de temps : 0,5 ms/div
- sensibilité verticale sur la voie Y : 1 volt/div
- sensibilité verticale sur la voie X : 2 volt/div

1. Montrer que la courbe (a) correspond à  $u(t)$ .

2.1. Calculer l'amplitude  $I_m$  de l'intensité de courant traversant le circuit.

2.2. Calculer l'impédance  $Z$  du circuit.

3.1. Déterminer graphiquement le déphasage  $\Delta\phi = \phi_u - \phi_i$  entre la tension excitatrice et le courant.

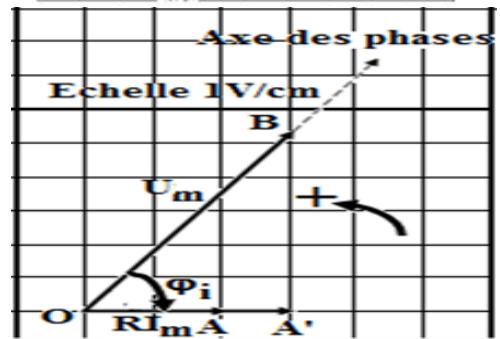
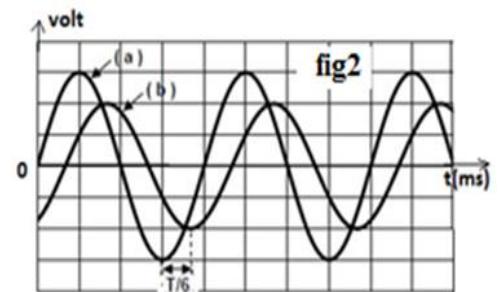
3.2. En déduire le caractère inductif ou capacitif du circuit.

3.3. Donner l'expression de  $i(t)$

4. A partir du diagramme de Fresnel incomplet ci-dessous, trouver :

4.1. La résistance  $r$  de la bobine.

4.2. L'amplitude de la tension aux bornes de l'ensemble (Bobine, condensateur)  $U'_m$  et sa phase initiale  $\phi$ .



### CORRIGE

#### Q.C.M

Question	2	3	4	5	6	7	8
Reponse	A+B	C	B	B	A	A	A

#### EXOS-N°1:

1 L'équation de la réaction :  $R - CO - CL + CH_3 - OH \rightarrow R - CO - CH_3 + HCl$

2 Les F.S.D précises : Le chlorure d'acide ( $R - CO - CL$ ) et l'ester  $E_1$  ( $R - CO - O - CH_3$ )

1 L'équation de la réaction :  $R_1CO - O - CO - R_2 + R_3 - OH \rightarrow R_1 - COO - R_3 + R_2 - COOH$

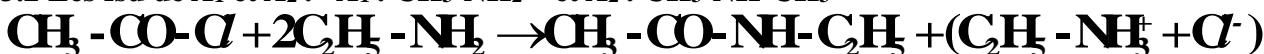
2 Les fsd précises

l'anhydride  $H - CO - O - CO - H$ , le chlorure d'acide:  $CH_3-COCl$  et l'ester  $E_1$ :  $CH_3-CO-O-CH_3$

3.1 Les composés 1 et 2 sont des amides. Leurs noms sont :

1 N-méthyl-éthanamide et 2 N,N-diméthyl-éthanamide

3.2 Les fsd de  $A_1$  et  $A_2$ :  $A_1: CH_3-NH_2$  et  $A_2: CH_3-NH-CH_3$



#### EXOS-N°2:

1 Nature des acides : Comme  $pH \neq -\log C$  ou bien Comme  $[H_3O^+] \neq 10^{-pH}$  les acides sont faibles

2 Comparaison de la force relative des acides

Pour des acides de même concentration mais de pH différents celui dont le pH est le plus petit ; donc l'acide méthanoïque est le plus fort.

3. Détermination du  $pK_a$  du couple :  $AH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$

Bilan qualitatif et quantitatif des espèces dans la solution S :  $H_3O^+$ ,  $OH^-$ ,  $H_2O$ ,  $AH$  et  $A^-$

Calcul des concentrations :  $[H_3O^+] = 10^{-pH}$   $[OH^-] = 10^{pH-14}$

D'après l'électroneutralité :  $[H_3O^+] [OH^-] + [A^-] \Rightarrow [A^-] = [H_3O^+] [OH^-] \approx [H_3O^+]$

Conservation de la matière :  $C_a = [AH] + [A^-] \Rightarrow [AH] = C_a - [A^-] \approx C_a$

La relation d'Henderson donne le  $pK_a$  :

$$pH - pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]} = pK_a + \log \frac{[H_3O^+]}{C_a} = pK_a + \log [H_3O^+] - \log C_a = pK_a - pH - \log C_a$$

$$2pH - pK_a - \log C_a \Rightarrow pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_a)$$

Déduction du pKa des deux acides :  $pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C_a) \Rightarrow pK_a = 2pH + \log C_a$   $pK_{a1} = 3,8$  et  $pK_{a2} = 4,8$

4. Lorsque  $V_b = V_{bE}/2$ , on est à la demi-équivalence ce qui correspond à et  $pH = pK_a$  ; la solution est une solution tampon c-à-d une solution dont le pH est pratiquement invariable après ajout de peu d'acide fort ou de base forte ou peu d'eau.

#### 5. Calcul $V_a$ et $V_b$

La solution est solution tampon obtenue par mélange d'un acide faible avec sa base faible conjuguée.

$$n_a = n_b \Leftrightarrow G_1 V_1 = C_2 V_2 \text{ et } V_1 + V_2 = V \quad V_1 = \frac{C_2 V_2}{G_1} \text{ soit } V_1 = \frac{C_2 V}{G_1 + C_2} = 60 \text{ mL} \text{ soit } V_2 = 40 \text{ cm}^3.$$

#### EXOS-N°3:

1. L'expression de  $g$  en fonction de  $g_0$ ,  $R$  et  $h_1$  : L'un des corps est la terre alors  $F = P$

$$\frac{GM}{r^2} = mg \Leftrightarrow \frac{GM}{r^2} = g(1)$$

$$\text{au niveau du sol } g = g_0 \text{ et } r = R \text{ alors } g_0 = \frac{GM}{R^2} \quad (2)$$

$$\text{les relations (1) et (2) donnent } g = \frac{g_0 R^2}{(R+h_1)^2}$$

#### 2 L'expression de $V_1$

En appliquant la R.F.D :  $\Sigma F_{ext} = ma \Leftrightarrow F = ma$

En projetant sur la normale on obtient  $a_n = P/m$  avec  $P = mg$

$$P = m \frac{g_0 R^2}{(R+h_1)^2} \text{ et } a_n = \frac{V_1^2}{R+h_1} \Rightarrow V_1 = R \sqrt{\frac{g_0}{R+h_1}} \Rightarrow V_1 = 7687 \text{ m/s}$$

$$T_1 = 2\pi \frac{r}{V} = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{(R+h_1)^3}{g_0}} = 5555 \text{ s}$$

$$E_{cl} = \frac{1}{2} m V_1^2 = \frac{m R^2 g_0}{2(R+h_1)} = 3.10^{10} \text{ J}$$

3.1 L'expression de  $E_{pl}$  en fonction de  $m$ ,  $R$ ,  $g_0$  et  $h_1$ : comme  $GM = g_0 R^2$  alors  $E_{pl} = -\frac{m R^2 g_0}{R+h_1}$

Expression de l'énergie mécanique  $E_m = E_c + E_p = \frac{m R^2 g_0}{2(R+h_1)} - \frac{m R^2 g_0}{R+h_1} = -\frac{m R^2 g_0}{2(R+h_1)}$

$$\text{Comparaison : } \frac{E_{ml}}{E_{cl}} = \frac{-\frac{m R^2 g_0}{2(R+h_1)}}{\frac{m R^2 g_0}{2(R+h_1)}} = -1 \Rightarrow E_{ml} = -E_{cl} \text{ et } \frac{E_{ml}}{E_{pl}} = \frac{-\frac{m R^2 g_0}{2(R+h_1)}}{-\frac{m R^2 g_0}{R+h_1}} = \frac{1}{2} \Rightarrow E_{ml} = \frac{E_{pl}}{2}$$

#### 4.1 Calcul $E_{c2}$

$$\Delta E = \Delta E_m = -\Delta E_c = -(E_{c2} - E_{cl}) \Rightarrow E_{c2} = E_{cl} - \Delta E = E_{cl} - \Delta E \quad \text{AN: } E_{c2} = 3.10^{10} - 5.10^8 = 295.10^8 \text{ J}$$

#### Calcul $V_2$

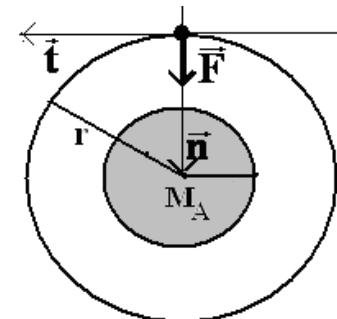
$$E_{c2} = \frac{1}{2} m V_2^2 \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{2E_{c2}}{m}} = 7605 \text{ m/s}$$

#### 4.2 Calcul $E_{p2}$

$$\Delta E = \Delta E_m = E_{ml} - E_{m1} = \frac{E_{p2} - E_{p1}}{2} \Rightarrow E_{p2} = E_{p1} + 2\Delta E = 2E_m + 2\Delta E = -2E_{c1} + 2\Delta E$$

$$\text{AN: } E_{p2} = 2(\Delta E - E_{c1}) = -2E_{c2} = -2 \times 295.10^8 = -59.10^9 \text{ J}$$

$$\text{Calcul de } h_2 : E_{p2} = -\frac{m R^2 g_0}{R+h_2} \Rightarrow R+h_2 = -\frac{m R^2 g_0}{E_{p2}} \Rightarrow h_2 = -\frac{m R^2 g_0}{E_{p2}} \cdot R = -\frac{m R^2 g_0}{E_{p2}} \cdot R \quad \text{AN: } h_2 \approx 546,7 \text{ km}$$



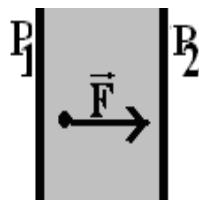
### EXOS-N°4:

1.1 Expression de V en fonction de m, q et U.

$$\Delta E_C = \sum W_F$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Fd = qU$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$



1.2 Comme l'expression de la vitesse dépend de la masse m de l'ion, si cette masse change la vitesse change or on a deux ions de masse respectives  $m_1=107m_p$  et  $m_2=109m_p$ .

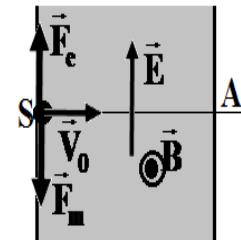
2 Montrons que seuls les ions ayant la vitesse  $V_0 = \frac{E}{B}$  ne seront pas déviés.

Pour que les ions ne soient pas déviés il faut que les forces électrique et magnétique soient égales en intensité mais de sens opposés. Soit

$$F_e = F_m \Leftrightarrow qE = qV_0B \Rightarrow V_0 = \frac{E}{B}$$

3.1 La seule force qui s'exerce est la force de Lorentz :

$$F = qV_0 \wedge B' \text{ car le poids est négligeable.}$$



La RFD permet d'écrire  $\sum F = ma \Rightarrow a = \frac{qV_0 \wedge B'}{m}$

• En projetant sur la normale, on trouve  $qV_0 B' = \frac{mV_0^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mV_0}{qB'}$

$$r = \frac{mV_0}{qB'} \text{ avec } V_0 = \frac{E}{B} \text{ Soit } r = \frac{m\frac{E}{B}}{qB'} = \frac{mE}{qBB'}$$

Calcul de la distance d entre les points d'impacts :

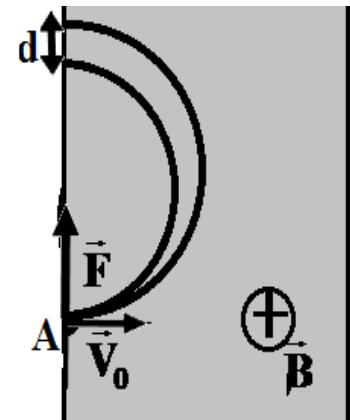
$$d = 2r' - 2r = 2(r' - r)$$

$$\text{Avec } r_1 = \frac{m_1 E}{qBB'} \text{ et } r_2 = \frac{m_2 E}{qBB'}$$

$$\text{D'où } d = 2(r_2 - r_1) = 2\left(\frac{m_2 E}{qBB'} - \frac{m_1 E}{qBB'}\right) = 2\frac{m_n E}{qBB'}(A_2 - A_1)$$

Avec :  $m_n$  : masse du nucléon

$$d = 2 \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \times 6 \cdot 10^4}{1,6 \cdot 10^{-19} \times 0,1 \times 0,2} (202 - 200) = 12,525 \cdot 10^{-2} = 0,12525 \text{ m}$$



### EXOS-N°5:

1. Graphiquement

\* Pour la courbe (a)  $U_{ma} = 2 \times 3V = 6V$

\* Pour la courbe (b)  $U_{mb} = 2 \times 1V = 2V$

Comme  $U_{ma} > U_{mb}$  alors la courbe (a) correspond à la tension  $u(t)$

$$2.1. \text{ Calcul de } I_m : I_m = \frac{U_{mb}}{R} = \frac{U_{mb}}{R} = \frac{2}{100} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

$$2.2. \text{ Calcul de } Z : Z = \frac{U_{ma}}{I_m} = \frac{6}{2 \cdot 10^{-2}} = 300 \Omega$$

$$3.1. \text{ La valeur graphique de } \Delta\phi = \phi_u - \phi_i : \Delta\phi = \omega \Delta t = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{6} = \frac{\pi}{3}$$

3.2. La nature du circuit :

Comme  $u(t)$  (courbe a) est en avance sur  $u_R(t)$  (courbe b) alors le circuit est inductif.

3.3. L'expression de  $i(t)$ :  $i(t) = I_m \sin(\omega t - \frac{\pi}{3}) = 210^2 \sin(\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{3})$

4.1. Calcul de  $r$ :

$$\cos \Delta \varphi = \frac{R+r}{Z} \Leftrightarrow Z \cos \Delta \varphi = R+r \Rightarrow r = Z \cos \Delta \varphi - R$$

AN:  $r = 300 \times 0,5 - 100 = 50 \Omega$

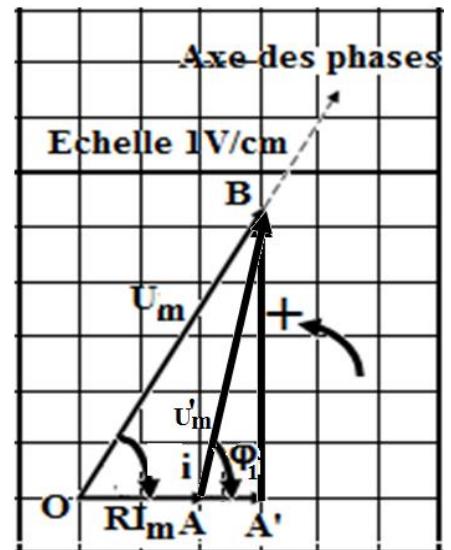
4.2. Calcul de  $U'_m$ :

$$U'_m^2 = U_R^2 + U_m^2 - 2U_R U_m \cos \varphi$$

$$\Rightarrow U'_m = \sqrt{U_R^2 + U_m^2 - 2U_R U_m \cos \varphi} = 5,3 V$$

Calcul de  $\varphi_1$ :

$$\cos \varphi_1 = \frac{rI_m}{U_m} = \frac{50 \times 210^{-2}}{5,3} = 0,19 \Rightarrow \varphi_1 = 80^\circ$$



**SUJET N°4**

**QCM**

**Indiquer pour chaque N° de question la réponse exacte**

N°	Le libellé de la question	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	En mouvement rectiligne uniforme	V=0 et a≠0	V=Constante et a=0	V=constante et a=constante
2	L'oxydation ménagée de CH <sub>3</sub> -CH(OH)CH <sub>3</sub> conduit à la formation	d'une Cétone	d'un aldéhyde	d'un acide carboxylique
3	L'expression de l'interfrange est	$i = \frac{ax}{D}$	$i = \frac{\lambda D}{a}$	$i = \frac{ax}{\lambda}$
4	Dans un dipôle RLC l'impédance Z est	$Z^2 = R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2$	$Z^2 = R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2$	$Z^2 = R^2 + \left(L\omega + \frac{1}{C\omega}\right)^2$
5	La flèche est maximale pour V <sub>o</sub> fixée	sin <sup>2</sup> α=1, α=π/2	sinα=1, α=π	sin <sup>2</sup> α=0, α=π/2

**EXERCICE 1:**

1) On introduit dans un bêcher un volume V<sub>a</sub>=20 mL d'une solution S<sub>a</sub> d'acide chlorhydrique de concentration C<sub>a</sub>. On y verse alors progressivement une solution S<sub>b</sub> d'hydroxyde de sodium de concentration C<sub>b</sub> et on suit le pH du mélange après chaque ajout.

Pour V<sub>b1</sub>=0, pH =2,7 et pour V<sub>b2</sub>=25 mL, pH=7.

a- Calculer les concentrations molaires C<sub>a</sub> et C<sub>b</sub> de S<sub>a</sub> et S<sub>b</sub>.

b- Vers quelle limite tend le pH de ce mélange quand le volume V<sub>b</sub> de soude ajouté augmente infiniment?

c- Donner l'allure du graphique pH=f(V<sub>b</sub>) en tenant compte des informations ci-dessus.

2) Soit C le mélange réalisé lors que V<sub>b3</sub>=35 mL. Au mélange C on ajoute un volume V<sub>s</sub>=16 mL d'une solution S d'acide éthanoïque de concentration C<sub>s</sub>=2.10<sup>-3</sup> mol.L<sup>-1</sup> et on obtient un mélange D.

Le pKa du couple CH<sub>3</sub>COOH / CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> vaut 4,8.

a- Quel est le nombre de moles d'ions hydroxyde dans le mélange C?

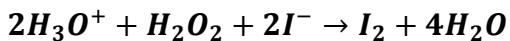
b- Calculer le pH de la solution S.

c- Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit dans le mélange D.

d- Déterminer le pH de ce mélange D.

**EXERCICE 2 :**

On étudie la cinétique chimique de la réaction supposée totale et dont l'équation bilan est:



A l'instant t=0, on mélange à 25°C, dans un bêcher:

\*V<sub>1</sub>=50mL d'une solution aqueuse d'eau oxygénée H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de concentration molaire

$$C_1=4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

\*V<sub>2</sub>=50mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration molaire

$$C_2=6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

\*Un excès d'une solution aqueuse d'acide sulfurique (2H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).

1°) a°) Vérifier que les quantités de matières initiales  $n_0(\text{H}_2\text{O}_2)$  de l'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$  et  $n_0(\text{I}^-)$  des ions iodures  $\text{I}^-$  dans le mélange, à l'instant  $t=0$ , sont respectivement  $2,25 \cdot 10^{-3}$  mol et  $3 \cdot 10^{-3}$  mol.

b°) Montrer que dans ce mélange, l'ion  $\text{I}^-$  constitue le réactif limitant (en défaut).

c°) Dresser le tableau descriptif relatif à ce système et déduire la quantité de matière maximale de diiode  $n(\text{I}_2)_{\text{max}}$  formé à la fin de la réaction.

2°) Pour doser le diiode  $\text{I}_2$  formé, on prélève, à différents instants de dates  $t$ , un volume  $V$  du mélange réactionnel que l'on verse dans un erlenmeyer et que l'on place immédiatement dans un bain d'eau glacée. Puis, on dose rapidement le diiode formé par une solution de thiosulfate de sodium de concentration connue.

Ceci permet de tracer la courbe correspondant à la concentration en ions iodure restant  $[\text{I}^-]$  en fonction du temps. Par la suite, on trace la courbe de la figure ci-dessus où la droite ( $\Delta$ ) en pointillés représente la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t_1$ .

a°) Pourquoi a-t-on placé l'erlenmeyer dans le bain d'eau glacée?

b°) Définir la vitesse instantanée d'une réaction chimique et la calculer à  $t_1 = 3\text{s}$ .

c°) Cette vitesse va-t-elle diminuer ou augmenter à un instant  $t_2$  tel que  $t_2 > t_1$ ? Justifier la réponse à partir de l'allure de la courbe.

3°) Indiquer deux facteurs cinétiques pouvant augmenter la vitesse initiale de la réaction.

#### **EXERCICE 3 :**

Un ressort de suspension de voiture de raideur  $k$  et à spires non jointives est fixé avec une extrémité sur un banc d'essai. Un solide  $S$ , de masse  $m$ , fixé à l'autre extrémité du ressort peut glisser sans frottement sur une tige rigide horizontale  $x'$ . L'abscisse du centre d'inertie  $G$  de  $S$  est repérée par rapport à la position  $O$  de  $G$  au repos. On écarte  $S$  de sa position d'équilibre et on le lâche, sans vitesse initiale, à l'instant  $t = 0$  son abscisse est alors  $x = X_m$ .

On donne :  $k = 4000 \text{ N/m}$ ,  $m = 100 \text{ kg}$  et  $X_m = 5 \text{ cm}$ .

a) Faire le bilan des forces appliquées au solide  $S$  et les représenter.

b) Établir l'équation différentielle du mouvement.

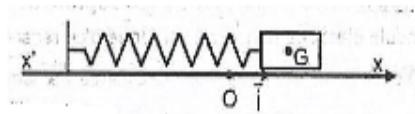
c) En déduire l'équation horaire du mouvement de  $S$ .

d) Calculer la période pour les mêmes données numériques.

e) Montrer que l'énergie mécanique de l'oscillateur est constante et peut se mettre sous la forme :

$$E_m = \frac{1}{2} m \cdot v_m^2 \text{ où } v_m \text{ est la vitesse maximale.}$$

e) Retrouver l'équation différentielle à partir de l'expression de l'énergie mécanique.



#### **EXERCICE 4 :**

On réalise un circuit oscillant en associant, un condensateur de capacité  $C$  et une bobine d'inductance  $L=40\text{mH}$  et de résistance négligeable. Le circuit est le siège des oscillations électriques de fréquence  $N_o = 800\text{Hz}$ .

1. Calculer la pulsation propre  $\omega_o$  du circuit et la valeur de la capacité  $C$ .

2. Sachant que la charge du condensateur à l'instant  $t = 0$  est maximale et a pour valeur  $Q_{\text{max}} = 4 \times 10^{-4}\text{C}$ . Donner l'expression de la charge  $Q$  en fonction du temps.

3.a. Exprimer la tension  $u$  aux bornes de la bobine en fonction du temps.

b. A quelles dates cette tension est-elle pour la première fois   
 { -positive et maximale  
 -négative et maximale }

c. Calculer l'énergie présente dans le circuit à ces deux dates. Sous quelle(s) forme(s) existe-t-elle ?

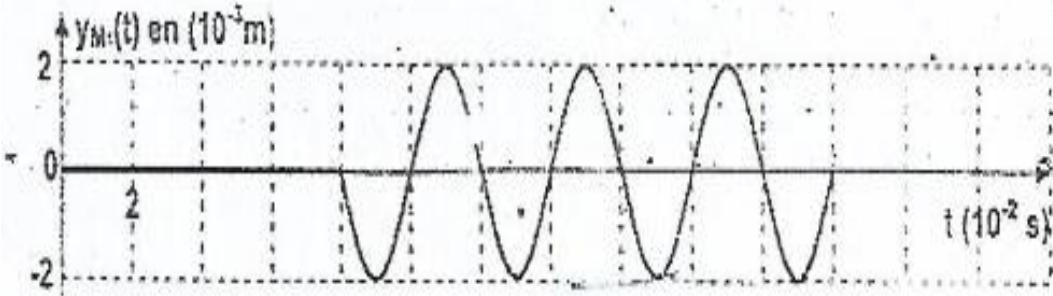
d. Calculer l'énergie électrostatique  $E_e$ , et  $E_M$  magnétique à l'instants  $t = 2 \times 10^{-4}\text{s}$

#### **EXERCICE 5 :**

En un point  $S$ , d'une source ponctuelle produit des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude  $a = 2 \cdot 10^{-3}\text{m}$  et de fréquence  $N$  qui se propagent le long d'une corde élastique.

A l'instant  $t = 0$ , le point  $S$  débute son mouvement en partant de l'état de repos allant dans le sens

négatif. La sinusoïdale du temps traduisant l'évolution de l'elongation d'un point M<sub>1</sub> de la corde située à la distance X<sub>1</sub> = 4 cm de S, est donnée par la figure ci-dessous. La réflexion et l'amortissement des ondes sont supposés négligeables.



1.1) Déterminer, à partir du graphe, la fréquence N et montrer que la célérité de propagation de l'onde est C = 0,5m /s

1.2) Définir la longueur d'onde λ. Calculer sa valeur.

2.1) Montrer que les points M<sub>1</sub> et S de la corde, vibrent en phase.

2.2) Déduire que l'équation horaire du mouvement de la source S s'écrit :

$$y_S(t) = 2 \cdot 10^{-3} \cos\left(50\pi t + \frac{\pi}{2}\right), \text{ exprimé en m.}$$

3.1) Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la corde situé, au repos, à une distance SM = x de S.

3.2) Représenter la corde, à l'instant t = 8.10<sup>-2</sup>s.

4) Déterminer les lieux des points M<sub>i</sub>, de la corde, qui vibrent en opposition de phase avec S.

### CORRIGE

#### QCM

N° de la Question	1	2	3	4	5
Reponse	B	A	B	A	A

#### EXOS-N°1:

1)a-Les valeurs des concentrations C<sub>a</sub> et C<sub>b</sub> :

$$C_a = 10^{-pH} \Rightarrow C_a = 10^{-2,7} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

a l'équivalence : C<sub>b</sub> · V<sub>b2</sub> = C<sub>a</sub> · V<sub>a</sub>

$$\Rightarrow C_b = \frac{C_a V_a}{V_{b2}} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \times 20}{25} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

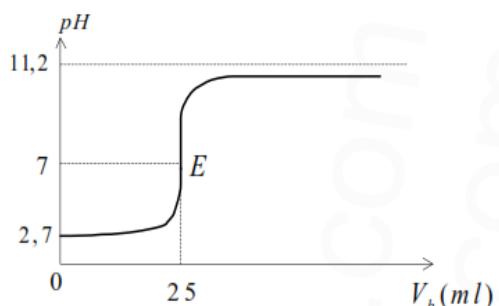
b-Limite du pH: pH<sub>1</sub> = 14 + log C<sub>b</sub> = 11,2

2)a-Nombre de moles de OH<sup>-</sup> : n<sub>OH<sup>-</sup></sub> = C<sub>b</sub>(V<sub>b3</sub> - V<sub>b2</sub>)

$$n_{OH^-} = C_b V_{b3} - C_a V_a = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

b-Valeur de pH : K<sub>A</sub> =  $\frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

c-Allure de la courbe



Electroneutralité : [CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>] ≈ [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

Conservation de la matière: [CH<sub>3</sub>COOH] = C<sub>b</sub> - [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>]

$$K_A = \frac{[H_3O^+]^2}{C_b - [H_3O^+]} \Rightarrow [H_3O^+]^2 + K_A[H_3O^+] - K_A C_b = 0$$

$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{K_A^2 + 4K_A C_b} \quad \Rightarrow \quad [H_3O^+] = \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4K_A C_b}}{2}$$

$$\text{et } pH = -\log \left[ \frac{1}{2} \left( -K_A + \sqrt{K_A^2 + 4K_A C_b} \right) \right] \text{ avec } K_A = 10^{-4,8}$$

ou pour un acide faiblement ionisé : pH =  $\frac{1}{2}(pK_A - \log C_b) = 3,8$

c-Equation bilan : CH<sub>3</sub>-COOH + OH<sup>-</sup> → CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O

d-Le pH de D : n<sub>b</sub> = C<sub>b</sub>V<sub>b</sub> = 3,2 · 10<sup>-5</sup> mol = 2n<sub>OH<sup>-</sup></sub> ⇒ D est une solution tampon pH = 4,8

## EXOS-N°2:

1)-a-Les quantités de matières de l'eau oxygénée et des ions iodures

$$n_{\circ}(H_2O_2) = C_1 V_1 = 4,5 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} = 2,25 \times 10^{-3} mol$$

$$n_{\circ}(I^-) = C_2 V_2 = 6 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3} mol$$

b-Montrons que  $I^-$  est le réactif limitant :  $\frac{n_{\circ}(H_2O_2)}{1} = 2,25 \times 10^{-3} mol$  et  $\frac{n_{\circ}(I^-)}{2} = 1,5 \times 10^{-3} mol$

$$\frac{n_{\circ}(I^-)}{2} < \frac{n_{\circ}(H_2O_2)}{1} \text{ donc } I^- \text{ est le réactif limitant}$$

c)Le tableau d'avancement

Etat	Avancement	$n(I^-)$	$n(H_2O_2)$	$n(I_2)$
$t = 0$	0	$3 \times 10^{-3}$	$2,25 \times 10^{-3}$	
$t > 0$	X	$3 \times 10^{-3} - 2X$	$2,25 \times 10^{-3} - X$	X
$t_f$	$X_f$	$3 \times 10^{-3} - 2X_f$	$2,25 \times 10^{-3} - X_f$	$X_f$

Déduction de la quantité de diiode formé à la fin de la réaction, ce qui correspond à la disparition du réactif limitant :  $3 \times 10^{-3} - 2X_f = 0 \Rightarrow X_f = 1,5 \times 10^{-3} mol \Rightarrow n_f(I_2) = 1,5 \times 10^{-3} mol$

2)-a- On place l'rlenmeyer dans le bain d'eau glacée pour bloquer la réaction.

b- Définition de la vitesse instantanée : C'est l'opposée de la dérivée de la quantité de  $I^-$  par rapport au temps :  $V_d(I^-) = \frac{d(I^-)}{dt} = -\frac{d[I^-]}{dt} \times V_T$

Détermination de la vitesse à  $t_1 = 3s$  :

$$V_d(I^-) = -\frac{[I^-]_B - [I^-]_A}{t_B - t_A} \times V_T \Rightarrow V(I^-) = -\frac{(0,5-3) \times 10^{-2}}{0,75-0} \times 0,1 = 2,86 \times 10^{-4} mol/s$$

c- A un instant  $t_2 > t_1$  la vitesse va diminuer car la courbe admet une tangente horizontale à la fin.

3) Deux facteurs cinétiques : Catalyseur et Température

## EXOS-N°3:

a)Bilan et représentation des forces appliquées au solide S

$\vec{P}$ : le poids du solide S ;  $\vec{R}$ : réaction normale ;  $\vec{T}$ : tension du ressort

b)Équation différentielle du mouvement

D'après la relation fondamentale de la dynamique :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = m\vec{a}$$

Par projection sur l'axe ( $X'X$ ):  $-T = ma \Rightarrow -Kx = m\ddot{x} \Rightarrow \ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0$

L'équation différentielle du mouvement est donc :  $\ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0$

c) Déduisons l'équation horaire du mouvement de S :

➤ Détermination de la pulsation propre :  $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{4000}{100}} = 2\sqrt{10} \text{ rad.s}^{-1}$

➤ Détermination de la phase  $\varphi$  : La solution générale de l'équation différentielle est :

$$x = x_m \cos(\omega t + \varphi); \text{ à } t = 0, x(0) = x_m = 5cm = 5 \cdot 10^{-2} m$$

$$x(0) = x_m \cos(\omega \cdot 0 + \varphi) \Rightarrow x_m = x_m \cos(\varphi) \Rightarrow \cos(\varphi) = \frac{x_m}{x_m} = 1 \Rightarrow \varphi = 0^\circ$$

L'équation horaire devient  $x(t) = 5 \cdot 10^{-2} \cos(2\sqrt{10} \cdot t)$

d) Calculons la période pour les mêmes données numériques :  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{100}{4000}} \approx 1s$

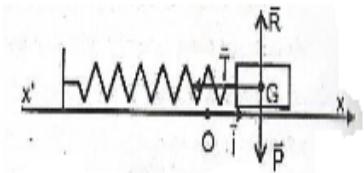
e) Montrons que l'énergie mécanique est constante et peut se mettre sous la forme  $E_m = \frac{1}{2}m \cdot v_m^2$

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m(-\omega x_m \sin(\omega t + \varphi)) + \frac{1}{2}k(x_m \cos(\omega t + \varphi))^2$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2}m\omega^2 x_m^2 \sin^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2}kx_m^2 \cos^2(\omega t + \varphi) \text{ or } \omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = m\omega^2$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2}kx_m^2 (\sin^2(\omega t + \varphi) + \cos^2(\omega t + \varphi)) \text{ or } \omega x_m = v_m \Rightarrow x_m = \frac{v_m}{\omega} \text{ et } k = m\omega^2$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2}kx_m^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 \frac{v_m^2}{\omega^2} = \frac{1}{2}mv_m^2 = \text{cte} \quad \text{car } m \text{ et } v_m \text{ sont des constantes}$$



f) Retrouvons l'équation différentielle à partir de l'énergie mécanique

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 2m\dot{x}'' \times \frac{1}{2} \times 2k\dot{x}x = 0 \Rightarrow m \cdot v \cdot (\ddot{x} + \frac{k}{m}x) = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$$

**EXOS-N°4:**

$$1. \omega_0 = 2\pi N_0 = 1600\pi \text{ rad.s}^{-1} \text{ et } C = \frac{1}{L\omega_0^2} = 9,9 \times 10^{-7} F \approx 1\mu F$$

$$2. q(t) = q_m \cos(\omega_0 t + \varphi), \text{ à } t=0 : q = q_m \Rightarrow q_m = q_m \cos \varphi, \\ \cos \varphi = 1, \varphi = 0 \text{ et } q(t) = 4 \times 10^{-4} \cos 1600\pi t.$$

$$3.a. \text{ La tension } u(t) = L \frac{di}{dt} = L \frac{d^2q}{dt^2} = -L \cdot q_m \cdot \omega_0^2 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$u(t) = L \cdot q_m \cdot \omega_0^2 \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi + \pi); \text{ AN: } u(t) = 404 \cdot \cos(1600\pi t + \pi)$$

$$b. u = \mp u_{max} \Rightarrow \cos(1600\pi t + \pi) = \mp 1 \Rightarrow 1600\pi t + \pi = k\pi \Rightarrow t = \frac{k-1}{1600}$$

u Atteint sa valeur maximale positive pour la première fois (pour k=1) à l'instant  $t_1 = 0s$

u Atteint sa valeur maximale négative pour la première fois (pour k=2) à l'instant

$$t_2 = \frac{1}{1600} = 6,25 \times 10^{-4}s$$

c. l'énergie magnétique est nulle , toute l'énergie dans le circuit est sous la forme d'une énergie électrique :  $E_C = \frac{q_{max}^2}{2C} = 8 \times 10^{-2}j$

à l'instant  $t_1 = 0s$  , l'énergie magnétique est nulle , toute l'énergie dans le circuit est sous la forme d'une énergie électrique :  $E_C = \frac{q_{max}^2}{2C} = 8 \times 10^{-2}j$

$$d. \text{ à l'instant } t = 2 \times 10^{-4}s : u = 404 \cos(1600\pi \times 2 \times 10^{-4} + \pi) = 216,5j$$

$$E_e = \frac{1}{2}C \cdot u^2 = 2,34 \times 10^{-2}j \Rightarrow E_M = E_t - E_e = E_{e(max)} - E_e = 5,66 \times 10^{-2}j$$

**EXOS-N°5:**

1.1) La fréquence : D'après la courbe  $T = 4.10^{-2}s$  et La fréquence :  $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{4.10^{-2}} = 25Hz$

Montrons que  $C = 0,5 \text{ m/s}$  : Le point M répète le même mouvement que la source S mais avec un retard de  $\theta$  :  $\theta = \frac{x}{v} \Rightarrow C = \frac{x}{\theta} = \frac{4.10^{-2}}{8.10^{-2}} = 0,5m/s$

1.2) Longueur d'onde : Distance parcourue par l'onde pendant une période T :  $\lambda = \frac{v}{N} = 0,02m$

2.1) Montrons que les points M<sub>1</sub> et S vibrent en phase :

$$\frac{x_1}{\lambda} = \frac{4}{2} = 2 \Rightarrow x = 2\lambda \Rightarrow x = 2k\lambda \text{ avec } k = 2 \text{ donc M}_1 \text{ et S vibrent en phase}$$

2.2) Déduction de l'équation horaire de la source :  $y_S = a \cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow V = -a\omega \sin(\omega t + \varphi)$

$$\text{à } t = 0 : \begin{cases} y_0 = 0 \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow y_0 = a \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = 0 \text{ donc } \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{L'amplitude : } a = 2.10^{-3}m \text{ et } \omega = 2\pi N = 50\pi \Rightarrow y_S = 2.10^{-3} \cos\left(50\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$

3.1) Équation horaire du mouvement d'un point M de la corde au repos lorsque SM = x

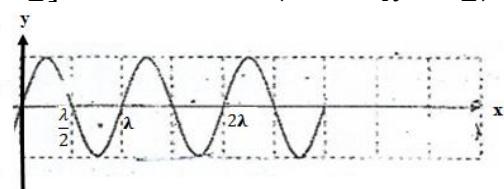
$$y_M = y_S(t - \theta) \text{ avec } \theta = \frac{x}{V} \Rightarrow y_M = a \cos\left[\frac{2\pi}{T}(t - \frac{x}{V}) + \frac{\pi}{2}\right] \Rightarrow y_M = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)$$

3.2) La représentation de la courbe à l'instant t = 8.10<sup>-2</sup>s

$$y = a \cos\left(50\pi \times 8.10^{-2} - \frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow$$

$$y = a \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

x	0	$\lambda/4$	$\lambda/2$	$3\lambda/4$	$\lambda$
y	0	a	0	-a	0



4) Lieux des points M<sub>1</sub> de la corde qui vibrent en opposition de phase avec S

$$d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}; y_S = a \cos(\omega t + \varphi); y_{M_i} = a \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right)$$

$\Delta\varphi = \varphi_S - \varphi_{M_i} = \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi x}{\lambda} - \frac{\pi}{2} = \frac{2\pi x}{\lambda}$  avec x = d la distance entre les deux points M et S sont en opposition de phases :  $\Delta\varphi = (2k+1)\pi = \frac{2\pi}{\lambda}d \Rightarrow d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

**SUJET N°5**

**QCM :**

**Indiquer la bonne réponse**

N°	Le libellé de la question	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	Une réaction de dosage doit être	Lente et totale	rapide et totale	rapide et limitée
2	D'après la théorie de Bronsted, un acide :	est accepteur de proton $H^+$	est donneur de proton $H^+$	est donneur d'électron $e^-$
3	Le référentiel géocentrique est adapté à l'étude du mvt :	De la terre autour du soleil	De la lune autour de la terre	D'une balle tirée par un joueur
4	Un proton pénètre par la cathode (C) avec une vitesse $V_C = 10^6 \text{ m/s}$ et soumis à une tension $U_{AC} = 3000 \text{ V}$ , il arrive à l'anode (A) avec la vitesse $V_A$ égale à :	$12,25 \cdot 10^5 \text{ m/s}$	$6,52 \cdot 10^6 \text{ m/s}$	$6,52 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

**EXERCICE 1 :**

On réalise l'expérience de la réaction d'oxydation des ions iodures en diiode par le peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée  $H_2O_2$ . L'équation bilan est :



I/ A la date  $t=0$ , on prépare un mélange (M) à partir de 10 mL d'une solution d'iodure de potassium de concentration  $C_1$ , 10 mL d'une solution d'acide sulfurique concentrée en ions  $H_3O^+$ , 2 mL d'eau oxygénée de concentration  $C_2$ .

1°/ Déterminer les valeurs des coefficients stœchiométriques  $\alpha$  et  $\beta$  puis Préciser les couples redox  
II/ On détermine simultanément dans deux prélèvements identiques et à différentes dates la concentration de diiode formé et celle d'eau oxygénée restante en faisant doser le diiode formé ( $I_2$ ) par une solution  $S_3$  de thiosulfate de sodium  $Na_2S_2O_3$  de concentration  $C_3$  et l'eau oxygénée restant par une solution  $S_4$  de permanganate de potassium de concentration  $C_4$ .

Les couples redox sont ( $O_2 / H_2O_2$ ) ; ( $S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$ ) ; ( $I_2 / I^-$ ) ; ( $MnO_4^- / Mn^{2+}$ ).

1°/ Définir les termes suivantes : temps de demi-réaction - réactif limitant - catalyse homogène.

2-a°/ Identifier les courbes (1) et (2)

b°/ Déterminer les concentrations initiale et finale de  $H_2O_2$  dans le mélange.

c°/ Quel est le réactif limitant ? Justifier que la réaction est totale.

3°/ Calculer les concentrations  $C_2$  et  $C_1$

4°/ Définir la vitesse volumique de disparition d'eau oxygénée puis la calculer à la date  $t=10 \text{ min}$

5°/ Comment cette vitesse évolue-t-elle au cours du temps ? Pourquoi subit-elle une telle évolution ?

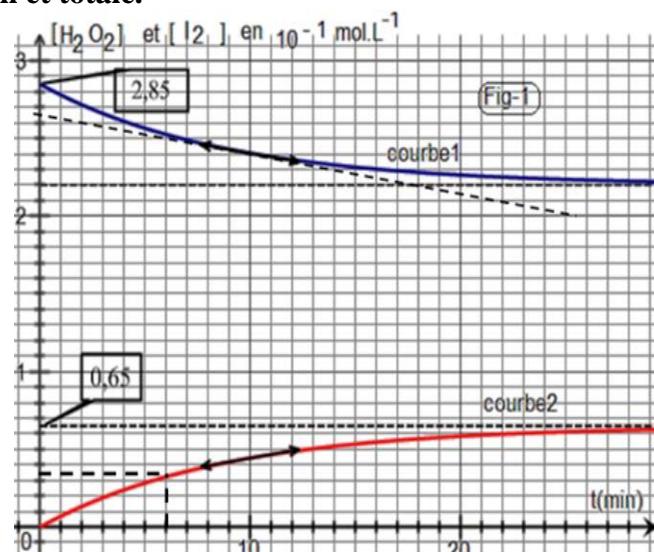
6-a°/ Ecrire l'équation bilan de la réaction de dosage de diiode  $I_2$  par l'ion thiosulfate.

b°/ Ecrire l'équation bilan de la réaction de dosage d'eau oxygénée par l'ion permanganate.

c°/ Montrer que à chaque instant :

$[H_2O_2]_0 = \frac{5C_4V_4 + C_3V_3}{2V_P}$  où  $V_3$  et  $V_4$  les volumes versés

à l'équivanence respectivement de  $S_3$  et  $S_4$ ;  $V_P$  est le volume du prélèvement dosé.

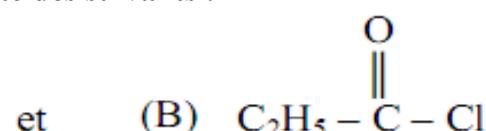
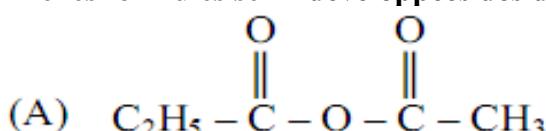


**EXERCICE 2 :**

**Données :**

- Masse molaire en g.mol<sup>-1</sup> : M(H) = 1 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(Cl) = 35,5.
- Masse volumique du composé liquide (B) est  $\rho = 1,065 \text{ g.mL}^{-1}$

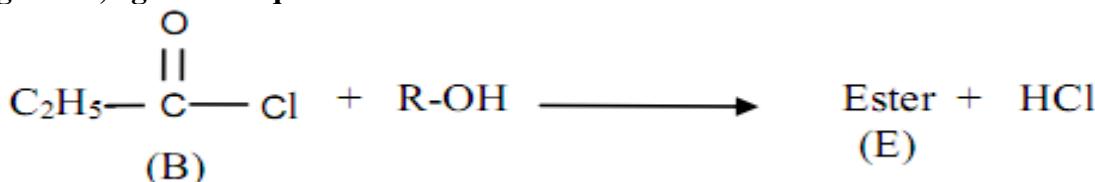
1- On donne les formules semi-développées des dérivés d'acides suivants :



1.1- Donner les noms systématiques de (A) et de (B).

1.2- Ecrire l'équation de l'une des réactions de préparation de (B), en utilisant les F.S.D des composés organiques.

3- On traite 0,05 mol de (B) avec un excès d'un monoalcool saturé non cyclique (D) noté (R-OH) en présence d'un catalyseur convenable. A la fin de la réaction, on obtient un ester (E) d'odeur fruitée et de masse égale à 5,8 g selon l'équation suivante:



3.1- Déterminer la masse molaire de l'ester (E).

3.2- Déduire la formule moléculaire de l'alcool (D).

3.3- Afin d'identifier l'ester (E), on cherche à déterminer l'identité de l'alcool (D) par l'approche expérimentale suivante :

Test 1 : Composé (M) + 2,4-DNPH → Précipité jaune-orange

Test 2 : Composé (M) + Liqueur de Fehling → Précipité rouge brique

3.3.1- Préciser la famille chimique de (M) et la classe de l'alcool (D).

3.3.2- Écrire la formule semi-développée et donner le nom systématique de chacun des composés : (D), (M) et (E).

### EXERCICE 3 :

Un chariot (S) supposé ponctuel de masse  $m = 1\text{Kg}$  se déplace sur une pente rectiligne OAB, incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport l'horizontale (figure 1).

Durant tous le déplacement, l'ensemble des frottements est équivalent à une force  $\vec{f}$  constante, parallèle, de sens contraire au mouvement de valeur  $f = 1\text{N}$ .

1°) Partant du point O, sans vitesse initiale, le chariot parcourt la distance OA = 6m en  $\Delta t = 2\text{s}$  sous l'effet d'une force  $\vec{F}$  de valeur constante parallèle à la linge de plus grande pente.

a°) Etablir l'expression de l'accélération  $a_1$  du chariot en fonction de  $m$ ,  $g$ ,  $\alpha$ ,  $f$  et  $F$ .

En déduire la nature du mouvement.

b°) Calculer la valeur de son accélération  $a_1$ .

c°) en déduire la valeur de  $F$ .

d°) Déterminer l'intensité et la direction de la réaction du plan R.

e°) Calculer la valeur de la vitesse  $V_A$  du chariot au point A.

2°) a°) Arrivant au point A, la force motrice est supprimée. En appliquant la 2<sup>ème</sup> loi de Newton, déterminer la nouvelle accélération  $a_2$  du chariot le long de (AB). En déduire la nature du mouvement.

b°) Calculer la distance AB parcourue sachant que le chariot rebrousse chemin en B.

3°) A partir de B, redescend le plan incliné. Avec quelle vitesse le chariot repasse-t-il par le point O?

4°) a°) Arrivant au point O, le chariot aborde une piste horizontale OC = 42m.

Le long de OC les frottements sont négligeables. Quelle est la nature du mouvement.

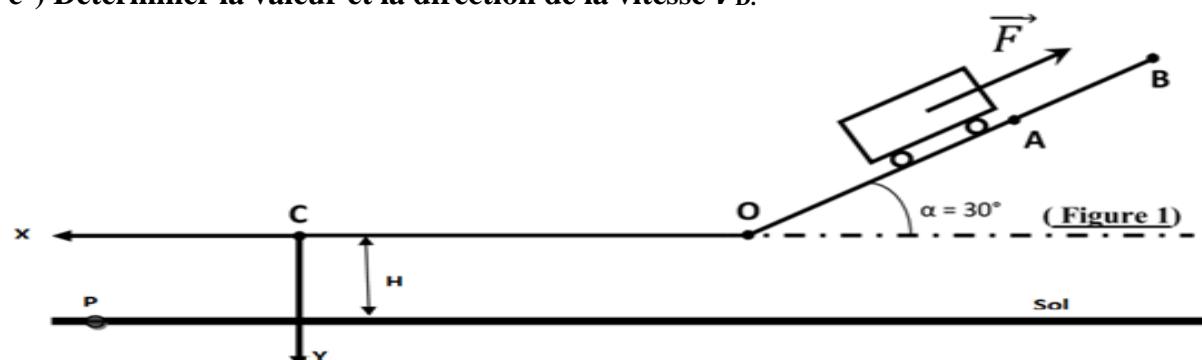
b°) Calculer la durée du mouvement sur OC.

5°) A partir de C le chariot fait un mouvement aérien jusqu'au D. on donne H=4m

a°) Etablir l'équation de la trajectoire dans le repère (Cx ; Cy).

b°) Quelles sont les coordonnées du point d'impact D.

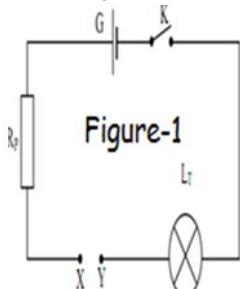
c°) Déterminer la valeur et la direction de la vitesse  $\vec{V}_D$ .



#### EXERCICE 4 :

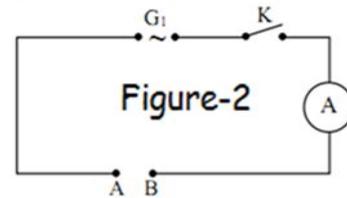
Un groupe d'élèves dispose de trois (3) dipôles  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$  dans des boîtiers. Il souhaite déterminer la nature et les caractéristiques de chacun de ces dipôles. Chaque dipôle peut être un conducteur ohmique de résistance  $R$ , un condensateur de capacité  $C$  ou une bobine d'inductance  $L$  dont on négligera la résistance.

1°/ On réalise le montage suivant (Figure 1) : On branche successivement entre X et Y les dipôles  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$ . On note les observations suivantes (K fermé).



Dipôle	Observations
$D_1$	La lampe s'allume avec un retard par rapport l'instant de fermeture du circuit
$D_2$	La lampe ne s'allume pas
$D_3$	La lampe s'allume instantanément

Dipôle	$D_1$	$D_2$	$D_3$
I (mA)	63	6,3	10



Déduire de ces observations la nature des dipôles  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$ . Justifier les réponses.

2. On réalise le deuxième montage indiqué ci-dessus (Figure 2) :

$G_1$  est un générateur qui délivre une tension sinusoïdale d'expression :  $u(t) = 10\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ .

Un ampèremètre mesure l'intensité  $I$  du courant dans le circuit.

On branche successivement les dipôles  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$  entre A et B. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau ci-dessus. Déterminer les caractéristiques des dipôles  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$ .

3°/ On retire l'ampèremètre du circuit et on associe en série entre A et B un conducteur ohmique de résistance  $R=10^3 \Omega$ , un conducteur de capacité  $C = 2\mu F$  et une bobine d'inductance  $L = 0,5 \text{ H}$  et de résistance négligeable.

A l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on désire visualiser l'allure des variations de la tension  $U_R(t)$  aux bornes du résistor de résistance  $R$  sur la voie  $Y_1$  et les variations de la tension instantanée  $U(t)$  aux bornes du générateur sur la voie  $Y_2$ .

3.1°/ Faire le schéma du montage.

3.2°/ Exprimer l'impédance  $Z$  du circuit en fonction de  $R$ ,  $C$ ,  $L$  et  $\omega$ . La calculer

3.3°/ Calculer l'intensité  $I$  du courant dans le circuit.

3.4°/ Déterminer la phase  $\varphi_{u/i}$  et en déduire la nature du circuit.

3.5°/ Donner l'expression de l'intensité  $i(t)$ .

4°/ On modifie la pulsation de la tension délivrée par le GBF. Les deux tensions  $U_R(t)$  et  $U(t)$  sont en phase pour  $w = w_0$ .

4.1°/ Que vaut  $w_0$  la pulsation,  $Z_0$  l'impédance du circuit et  $I_0$  la nouvelle valeur de l'intensité efficace du courant ?

4.2°/ Evaluer la tension efficace aux bornes du condensateur et en déduire le facteur de surtension.

#### EXERCICE 5 :

I. Une lame vibrante provoque à l'extrémité S d'une corde élastique un mouvement vibratoire sinusoïdal d'équation :  $y_s(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi)$ ;  $a$ ,  $N$  et  $\varphi$  désignent respectivement, l'amplitude, la fréquence et la phase initiale de S.

La source S débute son mouvement à l'instant de date  $t_0=0s$  en allant dans le sens négatif.

On néglige toute atténuation de l'amplitude et toute réflexion de l'onde issue de S.

1.a°/ qu'appelle-t-on onde ?

b°/ Cet onde est-elle transversale ou longitudinale ?

2°/ A l'instant  $t_1=2.10^{-2}s$ , le point M<sub>1</sub> de la corde d'abscisse  $x_1=10cm$  entre en vibration. Montrer que la célérité de l'onde le long de la corde est  $V=5m.s^{-1}$ .

3°/ La courbe ci-dessous représentant l'aspect de la corde à un instant  $t_2$ .

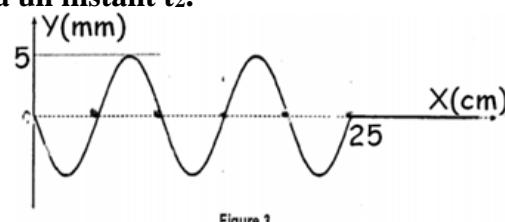
a°/ En exploitant cette courbe, déterminer les valeurs de

: l'amplitude  $a$  ; la longueur d'onde  $\lambda$  et l'instant  $t_2$ .

b°/ Montrer que la phase initiale  $\varphi$  de S est égale à  $\pi/2$

c°/ Etablir l'équation horaire du point M<sub>1</sub>.

4°/ Représenter le diagramme du mouvement du point M<sub>1</sub> et préciser le signe de vitesse à l'instant  $t_2$ .



5°/ On éclaire la corde avec une lumière stroboscopique de fréquence  $N$  qu'observe-t-on

- a) Pour  $N=25\text{Hz}$  ; b) Pour  $N=100\text{Hz}$  ; c) Pour  $N=51\text{Hz}$

II. La lame est maintenant munie d'une tige à deux pointes qui affleure la surface d'une nappe d'eau initialement au repos, aux points  $O_1$  et  $O_2$  distants de  $d=8\text{cm}$ .

La tige impose des vibrations sinusoïdales de fréquence  $N=50\text{Hz}$  et d'amplitude  $a=5\text{mm}$ .

Les ondes produites à la surface de l'eau se propagent avec une vitesse  $V=0,4 \text{ m.s}^{-1}$ .

1°/ Déterminer l'équation horaire des points  $O_1$  et  $O_2$  en prenant pour origine des temps l'instant où les points  $O_1$  et  $O_2$  se mettent à vibrer en se déplaçant dans le sens positif dirigé vers le haut.

2°/ Déduire l'équation horaire d'un point  $M$  de la nappe d'eau situé à la distance  $x_1=6\text{cm}$  de  $O_1$  et de  $x_2=10\text{cm}$  de  $O_2$ .

3°/ Déterminer le nombre de points vibrants avec une élévation maximale entre  $O_1$  et  $O_2$ .

### CORRIGE

QCM :

question	1	2	3	4
reponse	B	B	B	C

EXOS-N°1 :

I/ - les valeurs de coefficients stœchiométriques  $\alpha$  et  $\beta$  : d'après la conservation de la matière :

$$\begin{cases} 2\alpha + 6 = 2\beta \\ 2\alpha + 2 = \beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta = 4 \end{cases}; \text{Les couples redox sont : } (\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}) \text{ et } (\text{I}_2 / \text{I}^-)$$

II-1°/

$\left\{ \begin{array}{l} \text{temps de demi-réaction : le temps au bout duquel } x = \frac{x_f}{2} \\ \text{réactif limitant : c'est le réactif qui est capable de réagir totalement} \\ \text{catalyse homogène : c'est l'ajout d'un catalyseur qui a le même état physique que les réactifs} \end{array} \right.$

2-a°/ Courbe (1)  $\rightarrow [\text{H}_2\text{O}_2] = f(t)$  et Courbe (2)  $\rightarrow [\text{I}_2] = f(t)$

b°/ d'après le graphe :  $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 0,285 \text{ mol/l}$  et  $[\text{H}_2\text{O}_2]_r = 0,22 \text{ mol/L}$

c°/  $[\text{H}_2\text{O}_2]_r \neq 0 \Rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 \text{ est en excès, donc I}^- \text{ est le réactif limitant.}$

La réaction est totale car :  $\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_{d(\infty)}}{1} = \frac{[\text{I}_2]_f}{1}$

Aussi :  $\begin{cases} x_m = \frac{n(\text{H}_2\text{O}_2)_{d(\infty)}}{1} = [\text{H}_2\text{O}_2]_{d(\infty)} \cdot V_T = (0,285 - 0,22) \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 14,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ x_f = \frac{n_f(\text{I}_2)}{1} = [\text{I}_2]_f \cdot V_T = 0,65 \cdot 22 \cdot 10^{-3} = 14,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow x_m = x_f$

3°/  $\text{C}_1\text{V}_1 - 2\text{X}_f = 0 \Rightarrow C_1 = \frac{2 \cdot x_f}{V_1} = \frac{2 \cdot 14,3 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 2,86 \text{ mol/L}$

$$[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{C_2 V_2}{V_T} \Rightarrow C_2 = \frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_0 \cdot V_T}{V_2} = \frac{0,285 \cdot 22 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 3,135 \text{ mol/L}$$

4°/ La vitesse volumique de disparition d'eau oxygénée est l'opposé du dérivé de sa concentration par rapport au temps.  $V_V(\text{H}_2\text{O}_2) = -\frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt}$

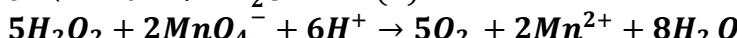
A  $t = 10\text{min}$ , On prend deux points sur la tangente : A (10 ; 0,24) et B(18 ; 0,22)

$$V_V(\text{H}_2\text{O}_2) = -\frac{0,22 - 0,24}{18 - 10} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$$

5°/ Cette vitesse diminue au cours du temps car les concentrations des réactifs diminuent.

6-a°/  $\begin{cases} \text{I}_2 + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{I}^- \\ 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2e^- \end{cases} \Rightarrow \text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$

b°/  $\begin{cases} \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e^- \dots (1) \\ \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} \dots (2) \end{cases} \Rightarrow 5(1) + 2(2) \text{ donne :}$



c°/ - Lors du dosage de  $\text{I}_2$  on obtient à l'équivalence que :

$$\frac{n(\text{I}_2)_{\text{dosé}}}{1} = \frac{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})_{\text{versé}}}{2} \Rightarrow [\text{I}_2] \cdot V_P = \frac{C_3 V_3}{2} \Rightarrow [\text{I}_2] = \frac{C_3 V_3}{2 V_P}$$

- Lors du dosage de  $\text{H}_2\text{O}_2$  restant on obtient à l'équivalence que :

$$\frac{n(H_2O_2)_{restant}}{5} = \frac{n(MnO_4^-)_{versé}}{2} \Rightarrow \frac{[H_2O_2].V_p}{5} = \frac{C_4V_4}{2} \Rightarrow [H_2O_2] = \frac{5C_4V_4}{2V_p}$$

- D'après la conservation de matière :  $[H_2O_2]_0 = [H_2O_2]_r + [H_2O_2]_d = [H_2O_2]_r + [I_2]$

$$\Rightarrow [H_2O_2]_0 = \frac{5C_4V_4}{2V_p} + \frac{C_3V_3}{2V_p} \Rightarrow [H_2O_2]_0 = \frac{5C_4V_4 + C_3V_3}{2V_p}$$

### **EXOS N°2 :**

1.1 - Le nom de (A) : anhydride éthanoïque propanoïque

Le nom de (B) : chlorure de propanoyle

1.2 L'équation de la réaction est :  $C_2H_5 - COOH + SOCl_2 \rightarrow C_2H_5 - COCl + HCl + SO_2$

3.1 D'après la stoechiométrie :  $n(\text{ester}) \text{ formé} = n(B) \text{ initial} = 0,05 \text{ mol.}$

Par conséquent,  $M(\text{Ester}) = \frac{m(E)}{n(E)} = \frac{5,8}{0,05} = 116 \text{ g.mol}^{-1}$

3.2 D'après la loi de conservation de masses :

$$M(C_2H_5COCl) + M(D) = M(\text{ester}) + M(HCl) \text{ où } M(D) = (116 + 36,5) - 92,5 = 60 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$\text{L'alcool (D : R-OH) de formule } C_xH_{2x+1}OH \Rightarrow M(C_xH_{2x+1}OH) = 14x + 18 = 60 \Rightarrow x = 3.$$

Par conséquent la formule moléculaire de l'alcool (D) est  $C_3H_7OH$ .

3.3.1 Le composé (M) est un carbonyle : un aldéhyde ou une cétone puisqu'elle donne un précipité jaune avec la 2,4- DNPH.

Mais puisque le composé carbonylé a donné un précipité rouge brique avec la liqueur de Fehling, (M) est un aldéhyde.

En conséquence l'alcool (D) est primaire, puisqu'il a produit un aldéhyde par déshydrogénération.

3.3.2 Les formules structurales :

Composé (D) :  $CH_3 - CH_2 - CH_2OH$ , propan-1-ol.

Composé (M) :  $CH_3 - CH_2 - CHO$ ; propanal

Composé (E) :  $CH_3 - CH_2 - CO - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$ ; propanoate de propyle.

### **EXOS-N°3 :**

$$1-a^{\circ}/ \sum \vec{F}_{EXT} = m\vec{a}_1 \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{f} + \vec{Rn} = m\vec{a}_1$$

par la projection sur l'axe du mouvement :  $F - f - mg \cdot \sin \alpha = m \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F-f-mg \cdot \sin \alpha}{m}$

donc, il s'agit d'un MRUV.

$$b^{\circ}/ x_A = \frac{1}{2} a_1 \cdot t^2 \Rightarrow a_1 = \frac{2 \cdot x_A}{t^2} = 3m/s^2$$

$$c^{\circ}/ F = f + mg \cdot \sin \alpha + m \cdot a_1 = 1 + 1 \cdot 10 \cdot 0,5 + 1 \cdot 3 \Rightarrow F = 9N$$

$$d^{\circ}/ \text{par la projection sur la normale du plan AO : } Rn = mg \cdot \cos \alpha = 8,9N$$

Donc :  $\begin{cases} \text{intensité de } \vec{R} \text{ est : } R = \sqrt{f^2 + Rn^2} = 8,95N \\ \text{direction de } \vec{R} : \text{fait } \beta \text{ avec la normale, avec } \tan \beta = \frac{f}{Rn} = \frac{1}{8,9} = 0,11 \Rightarrow \beta = 7^{\circ} \end{cases}$

$$e^{\circ}/ V_A = a_1 \cdot t = 3 \cdot 2 = 6m/s$$

$$2.a^{\circ}/ \sum \vec{F}_{EXT} = m\vec{a}_2 \Rightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{Rn} = m\vec{a}_2$$

par la projection sur l'axe du mouvement :  $-f - mg \cdot \sin \alpha = m \cdot a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{-f - mg \cdot \sin \alpha}{m} = -6m/s^2$

alors le mouvement est un MRUV.

$$b^{\circ}/ V_B^2 - V_A^2 = 2 \cdot a_2 \cdot AB \Rightarrow AB = -\frac{V_A^2}{2 \cdot a_2} = 3m$$

$$3^{\circ}/ \frac{1}{2} m \cdot V_o^2 - \frac{1}{2} m V_B^2 = mg \cdot OB \cdot \sin \alpha \Rightarrow V_o = \sqrt{2g \cdot OB \cdot \sin \alpha} = 9,48m/s$$

$$4.a^{\circ}/ \sum \vec{F}_{EXT} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{Rn} = m\vec{a}, \text{ par la projection sur xx' : } 0 = m \cdot a \Rightarrow a = 0 \Rightarrow MRU$$

$$b^{\circ}/ t = \frac{OC}{V_o} = \frac{42}{9,48} = 4,43s$$

$$5.a^{\circ}/ \begin{cases} x_c = 0 \\ y_c = 0 \end{cases}; \quad \begin{cases} V_{Cx} = V_o \\ V_{Cy} = 0 \end{cases}; \quad \vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = V_{ox}t + x_0 \\ y = \frac{1}{2} a_y \cdot t^2 + V_{oy} \cdot t + y_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = V_{ox} \cdot t \\ y = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \end{cases} \Rightarrow y = \frac{g}{2V_o^2} \cdot x^2 \Rightarrow y = 0,055x^2$$

$$b^\circ / y_D = H = 4m \Rightarrow 0,055x^2 = 4 \Rightarrow x_D = 8,53m$$

#### **EXOS-N°4:**

1°/ La nature des dipôles D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub> :

- { D<sub>1</sub>: est une bobine car le courant ne s'établit pas instantanément
- { D<sub>2</sub>: est un condensateur car il ne conduit pas le courant continu
- { D<sub>3</sub>: est un conducteur ohmique car le courant s'établit instantanément

2°/ Les caractéristiques des dipôles D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> et D<sub>3</sub>.

- Pour D<sub>1</sub> :  $Z_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{10}{63 \cdot 10^{-3}} = 159 \Rightarrow Z_1 = L \cdot \omega \Rightarrow L = \frac{Z_1}{\omega} = \frac{159}{100\pi} = 0,5H$
- Pour D<sub>2</sub> :  $Z_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{10}{6,3 \cdot 10^{-3}} = 1570 \Rightarrow Z_1 = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow C = \frac{1}{Z_1 \cdot \omega} = \frac{1}{1570 \cdot 100\pi} \Rightarrow C = 2 \cdot 10^{-6}F$
- Pour D<sub>3</sub> :  $R = \frac{U}{I_3} = \frac{10}{10 \cdot 10^{-3}} = 1000\Omega$

3.1°/ Le schéma du montage.

$$\begin{aligned} 3.2^\circ / \text{L'expression de l'impédance } Z \text{ du circuit : } Z &= \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \\ &\Rightarrow Z = \sqrt{(10^3)^2 + (0,5 \cdot 100\pi - \frac{1}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 100\pi})^2} = 1749\Omega \end{aligned}$$

$$3.3^\circ / I = \frac{U}{Z} = \frac{10}{1749} = 5,7 \cdot 10^{-3}A$$

$$3.4^\circ / \tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} = \frac{0,5 \cdot 100\pi - \frac{1}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 100\pi}}{10^3} = -1,43 \Rightarrow \varphi = -55^\circ = \frac{-11\pi}{36} rd$$

$$4.1^\circ / \text{a la résonance : } \left\{ \begin{array}{l} L \cdot C \cdot \omega_0^2 = 1 \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{0,5 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}} = 1000rd/s \\ Z_0 = R = 1000\Omega \text{ et } I_0 = \frac{U}{R} = \frac{10}{1000} = 0,01A \end{array} \right.$$

$$4.2^\circ / \left\{ \begin{array}{l} \text{La tension efficace du condensateur : } U_C = \frac{I_0}{C\omega} = \frac{0,01}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 100\pi} = 15,92V \\ \text{Le facteur de surtension : } Q = \frac{U_C}{U} = \frac{15,92}{10} = 1,59 \end{array} \right.$$

#### **EXOS-N°5:**

I. 1.a°/ On appelle onde mécanique progressive le phénomène de propagation d'une succession d'ébranlement dans un milieu élastique.

b°/ Cet onde est transversale car sa direction est perpendiculaire sur celle de la propagation.

$$2^\circ / \text{La célérité de l'onde : } V = \frac{x_1}{t_1} = \frac{0,1}{0,02} \Rightarrow V = 5m/s$$

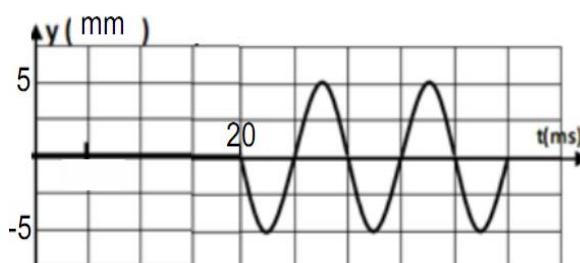
$$3.a^\circ / \left\{ \begin{array}{l} \text{L'amplitude : } a = 5 \cdot 10^{-3}m \\ \text{La longueur d'onde : } X_2 = 2,5\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{X_2}{2,5} = \frac{25 \cdot 10^{-2}}{2,5} = 0,1m \\ \text{L'intant } t_2 : t_2 = \frac{X_2}{V} = \frac{25 \cdot 10^{-2}}{5} = 0,05s \end{array} \right.$$

$$b^\circ / \sin \varphi = \frac{y_0}{a} = 0 \text{ et } v < 0 \Rightarrow \varphi = \pi$$

c°/ L'équation horaire du point M<sub>1</sub>:

$$Y_{M1} = a \cdot \sin \left( 2\pi Nt + \varphi - \frac{2\pi x}{\lambda} \right) \Rightarrow Y_{M1} = 5 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t - \pi)$$

4°/



5°/ On observe :

Ne=25Hz $\Rightarrow N = 2Ne$	Ne=100Hz $\Rightarrow Ne = 2N$	Ne=51Hz $\Rightarrow Ne > N$
Une corde immobile	deux cordes immobiles	Une corde en mvt ralentit dans le sens inverse

**II.1°/ L'équation horaire des points O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub>:**  $Y_{O1} = Y_{O2} = a \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi)$

Avec  $\sin \varphi = \frac{y_0}{a} = 0$  et  $V > 0 \Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow Y_{O1} = Y_{O2} = 5 * 10^{-3} \cdot \sin(100\pi t)$

**2°/ L'équation horaire d'un point M :**

$$Y_M = y_{1M} + y_{2M} = a \cos\left(\omega t + \pi - \frac{2\pi x_1}{\lambda}\right) + a \cos\left(\omega t + \pi - \frac{2\pi x_2}{\lambda}\right)$$
$$Y_M = a \left\{ \cos\left(\omega t + \pi - \frac{2\pi x_1}{\lambda}\right) + \cos\left(\omega t + \pi - \frac{2\pi x_2}{\lambda}\right) \right\}$$

Comme  $\cos p + \cos q = 2\cos\left(\frac{p-q}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{p+q}{2}\right)$

On obtient :  $Y_M = 2a \sin\frac{\pi}{\lambda}(x_2 - x_1) \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{\lambda}(x_2 + x_1)\right)$

avec  $\lambda = \frac{V}{N} = \frac{0,4}{50} = 8 * 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow$

$$Y_M = 5 * 10^{-3} \cdot \sin\frac{\pi \cdot (4 * 10^{-2})}{8 * 10^{-3}} \cos(100\pi t - \frac{\pi \cdot (16 * 10^{-2})}{8 * 10^{-3}}) \Rightarrow Y_M = -10^{-2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$$

$$3^{\circ}/ -d \leq x_2 - x_1 \leq d \Rightarrow -d \leq k\lambda \leq d \Rightarrow -0,08 \leq 8 * 10^{-3}k \leq 0,08 \Rightarrow -10 \leq k \leq 10$$

Donc il y a 21 points d'amplitude maximale.

## SUJET N°6

## QCM

Choisir la bonne réponse

N	Question	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	A l'équilibre d'une réaction d'estérification-hydrolyse de l'ester :	La reaction d'estérification s'arrête	Les deux réactions s'arrêtent	Les deux réactions continuent à se dérouler
2	L'action de l'air est négligeable Deux solides M <sub>1</sub> et M <sub>2</sub> de masses m <sub>1</sub> et m <sub>2</sub> tel que m <sub>1</sub> est le double de m <sub>2</sub> . Les deux solides, initialement au repos, sont lâchés d'une même altitude h. Le temps mis par M <sub>1</sub> pour arriver au sol est t <sub>1</sub> et le temps mis par M <sub>2</sub> est t <sub>2</sub> : Alors	t <sub>1</sub> =2t <sub>2</sub> .	t <sub>2</sub> =2t <sub>1</sub>	t <sub>1</sub> =t <sub>2</sub>
3	Dans un mélange équimolaire d'un alcool est un acide carboxylique :	se produit une réaction qui conduit à un équilibre chimique	se produit une réaction totale.	ne se produit pas une réaction
4	Un alcool tertiaire	Réagit avec le sodium	réagit avec l'ion permanganate en milieu acide	Ne réagit ni avec le sodium ni avec l'ion permanganate en milieu acide

## EXERCICE 1 :

1 Les valeurs des potentiels standards des couples d'oxydo-réduction sont respectivement

$$E_{I_2/I^-}^0 = 0,54 \text{ V} \text{ et } E_{H_2O_2/H_2O}^0 = 1,77 \text{ V}$$

L'équation de la réaction d'oxydation des ions iodure en diiode par le peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée, s'écrit :  $H_2O_2 + 2I^- + 2H_3O^+ \rightarrow I_2 + 4H_2O$

-Ecrire les demi-équations d'oxydoréduction correspondant aux deux couples envisagés.

A l'instant t=0, on mélange 10mL d'une solution d'iodure de potassium de concentration 0,10 mol/L, 10 mL d'une solution d'acide sulfurique de concentration en ion H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> égale 1mol/L, 8 mL d'eau et 2,0mL d'eau oxygénée de concentration molaire 0,10mol/L.

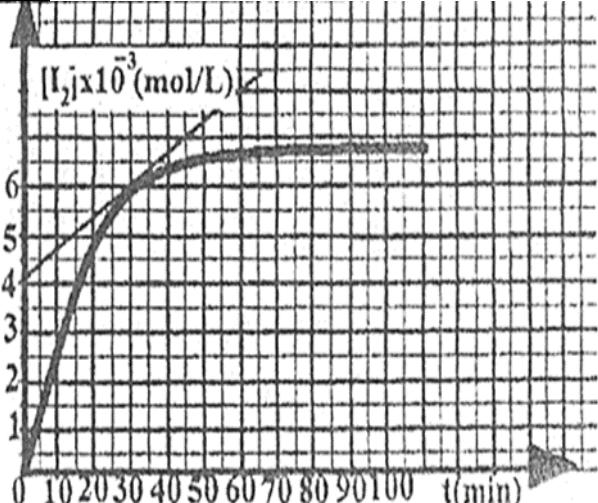
-Calculer en moles, pour t=0, les quantités de matières de I<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> et H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> En déduire le réactif limitant.

-Calculer la concentration maximale [I<sub>2</sub>] produite par la réaction.

2 Le diiode formé étant coloré, sa concentration est mesurée par une méthode optique grâce à un spectrophotomètre. On trace la courbe de la variation de la concentration molaire du diiode à différentes dates (voir courbe ci-contre).

-Quelle est la concentration du diiode au bout d'un temps très long? Est-elle conforme au résultat obtenu précédemment?

-Calculer la vitesse de formation du diiode à la date t=30min ; en déduire la vitesse de disparition des ions iodure.



### **EXERCICE 2 :**

Les solutions sont prises à 25 °C et en considère que le pKa du couple  $\text{CH}_3\text{NH}^+/\text{CH}_3\text{NH}_2$  est égal à 10,7.

1 La méthylamine est une base faible appartenant au couple  $\text{CH}_3\text{NH}^+/\text{CH}_3\text{NH}_2$ .

1.1 Donner la définition d'une base faible.

1.2 Ecrire l'équation de la réaction de la méthylamine avec l'eau. Citer les espèces chimiques présentes dans la solution obtenue.

2 On mélange un volume  $V_1 = 20\text{mL}$  d'une solution aqueuse de la méthylamine de concentration  $C_1 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  avec un volume  $V_2$  d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration  $C_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ ; Le mélange a un pH = 10.

2.1 Citer les espèces chimiques présentes dans ce mélange et calculer ou exprimer en fonction de  $V_2$  leurs concentrations molaires en supposant négligeables les concentrations :  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  et  $[\text{OH}^-]$  devant les autres concentrations.

2.2 Exprimer le rapport  $\frac{[\text{forme basique}]}{[\text{forme acide}]}$  du couple, en déduire la valeur numérique de  $V_2$ .

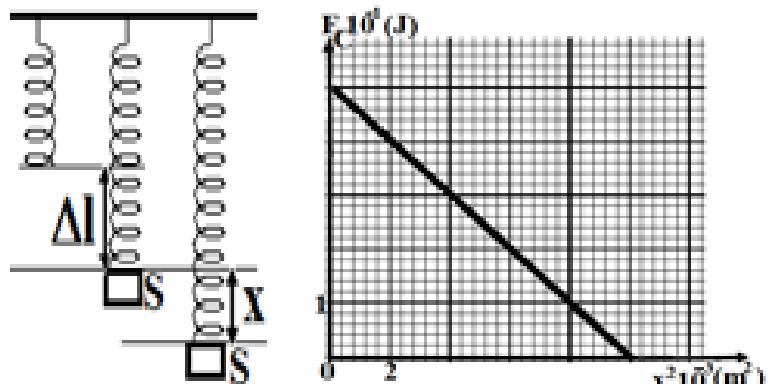
2.3 Pour quelle valeur de  $V_2$  le pH du mélange serait-il égal au pKa du couple?

### **EXERCICE 3 :**

On considère le système ci-contre constitué d'un solide S de masse m accroché à l'extrémité inférieure d'un ressort R vertical à spire non jointives, de masse négligeable et de raideur K dont l'extrémité supérieure est fixe. Soit  $\Delta\theta$  l'allongement du ressort à l'équilibre. On écarte le solide S de sa position d'équilibre vers le bas d'une distance  $x_0$  et on l'abandonne sans vitesse à un instant pris comme origine des instants.

1 On prend comme origine des énergies potentielles de pesanteur le plan horizontal passant par la position d'équilibre et comme origine des énergies potentielles élastiques la position du ressort lorsqu'il n'est ni allongé ni comprimé.

Etablir l'expression de l'énergie mécanique E du système {solide+ressort+terre} en fonction de x, V,  $\Delta\theta$ , m et K.



Montrer que cette énergie est constante et l'exprimer en fonction de K,  $x_0$  et  $\Delta\theta$ .

Déduire la nature du mouvement.

2 Un dispositif approprié permet de tracer la courbe représentative de l'énergie cinétique en fonction de  $x^2$  comme l'indique le graphe.

2.1 Trouver l'expression de l'énergie cinétique en fonction de K, x et  $x_0$ .

2.2 Déterminer graphiquement l'équation  $E_c = f(x^2)$ .

2.3 Par identification des deux expressions précédentes, déterminer les valeurs de K et de  $x_0$ .

2.4 Calculer les valeurs de l'allongement  $\Delta\theta$  et de la masse m si l'énergie mécanique vaut 1joule.

### **EXERCICE 4 :**

Deux rails parallèles ab et a'b' distants de  $d = 10\text{cm}$ , inclinés par rapport à l'horizontale d'un angle  $\alpha = 20^\circ$ . On relie les extrémités des rails aux bornes d'un générateur de f.e.m  $E=1,4\text{V}$  et de résistance interne  $r = 1,8\Omega$  (voir figure 1).

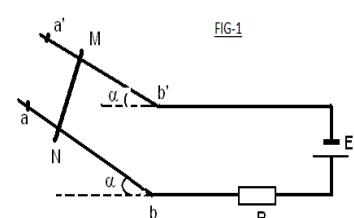
On branche dans le circuit, et en série avec le générateur un dipôle ohmique de résistance  $R = 0,2\Omega$ . Le circuit est fermé par l'intermédiaire d'une tige MN en cuivre de résistance négligeable et de masse  $m = 20\text{g}$  pouvant glisser sans frottement sur les rails. L'ensemble est plongé dans

un champ magnétique uniforme de vecteur  $\vec{B}$  vertical.

1- Faites l'inventaire des forces qui s'exercent sur la tige.

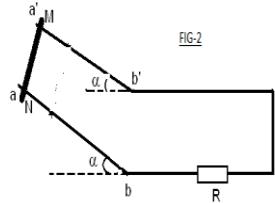
2 Déterminer le sens et la valeur du vecteur  $\vec{B}$  pour que la tige reste en équilibre.

3 On enlève le générateur et on ferme de nouveau le circuit (voir fig 2).



On ramène la tige à la position  $a'$  puis on l'abandonne sans vitesse initiale, elle parcourt une distance  $L$  avant de pénétrer dans une zone où règne un champ magnétique  $\vec{B}' = \vec{B}$  avec une vitesse  $V_0 = 2,8 \text{ m.s}^{-1}$ .

3.1 Quelle est l'intensité  $I_0$  du courant qui apparaît dans le circuit à l'instant  $t = 0$ ? (Instant à partir duquel la tige pénètre dans le champ magnétique  $\vec{B}'$ ), indiquer sur un schéma le sens du courant et donner les caractéristiques de la force électromagnétique qui s'exerce sur la tige à cet instant.



3.2 Faites l'inventaire des forces qui s'exercent sur la tige à cet instant  $t = 0$  en précisant que  $\vec{a}$  et  $\vec{V}$  sont de sens contraire.

3.3 La vitesse de la tige atteint une valeur limite  $V_1$  si la tige continue son mouvement dans le champ magnétique. Trouver l'intensité  $F_1$  de la force magnétique, la valeur du courant induit  $I_1$  et la valeur de  $V_1$ . On prendra  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

### EXERCICE 5 :

On considère trois dipôles  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$  de nature inconnue ; un de ces trois dipôles est une résistance morte  $R$ , l'autre un condensateur de capacité  $C$  et le troisième une bobine d'inductance  $L$  et de résistance interne  $r$ . Dans une première expérience, on maintient aux bornes de chacun de ces dipôles une tension continue  $U=18\text{V}$  et on mesure les intensités  $I$  du courant qui les traverse.

Dans une deuxième expérience : on maintient aux bornes de chacun de ces dipôles une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U_{\text{eff}} = 24\text{V}$  et de fréquence  $N = 50\text{Hz}$  et on mesure les intensités efficaces  $I_{\text{eff}}$  du courant.

Les résultats des deux expériences sont regroupés dans le tableau ci-dessus :

1 Calculer pour chaque dipôle les rapports  $\frac{U}{I}$  et  $\frac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}}$ . Montrer que l'analyse

Dipôle	$I(\text{A})$	$I_{\text{eff}}$
$D_1$	7,2	6,4
$D_2$	3,75	5
$D_3$	0	$10^{-2}$

de ces résultats permet de déterminer la nature de chaque dipôle.

2 Calculer pour chaque cas les caractéristiques de chaque dipôle.

3 On considère le cas où la tension est sinusoïdale, déterminer pour chaque dipôle le déphasage entre  $u(t)$  et  $i(t)$ .

4 On branche les trois dipôles en série et on applique aux bornes du dipôle obtenu une tension sinusoïdale de fréquence variable et de valeur efficace  $U_{\text{eff}} = 24\text{V}$ .

4-1 Faire un schéma du circuit sur lequel vous précisez le branchement d'un oscilloscophe qui permet de visualiser  $u(t)$  et qualitativement  $i(t)$ .

4-2 Pour une valeur déterminée de la fréquence  $f_0$  on constate que la tension  $u(t)$  et  $i(t)$  sont en phase. Qu'appelle-t-on ce phénomène ? Calculer la valeur de la fréquence  $f_0$  et celle de l'intensité efficace  $I_0$  correspondante.

4-3 Calculer le facteur de qualité du circuit et en déduire la largeur de la bande passante. Conclure.

### CORRIGE

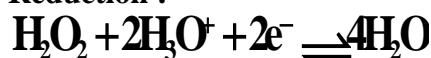
#### QCM :

- 1) c ; 2) c ; 3) a ; 4) a

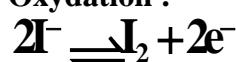
#### EXOS-N°1 :

1.1 Les demi-équations sont :

Réduction :



Oxydation :



1.2 Les quantités de matière à  $t=0$  sont :

$$n_{\text{I}}^0 = C_1 V_1 = 0,1 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+}^0 = C_2 V_2 = 1 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2}^0 = C_3 V_3 = 0,1 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$\frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}^0}{1} < \frac{n_{\text{I}}^0}{2}$  donc  $\text{H}_2\text{O}_2$  est le réactif limitant

$$1.3 \frac{n_{\text{I}_2}^{\infty}}{1} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}^0}{1} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$[\text{I}_2]_{\infty} = \frac{n_{\text{I}_2}^{\infty}}{Vt} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{30 \cdot 10^{-3}} = 6,66 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

## 2.1 D'après la courbe $[I_2]_0 = 6,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

Ce résultat est bien en accord avec la courbe

2.2 Pour calculer la vitesse de formation du diiode à  $t = 30\text{min}$  on choisit deux points de la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t=30\text{min}$ .

$$\text{Soit : A}(0 ; 4 \cdot 10^{-3}) \text{ et B}(60 ; 8 \cdot 10^{-3}), \text{ alors } V = \frac{(8 - 4) \cdot 10^{-3}}{60 - 0} = 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L min}$$

$$\text{d'après l'équation bilan : } \frac{V_{I_2}}{1} = \frac{V_I}{2} \Rightarrow V_I = 2V_{I_2} = 2 \cdot 6,6 \cdot 10^{-5} = 13,32 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L min}$$

### EXOS-N°2 :

1-1- La base faible c'est la base qui réagit partiellement avec l'eau en fixant  $\text{H}^+$  :



2.1 Les espèces chimiques:  $\text{CH}_3\text{-NH}_3^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{CH}_3\text{-NH}_2$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

Calcul des concentrations:

$$\text{H}_3\text{O}^+ = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10} \text{ mol/L}$$

$$\text{OH}^- = 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{Cl}^- = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{2 \cdot 10^{-2} V_2}{20 + V_2}$$

$$\text{Electroneutralité : } \text{CH}_3\text{-NH}_3^+ = \text{Cl}^- = \frac{2 \cdot 10^{-2} V_2}{V_1 + V_2}$$

La conservation de la matière :

$$\text{CH}_3\text{-NH}_3^+ + \text{CH}_3\text{-NH}_2 = \text{C}_1$$

$$\text{CH}_3\text{-NH}_2 = \text{C}_1 - \text{CH}_3\text{-NH}_3^+$$

$$\text{CH}_3\text{-NH}_2 = \frac{\text{C}_1 V_1}{V_1 + V_2} - \frac{2 \cdot 10^{-2} V_2}{V_1 + V_2} = \frac{(60 - 2V_2) \cdot 10^{-2}}{V_1 + V_2}$$

2.2

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \left[ \frac{\text{CH}_3\text{-NH}_2}{\text{CH}_3\text{-NH}_3^+} \right] \Rightarrow \left[ \frac{\text{CH}_3\text{-NH}_2}{\text{CH}_3\text{-NH}_3^+} \right] = 10^{(\text{pH} - \text{pKa})} = 0,2$$

$$\text{or } \left[ \frac{\text{CH}_3\text{-NH}_2}{\text{CH}_3\text{-NH}_3^+} \right] = \frac{60 - 2V_2}{2V_2} = 0,2 \text{ ce qui donne : } V_2 = 100 \text{ mL}$$

$$2.3 \text{ Lorsque pH} = \text{pKa} \text{ Donc : } \left[ \frac{\text{CH}_3\text{-NH}_2}{\text{CH}_3\text{-NH}_3^+} \right] = 1 \Rightarrow \frac{60 - 2V_2}{2V_2} = 1 \text{ ce qui donne : } V_2 = 15 \text{ mL}$$

### EXOS-N°3 :

1.1

$$E = E_c + E_{pe} + E_{pp} = \frac{1}{2} m V^2 + \frac{1}{2} K (\Delta \ell + x)^2 - mgx = \frac{1}{2} m V^2 + \frac{1}{2} Kx^2 + \frac{1}{2} K \Delta \ell^2$$

$$1.2 \Delta E = 0 \Rightarrow E = \text{Cte} = E_0 \Rightarrow E = \frac{1}{2} Kx_0^2 + \frac{1}{2} K \Delta \ell^2$$

$$1.3 \frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow a + \frac{K}{m} x = 0 \text{ (mrs)}$$

$$2.1 E_c = \frac{1}{2} m V^2; V^2 = \omega^2 (x_0^2 - x^2) \text{ et } \omega^2 = \frac{K}{m} \text{ donc } E_c = -\frac{1}{2} Kx^2 + \frac{1}{2} Kx_0^2$$

$$2.2 E_c = ax^2 + b \text{ avec } a = \frac{0 - 5 \cdot 10^{-1}}{10 \cdot 10^{-3} - 0} = -50 \text{ et } b = 0,5 \text{ donc } E_c = -50x^2 + 0,5$$

$$2.3 \text{ par identification: } -50 = -\frac{1}{2} K \Rightarrow K = 100 \text{ N/m et } 0,5 = 50x_0^2 \Rightarrow x_0 = 0,1 \text{ m}$$

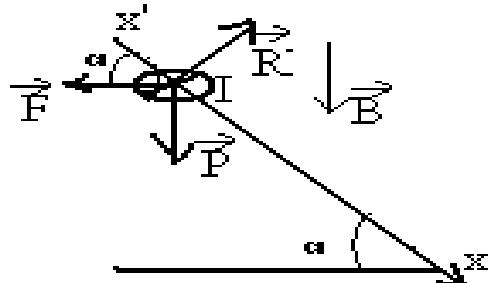
$$24 E = \frac{1}{2} K(x_0^2 + \Delta_\ell^2) \Rightarrow \Delta_\ell = \sqrt{\frac{2E}{K}} - x_0; \Delta_\ell = 0,1\text{m}$$

$$\text{A l'équilibre: } mg = K\Delta_\ell \Rightarrow m = \frac{K\Delta_\ell}{g}; m = 1\text{kg}$$

**EXOS-N°4 :**

### 1. F, P, R

2.



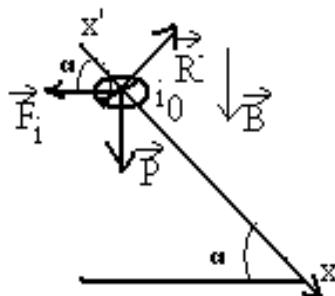
$$\text{A l'équilibre: } F + P + R = 0$$

$$\text{projection suivant } x'x: mgsin\alpha - Fcos\alpha = 0 \Rightarrow mgsin\alpha = IdBcos\alpha$$

$$B = \frac{mgtan\alpha}{Id} \text{ or } I = \frac{E}{r+R} = 0,7\text{A}; \text{ donc } B = 1\text{T}$$

$$3.1 \quad i_0 = \frac{e_0}{R} \text{ avec } e_0 = -\left(\frac{d\phi}{dt}\right)_{t=0} \text{ et } \phi = BS\cos\alpha; S = S_0 - dx$$

$$\text{donc } e_0 = BdV_0 \cos\alpha \Rightarrow i_0 = \frac{BdV_0 \cos\alpha}{R} = 1,3\text{A}$$



**F<sub>i</sub>** 
 origine : milieu de la tige  
 Direction : horizontale  
 Sens : de la droite vers la gauche  
 Intensité :  $F_i = i_0 dB = 0,13\text{N}$

$$3.2 \quad F_i + P + R = ma$$

Projection suivant x'x:

$$-F_i \cos\alpha + mgsin\alpha = ma \Rightarrow a = \frac{-F_i \cos\alpha}{m} + gsina = -2,68\text{m/s}^2;$$

a et V sont opposés

$$3.3 a = 0 \Rightarrow \frac{F_i \cos\alpha}{m} = gsina \text{ donc } F_i = mgtan\alpha = 7 \cdot 10^{-2}\text{N}$$

$$F_i = i_1 dB \Rightarrow i_1 = \frac{F_i}{dB} = 0,7\text{A}$$

$$i_1 = \frac{BdV_1 \cos\alpha}{R} \Rightarrow V_1 = \frac{i_1 R}{Bd\cos\alpha} = 1,5\text{m/s}$$

### **EXOS-N°5 :**

1.calcul du rapport :  $U/I_e, U_e/I_e$

D<sub>1</sub>solénoïde :  $U_e/I_e = 3,75 \Omega$ ;  $U/I = 2,5 \Omega \rightarrow U_e/I_e \neq U/I$

D<sub>2</sub> un dipôle ohmique :  $U_e/I_e = 4,8 \Omega$ ;  $U/I = 4,8 \Omega \rightarrow U_e/I_e = U/I$

D<sub>3</sub> pas de courant : c'est un condensateur

$U_e/I_e = 2400 \Omega$ ;  $U/I \rightarrow \sim$

2.Calcul des caractéristiques des dipôles :

La résistance R du D<sub>2</sub> :  $R = U/I = 4,8 \Omega$  et La résistance r de D<sub>1</sub> :  $r = U/I = 2,5 \Omega$

$$\text{L'inductance L : } r^2 + (L_\omega)^2 = U_e/I_e \Rightarrow L = \frac{1}{\omega} \sqrt{\left(\frac{U_e}{I_e}\right)^2 - r^2} = 8,8 \text{ mH}$$

$$\text{La capacité C de D}_3: \frac{U_e}{I_e} = \frac{1}{C_\omega} \Rightarrow C = 1,33 \mu F$$

3.Calcul de  $\varphi$  : Soit  $\varphi_1$  la phase initiale de  $u(t)$  et  $\varphi_i$  la phase initiale  $i(t)$

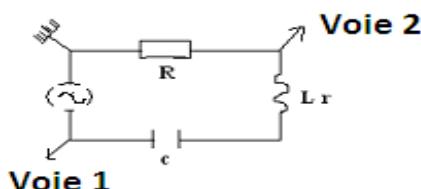
$$\text{Dans le cas général : } \tan(\varphi_1 - \varphi) = \frac{(L_\omega - \frac{1}{C_\omega})}{R + r}$$

$$\text{Pour D}_1: \tan(\varphi_1 - \varphi) = \frac{L_\omega}{r} \Rightarrow (\varphi_1 - \varphi) = 48^\circ$$

$$\text{Pour D}_2: \tan(\varphi_1 - \varphi) = 0 \Rightarrow (\varphi_1 - \varphi) = 0$$

$$\text{Pour D}_3: \tan(\varphi_1 - \varphi) = -\infty \Rightarrow (\varphi_1 - \varphi) = -\frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

4.1 Sur la voie 1 on visualise  $u(t)$  et sur la voie2 on visualise  $u_R(t)$  ou  $i(t)$  parce que :  $u_R(t) = R i(t)$



4.2 Le phénomène observé est le phénomène de résonance

$$\text{Calcul de la fréquence : } N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 426 \text{ Hz}$$

$$I_0 = \frac{U_e}{R + r} = 3,3 \text{ A}$$

Calcul de  $I_0$  :

$$Q = \frac{2\pi L N_0}{L + r}, \text{ AN: } Q = 0,38$$

4 .3 Calcul du facteur de qualité :

$$Q = \frac{N_0}{\Delta N} \Rightarrow \Delta N = \frac{N_0}{Q} = 1122 \text{ Hz}$$

D'autre part

Sujet N°7

**QCM**

Indiquer pour chaque question la ou les réponse(s) exacte(s)

N	Le libellé de la question	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	La molécule ci-dessous se nomme : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COCl}$	Chlorure propanoïque	Chlorure de propanoyle	Chlorure Propanal
2	Entre deux acides faibles, le plus fort est celui qui a une constante d'acidité :	nulle	plus faible	plus grande
3	Une onde se propageant à la surface de l'eau est une onde:	diaphragmée	longitudinale	transversale
4	La radioactivité alpha ( $\alpha$ ) est une réaction nucléaire :	spontanée	provoquée	Spontanée ou provoquée

**EXERCICE 1 :**

Une réaction d'estérification peut être réalisée entre l'acide éthanoïque ( $\text{CH}_3\text{-CO}_2\text{H}$ ) et l'éthanol ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ ) en présence d'acide sulfurique.

1) Ecrire l'équation modélisant cette estérification et nommer le produit organique obtenu. La constante d'équilibre  $K$  associée à cette estérification est  $K = 4$ . Dans un bêcher placé dans un bain d'eau glacée, on introduit un volume  $V_A$  d'acide éthanoïque, un volume  $V_B$  d'éthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Données: les masses volumiques de l'acide et l'alcool sont :

$$\rho_{ac} = 1,05 \text{ g/mL} ; \rho_{al} = 0,79 \text{ g/mL}$$

2) a- Indiquer pourquoi il est nécessaire de placer initialement le bêcher dans un bain d'eau glacée.  
b- Justifier succinctement l'intérêt d'ajouter de l'acide sulfurique.

3) Le mélange initial {acide + alcool} est équimolaire: la quantité d'acide introduite est égale à 0,20 mol. En utilisant les données, calculer les volumes  $V_A$  d'acide éthanoïque et  $V_B$  d'éthanol introduits dans le bêcher.

4) Déterminer alors l'avancement maximal  $X_{\max}$  de la réaction dans ces conditions.

5) Dans le cas d'une estérification qui serait réalisée à partir d'un mélange initial équimolaire de réactifs (0,20 mol d'éthanol et 0,20 mol d'acide éthanoïque).

a- Au bout d'une certaine durée, le système chimique est en « équilibre dynamique ». Expliquer cette expression.

b- Dresser le tableau d'avancement correspondant à cette transformation chimique.

c- Écrire l'expression littérale de la constante d'équilibre  $K$  correspondante. Déterminer la valeur de l'avancement  $X_{\text{éq}}$  à l'équilibre. Exprimer le taux d'avancement final  $\tau_f$  de cette réaction puis le calculer.

d- Déterminer la composition du mélange final.

6) On réalise un nouveau mélange initial (0,50 mol d'éthanol et 0,20 mol d'acide éthanoïque).

a- Calculer la valeur de l'avancement  $X'$  à l'équilibre. En déduire le taux d'avancement final  $\tau'$ .

b- Conclure quant à l'influence des proportions initiales des réactifs sur le déplacement de l'équilibre.

**EXERCICE 2 :**

Les déboucheurs liquides vendus dans le commerce sont des solutions très corrosives d'hydroxyde de sodium. Pour doser un tel produit, on met en place le protocole expérimental suivant :

Etape1 : on prélève 1 ml de déboucheur liquide et on dilue 100 fois ce prélèvement pour obtenir une solution  $S$  ;

Etape2 : on réalise le titrage pH-métrique d'un volume  $V_1 = 20 \text{ mL}$ , de la solution  $S_1$  par une solution  $S_2$  d'acide chlorhydrique de concentration  $c_2 = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . La courbe  $pH = f(V_a)$  permet d'en déduire le volume équivalent de solution titrant :  $V_E = 14,5 \text{ mL}$ .

1°/ Expliquer la méthode expérimentale pour réaliser la dilution décrite dans l'étape 1 du protocole.

Quelles sont les mesures de sécurité à respecter ?

2°/ Schématiser le dispositif expérimental de l'étape 2.

3°/ Tracer l'allure de la courbe  $pH = f(V_a)$ .

4°/ Ecrire l'équation de la réaction de dosage. Construire le tableau descriptif de l'évolution du système chimique lors de l'équivalence du dosage et en déduire la concentration  $c_1$  de la solution  $S_1$ .

5°/ En déduire la concentration massique du déboucheur liquide.

6°/ La masse volumique de ce déboucheur liquide est  $\rho = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ . En déduire le pourcentage en masse d'hydroxyde de sodium de ce produit commercial.

Données :  $M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $M(Na) = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

#### **EXERCICE 3 :**

1 . Une sphère S de masse  $m = 10\text{g}$  et de charge  $q$  positive, pénètre en O, milieu de deux plaques A et B parallèles avec une vitesse horizontale  $\vec{V}_0$  de norme  $V_0=10\text{m/s}$ .

On applique entre les plaques A et B une tension  $U_{AB} = V_A - V_B > 0$ , créant ainsi un champ électrostatique d'intensité  $E = 10^5 \text{ V/m}$ . les plaques ont une longueur  $L = 5\text{cm}$  et sont distantes  $d = 4\text{cm}$ .

1 .1 . En négligeant le poids de la sphère S devant la force électrostatique, déterminer les équations horaires du mouvement de la sphère entre les plaques. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire.

1 .2 . Montrer que la charge  $q$  de la sphère S doit être inférieure à une valeur que l'on calculera pour qu'elle puisse sortir du champ E.

2 . Pour une charge  $q = 5 \cdot 10^{-6}\text{C}$ , le poids de la sphère S n'est plus négligeable devant la force électrostatique.

2 .1 . Déterminer la valeur de la tension  $U_{AB}$  à appliquer entre les plaques A et B pour que la sphère ait un mouvement rectiligne uniforme de direction OO'.

2 .2 . A la sortie du champ E en O', la sphère S vient se fixer au ressort à spires non jointives de raideur  $K = 400\text{N/m}$ . Le ressort se comprime, puis l'ensemble se met à osciller sans frottement.

2.2.1 . Etablir l'équation différentielle du mouvement.

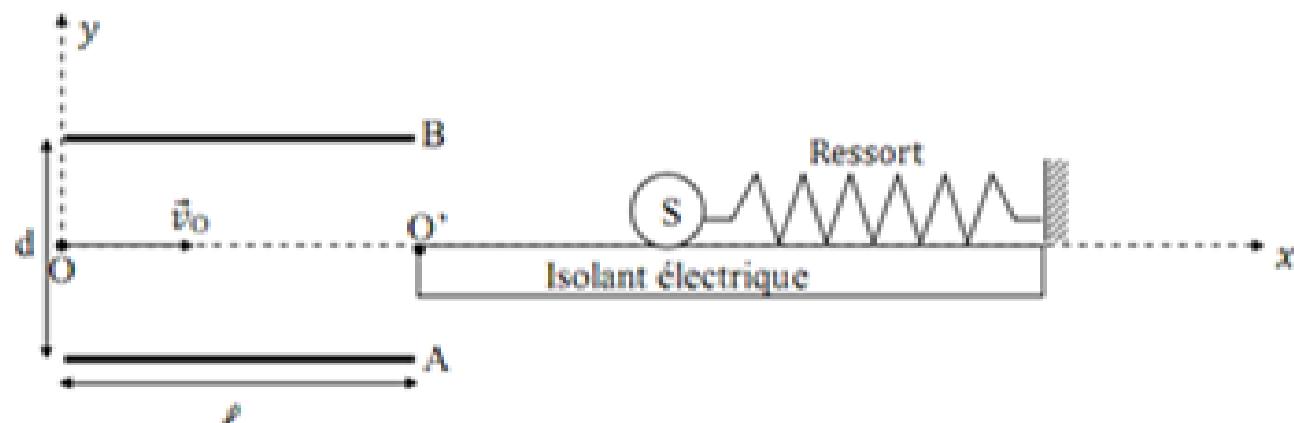
2.2.2. Vérifier que  $x(t) = X_m \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \phi_0\right)$  est solution de l'équation différentielle précédemment établie.

2.2.3 . Déterminer l'équation horaire du mouvement sachant qu'à  $t=0$ ,  $x_0=0$  et  $V_0=10\text{m/s}$ .

3. En déduire l'expression littérale  $V(t)$  de la vitesse du centre d'inertie G du solide .

4. Donner l'expression de l'énergie mécanique du système  $\{(S), (R)\}$  en fonction de  $m$  ,  $v$  , $x$  et  $K$  .

5. Etablir l'expression littérale de  $E_m$  en fonction de l'amplitude  $X_m$  et la calculer.



#### **EXERCICE 4 :**

On monte en série une bobine d'inductance  $L = 0,1\text{H}$  et de résistance  $r$ , un résistor de résistance  $R_0 = 10\Omega$  et un condensateur de capacité C.

On applique aux bornes du circuit une tension alternative  $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$  de fréquence N réglable. On visualise simultanément, à l'aide d'un oscilloscophe bicourbe, les deux tensions  $uR_0(t)$  et  $u(t)$  respectivement aux bornes du résistor  $R_0$  et aux bornes de tout le circuit, on obtient les oscillogrammes de la figure ci-après.

1-a-Montrer que la courbe (a) représente la variation de la tension aux bornes du circuit (R,L,C) série

b- Faire un schéma du montage en indiquant les branchements à effectuer entre l'oscilloscope bicourbe et le circuit électrique.

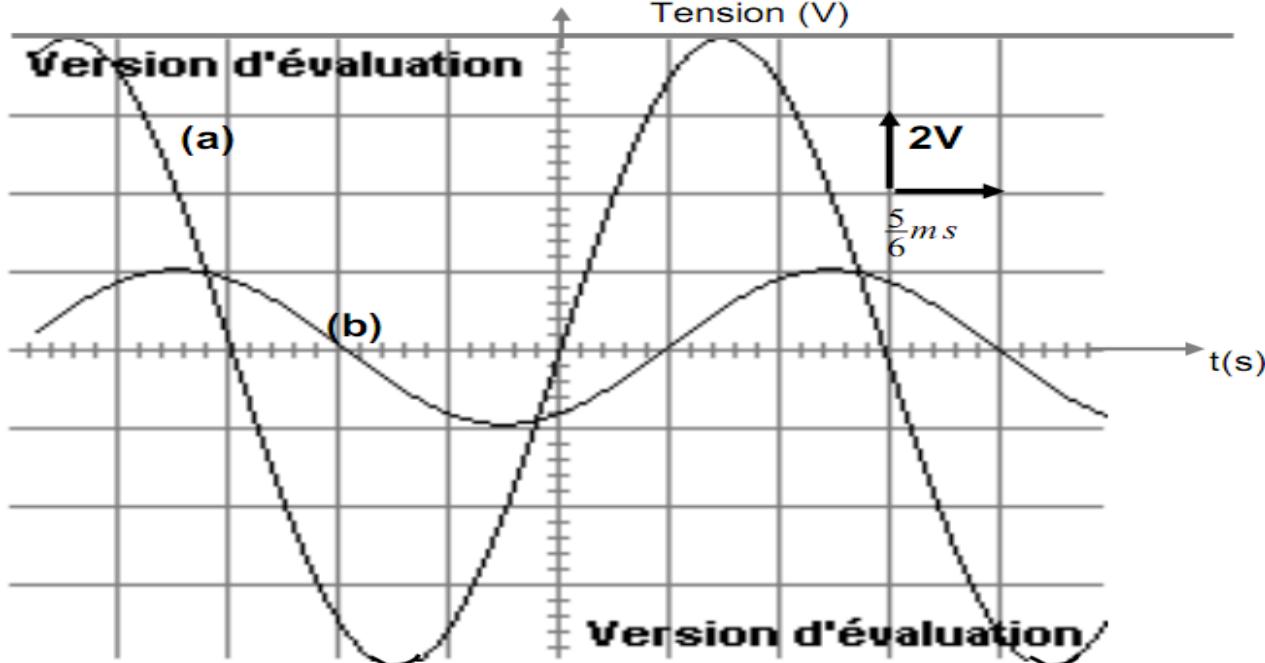
2- À partir oscillogrammes ci-dessus déterminer :

a- La fréquence N de la tension u (t) appliquée aux bornes de circuit (R-L-C) série.

b-La valeur maximale de l'intensité i (t) du courant débité dans le circuit et déduire l'impédance Z du circuit

c-Le déphasage de l'intensité du courant i(t) par rapport à la tension u(t).

d- Déduire la nature du circuit et la loi horaire de  $i(t)$



3-Ecrire l'équation différentielle relative à cet oscillateur, faire la représentation de Fresnel et déduire

a- La résistance  $r$  de la bobine.

b- La capacité  $C$  du condensateur

c- La puissance moyenne consommée par le circuit.

4- On règle la fréquence du générateur à la valeur  $N_0$ , fréquence propre du résonateur, déterminer dans ce cas :

a- La fréquence  $N_0$

b- L'intensité du courant maximale

c- Le coefficient de surtension  $Q$

#### EXERCICE 5 :

Les parties A et B sont indépendantes

A) On considère une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable.

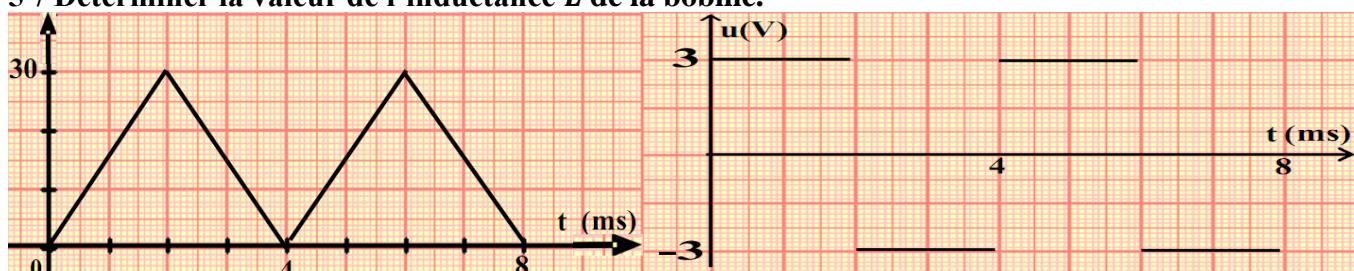
1°/ Schématiser la bobine. Donner, en convention récepteur, l'expression de la tension  $u$  entre ses bornes.

2°/ Quel est le signe de  $u$  quand l'intensité du courant est croissante ? décroissante ?

3°/ Quelle est l'expression et la nature de la tension  $u$  si l'intensité du courant est une fonction affine du type :  $i(t) = at + b$  ?

4°/ Un courant triangulaire traverse la bobine. Les représentations graphiques de  $i(t)$  et  $u(t)$  sont fournies ci-dessous. Montrer que la forme de la tension  $u$  est conforme aux réponses données aux questions 2 et 3.

5°/ Déterminer la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.



B) On dispose de trois cellules photoémissives. Les cathodes sont respectivement recouvertes de Césium (Cs), de potassium (K) et de Lithium (Li).

Les énergies d'extraction  $W_0$  de ces métaux sont données dans le tableau ci-dessous :

Métal	Césium (Cs)	Potassium (K)	Lithium (Li)
WS (eV)	1,9	2,29	2,39

1. a) Qu'appelle-t-on énergie d'extraction ?

b) Pour interpréter ce phénomène, quelle nature doit-on attribuer à la lumière ?

2. On éclaire successivement chaque cellule par une radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 0,60\mu\text{m}$ .

a) Calculer en électron-volt (eV), l'énergie transportée par un photon incident

b) Avec laquelle de ces trois cellules obtient-on l'effet photoélectrique ? Justifier votre réponse.

3. Calculer en Joule, l'énergie cinétique maximale d'un électron à la sortie de la cathode.

4. Calculer la tension qu'il faut appliquer entre l'anode et la cathode pour empêcher un électron d'arriver à l'anode.

5. Calculer la vitesse maximale d'un électron à la sortie de la cathode

On donne : constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

masse d'un électron :  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ; charge d'un électron :  $q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

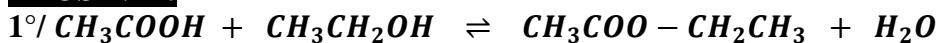
célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

### CORRIGE

#### QCM

Question	1	2	3	4
Réponse	B	A	C	A

#### EXOS-N°1 :



Le composé obtenu est : éthanoate d'éthyle

2.a°/ pour arrêter la réaction.

b°/ l'acide sulfurique se comporte comme un catalyseur.

$$3^\circ / \begin{cases} n_{AC} = \frac{m_{AC}}{M_{AC}} \Rightarrow n_{AC} = \frac{\rho_{AC} * V_A}{M_{AC}} \Rightarrow V_A = \frac{n_{AC} * M_{AC}}{\rho_{AC}} = \frac{0,2 * 60}{1,05} = 11,4 \text{ mL} \\ n_{AL} = \frac{m_{AL}}{M_{AL}} \Rightarrow n_{AL} = \frac{\rho_{AL} * V_D}{M_{AL}} \Rightarrow V_D = \frac{n_{AL} * M_{AL}}{\rho_{AL}} = \frac{0,2 * 46}{0,79} = 11,6 \text{ mL} \end{cases}$$

$$4^\circ / x_{max} = \frac{n_{AC}}{1} = 0,2 \text{ mol}$$

5.a°/ l'équilibre du système désigne que la vitesse de la réaction directe (l'estérification) et celle de la réaction inverse (l'hydrolyse) sont égales.

b°/ Tableau d'avancement :

	$CH_3COOH +$	$CH_3CH_2OH \rightleftharpoons$	$CH_3COO - CH_2CH_3 + H_2O$		
0	0	0,2	0,2	0	0
t	x	$0,2 - x$	$0,2 - x$	x	x
$\infty$	$x_f$	$0,2 - x_f$	$0,2 - x_f$	$x_f$	$x_f$

$$c^\circ / K = \frac{n_r(\text{Ester}).n_r(\text{Eau})}{n_f(\text{acide}).n_f(\text{alcool})} \Rightarrow K = \frac{x_{eq}^2}{(0,2 - x_{eq})^2} \Rightarrow 4 = \frac{x_{eq}^2}{(0,2 - x_{eq})^2} \Rightarrow 2 = \frac{x_{eq}}{0,2 - x_{eq}} \Rightarrow x_{eq} = 0,133 \text{ mol}$$

$$\tau_f = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{0,133}{0,2} = 0,67 \Rightarrow \tau_f = 67\%$$

d°/ la composition final du mélange :  $\begin{array}{cccc} \text{Acide} & \text{Alcool} & \text{Ester} & \text{Eau} \\ 0,067 & 0,067 & 0,133 & 0,133 \end{array}$

$$6.a^\circ / K = \frac{n_r(\text{Ester}).n_r(\text{Eau})}{n_f(\text{acide}).n_f(\text{alcool})} \Rightarrow 4 = \frac{x'_{eq}^2}{(0,5 - x'_{eq})(0,2 - x'_{eq})} \Rightarrow 0,25x'^2_{eq} = 0,1 - 0,7x'_{eq} + x'^2_{eq} \Rightarrow 0,75x'^2_{eq} - 0,7x'_{eq} + 0,1 = 0 \Rightarrow \Delta = 0,19$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x'_{eq} = 0,75 > n_{AC} (\text{rejeté}) \\ x'_{eq} = 0,176 \end{cases} \Rightarrow \tau'_f = \frac{x'_{eq}}{x_{max}} = \frac{0,176}{0,2} = 0,88 \Rightarrow \tau'_f = 88\%$$

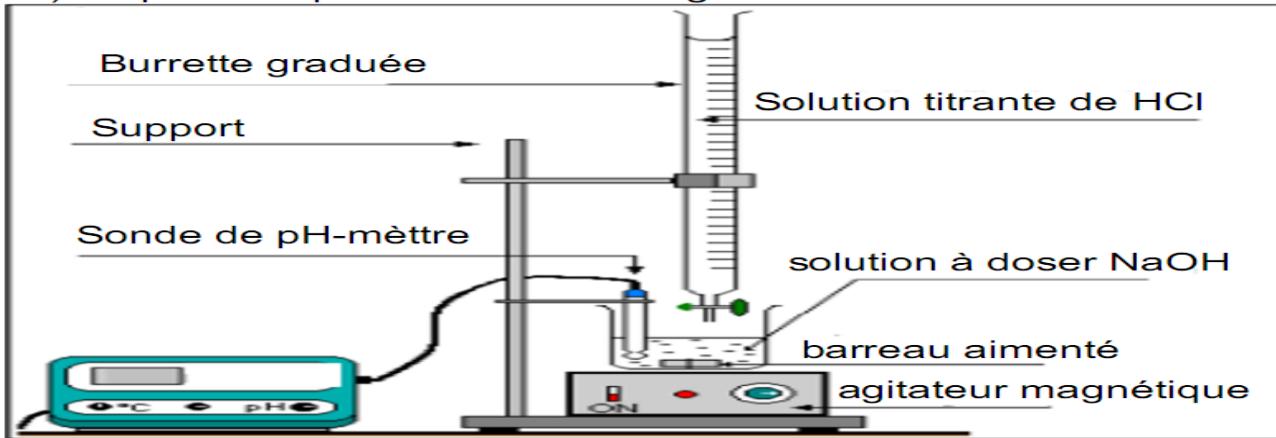
b°/ Lorsque le mélange n'est pas équimolaire l'équilibre va déplacer dans le sens direct.

#### EXOS-2 :

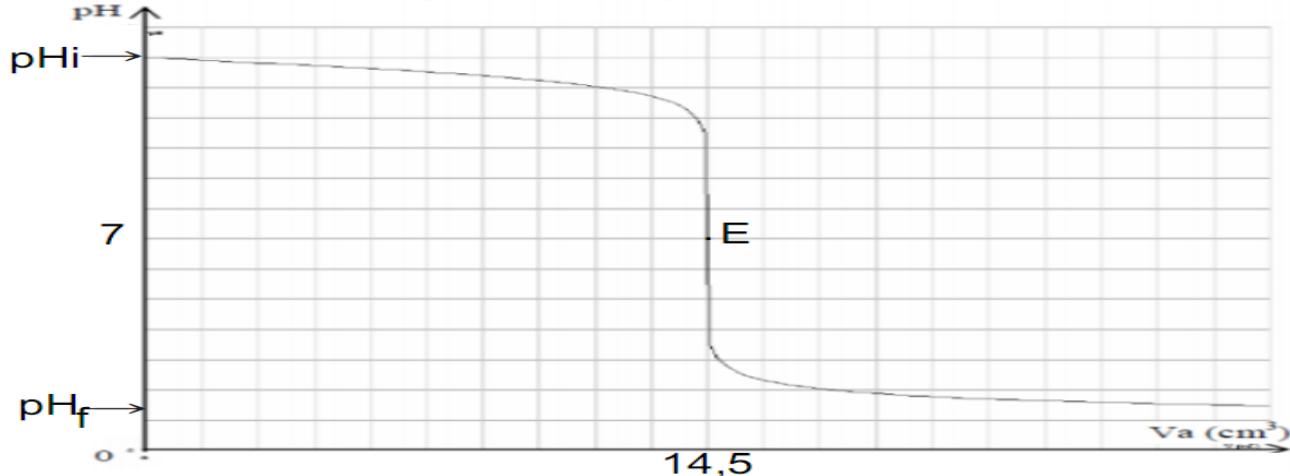
1) Pour effectuer la dilution, on prélève 1 ml de déboucheur liquide à l'aide d'une pipette jaugée équipée d'une poire aspirante. On verse ce prélèvement dans une fiole jaugée de 100 ml. On complète la fiole jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. On la bouche et on l'agit.

Précautions : la solution commerciale est très corrosive, il faut s'équiper de lunettes et de gants de protection pour la manipulation.

## 2) Dispositif expérimental du dosage



## 3) Courbe de dosage pH=f(V<sub>a</sub>)



- 4) Dans la solution d'acide chlorhydrique  $H_3O_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$ , l'espèce acide est  $H_3O_{(aq)}^+$ .  
 Dans la solution hydroxyde de sodium (ou soude)  $Na_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^-$ , l'espèce basique est  $OH_{(aq)}^-$ .  
 L'équation de la réaction de dosage est donc :  $H_3O_{(aq)}^+ + OH_{(aq)}^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$

\* Tableau descriptif à équivalence :

	$H_3O_{(aq)}^+$	+	$OH_{(aq)}^-$	$\rightarrow$	$2H_2O_{(l)}$
EI	$n_i(H_3O^+) = c_2 V_E$		$n_i(OH^-) = c_1 V_1$		Solvant
EF	$c_2 V_E - x_E = 0$		$c_1 V_1 - x_E = 0$		Solvant

A l'équivalence :  $c_1 V_1 - x_E = c_2 V_E - x_E = 0$ , donc  $c_1 V_1 = c_2 V_E$ , d'où :

$$c_1 = c_2 \frac{V_E}{V_1} = 10^{-1} * \frac{14,5}{20} = 7,25 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

5) Le déboucheur liquide est 100 fois plus concentré. Sa concentration molaire est donc :

$$c_0 = 100 c_1 = 7,25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Sa concentration massique est :  $c_m = c_0 M(NaOH)$  avec  $M(NaOH) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  
 soit  $c_m = 7,25 \cdot 40 = 290 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .

6) Un litre de ce déboucheur contient  $m(NaOH) = 290 \text{ g}$  de soude.

Un litre de cette solution pèse :  $m(solution) = 1,25 \text{ kg} = 1250 \text{ g}$  puisque sa masse volumique est  $1,25 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Le pourcentage en masse de soude dans ce déboucheur liquide est donc :

$$P = \frac{m(NaOH) * 100}{m(solution)} = \frac{290 * 100}{1250} = 23,2\%$$

XOS-N°3 :

1.1°/ Les conditions initiales sont :  $O(0; 0)$ ;  $\vec{V}_0 : \begin{cases} V_0 \\ 0 \end{cases}$ ;  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{a} : \begin{cases} 0 \\ \frac{qE}{m} \end{cases}$

- Les équations horaires sont :  $\begin{cases} x = V_0 \cdot t \\ y = -\frac{qE}{2.m} t^2 \end{cases}$ ; L'équation de la trajectoire :  $y = \frac{qE}{2.m.V_0^2} x^2$

$$1.2^\circ / y_S \leq \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{qE \cdot L^2}{2 \cdot m \cdot V_0^2} \leq \frac{d}{2} \Rightarrow qE \cdot L^2 \leq d \cdot m \cdot V_0^2 \Rightarrow q \leq \frac{d \cdot m \cdot V_0^2}{E \cdot L^2} \Rightarrow q \leq 1,6 \cdot 10^{-4} C$$

$$2.1^\circ / \sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} = \vec{P} \Rightarrow \frac{qU_{AB}}{d} = m \cdot g \Rightarrow U_{AB} = \frac{m \cdot g \cdot d}{q} \Rightarrow U_{AB} = 800V$$

2.2.1°/  $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}$  par la projection sur l'axe du mouvement :

$$-T = m \cdot a \Rightarrow -kx = ma \Rightarrow -kx = mx'' \Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0.$$

C'est l'équation différentielle caractérisant le MRS de pulsation  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$2.2.2^\circ / x = x_m \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi_0\right) \Rightarrow$$

$$x'' = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot x_m \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi_0\right) = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot x_m \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi_0\right)$$

$$x'' + \frac{k}{m}x = x'' + \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 x = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot x_m \cdot \sin(wt + \varphi) + \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot x_m \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi) = 0$$

Donc  $x = x_m \cdot \sin(\omega_0 t + \varphi)$  est une solution de l'équation différentielle

$$2.2.3^\circ / \begin{cases} w_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = 20\sqrt{10}m \\ x_m = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{V_0}{w_0}\right)^2} = 0,05m \\ \sin \varphi_0 = \frac{x_0}{x_m} = 0 \text{ et } V_0 > 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = x_m \cdot \sin(w_0 \cdot t + \varphi_0) \Rightarrow \\ x = 0,05 \cdot \sin(20\sqrt{10} \cdot t) \end{cases}$$

$$3^\circ / v = \frac{dx}{dt} = \sqrt{10} \cdot \cos(20\sqrt{10} \cdot t)$$

$$4^\circ / E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

$$5^\circ / E_m = \frac{1}{2}mw^2 \cdot (x_m^2 - x^2) + \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow E_m = \frac{1}{2}kx_m^2 = 0,5j$$

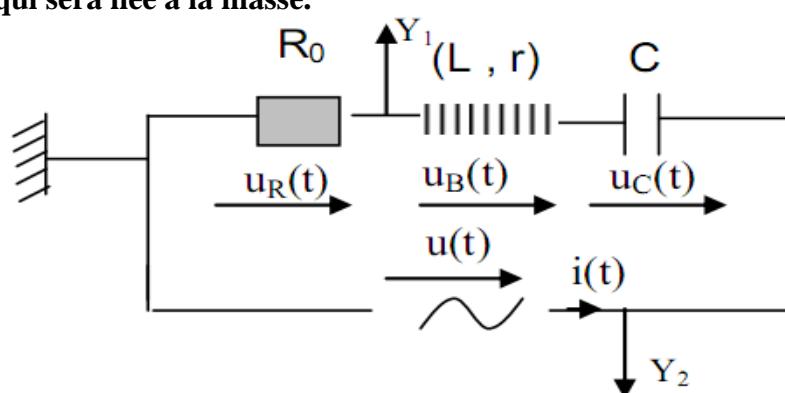
#### EXOS-N°4 :

1-a-Soit  $u_1$  la tension dont l'oscillogramme est la courbe (a) et  $u_2$  la tension dont l'oscillogramme est la courbe (b) on a  $U_{1max} > U_{2max}$  car  $U_{1max} = 8V$  et  $U_{2max} = 2V$ . On sait que l'impédance  $Z$  du circuit

(R,L,C) est toujours supérieure à  $R_0$  puisque  $Z = \sqrt{(R_0 + r)^2 + (Lw - \frac{1}{Cw})^2} > R_0$

donc  $Z \cdot I_{max} > R_0 \cdot I_{max} \Rightarrow U_{max} > U_{Rmax}$  on déduit alors que  $u_1$  est  $u$  et  $u_2$  est  $u_R$ . Donc la courbe (a) est celle de  $u(t)$

b- Notez bien : Pour visualiser les tensions aux bornes de deux dipôles il faut que ces deux dipôle ont une borne commune qui sera liée à la masse.



2-a- On a la période des oscillation est  $T = n_d \cdot S_h = 5ms$ .

$$\text{La fréquence } N = \frac{1}{T} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ Hz}$$

$$\text{b-La valeur maximale de l'intensité } i(t) \text{ est } I_{max} = \frac{U_{max}}{R_0} = \frac{2}{10} = 0,2A$$

$$\text{en déduire } Z = \frac{U_{max}}{I_{max}} = \frac{8}{0,2} = 40 \Omega$$

c-Le déphasage  $\varphi_i - \varphi_u$  ?

$$\text{On a } |\varphi_i - \varphi_u| = W \cdot \Delta t = \frac{2\pi}{T} \cdot \Delta t \text{ (avec } \Delta t \text{ le décalage horaire)}$$

$$\Delta t = \frac{5}{6} = \frac{T}{6} \text{ ms} \text{ son déduit alors que } |\varphi_i - \varphi_u| = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rd}$$

On a  $u$  est en avance de phase sur  $u_R$  car les courbes varient dans le même sens et  $u$  atteint son extremum avant  $u_R$  donc  $\varphi_i < \varphi_u$

$$\Rightarrow \varphi_i - \varphi_u < 0 \Rightarrow \varphi_i - \varphi_u = -\frac{\pi}{3} \text{ rd}$$

\* La nature du circuit : Le circuit est inductif car  $\varphi_u > \varphi_i$

\* La loi horaire de  $i(t)$

$$i(t) = I_{max} \cdot \sin(2\pi N \cdot t + \varphi_i) \text{ avec } I_{max} = 0,2A ; N = 200 \text{ Hz}$$

$$\text{et } \varphi_i = -\frac{\pi}{3} + \varphi_u = -\frac{\pi}{3} \text{ car } \varphi_u = 0$$

$$\text{puisque } u(t) = U_{max} \cdot \sin(2\pi N t) \text{ donc } i(t) = 0,2 \cdot \sin(400\pi \cdot t - \frac{\pi}{3})$$

### 3- L'équation différentielle relative à cet oscillateur

On peut utiliser La loi des mailles Ou la loi d'additivité :

$$u_R + u_B + u_C = u$$

$$\text{or } u_R = R_0 \cdot i ; u_B = ri + L \cdot \frac{di}{dt} \text{ et } u_C = \frac{q}{C}$$

$$\text{Donc } R_0 \cdot i + ri + L \cdot \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = u \text{ or } q = \int idt \Rightarrow$$

$$(R_0 + r)i + L \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt = uc \text{ est l'équation différentielle en } i(t) \text{ d'un oscillateur électrique forcé.}$$

La solution de l'équation différentielle est :  $i(t) = I_{max} \cdot \sin(2\pi N \cdot t + \varphi_i)$

avec  $w = 2\pi N \Rightarrow i(t) = I_{max} \cdot \sin(2\pi N \cdot t + \varphi_i)$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \frac{di}{dt} &= wI_{max} \cdot \cos(2\pi N \cdot t + \varphi_i) = wI_{max} \cdot \sin\left(2\pi N \cdot t + \varphi_i + \frac{\pi}{2}\right) \text{ et} \\ \int idt &= -\frac{I_{max}}{w} \cos(2\pi N \cdot t + \varphi_i) = \frac{I_{max}}{w} \cos(2\pi N \cdot t + \varphi_i - \pi) \\ \Rightarrow \int idt &= \frac{I_{max}}{w} \sin\left(2\pi N \cdot t + \varphi_i - \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

A chaque grandeur on associe un vecteur de Fresnel :

A la grandeur  $(R_0 + r)i = (R_0 + r)I_{max} \cdot \sin(2\pi N \cdot t + \varphi_i)$

on associe le vecteur Fresnel  $\vec{V}_1 \begin{cases} (R_0 + r)I_{max} \\ \varphi_i \end{cases}$

A la grandeur  $L \cdot \frac{di}{dt} = L \cdot wI_{max} \cdot \sin\left(2\pi N \cdot t + \varphi_i + \frac{\pi}{2}\right)$

on associe le vecteur Fresnel  $\vec{V}_2 \begin{cases} L \cdot wI_{max} \\ \varphi_i + \frac{\pi}{2} \end{cases}$

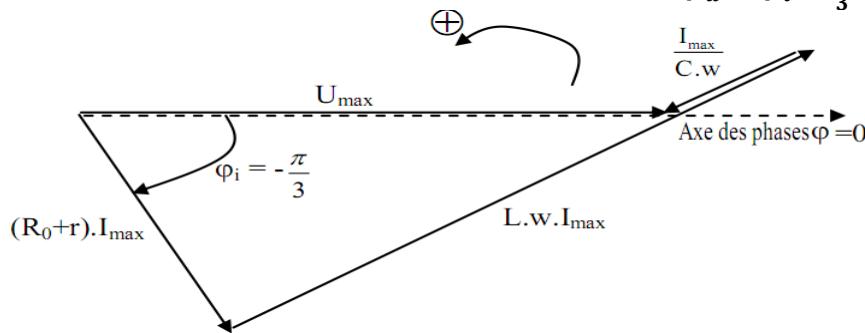
A la grandeur  $\frac{1}{C} \int idt = \frac{I_{max}}{C \cdot w} \sin\left(2\pi N \cdot t + \varphi_i - \frac{\pi}{2}\right)$

on associe le vecteur Fresnel  $\vec{V}_3 \begin{cases} \frac{I_{max}}{C \cdot w} \\ \varphi_i - \frac{\pi}{2} \end{cases}$

A la grandeur  $u(t) = U_{max} \cdot \sin(2\pi N t)$

on associe le vecteur Fresnel  $\vec{V} \begin{cases} U_{max} \\ \varphi_u = 0 \end{cases}$

La construction de Fresnel : le circuit est inductif,  $\varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{3} \text{ rd}$



a- La résistance  $r$  de la bobine :

$$\text{b- On a } \cos|\varphi| = \frac{(R_0 + r)I_{max}}{U_{max}} = \frac{R_0 + r}{Z} \Rightarrow r = Z \cdot \cos|\varphi| - R_0 \Rightarrow r = 10\Omega$$

b- La capacité C du condensateur : On a  $\sin|\varphi| = \frac{(L.w - \frac{1}{Cw})I_{max}}{U_{max}} = \frac{L.w - \frac{1}{Cw}}{U_{max}} \Rightarrow L.w - \frac{1}{Cw} = Z \cdot \sin|\varphi|$   
 $\Rightarrow C = \frac{1}{w(L.w - Z \cdot \sin|\varphi|)} \Rightarrow C = 8,76 \cdot 10^{-6} F$

c- La puissance moyenne consommée par le circuit :  $P_m = \frac{(R_0 + r)I_{max}^2}{2} \Rightarrow P_m = 0,4W$

4-a- La fréquence à la résonance :  $N_0 = \frac{U_{max}}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow N_0 = 170 Hz$

b- L'intensité maximale à la résonance :  $I_{max} = \frac{1}{R_0 + r} \Rightarrow I_{max} = 0,4A$

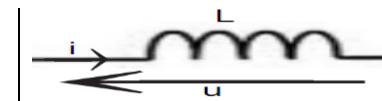
c- Le coefficient de surtension :  $Q = \frac{U_{Cmax}}{U_{max}} = \frac{L \cdot w_0}{R_0 + r} = \frac{2\pi N_0 L}{R_0 + r} \Rightarrow Q = 5,34$

### EXOS-N°5 :

A)

1°/ En convention récepteur, la tension aux bornes d'une

bobine de résistance négligeable est :  $u = L \frac{di}{dt}$ .



2°/ Lorsque l'intensité est croissante :  $\frac{di}{dt} > 0$ , donc :  $u = L \frac{di}{dt} > 0$ . Inversement, lorsque l'intensité est décroissante :  $\frac{di}{dt} < 0$ , donc :  $u = L \frac{di}{dt} < 0$ .

3°/ Lorsque l'intensité est une fonction affine du temps :  $i(t) = at + b$ , alors :  $\frac{di}{dt} = a$ , donc :  $u = L \frac{di}{dt} = La$ . La tension u est constante (ou continue).

4°/ L'intensité  $i(t)$  est soit une fonction affine croissante (entre 0 et 2 ms ; entre 4 et 6 ms, etc.), soit une fonction affine décroissante (entre 2 et 4 ms ; entre 6 et 8 ms, etc.). Selon les réponses fournies aux questions 2 et 3, la tension u doit être alternativement :

- Une constante positive lorsque i est une fonction affine croissante ;
- Une constante négative lorsque i est une fonction affine décroissante.

La forme en créneaux de la tension u est bien conforme à ces conclusions.

5°/ Lorsque i est croissante, sa valeur passe de 0 à 30 mA en 2ms, donc :

$$\frac{di}{dt} = a = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} = 15 \Rightarrow u = 3V.$$

Par conséquent, l'inductance a pour valeur :  $L = \frac{u}{a} = \frac{3}{15} = 0,2 H$ .

Dans la phase décroissante :  $\frac{di}{dt} = -15 \Rightarrow u = -3V$

Donc on trouve bien sur la même valeur pour l'inductance :  $L = \frac{-3}{-15} = 0,2 H$ .

B)-1. a) Énergie d'extraction : énergie minimale nécessaire pour extraire les électrons à la surface du métal.

b) Nature de la lumière corpusculaire

2. a) Énergie transportée pour un photon :  $W = \frac{hc}{\lambda} = 3,3 \cdot 10^{-19} J = 2,07 \text{ eV}$
- b)  $W > W_0$  on obtient l'effet photoélectrique avec le métal de Césium (Cs)
3. Énergie cinétique maximale :  $E_C = W - W_0 = 0,17 \text{ eV} = 0,272 \cdot 10^{-19}$
4. Potentiel d'arrêt :  $E_C = e \cdot |U_0| \Rightarrow |U_0| = \frac{E_C}{e} \Rightarrow |U_0| = 0,17 \text{ V} \Rightarrow U_0 = -0,17 \text{ V}$
5. Vitesse maximale :  $E_C = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_C}{m}} \Rightarrow v = 2,44 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

# **SUJETS TYPE BAC**

## **7AS/SN**

**Sujet N°1**

**QCM**

**Indiquer la bonne réponse**

N°	Le libellé de la question	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	Une réaction de titrage doit être	Lente et totale	rapide et totale	rapide et limitée
2	D'après la théorie de Bronsted, un acide :	est accepteur de proton H <sup>+</sup>	est donneur de proton H <sup>+</sup>	est donneur d'électron e <sup>-</sup>
3	Une onde se propageant le long d'une corde est une :	Onde transversale	Onde longitudinale	Onde diaphragmée
4	Le courant induit apparaît lorsque :	le flux d'un circuit ouvert est variable	le flux d'un circuit fermé est constant	le flux d'un circuit fermé est variable

**EXERCICE 1 :**

Quatre flacons contiennent chacun un des alcools suivants :

*butan – 1 – ol; butan – 2 – ol ; 2 – methyylpropan – 1 – ol ; 2 – methylpropan – 2 – ol*

Pour identifier le contenu de chaque flacon, on réalise les tests analytiques sur un échantillon de chaque solution et on obtient les résultats suivants.

On appelle A ,B , C et D les alcools contenus dans chaque flacon.

1.1°/ Ecrire les formules semi-développées des alcools considérés.

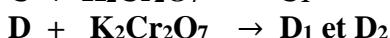
Préciser la classe de chaque alcool

Alcool testé	A	B	C	D
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	positif	négatif	positif	Positif

1.2°/ Qu'indique la coloration verte prise par le dichromate de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).

1.3°/ Un des alcools peut être identifié à ce stade. Donner son nom. Justifier

2°/ L'expérience avec le dichromate de potassium donne les résultats suivants :



On réalise des tests sur les produits des réactions dont les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

produits	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
2,4.DNPH	Positif	négatif	Positif	négatif	Positif
Réactif de Tollens	Positif	négatif	négatif	négatif	Positif

2.1°/ Qu'observe-t-on lorsque les tests avec la 2,4-DNPH et du réactif de Tollens sont positifs.

2.2°/ A partir des résultats des tests indiqués dans le tableau, donner la nature des composés A<sub>1</sub> , A<sub>2</sub> , C<sub>1</sub> , D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>.

2.3°/ En déduire les formules semi-développées des composés A , C et D sachant que la chaîne carbonée de A est ramifiée.

2.4°/ Donner les formules semi-développées des composés A<sub>1</sub> , A<sub>2</sub> , C<sub>1</sub> , D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>.

3°/ On s'intéresse à la réaction chimique de A avec K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> qui conduit à A<sub>2</sub>. Ecrire l'équation-bilan de la réaction. On donne : le couple Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> / Cr<sup>3+</sup>

4°/ Ecrire les équations des réactions entre A<sub>2</sub> et Pcl<sub>5</sub> d'une part puis B et D<sub>1</sub> d'autre part et nommer les composés organiques obtenus.

**EXERCICE 2 :**

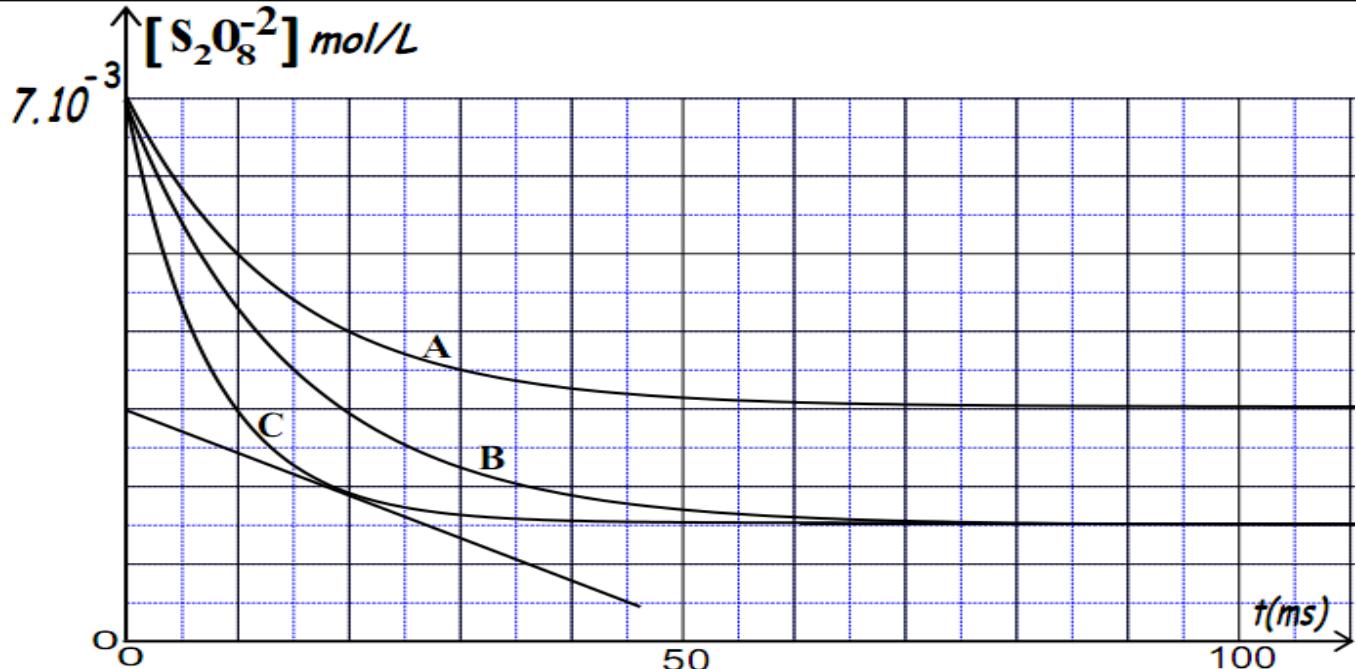
On étudie la cinétique d'oxydation de l'ion iodure I<sup>-</sup> par l'ion peroxodisulfate S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>

1°) Ecrire l'équation bilan de cette réaction d'oxydoréduction.

2°) Définir la vitesse volumique de la réaction puis l'exprimer en fonction de la [S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup>]

3°) Les courbes représentées correspondent aux expériences suivantes :

	1 <sup>ère</sup> expérience	2 <sup>ème</sup> expérience	3 <sup>ème</sup> expérience
$[S_2O_8^{2-}]_0$	$7 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
$[I^-]_0$	$11 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$11 \cdot 10^{-3}$
Température	$\theta_1 = 38^\circ C$	$\theta_2 = 20^\circ C$	$\theta_3 = 38^\circ C$
Présence d'ions Fe <sup>2+</sup>	avec	sans	sans



- a/ En utilisant le tableau, faire apparaître les facteurs cinétiques mis en jeu.  
b°/ Attribuer chaque courbe à l'expérience correspondante en justifiant votre réponse.  
c°/ Calculer la vitesse volumique de la réaction à  $t=20\text{min}$  pour la réaction la plus rapide  
d°/ Calculer la vitesse moyenne de disparition des l'ions peroxodisulfate  $S_2O_8^{2-}$  entre  $t_1=20\text{min}$  et  $t_2=90\text{min}$  pour la réaction la plus lente.

- e°/ Montrer que I<sup>-</sup> est le réactif limitant dans les trois expériences.  
f°/ Déterminer la composition finale du système pour chacune des trois expériences.  
4°) Définir le temps de demi-réaction puis déterminer sa valeur dans chaque expérience.  
5°/ La courbe  $[S_2O_8^{2-}] = f(t)$  est obtenue en faisant doser le diiode  $I_2$  formé dans un volume  $V_p=20\text{mL}$  du mélange par une solution S de thiosulfate de sodium ( $Na_2S_2O_3$ ) de concentration  $C=0,016\text{mol/L}$ . soit  $V_{eq}$  le volume versé de S à l'équivalence.

a°/ Ecrire l'équation de dosage sachant que les couples mis en jeu sont :  $(I_2/I^-)$  et  $(S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-})$ .

$$\text{b}^{\circ}/ \text{Montrer que } [S_2O_8^{2-}] = 7 \cdot 10^{-3} - \frac{C \cdot V_{eq}}{2V_p}$$

c°/ En déduire la valeur du  $V_{eq}$  versé à l'instant  $t=30\text{min}$  pour l'expérience 2.

### EXERCICE 3 :

On considère une planète P de masse M. Le mouvement de l'un de ses satellites S assimilable à un point matériel, de masse m, est étudié dans un référentiel considéré comme galiléen, muni d'un repère dont l'origine coïncide avec le centre O de la planète P et les trois axes dirigés vers trois étoiles fixes. On admet que la planète a une distribution de masse à symétrie sphérique et que l'orbite de son satellite est un cercle de centre O et de rayon r.

1. Donner les caractéristiques de la force de gravitation exercée par P sur S. faire un schéma.
2. Donner l'expression du champ de gravitation créé par la planète P au point où se trouve le satellite S. Représenter le vecteur champ sur le schéma précédent.
3. Déterminer la nature du mouvement du satellite S dans le référentiel d'étude précisé.

**4. Exprimer le module de la vitesse linéaire V et la période de révolution T du satellite S en fonction de la constante de gravitation G, du rayon r de la trajectoire du satellite et de la masse M de la planète P.**

**5. Montrer que le rapport  $\frac{r^3}{T^2}$  est une constante.**

**6. Sachant que l'orbite de satellite S a un rayon  $r = 185500 \text{ km}$  et que la période de révolution  $T = 22,6 \text{ heures}$ , déterminer la masse M de la planète P.**

**7. Un autre satellite S' de la planète P a une période de révolution  $T' = 108,4 \text{ heures}$ .**

Déterminer le rayon  $r'$  de son orbite.

**EXERCICE 4 :**

On considère le système des rails (ABC) et (A'B'C') suivant dont la partie (AB ; A'B') situe dans le plan (P) incliné par rapport à l'horizontale par l'angle  $\alpha$  et la partie (BC ; B'C') dans le plan horizontal (P). On établit un champ  $\vec{B}$  vertical d'intensité  $B=0,75\text{T}$ .

La distance entre les rails est  $d=4\text{cm}$  et leurs longueurs sont  $BC=B'C'=d_1=1,25\text{m}$

Les extrémités supérieures C et C' des rails sont reliées aux bornes d'un générateur de f.e.m  $E=12\text{V}$  et de résistance interne  $=0,5\Omega$ . Une tige métallique MN de masse  $m=48\text{g}$  et de résistance  $R=0,25\Omega$  peut glisser sans frottement sur les rails à partir du côté CC'.

Les résistances électriques des rails sont négligeables.

1°/ Calculer l'intensité du courant électrique I traversant la tige MN.

2°/ Déterminer les caractéristiques de la force de Laplace agissante sur la tige (MN).

3°/ Déterminer la nature du mouvement de la tige MN sur les rails horizontaux.

4°/ Ecrire son équation horaire puis calculer sa vitesse lorsqu'elle atteint les extrémités B et B'.

5°/ Sachant que le mouvement de la tige sur les rails inclinés est uniforme, montrer que  $\alpha=45^\circ$ .

6°/ Le temps mis par la tige depuis son départ pour quitter les rails aux sommets AA' est  $0,7\text{s}$  montrer que la longueur des rails inclinés AB et A'B' est  $d_2=1\text{m}$ .

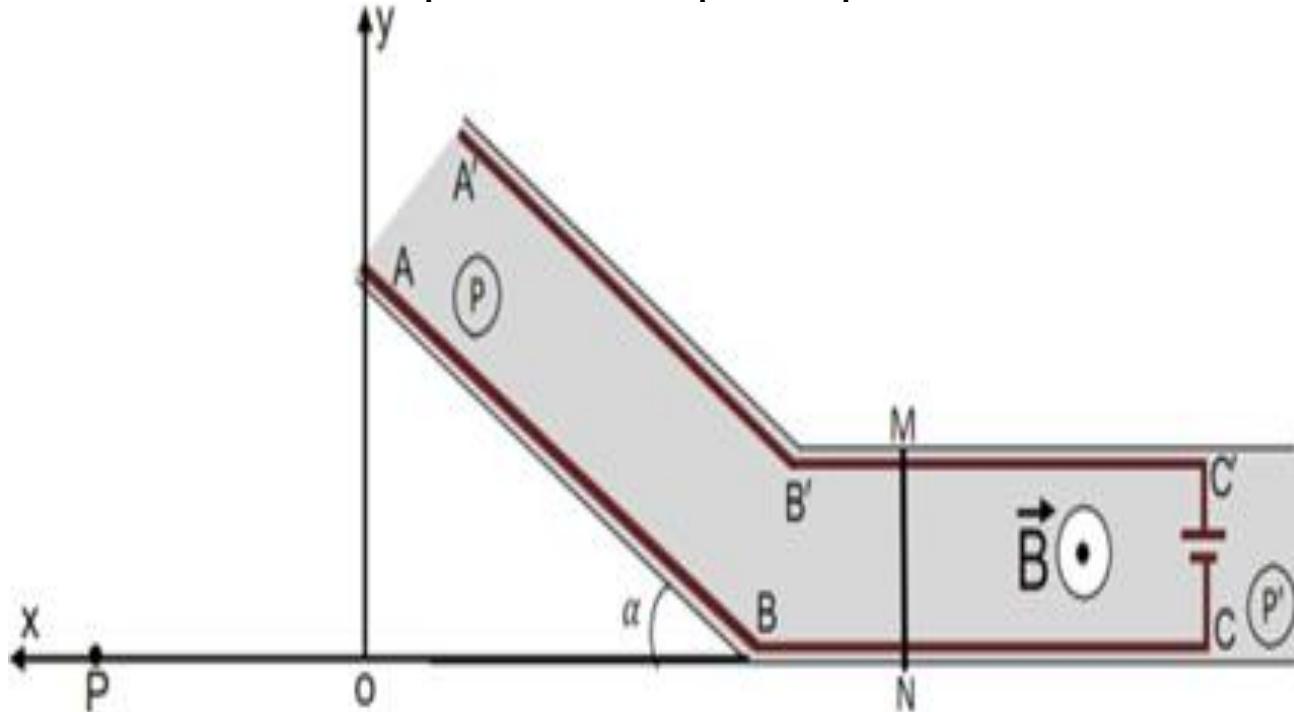
7°/ Au-delà des extrémités AA' la tige fait un mouvement aérien :

a°/ Montrer que l'équation de sa trajectoire dans le repère (OXY) est :

$$y = -0,4x^2 + x + 0,7.$$

b°/ Déterminer les coordonnées du point le plus haut.

c°/ Déterminer les caractéristiques de la vitesse au point d'impact P.





$$V_V = -\frac{(0,5 - 3) \cdot 10^{-3}}{45 - 0} = 5,55 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l/min}$$

$$\text{d}^{\circ}/ V_{moy}(S_2O_8^{2-}) = Vv_{moy}(S_2O_8^{2-}) \cdot V_T = -\frac{(3-4) \cdot 10^{-3}}{90-20} = 1,42 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l/min}$$

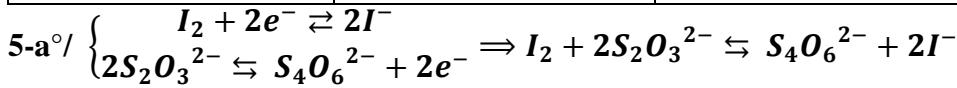
e<sup>o</sup>/ dans les trois expériences on constate que :  $\frac{[S_2O_8^{2-}]_0}{1} > \frac{[I^-]_0}{2} \Rightarrow I^- \text{ est le R.L}$

Espèce	$S_2O_8^{2-}$	$I^-$	$I_2$	$SO_4^{2-}$
Concentration à $t=\infty$	$[S_2O_8^{2-}]_0 - y_f$	$[I^-]_0 - 2y_f$	$y_f$	$2y_f$
Exp(1) : $y_f = 5,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$0$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$11 \cdot 10^{-3}$
Exp(2) : $y_f = 4 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$0$	$4 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$
Exp(3) : $y_f = 5,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$0$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$11 \cdot 10^{-3}$

tel que :  $y_f = \frac{[S_2O_8^{2-}]_d}{1}$

4<sup>o</sup>/  $T_{1/2}$  : est la durée nécessaire pour consommer la moitié de la quantité initiale du réactif limitant.

expérience	1	2	3
$T_{1/2}$	5min	10min	10min



$$\text{b}^{\circ}/ \frac{[S_2O_8^{2-}]_d}{1} = \frac{[I_2]_f}{1} \Rightarrow [S_2O_8^{2-}]_0 - [S_2O_8^{2-}]_r = [I_2]_f \Rightarrow [S_2O_8^{2-}]_r = [S_2O_8^{2-}]_0 - [I_2]_f$$

$$\text{d'après l'équation de dosage : } \frac{n(I_2)_{\text{dosé}}}{1} = \frac{n(S_2O_3^{2-})_{\text{versé}}}{2} \Rightarrow [I_2] \cdot V_P = \frac{CV_{eq}}{2} \Rightarrow [I_2] = \frac{CV_{eq}}{2V_P}$$

$$\text{donc : } [S_2O_8^{2-}]_r = 7 \cdot 10^{-3} - \frac{CV_{eq}}{2V_P}$$

$$\text{c}^{\circ}/ V_{eq} = \frac{2V_P}{C} \left( 7 \cdot 10^{-3} - [S_2O_8^{2-}]_r \right) = 2 \cdot \frac{20}{0,016} \cdot (7 \cdot 10^{-3} - 3,5 \cdot 10^{-3}) = 8,75 \text{ mL}$$

### EXOS-N°3 :

1<sup>o</sup>/ Les caractéristiques de la force de gravitation :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Origine : centre du satellite} \\ \text{Sens : centripète} \\ \text{Direction : normale} \\ \text{Intensité : } F = \frac{G \cdot m \cdot M}{r^2} \end{array} \right.$$

$$2^{\circ}/ - \text{ On a : } P = F \Rightarrow g = \frac{G \cdot M}{r^2}$$

(représentation de (g) : voir figure)

3<sup>o</sup>/ le mvt est étudié dans le référentiel géocentrique :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- En projetant sur la tangente :

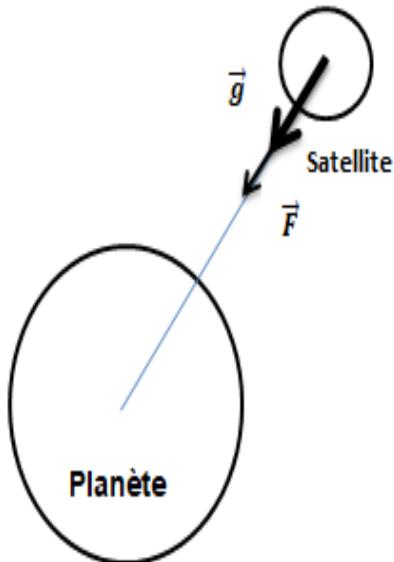
$$\begin{aligned} m \cdot a_T &= 0 \Rightarrow a_T = 0 \Rightarrow V = \text{Cte} \\ &\Rightarrow \text{le mvt est uniforme} \end{aligned}$$

- En projetant sur la normale :

$$\begin{aligned} F &= m \cdot a_N \Rightarrow \vec{F}(\text{centripète}) \\ &\Rightarrow \text{le trajet est un cercle} \end{aligned}$$

Donc il s'agit d'un mouvement circulaire uniforme.

$$\begin{aligned} 4^{\circ}/ - \text{ avec } F &= m \cdot a_N \Rightarrow \frac{G \cdot m \cdot M}{r^2} = m \cdot \frac{V^2}{r} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \Rightarrow r \cdot w = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \Rightarrow \frac{2\pi \cdot r}{T} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \\ &\Rightarrow T = 2\pi \cdot r \cdot \sqrt{\frac{r}{G \cdot M}} \end{aligned}$$



$$5^{\circ} \text{ avec } T = 2\pi \cdot r \cdot \sqrt{\frac{r}{G \cdot M}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot M} \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M}$$

$$6^{\circ} / M = \frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 \cdot (185500 \cdot 10^3)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (22,6 \cdot 3600)^2} \Rightarrow M = 5,8 \cdot 10^{26} kg$$

$$7^{\circ} / r' = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4\pi^2}} \Rightarrow r' = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,8 \cdot 10^{26} \cdot (108,4 \cdot 3600)^2}{4\pi^2}} \Rightarrow r' = 5,3 \cdot 10^8 m$$

**EXOS-N°4 :**

$$1^{\circ} / I = \frac{E}{R+r} = \frac{12}{0,5+0,25} = 16A$$

$$2^{\circ} / \text{les caractéristiques de } \vec{F} \text{ sont : } \left\{ \begin{array}{l} P.A: \text{le milieu de la tige MN} \\ \text{direction : horizontale} \\ \text{sens : d'après RMD est vers la gauche} \\ \text{intensité : } F = I \cdot d \cdot B = 16 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,75 = 0,48N \end{array} \right.$$

3<sup>o</sup>/  $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_N = m\vec{a}$ . par la projection sur l'axe du mouvement on trouve :

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{0,48}{48 \cdot 10^{-3}} = 10 m/s^2, \text{ donc il s'agit d'un MRUV.}$$

$$4^{\circ} / x = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 t + x_0 \Rightarrow x = 5t^2 \text{ et } V_B^2 - V_C^2 = 2a \cdot d_1 \\ \Rightarrow V_B = \sqrt{2a \cdot d_1} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,25} = 5 m/s$$

5<sup>o</sup>/  $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_N = \vec{0}$ . par la projection sur l'axe du mouvement on trouve :

$$F \cdot \cos \alpha - P \sin \alpha = 0 \Rightarrow F = P \cdot \tan \alpha \Leftrightarrow \tan \alpha = \frac{F}{m \cdot g} = \frac{0,48}{48 \cdot 10^{-3} \cdot 10} = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

$$6^{\circ} / t = t_{CB} + t_{BA} = \frac{V_B}{a} + \frac{d_2}{V_B} \Rightarrow \frac{d_2}{V_B} = t - \frac{V_B}{a} \Rightarrow d_2 = V_B \left( t - \frac{V_B}{a} \right) = 5 \left( 0,7 - \frac{5}{10} \right) \\ \Rightarrow d_2 = 1 m$$

**7-a°/**

- Les conditions initiales sont :

$$E(0; 0,7); \vec{V}_E : \begin{cases} V_B \cdot \cos \alpha \\ V_B \cdot \sin \alpha \end{cases}; \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{P}}{m} \Rightarrow \vec{a} : \begin{cases} 0 \\ -g \end{cases}$$

- Les équations horaires sont :  $\begin{cases} x = V_B \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_B \cdot \sin \alpha \cdot t + y_0 \end{cases}$

L'équation de la trajectoire :  $y = \frac{g}{2V_B^2 \cdot \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha \cdot x \Rightarrow y = -0,4x^2 + x + 0,7$

b°/ Les coordonnées du sommet :

$$\frac{dy}{dx} = 0 \Rightarrow -0,8x + 1 = 0 \Rightarrow x_s = 1,25 \Rightarrow y_s = -0,4 \cdot (1,25)^2 + 1,25 + 0,7 = 1,325$$

c°/ Les caractéristiques de la vitesse  $\vec{V}_D$ : c°/ Les caractéristiques de la vitesse  $\vec{V}_P$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sens : celui du mouvement} \\ \text{Intensité : } Ec_P - Ec_A = W_P \Rightarrow V_P = \sqrt{V_A^2 + 2gy_0} = \sqrt{5^2 + 2 \cdot 10 \cdot 0,7} = 6,25 m/s \\ \text{Direction : fait } \beta \text{ avec } Ox \text{ tel que } \cos \beta = \frac{V_A \cdot \cos \alpha}{V_P} = \frac{5 \cdot \cos(45)}{6,25} = 0,56 \Rightarrow \beta = 56^\circ \end{array} \right.$$

La vitesse au point de chute :  $Em_p = Em_A \Rightarrow Ec_P + Ep_{p_P} = Ec_A + Ep_{p_A}$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_P^2 = \frac{1}{2}mV_A^2 + mgy_A \Rightarrow V_P = \sqrt{V_A^2 + 2gy_A} \Rightarrow V_P = 6,25 m/s$$

Sujet N°2

**QCM**

Choisir la bonne réponse.

N	Question	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	A l'équilibre d'une réaction d'estérification-hydrolyse de l'ester :	La réaction d'estérification s'arrête	Les deux réactions s'arrêtent	Les deux réactions continuent à se dérouler avec des vitesses égaux
2	L'action de l'air est négligeable. Deux solides M <sub>1</sub> et M <sub>2</sub> de masses m <sub>1</sub> et m <sub>2</sub> tel que m <sub>1</sub> est le double de m <sub>2</sub> . Les deux solides, initialement au repos, sont lâchés d'une même altitude h. Le temps mis par M <sub>1</sub> pour arriver au sol est t <sub>1</sub> et le temps mis par M <sub>2</sub> est t <sub>2</sub> : Alors	t <sub>1</sub> = 2t <sub>2</sub> .	t <sub>2</sub> = 2t <sub>1</sub>	t <sub>1</sub> = t <sub>2</sub>
3	Dans un mélange équimolaire d'un alcool est un acide carboxylique :	se produit une réaction qui conduit à un équilibre chimique	se produit une réaction totale.	ne se produit pas une réaction
4	Un alcool tertiaire	réagit avec le sodium	réagit avec l'ion permanganate en milieu acide	Ne réagit ni avec le sodium ni avec l'ion permanganate en milieu acide

**EXERCICE 1 :**

L'éthanoate de butyle est un composé organique noté E.

1 Donner la formule semi-développée de ce composé organique. Quel est le nom de sa fonction chimique?

2 Le composé E est obtenu par une réaction entre un acide carboxylique A et un alcool B.

2.1 Ecrire les formules semi-développées des composés A et B. Les nommer.

2.2 Ecrire l'équation qui permet d'obtenir le composé E, à partir de A et de B.,

3 On introduit dans un ballon 0,5 mol de A, 0,5 mol de B et 2 mL d'acide sulfurique.

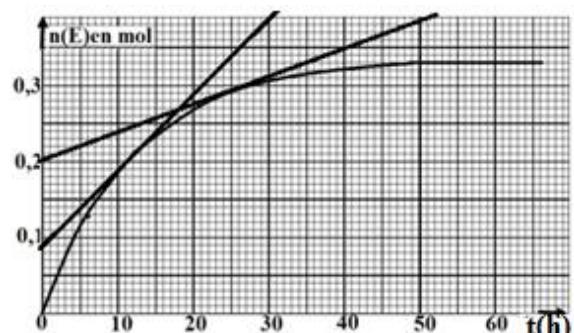
La température du chauffe-ballon est réglée à 65 °C.

3.1 Quel est le nom de la réaction chimique réalisée entre A et B? Quelles sont ses caractéristiques ?

3.2 On suit l'évolution temporelle de cette réaction, réalisée à volume constant, en déterminant, la quantité de matière n(E) formée. On obtient la courbe ci-contre:

Définir la vitesse V(t) de formation du composé E. La calculer aux instants

t<sub>1</sub> = 12 h et t<sub>2</sub> = 25 h, on trouve V(t<sub>1</sub>) > V(t<sub>2</sub>). Quel est le facteur cinétique responsable de la variation de V(t) au cours du temps?



### EXERCICE 2 :

Les solutions aqueuses étudiées sont à la température 25°C. On introduit 7,4g d'un acide carboxylique dans l'eau pour obtenir 1 litre de solution. On place dans un bêcher 20mL de la solution d'acide préparée que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_B = 0,1\text{ mol/L}$ . On obtient la courbe  $\text{pH} = f(V_B)$ .

1 De la courbe, déterminer à l'équivalence le volume  $V_E$  de soude versé et le pH correspondant.

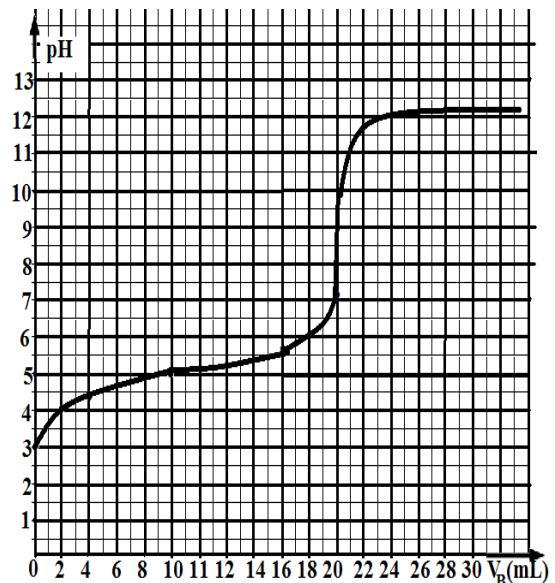
2 Déduire:

2.1 Une valeur approchée de la concentration initiale  $C_A$  de la solution d'acide.

2.2 La masse molaire, la formule chimique et le nom de l'acide.

2.3 Lorsque le volume de soude versé est égal à 2mL, calculer la concentration des diverses espèces présentes dans le bêcher.

Données : C :12g/mol ; H:1g/mol ; O:16g/mol.



### EXERCICE 3 :

Dans cet exercice, les mouvements étudiés sont rapportés à des repères galiléens. Les mobiles étudiés présentent une répartition à symétrie sphérique.

On prendra  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ .

1 On considère deux mobiles A et B : On suppose que la masse  $M_A$  du mobile A est très grande devant celle de la masse  $m$  du mobile B. Le mobile B tourne autour de A considéré comme étant fixe (voir fig 1).

1.1 Montrer que le mouvement de B autour de A est un mouvement circulaire uniforme.

1.2 Etablir la relation qui lie la vitesse  $V$  du centre d'inertie de B, le rayon  $r$  de l'orbite, la masse  $M_A$  de A et la constante de gravitation universelle G.

1.3 Soit T la période de B autour de A ; Exprimer V en fonction de T et r, en déduire la

relation  $\frac{r^3}{T^2} = kM_A$  où k est une constante dont il faut déterminer l'expression.

2 Un satellite artificiel tourne autour de la terre, dont la masse  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ , dans une orbite de rayon  $r = 42,3 \cdot 10^3 \text{ km}$ .

2.1 Calculer la période de ce satellite artificiel. Comment appelle-t-on ce type de satellites artificiels, s'il tourne dans le plan de l'équateur et dans le même sens de rotation de la terre?

2.2 Tous les satellites se trouvant sur cette orbite ont-ils la même vitesse ? La même masse ? Justifier.

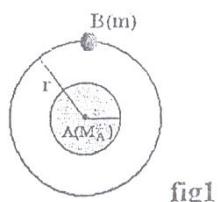


fig1

### EXERCICE 4 :

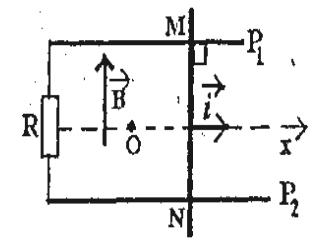
Une tige MN se déplace sans frottement, sur deux rails P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> rectilignes, horizontaux et parallèles, à la vitesse constante  $\vec{V}$ . La distance séparant les rails est  $\rho$  et la tige MN est perpendiculaire aux rails (voir figure). On exerce une force  $\vec{F} = F\vec{i}$  sur la tige.

Le circuit formé des rails, de la tige et de la résistance R est placé dans un champ magnétique uniforme vertical  $\vec{B}$  d'intensité  $B = 0,4\text{T}$ .

1. Expliquer pourquoi il apparaît un courant induit dans le circuit.

2. Quel est le sens du courant induit circulant dans la tige ?

Le circuit est orienté dans le sens du courant induit, montrer que le flux du champ magnétique à travers la surface délimitée par le circuit s'écrit sous la forme :  $\Phi = \Phi_0 + at$  où a est une constante



que l'on déterminera.

3. En déduire la f.e.m induite  $e$  et l'intensité du courant (On néglige la résistance des rails et de la tige devant R).

4. Analyser les forces qui s'exercent sur la tige et en déduire l'intensité  $F$  de la force.

On donne  $R = 2\Omega$ ;  $V = 2\text{m/s}$ ;  $l = 12\text{cm}$ .

### CORRIGE

#### QCM

Question	1	2	3	4
Réponse	c	c	a	a

#### EXOS-N°1 :

1-L'éthanoate de butyle :  $\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  c'est un ester.

2.1) A :Acide éthanoïque :  $\text{CH}_3-\text{COOH}$

B : Alcool :  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  butan-1-Ol

2.2) L'équation-bilan de réaction:



3.1) La réaction réalisée est l'estérification de caractéristiques : athermique-lente- limité.

3.2.1) La vitesse de formation est définie par :  $V(t) = \frac{dn_E}{dt}$

Calcul de la vitesse à l'instant  $t_1=12\text{h}$ .

Graphiquement :  $\begin{cases} t_1=0 \\ n_{E1}=0,08\text{mol} \end{cases}$  et  $\begin{cases} t_2=25\text{h} \\ n_{E2}=0,33\text{mol} \end{cases}$

$$\text{AN : } V(t_1) = \frac{n_{E2}-n_{E1}}{t_2-t_1} = \frac{0,33-0,08}{25-0} = 10^{-2}\text{molh}^{-1}$$

Calcul de V à  $t_2 = 25\text{h}$  Graphiquement :  $\begin{cases} t_1=0 \\ n_{E1}=0,2\text{mol} \end{cases}$  et  $\begin{cases} t_2=35 \\ n_{E2}=0,32\text{mol} \end{cases}$

$$\text{AN : } V(t_2) = \frac{n_{E2}-n_{E1}}{t_2-t_1} = \frac{0,32-0,2}{35-0} = 0,24 \cdot 10^{-2}\text{molh}^{-1} \text{ donc } V(t_2) < V(t_1)$$

Le facteur cinétique responsable de cette diminution est : la concentration initial des réactifs

#### EXOS-N°2 :

A l'équivalence :  $\begin{cases} \text{V}_E=20\text{mL} \\ \text{pH}=8 \end{cases}$

2.1

$$C_A V_A = C_B V_B \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = 0,1\text{mol/L}$$

$$2.2 \quad n_A = C_A V_A = 0,1 \cdot 1 = 1\text{mol}$$

$$\text{d'autre part } n_A = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n_A} = \frac{7,4}{2 \cdot 10^{-3}} = 74\text{g/mol}$$

$$M(C_nH_{2n}O_2) = 14n + 32 = 74 \Rightarrow n = \frac{74 - 32}{14} = 3$$

donc l'acide est :  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$  propanoïque

## 2.3 Lorsque $V_B = 2mL$ pH=4

Les espèces chimiques :  $H_2O, H_3O^+, OH^-, CH_3-CH_2-COOH, CH_3-CH_2-COO^-$ ,  $Na^+$

$$[H_3O^+] = 10^{-4} \text{ mol/L}, [OH^-] = 10^{-10} \text{ mol/L}$$

$$[Na^+] = \frac{C_B V_B}{22} = 9,09 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{Electroneutralité: } [H_3O^+] + [Na^+] = [OH^-] + [CH_3-CH_2-COO^-]$$

$$[CH_3-CH_2-COO^-] = [H_3O^+] + [Na^+] - [OH^-] \\ = 9,09 \cdot 10^{-3} + 10^{-4} - 10^{-10} \approx 9,09 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Conservation de la matière:

$$[CH_3-CH_2-COO^-] + [CH_3-CH_2-COOH] = \frac{C_A C_A}{V_s} = 9,09 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

### EXOS-N°3 :

1.1 Nature du mouvement :

En appliquant la R.F.D :  $\Sigma F_{ext} = ma \Leftrightarrow F = ma$

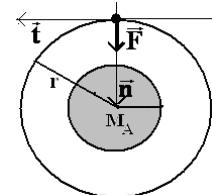
En projetant sur la tangente on obtient :  $a_t = 0 \Rightarrow v = \text{cte} \Rightarrow \text{mouvement uniforme}$

En projetant sur la normale on obtient  $a_n = F/m$  avec  $F = GMm/r^2$  et  $a_n = v^2/r$

$\Rightarrow r = GM/v^2 = \text{cte} \Rightarrow \text{trajectoire est circulaire} \Leftrightarrow \text{m.c.u}$

1.2- Relation entre  $V$ ,  $r$ ,  $M_A$ , et  $G$  :

$$a_n = v^2/r \text{ et } a_n = F/m \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM_A}{r}}$$



$$1.3 \text{ Expression de } V \text{ en fonction de } T \text{ et } r : \quad T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ avec } \omega = \frac{V}{r} \Rightarrow T = 2\pi \frac{r}{V} \Rightarrow V = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\text{Déduction de la relation } \frac{r^3}{T^2} = kM_A$$

$$\text{On a } T = 2\pi \frac{r}{V} \text{ or } V = \sqrt{\frac{GM_A}{r}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{GM_A}}$$

$$\Leftrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM_A} \Rightarrow \frac{r^3}{T^2} = \frac{GM_A}{4\pi^2} = kM_A \text{ avec } k = \frac{G}{4\pi^2}$$

2.1 Calcul de la période du satellite :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{GM_T}} \text{ A.N : } T \approx 86662 \text{ s } \approx 24 \text{ h.}$$

La période étant égale à celle de la terre, si le satellite tourne dans le plan de l'équateur et dans le même sens de rotation de la terre, il est dit géostationnaire.

2.2 Les satellites se trouvant sur cette orbite ont la même vitesse mais leurs masses peuvent être différentes car l'expression de la vitesse montre qu'elle ne varie qu'en fonction du rayon de l'orbite.

### EXOS-N°4 :

1 Le déplacement de la tige fait varier la surface ce qui entraîne une variation du flux qui crée une f.e.m induite qui fait apparaître un courant induit parce que le circuit de la bobine est fermé.

2 D'après la loi de Lenz le courant induit circule dans la tige de M vers N.

3 Expression du flux :

$$\Phi = (S_0 + x\ell)B \cos \theta \text{ Avec } x = Vt \text{ et } \theta = \pi$$

$$\text{soit } \Phi = -S_0B - Vt\ell B$$

Par identification avec l'expression  $\Phi = \Phi_0 + at$  on obtient :

$$\Phi_0 = -S_0B \text{ et } a = -V\ell B = -0,4 \times 2 \times 0,12 = -0,96$$

4 Déduction de la f.e.m induite  $e$  :  $e = -\frac{d\Phi}{dt} = V\ell B$  soit  $e = 0,096V$

Et  $i = \frac{e}{R}$  soit  $i = 0,048A$

5 Les forces qui s'exercent sur la tige sont :

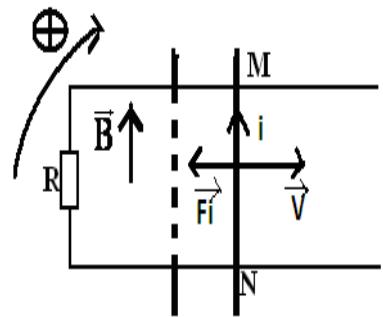
- Le poids  $P$  de la tige .
- La réaction  $R$  des rails sur la tige.
- La force motrice  $F$  qui déplace la tige.
- La force électromagnétique  $F_i$  induite.

Calcul de la valeur de la force  $F$  :  $\sum F = 0 \Leftrightarrow P + F + R + F_i = 0$

Par projection sur l'axe Ox, on obtient :

$$F - F_i = 0 \Rightarrow F = F_i = i\ell B$$

$$\text{soit } F \approx 2,3 \cdot 10^{-3}N$$



Sujet N°3

**QCM**

Indiquer pour chaque N° de question la réponse exacte

N°	Le libellé de la question	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	En mouvement rectiligne uniforme	$V=0$ et $a \neq 0$	$V=\text{constante}$ et $a=0$	$V=\text{constante et } a=\text{constante}$
2	L'oxydation ménagée de $\text{CH}_3\text{-CH(OH)CH}_3$ conduit à la formation	d'une Cétone	d'un aldéhyde	d'un acide carboxylique
3	L'expression de l'interfrange est	$i = \frac{\alpha x}{D}$	$i = \frac{\lambda D}{a}$	$i = \frac{\alpha x}{\lambda}$
4	En mouvement circulaire uniforme	$a_n = R\omega$	$a_n = R\omega^2$	$a_n = V^2/R$
5	La flèche est maximale pour $V_0$ fixée	$\sin^2 a = 1, a = \pi/2$	$\sin a = 1, a = \pi$	$\sin^2 a = 0, a = \pi / 2$

**EXERCICE 1 :**

1) On introduit dans un bêcher un volume  $V_a = 20 \text{ mL}$  d'une solution S d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a$ . On y verse alors progressivement une solution Sb d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b$  et on suit le pH du mélange après chaque ajout.

Pour  $V_{b1}=0$ ,  $\text{pH} = 2,7$  et pour  $V_{b2}=25 \text{ mL}$ ,  $\text{pH}=7$ .

a- Calculer les concentrations molaires  $C_a$  et  $C_b$  de S et Sb.

b- Vers quelle limite tend le pH de ce mélange quand le volume  $V_b$  de soude ajoute augment indéfiniment?

c- Donner l'allure du graphique  $\text{pH} = f(V_b)$  en tenant compte des informations ci-dessus.

2) Soit C le mélange réalisé lorsque  $V_{b3}=35 \text{ mL}$ . Au mélange C on ajoute un volume  $V_s=16 \text{ mL}$  d'une solution S d'acide éthanoïque de concentration  $C_s=2.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  et on obtient un mélange D. Le  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$  vaut 4,8.

a- Quel est le nombre de moles d'ions hydroxyde dans le mélange C?

b- Calculer le pH de la solution S.

c- Écrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit dans le mélange D.

d- Déterminer le pH de ce mélange D.

**EXERCICE 2 :**

A- Un ester E provient de l'action d'un acide carboxylique saturé A sur un monoalcool saturé B.

1- B peut être obtenu par hydratation d'un alcène. L'hydratation de 2,8g d'alcène produit 3,7 g de monoalcool.

Montrer que la formule brute de B est  $C_4H_{10}O$ , puis déterminer les formules semi-développées possibles de B. Les nommer.

2- L'oxydation ménagée de B donne un composé qui réagit avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) mais qui ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.

Quel est la formule semi-développée de B?

3- On dose un volume  $v = 10 \text{ mL}$  d'une solution contenant 0,40 g de l'acide A avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $c = 0,500 \text{ mol/L}$ .

Il faut verser 17,5 mL de cette solution pour obtenir l'équivalence.

En déduire la formule semi-développée et le nom de A.

4- Écrire l'équation-bilan de la réaction entre A et B. Donner la formule semi-développée et le nom de E.

B- Afin d'étudier quelques propriétés chimiques de l'acide méthanoïque, on procède aux expériences suivantes.

1- On fait réagir sur l'acide méthanoïque un agent chlorurant, le  $PCl_5$ . Écrire l'équation-bilan de la réaction et nommer le(s) composé(s) obtenu(s).

2- On fait agir sur l'acide méthanoïque un déshydratant puissant, le  $P_4O_{10}$ . Écrire

l'équation-bilan de la réaction et nommer le(s) composé(s) obtenu(s).

3- On fait agir sur l'acide méthanoïque l'ammoniac. Le composé obtenu est ensuite déshydraté par un chauffage prolongé. Écrire l'équation-bilan de la réaction et nommer le(s) composé(s) obtenu(s).

### EXERCICE 3 :

Un ressort de suspension de voiture de raideur  $k$  et à spires non jointives est fixé avec une extrémité sur un banc d'essai. Un solide S, de masse  $m$ , fixé à l'autre extrémité du ressort peut glisser sans frottement sur une tige rigide horizontale  $x'$ - $x$ . L'abscisse du centre d'inertie G de S est repérée par rapport à la position O de G au repos. On écarte S de sa position d'équilibre et on le lâche, sans vitesse initiale, à l'instant  $t = 0$  son abscisse est alors  $x = X_m$ ,  $k = 4000 \text{ N/m}$ ,  $m = 100 \text{ kg}$  et  $X_m = 5 \text{ cm}$

a) Faire le bilan des forces appliquées au solide S et les représenter.

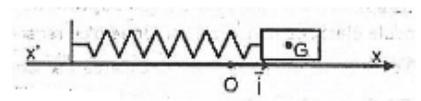
b) Établir l'équation différentielle du mouvement.

c) En déduire l'équation horaire du mouvement de S.

d) Calculer la période pour les mêmes données numériques.

e) Montrer que l'énergie mécanique de l'oscillateur est constante et peut se mettre sous la forme :  $E_m = \frac{1}{2} m \cdot v_m^2$  où  $v_m$  est la vitesse maximale.

f) Retrouver l'équation différentielle à partir de l'expression de l'énergie mécanique.



### EXERCICE 4 :

Dans le dispositif ci-dessous règne un vide poussé. La force de pesanteur sera négligée par rapport aux autres forces. Un faisceau homocinétique de protons d'abord accéléré par une tension appliquée entre deux plaques A et C pénètre en O à une vitesse  $V_0 = 800 \text{ km/s}$  dans une enceinte de section carrée de côté  $2r = 50 \text{ cm}$  où les ouvertures sont situées aux milieux des cotés. Le proton est une particule de masse  $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  et de charge  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

1.1) Quel doit être le signe de la différence de potentiel  $U = V_A - V_C$  ?

1.2) Calculer en joule et en electronvolt l'énergie cinétique d'un proton qui franchit l'ouverture O.

2.) dans cette enceinte règne un champ magnétique uniforme

$\vec{B}$  pour que les protons décrivent à la vitesse constante  $V_0$  un quart de cercle de rayon  $r$  avant de sortir par l'ouverture M.

2.1) donner l'expression de la force  $\vec{F}$  qui s'exerce sur un proton de vitesse  $\vec{V}_0$  dans le champ magnétique  $\vec{B}$ .

2.2) Préciser la direction et le sens de  $\vec{B}$ .

2.3) Etablir l'expression de la valeur de B du champ magnétique en fonction de  $V_0$ ,  $q$ ,  $m$  et  $r$ . Calculer B.

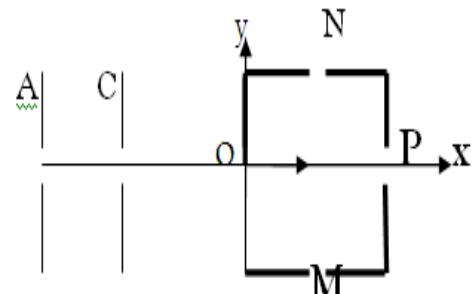
3) on supprime le champ magnétique précédent et on applique maintenant un champ électrique uniforme  $\vec{E}$  pour que le faisceau franchisse l'ouverture N après avoir décrit une trajectoire parabolique dans le repère (Ox, Oy).

3.1) Donner l'expression de la force  $\vec{F}'$  qui s'exerce sur un proton dans le champ électrique  $\vec{E}$ .

3.2) Préciser la direction et le sens de  $\vec{E}$ .

3.3) Donner l'expression de la valeur E du champ électrique en fonction de  $m, V_0, q$  et  $r$ . Calculer numériquement E.

4) Les champs  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$ , conservant les directions et sens précédents, sont appliqués simultanément. Quelle relation doit vérifier leurs valeurs pour que les protons sortent du dispositif par l'ouverture P sans être déviés



### CORRIGÉ

#### QCM

- 1) B ; 2) A ; 3) B ; 4) B et C ; 5) A

### EXOS-N°1 :

1) a- Les valeurs des concentrations  $C_a$  et  $C_b$  :

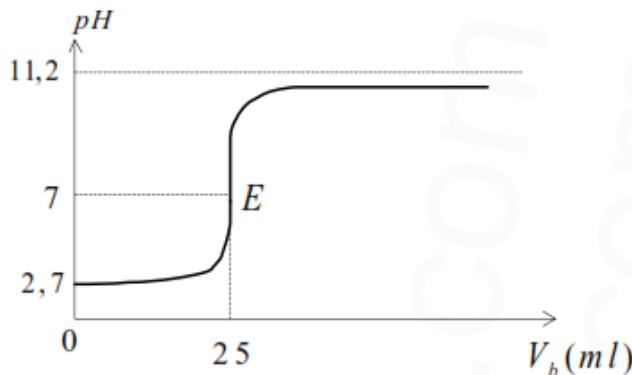
$$C_a = 10^{-2,7} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \Rightarrow C_b V_{b2} = C_a V_a$$

$$\Rightarrow C_b = \frac{C_a V_a}{V_{b2}} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \times 20}{25} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

b-Limite du pH:  $\text{pH}_1$

$$\text{pH}_1 = 14 + \log C_b = 11,2$$

c-Allure de la courbe



2)

a-Nombre de moles de  $\text{OH}^-$  :  $n_{\text{OH}^-} = C_b(V_{b3} - V_{b2}) = C_b V_{b3} - C_a V_a = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

$$\text{b-Valeur de pH : } K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\text{Électroneutralité: } [\text{CH}_3\text{COO}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{Conservation de la matière: } [\text{CH}_3\text{COOH}] = C_b - [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{C_b - [\text{H}_3\text{O}^+]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]^2 + K_A[\text{H}_3\text{O}^+] - K_A C_b = 0$$

$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{K_A^2 + 4K_A C_b} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4K_A C_b}}{2}$$

$$\text{et } \text{pH} = -\log \left[ \frac{1}{2} \left( -K_A + \sqrt{K_A^2 + 4K_A C_b} \right) \right] \text{ avec } K_A = 10^{-4,8}$$

$$\text{ou } \text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_A - \log C_b) = 3,8$$

c-Equation bilan :  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

d-Le pH de D :

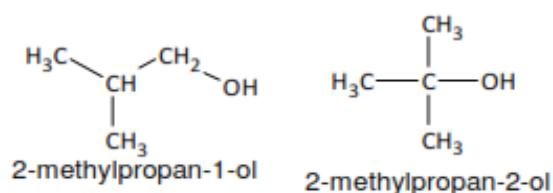
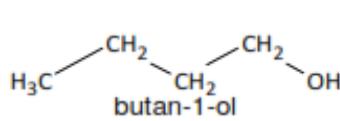
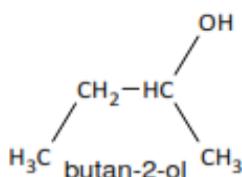
$$n_b = C_b V_b = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 2n_{\text{OH}^-} \Rightarrow \text{D est une solution tampon pH} = 4,8$$

### EXOS-N°2 :

A-1) Montrons que la formule brute de B est  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

$$\text{C}_n\text{H}_{2n} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O} \Rightarrow \frac{2,8}{14n} = \frac{3,7}{14n+18} \Rightarrow n=4 \Rightarrow \text{B} \Leftrightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$$

Les isomères de B :



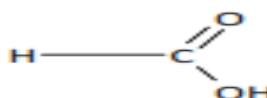
2) La formule semi-développée de B

B est le butan-2-ol (voir ci-dessus)

3) Formule semi-développée et le nom de A :

$$n_A = \frac{m_A}{M_A} = cv \Rightarrow \frac{0,4}{14n + 32} = 0,5 \times 17,5 \cdot 10^{-3} \Rightarrow n = 1$$

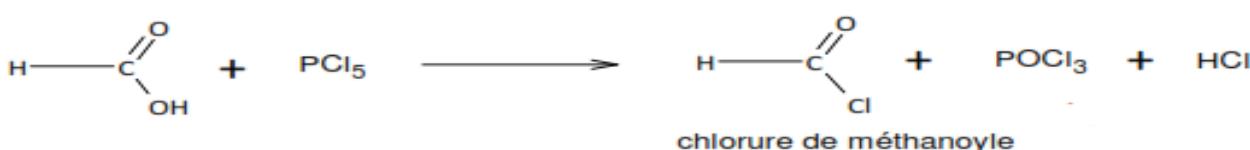
D'où  $A \Leftrightarrow HCOOH$ , donc A est l'acide méthanoïque de formule semi-développée :



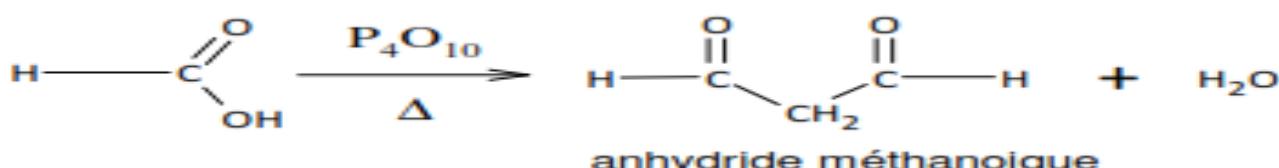
4) Équation-bilan de la réaction entre A et B et la formule semi-développée et le nom de E



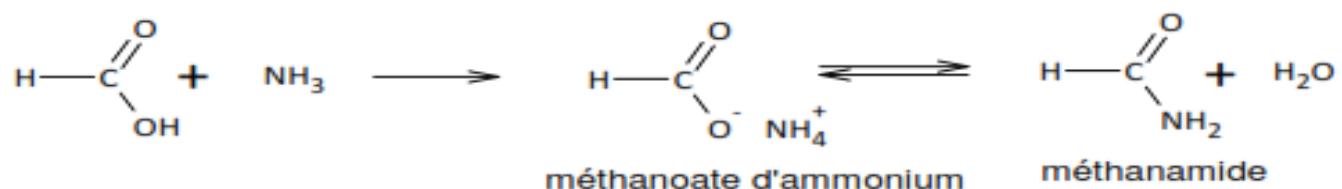
### B-1) Action de $\text{PCl}_5$ sur l'acide méthanoïque et le nom du composé obtenu:



2) Réaction entre l'acide méthanoïque et le  $P_4O_{10}$  et le nom du composé obtenu :

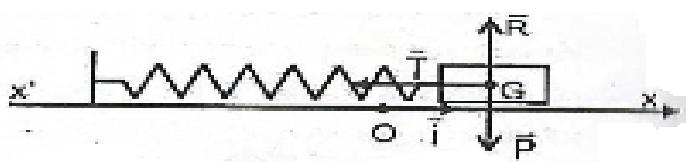


3) Réaction entre l'acide méthanoïque et l'ammoniac et le nom du composé obtenu :



**EXOS-N°3 :**

## a) Bilan et représentation des forces appliquées au solide S



$\vec{P}$ : le poids du solide S ;  $\vec{R}$ : réaction normale ;  $\vec{T}$ : tension du ressort

### b) Équation différentielle du mouvement

D'après la relation fondamentale de la dynamique :  $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = m\vec{a}$

Par projection sur l'axe ( $X'X$ ):  $-T = ma \Rightarrow -Kx = m\ddot{x} \Rightarrow \ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0$

L'équation différentielle du mouvement est donc :  $\ddot{x} + \frac{K}{m}x = 0$

c) Déduisons l'équation différentielle du mouvement de S :

- Détermination de la pulsation propre :  $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{4000}{100}} = 6,32 \text{ rad. s}^{-1}$
  - Détermination de la phase  $\varphi$  : La solution générale de l'équation différentielle est :  
 $x \equiv x_m \cos(\omega t + \varphi)$  à  $t \equiv 0$ ,  $x(0) \equiv x_m \equiv 5 \text{ cm} \equiv 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

$$x(0) = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow x_m = x_m \cos(\varphi) \Rightarrow \cos(\varphi) = \frac{x_m}{x_m} = 1 \Rightarrow \varphi = 0^\circ$$

L'équation horaire devient  $x(t) = 5 \cdot 10^{-2} \cos(6,32)$

d) Calculons la période pour les mêmes données numériques

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{100}{4000}} = 0,993 \Rightarrow T \approx 1s$$

e) Montrons que l'énergie mécanique est constante et peut se mettre sous la forme

$$E_m = \frac{1}{2}m \cdot v_m^2$$

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m(-\omega x_m \sin(\omega t + \varphi)) + \frac{1}{2}k(x_m \cos(\omega t + \varphi))^2$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2}m\omega^2 x_m^2 \sin^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2}kx_m^2 \cos^2(\omega t + \varphi) \text{ or } \omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = m\omega^2$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2}kx_m^2 \sin^2(\omega t + \varphi) + \cos^2(\omega t + \varphi) \text{ or } \omega x_m = v_m \Rightarrow x_m = \frac{v_m}{\omega} \text{ et } k = m\omega^2$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2}kx_m^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 \frac{v_m^2}{\omega^2} = \frac{1}{2}mv_m^2 = \text{cte car } m \text{ et } v_m \text{ sont des constantes}$$

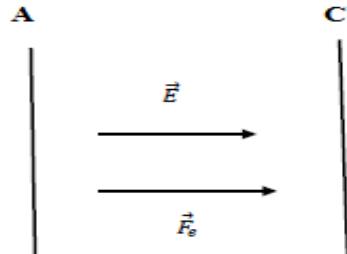
f) Retrouvons l'équation différentielle à partir de l'énergie mécanique

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 2mV \dot{a} \times \frac{1}{2} \times 2kVx$$

Or  $m\dot{V} = 0$  donc  $a + \frac{k}{m}x = 0$ . On retrouve donc l'équation différentielle du mouvement

**EXOS-N°4 :**

1.1) Le signe  $U = V_A - V_C$



Les protons se déplacent de A vers C sous l'action d'une force électrique  $q > 0$ .

$\vec{E}$  et  $\vec{F}_e$  sont du même sens.

$\vec{E}$  est dirigé vers C (potentiel moins élevé)  $V_A > V_C \Rightarrow U > 0$

1.2) L'énergie cinétique au point O :  $E_C(O) = \frac{1}{2}mV_0^2$

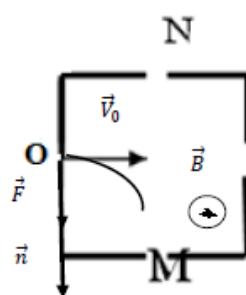
Application numérique :  $E_C(O) = \frac{1}{2} \times 10^{-27} \times (800 \cdot 10^3)^2 = 5344 \times 10^{-19} J$

L'énergie cinétique en électronvolt :  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$   $E_C(O) = \frac{5344 \times 10^{-19} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 3340 \text{ eV}$

2)

2.1) L'expression de  $\vec{F}$  :  $\vec{F} = q\vec{V}_0 \wedge \vec{B}$

2.2) Direction et sens de  $\vec{B}$



- Direction : perpendiculaire au plan

- Sens :  $\vec{B}$  est sortant (règle de la main droite)

2.3) L'expression de B en fonction de  $V_0$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $r$

Appliquons la relation fondamentale de la dynamique :  $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a}$

$$\text{Projection sur } \vec{n} : F = ma_n \Rightarrow q \cdot V_0 \cdot B = m \frac{V_0^2}{r} \Rightarrow B = \frac{mV_0}{qr}$$

$$\text{Calcul de } \mathbf{B} : B = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \times 800 \cdot 10^3}{1,6 \cdot 10^{-19} \times 25 \cdot 10^{-2}} = 3,34 \cdot 10^{-3} T = 3,34 mT$$

3)

3.1) L'expression de  $\vec{F}'$  :  $\vec{F}' = q \cdot \vec{E}$

3.2) Sens et direction

-Direction :  $\vec{E}$  est perpendiculaire à (ox)

-Sens : même sens que (oy)

3.3) Expression de E en fonction de m, V<sub>0</sub>, q et r

Recherchons l'équation de la trajectoire :

$$\text{Conditions initiales : } O \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases} \vec{V}_0 \begin{cases} V_{ox} = V_0 \\ V_{oy} = 0 \end{cases}$$

$$\vec{F}' = m\vec{a}$$

Projection sur (Ox) :  $0 = ma_x m \neq 0 \Rightarrow a_x = 0 \Rightarrow$  mouvement rectiligne uniforme:

$$x = V_0 t$$

$$\text{Projection sur (Oy) : } F' = ma_y qE = ma_y \Rightarrow a_y = \frac{qE}{m}$$

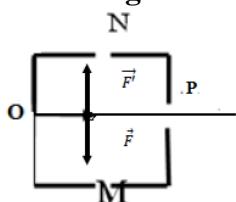
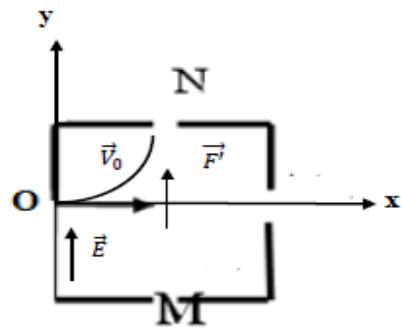
mouvement rectiligne uniformément varié :  $y = \frac{1}{2} a_y t^2$

$$\text{L'équation de la trajectoire : } y = \frac{1}{2} \times \frac{qE}{m} \times \left( \frac{x}{V_0^2} \right)^2$$

$$\text{Au point N (r, r) : } y_N = \frac{qE}{2mV_0^2} x_N^2 \Rightarrow r = \frac{qE}{2mV_0^2} r^2 \Rightarrow E = \frac{2mV_0^2}{qr}$$

$$\text{Application numérique : } E = \frac{2,167 \cdot 10^{-27} \times (800 \times 1000)^2}{1,6 \cdot 10^{-19} \times 25 \cdot 10^{-2}} = 1336 V/m$$

4)  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  agissent simultanément



Pour que les protons sortent en P, le mouvement doit être rectiligne uniforme ( $a = 0$ )

$$\vec{F} + \vec{F}' = 0 \quad \vec{F} = -\vec{F}' \Rightarrow F = F'$$

$$q \cdot V_0 \cdot B = qE \Rightarrow E = V_0 \cdot B \Rightarrow V_0 = \frac{E}{B} = cte = 800 m/s$$

Sujet N°4

**QCM**

Indiquer la ou (les) bonne(s) réponse (s)

Questions	Réponse A	Réponse B	Réponse C
<b>Les alcools et les éther-oxydes sont des isomères de :</b>	Fonction	Position	Chaine
<b>L'oxydation ménagée des alcools :</b>	Détruit la chaîne de carbone	Modifie la molécule	Ne modifie pas la chaîne de carbone
<b>Au sommet d'une trajectoire parabolique, la vitesse est :</b>	Maximale	Nulle	Horizontale
<b>Par convention le champ électrique <b>E</b> s'oriente dans le sens :</b>	Des potentiels croissants	Du potentiel négatif au potentiel positif	Des potentiels décroissants

**EXERCICE 1 :**

Un composé organique liquide nommé B a pour formule brute  $C_4H_8O$ . Avec ce composition réalise les expériences suivantes:

- 1) On introduit dans un tube à essai qui contient le composé B quelques gouttes de la 2,4- D.N.P.H. On observe alors la formation d'un précipité jaune. Déduire de ce test les formules semi-développées possibles pour B en indiquant les noms des composés correspondants.
- 2) On essaie de faire réagir B avec le réactif de Schiff : le test se révèle négatif. En déduire la fonction du composé B.
- 3) Le composé B étudié a été obtenu par oxydation d'un alcool A. Donner le nom, la formule semi-développée et la classe de l'alcool A. L'alcool A a été oxydé par une solution aqueuse de dichromate de potassium acidifiée. Ecrire les deux équations électroniques. En déduire l'équation bilan de la réaction d'oxydation de l'alcool A. On donne le couple redox  $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$
- 4) L'alcool A a été préparé par hydratation du but-1-ène.

Ecrire l'équation bilan de cette réaction avec les formules brutes.

L'alcool A est-il le seul produit attendu ? Sinon indiquer le nom, la classe et la formule semi-développée de l'autre produit formé.

**EXERCICE 2 :**

On considère les solutions aqueuses suivantes à 25°C

L'acide propanoïque de  $pK_{a1} = 4,9$

L'acide 2-chloropropanoïque de  $pK_{a2} = 1,5$  L'acide 3-chloro-propanoïque de  $pK_{a3} = 2,2$

L'acide 2,2 dichloro-propanoïque de  $pK_{a4} = 2,7$  L'acide 2,3 dichloro-propenoïque de  $pK_{a5} = 2,2$

1 Ecrire les formules semi-développées des acides précédents ainsi que les formules et les noms de leurs bases conjuguées.

1 On considère une solution d'acide 2-chloro-propanoïque de  $pH = 2,15$

2.1 Calculer la concentration molaire volumique de cet acide.

2.2 On verse progressivement dans un bêcher contenant un volume  $V_1 = 12\text{mL}$  de cette acide une solution  $S_b$  d'hydroxyde de sodium. L'équivalence est obtenue lorsqu'on a versé un volume  $V_{be} = 20\text{mL}$ . Le pH à l'équivalence est alors  $pH = 8,7$ .

2.2.1 Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

2.2.2 Calculer la concentration molaire volumique  $C_b$  et déduire la masse d'hydroxyde de sodium qui a été dissoute dans l'eau pour obtenir 500mL de cette solution  $S_b$ .

On donne: Na:23g/mol; O:16g/mol; H:1g/mol.

2.3 On considère les indicateurs colorés suivants et leurs zones de virage :

Choisir parmi ces indicateurs celui qu'il faut utiliser dans ce dosage.

3.1 Comparer la force relative de ces acides en les classant sur une échelle de  $pK_a$  croissante.

3.2 En utilisant le classement précédent, préciser l'influence du nombre d'atomes de chlore que

Indicateurs colorés	Zone de Virage
Hélianthine	3,1 -4,4
Bleu de bromothymol	6-7,6
Phénolphthaleine	8 -9,8

contient la molécule et de leurs positions dans la molécule sur la force relative de ces acides.

### EXERCICE 3 :

Un solide S de masse  $m=200\text{g}$  se déplace sur une piste ABC, constituée d'une partie rectiligne et horizontale AB=1,6m et d'une partie curviligne BC de centre O et de rayon  $r=0,7\text{m}$ . (fig1)

1 Le solide quitte le point A sans vitesse initiale sous l'action d'une force constante  $\vec{F}$  qui ne s'exerce qu'entre A et B. On enregistre à des intervalles de temps réguliers  $\tau = 20\text{ms}$  les positions occupées par le solide et on obtient l'enregistrement de la figure 2 ci-contre.

1.1 Déterminer la nature du mouvement et calculer la valeur expérimentale de son accélération



Fig2

1.2 Sachant que la valeur de la force  $\vec{F}$  est  $F = 2\text{N}$  dire est ce que le mouvement se fait sans frottement ou avec frottement. Déterminer la valeur de la réaction exercée par la piste sur le solide ainsi que l'angle  $\alpha$  qu'elle fait avec la verticale.

1.3 Calculer la valeur de la vitesse au point B.

2 Les solides continuent leur mouvement sans frottement sur la partie curviligne BC.

2.1 Déterminer les caractéristiques de la vitesse au point C

2.2 Calculer la valeur de la réaction  $\vec{R}_C$  qu'exerce la piste sur le solide au point C

3 Le solide quitte la piste au point C avec la vitesse  $\vec{V}_C$  et effectue un mouvement aérien avant d'atterrir au point D.

3.1 Déterminer l'équation de la trajectoire dans le repère (C, i, j).

3.2 Déterminer les coordonnées des points le plus haut et le plus bas de la trajectoire.

### EXERCICE 4 :

Les questions 1 et 2 sont indépendantes

1 Le nucléide  $^{94}_{238}Pu$  qui est émetteur  $\alpha$  donne un isotope de l'uranium U. Sa période radioactive est  $T=86,4\text{ans}$ .

1.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction nucléaire correspondante.

1.2 Rappeler la loi de décroissance radioactive. Définir la période ou demi-vie et en déduire la valeur de la constante radioactive  $\lambda$ .

1.3 On rappelle que l'activité d'un échantillon radioactif est égale au nombre de désintégrations par unité de temps. Donner une relation entre l'activité A, la période T et le nombre N de noyaux présents dans l'échantillon.

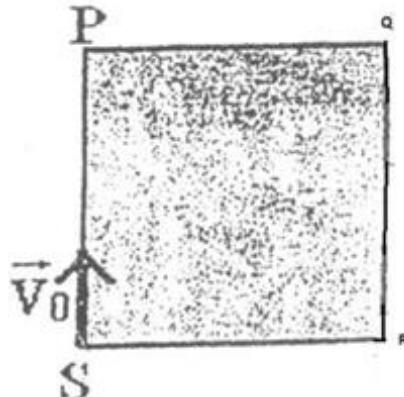
2 Les particules  $\alpha$  émises de charge  $q=2e$  pénètrent en S avec une vitesse  $\vec{V}_0$  dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  s'exerçant dans un carré PQRS de 6cm de côté (voir fig).

2.1 Donner le sens du vecteur  $\vec{B}$  pour que les particules sortent du champ au point R.

2.2 Déterminer la nature du mouvement des particules dans le champ  $\vec{B}$ .

2.3 Calculer la valeur de la vitesse au point de sortie R.

A.N.:  $m_p=m_n=1,67 \cdot 10^{-27}\text{kg}$ ;  $e=1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ ;  $B=0,1\text{T}$



## CORRIGE

### QCM

<b>Questions</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Réponses</b>	<b>A</b>	<b>B et C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>

### EXOS-N°1 :

1. B est un aldéhyde ou cétone, les noms et les formules sont :

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CHO butanal

CH<sub>3</sub>-CH-CHO

2- methylpropanal

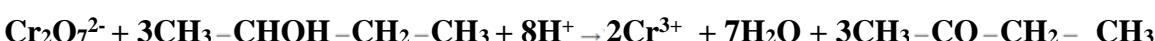
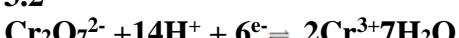
CH<sub>3</sub>

CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> butanone

2.B est une citone CH<sub>3</sub>-CO-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> butanone

3.1 A est un alcool secondaire CH<sub>3</sub>-CHOHCH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub> butan -2- ol

3.2



4.2 Le produit secondaire de la réaction d'addition est le butan-1-ol CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH  
(alcool primaire)

### EXOS-N°2 :

La formule semi développée des acides :

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH acide propénoïque

CH<sub>3</sub>-CHCl-COOH acide 2-chloropropanoïque

CH<sub>2</sub>Cl-CH<sub>2</sub>-COOH acide 3-chloropropanoïque

CH<sub>3</sub>-CCl<sub>2</sub>-COOH acide 2,2-dichloropropanoïque

CH<sub>2</sub>Cl-CHCl-COOH acide 1,3-dichloropropanoïque

Les noms et les formules des bases conjuguées de ces acides sont :

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COO<sup>-</sup> ion propanoate

CH<sub>3</sub>-CHCl-COO<sup>-</sup> ion 2-chloropropanoate

CH<sub>2</sub>Cl-CH<sub>2</sub>-COO<sup>-</sup> ion 3-chloropropanoate

CH<sub>3</sub>-CCl<sub>2</sub>-COO<sup>-</sup> ion 2,2-dichloropropanoate

CH<sub>2</sub>Cl-CHCl-COO<sup>-</sup> ion 2,3-dichloropropanoate

Les espèces chimiques

H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>, CH<sub>3</sub>-CHCl-COOH, CH<sub>3</sub>-CHCl-COO<sup>-</sup>

$$\text{pH}=2,15 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]=7,10^{-3}\text{mol/L}$$

$$[\text{OH}^-]=1,43 \cdot 10^{-3}\text{mol/L}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]=[\text{OH}^-]+[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COO}^-] \text{ avec } [\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COO}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]=7,10^{-3}\text{mol/L}$$

$$\text{La relation d' Henderson : pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COOH}]}$$

$$\frac{[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COOH}]} = 10^{\text{pH} - \text{pK}_a}$$

$$\frac{[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COOH}]} = 0,28$$

$$\frac{[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COO}^-]}{0,28} = [\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COOH}]$$

$$[\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{COOH}] = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Conservation de la matière : Ca = [CH<sub>3</sub>-CHCl-COOH] + [CH<sub>3</sub>-CHCl-COO<sup>-</sup>]

$$\text{A.N: Ca} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$



$$\text{A l'équivalence : Ca.V}_a = \text{C}_b \cdot \text{V}_{be} \quad \text{---} \quad \text{C}_b = \frac{\text{Ca.V}_a}{\text{V}_{be}}$$

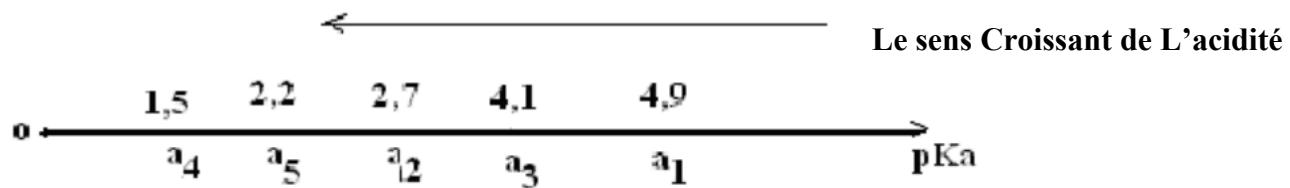
A.N:  $C_b = 1,92 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

Or  $C_b = \frac{n}{V}$ ,  $n = \frac{m}{M}$   $\Rightarrow m = C_b \cdot M \cdot V$

A.N:  $m = 0,384 \text{ g}$

3 L'indicateur coloré le plus adapté est la phénophthaléine parce que sa zone de virage contient le pH à l'équivalence

3.1



a<sub>1</sub> : acide propanoïque

a<sub>2</sub> : acide 2-chloropropanoïque

a<sub>3</sub> : acide 3-chloropropanoïque

a<sub>4</sub> : 2,2-dichloropropanoïque

a<sub>5</sub> : acide 2,3-dichloropropanoïque

3.2 La force de l'acide dépend du nombre d'atome de chlore et de leurs positions par rapport au carbone fonctionnel

**EXOS-N°3 :**

$$r \square A_2 A_1 \square A_0 A_1 \square A_2 A_3 \square A_1 A_2 \square A_3 A_4 \square A_2 A_3 \square A_4 A_5 \square A_3 A_4 \square 2mm$$

1.1 Donc  $m.r.u.v : a_{ex} = \frac{r}{\theta^2} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{(2 \cdot 10^{-3})^2} = 5 \text{ m/s}^2$

1.2 En considérant que les frottements sont négligeables

$$\sum \vec{F} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{f} = m \vec{a}$$

La projection sur l'axe horizontal orienté dans le sens du déplacement :

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = 10 \text{ m/s}^2 \neq a_{ex} \text{ Donc il y a des frottements}$$

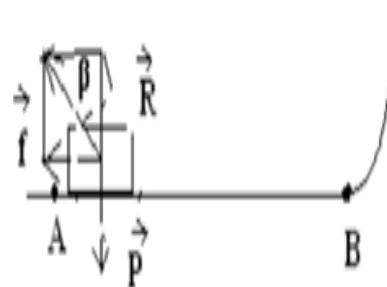
$$\text{Calcul de la force de frottement } \vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} = m \vec{a}_N$$

En projetant b sur l'axe du déplacement :

$$-f + F = ma_{ex} \Rightarrow f = F - ma_{ex} = 2 - 1 = 1 \text{ N}$$

$$\vec{R} = \vec{f} + \vec{R}_N \text{ or } R_N = P \Rightarrow R = \sqrt{f^2 + P^2} = \sqrt{5} \text{ N}$$

$$\text{L'angle que fait la réaction avec la vertical } \tan \beta = \frac{f}{R_N} = \frac{1}{2} \therefore \beta = 26,56^\circ$$



1.3  $\frac{1}{2} m V_B^2 = (F - f) AB \Rightarrow$

$$V_B = \sqrt{\frac{2AB(F-f)}{m}} = 6,93 \text{ m/s}$$

2.1 Les caractéristiques de  $\vec{V}_C$  :

Direction :  $(\vec{V}_C, \vec{C}_x) = \alpha = 60^\circ$

Sens : celui du mvt

$$\text{Intensité : } \frac{1}{2} m V_C^2 - \frac{1}{2} m V_B^2 = -mgh$$

$$V_C^2 = V_B^2 - 2gh \quad \text{avec } h = r(1 - \cos \alpha)$$

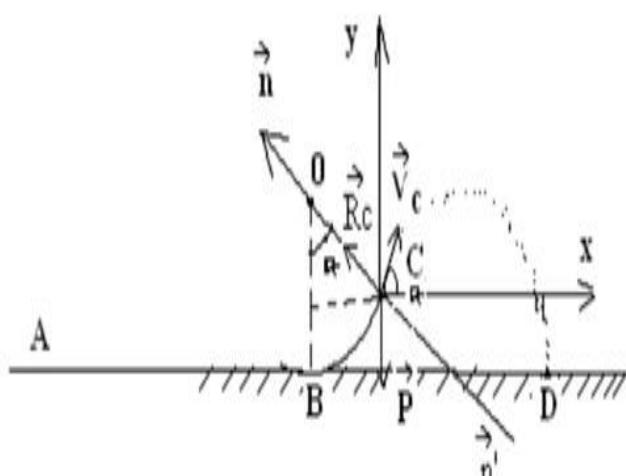
$$V_C^2 = \frac{2AB(F-f)}{m} - 2gr(1 - \cos \alpha) = 33$$

$$V_C = 5,7 \text{ m/s}$$

2.2 Calcul de  $R_C$  :

$$\vec{P} + \vec{R}_C = m \vec{a}$$

La projection sur la normale donne :



$$R_C \cdot P \cos \alpha = m a_n$$

$$R_C = mg \cos \alpha + \frac{mv_c^2}{r} = 10,4N$$

3.1  $\vec{P}=m\vec{a}$  par Projection sur Cx:  $P_x=m a_x=0$ ,  $V_{0x}=V_c \cos \alpha$ ,  $x_0=0$

Les équations horaires sur cet axe sont :  $\begin{cases} a_x = 0 \\ V_{0x} = V_c \cos \alpha \\ x = V_c \cos \alpha \cdot t \end{cases}$

La Projection sur l'axe Cy :  $-P_y=m a_y \Rightarrow a_y=-g$ ,  $V_{0y}=V_c \sin \alpha$ ,  $y_0=0$

Les équations horaires sur cet axe :  $\begin{cases} V_{y}=-gt+V_c \sin \alpha \\ y=-\frac{1}{2}gt^2+V_c \sin \alpha \cdot t \end{cases}$

L'équation de la trajectoire :  $y = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_c \cos \alpha}\right)^2 + x \tan \alpha$

3.2 La hauteur maximale correspond à

$$V_y=-gt+V_c \sin \alpha=0 \Rightarrow t=\frac{V_c \sin \alpha}{g}$$

$$\begin{cases} x_s = V_c \cos \alpha \cdot \frac{V_c \sin \alpha}{g} \\ y_s = -\frac{1}{2}g\left(\frac{V_c \sin \alpha}{g}\right)^2 + V_c \sin \alpha \cdot \frac{V_c \sin \alpha}{g} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X_s = \frac{(V_c \sin \alpha)^2}{2g} \\ Y_s = \frac{(V_c \sin \alpha)^2}{2g} \end{cases}$$

Les coordonnées du point le plus bas de la trajectoire : au point D :

$$Y_D=-r(1-\cos \alpha) \Rightarrow -r(1-\cos \alpha)=\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_c \cos \alpha \cdot t}\right)^2+x \tan \alpha$$

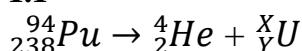
$$\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{V_c \cos \alpha \cdot t}\right)^2+x \tan \alpha+r(1-\cos \alpha)=0$$

$$AN: -0,6x^2+1,73x+0,35=0 \Rightarrow -60x^2+173x+35=0$$

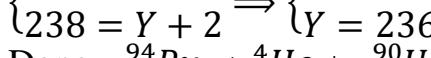
$$\Delta=38329 \Rightarrow X_D=3,07 \begin{cases} x_D = 3,07 \\ y_D = 0,35 \end{cases}$$

#### EXOS-N°4 :

1.1



$$\begin{cases} 94 = 4 + X \\ 238 = Y + 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X = 90 \\ Y = 236 \end{cases}$$



1.2 La loi de décroissance :  $N(t)=N_0 e^{-\lambda t}$

La période: C'est le temps auquel le nombre de noyaux radioactifs présent à  $t=0$  est divisé par deux

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{86,4} = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ an}^{-1}$$

$$2.3 \frac{mV_R^2}{2} - \frac{mV_O^2}{2} = W(\vec{F}) = 0 \Rightarrow 3 \frac{mV_R^2}{2} = \frac{mV_O^2}{2}$$

donc  $V_R = V_O$

1.3

$$A = \lambda N$$

$$A = N \frac{\ln 2}{T}$$

2.1

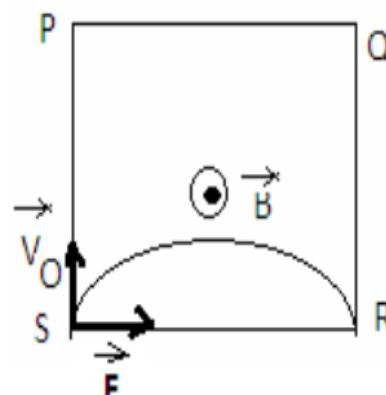
$\vec{B}$  Sortant

$$2.2 q(\vec{V} \wedge \vec{B}) = m \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m} (\vec{V} \wedge \vec{B}), \vec{a} \perp \vec{V}$$

$$qV_O B = m \frac{V_O^2}{R} \Rightarrow$$

$$V_O = \frac{R q B}{m} = \frac{3 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,1}{4,167 \cdot 10^{-27}} = 6,68 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

donc le mvt est C.U



Sujet N°5

**Q.C.M**

Indiquer pour chaque question le n° de la réponse exacte

N	Questions	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	L'alcool $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ est	Le propan-1-ol	Secondaire	L'éthanol
2	L'estérification d'un acide carboxylique est une réaction	totale	athermique	rapide
7	La variation de l'énergie potentielle est	$\Delta E_p = - \sum W_F$ conservatives	$\Delta E_p = \sum W_{F\text{nonconservatives}}$	$\Delta E_p = \sum W_F$
8	Un satellite en orbite géostationnaire possède	une altitude précise	une période de révolution égale à celle de la Terre	une orbite passant par l'axe polaire Nord-Sud

**EXERCICE 1 :**

1. On prépare une solution d'acide méthanoïque  $\text{HCOOH}$  de volume  $V$  de concentration  $C=10^{-2}\text{mol/L}$  de  $\text{pH}=2,9$  à  $25^\circ\text{C}$ .

1.1. Ecrire l'équation de d'ionisation de l'acide méthanoïque dans l'eau et préciser les couples acide-bases intervenant dans la réaction.

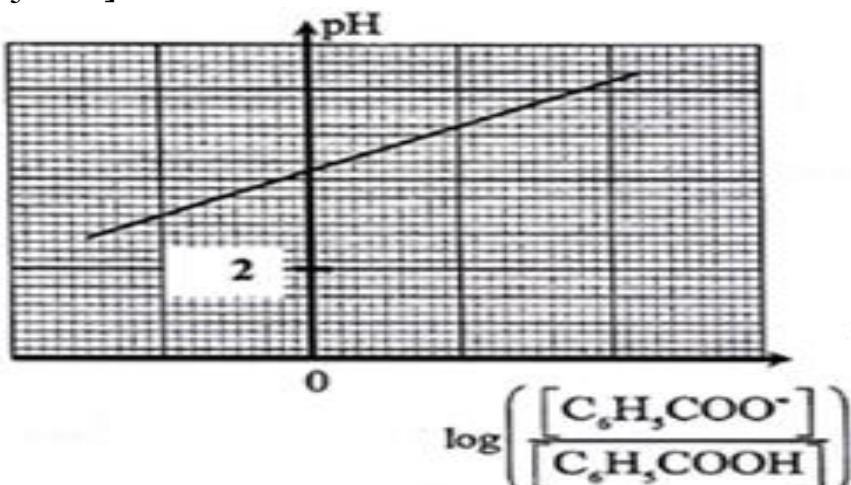
1.2. Donner le tableau d'avancement de la réaction.

1.3. Calculer le taux d'avancement final de la réaction.

1.4. Calculer la valeur du  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ .

2. On prépare plusieurs solutions d'acide benzoïques  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  de concentrations  $C$  différentes et on calcule chaque fois le rapport pour tracer le graphe

$\text{pH}=f(\log \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]})$  de la figure.



2.1. Ecrire l'expression de la constante d'acidité  $\text{K}_a$  du couple  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$

2.2. Trouver la relation entre le pH de la solution en fonction du  $\text{pK}_a$  du couple et du rapport  $\frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$

2.3. En se basant sur le graphique, en déduire la valeur de la constante  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ .

2.4. Lequel des deux acides  $\text{HCOOH}$  et  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  est le plus fort s'ils ont la même concentration ? Justifier.

**EXERCICE 2 :**

1. On dispose de deux alcènes le but-1-ène et le but-2-ène. Ecrire les formules semi-développées de ses composés. L'un de ces composés existe sous deux configurations différentes. Représenter et nommer ces deux stéréo-isomères. (0,5pt)

2.1 Par hydratation du but-1-ène, on obtient un mélange de deux composés organiques A et B qui ont la même fonction chimique. Nommer cette fonction chimique et écrire la formule semi-développée de chaque composé.

2.2 L'un de ces composé, noté B, est obtenu de façon prépondérante. Lequel ? Ce composé B existe sous deux configurations possibles.

Donner leurs représentations spatiales conventionnelles ? Quelles propriétés présentent la molécule du composé B?

3.1 L'oxydation ménagée avec du permanganate de potassium ( $MnO_4^- + K^+$ ) du composé B conduit à un composé organique unique C, qui donne un précipité jaune avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) mais ne réagit pas avec le réactif de Tollens ou la liqueur de Fehling. Identifier le composé C en donnant sa formule semi-développée et son nom.

3.2 Ecrire les équations électroniques correspondantes en déduire l'équation bilan.

3.3 On fait réagir une masse  $m=18,5\text{g}$  du composé B avec une masse  $m'=15\text{g}$  de l'acide éthanoïque. On obtient un composé organique D.

3.3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction. Préciser le nom du composé D et de la fonction à laquelle il appartient.

3.3.2 Préciser si la réaction est totale ou partielle sachant que la masse du composé B obtenu est  $m_D=17,4\text{g}$ .

### EXERCICE 3

1. Un faisceau de protons quittent la plaque P au point  $O_1$  sans vitesse initiale grâce à une d.d.p appliquée entre deux plaques P et Q telle  $U_0 = U_{PQ} = V_P - V_Q$ .

On veut qu'en  $O_2$  les protons aient une vitesse  $\vec{V}_0$  ayant la direction de la droite ( $O_1O_2$ ) voir figure1.

1.1. Préciser et justifier le signe de  $U_0$ .

1.2. Déterminer l'expression littérale de  $V_0$  en fonction de e (charge élémentaire) de m et de  $U_0$ . Calculer sa valeur numérique

On donne :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ ;  $|U_0|=208,75\text{V}$ ;  $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}\text{Kg}$ .

2. Le faisceau de protons pénètre en suite dans un champ électrostatique  $E$  supposé uniforme existant entre les armatures horizontales A et B d'un condensateur.

Les protons pénètrent dans le champ avec la vitesse initiale  $\vec{V}_0$  horizontale et sortent en S comme l'indique la figure ci-contre.

On donne :  $E = 10^4 \text{ V/m}$ .

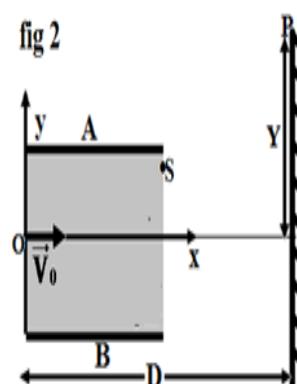
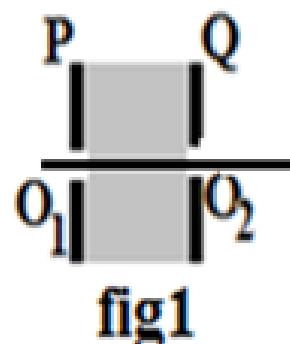
2.1. Préciser le sens de  $E$  et le signe des plaques.

2.2. Ecrire l'équation de la trajectoire dans le champ électrostatique dans le système d'axe ( $O, x, y$ ).

2.3. La longueur des armatures est  $l = 5\text{cm}$ . Déterminer les coordonnées du point S, point de sortie des protons du champ électrique.

2.4. Déterminer les composantes du vecteur  $\vec{V}_S$ , vecteur vitesse des protons au moment où ils passent en S. En déduire la norme du vecteur  $\vec{V}_S$ .

2.5. En déduire la déviation angulaire  $\alpha$  des protons puis la déviation linéaire Y sur l'écran. *On donne:  $D = 12,5\text{cm}$ .*



### EXERCICE 4 :

On donne  $g=10\text{m/s}^2$ ;  $\alpha=30^\circ$ ;  $AB=2\text{m}$ .

1. Un solide S assimilé à un point matériel de masse  $m=100\text{g}$  sur le trajet ABCD. Il passe par le point B avec la vitesse  $V_B=2\text{m/s}$  et arrive en C avec la vitesse  $V_C$ . Le solide S subit sur la partie AB une force de frottement  $f$  d'intensité constante et de sens opposé.

Les frottements sont négligés sur le reste du trajet.

1.1. Trouver l'expression de l'accélération du mouvement sur le trajet AB.

1.2. Trouver la valeur de l'accélération et en déduire l'intensité de la force frottement.

1.3. Quelle est la nature du mouvement sur la partie BC du trajet. Justifier.

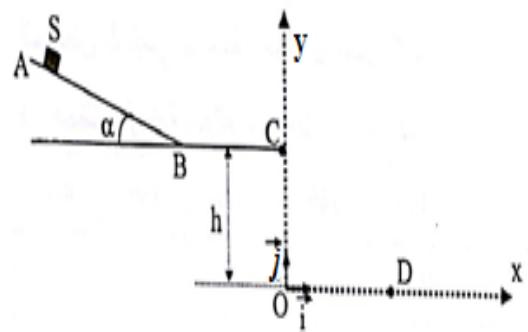
2. Le solide quitte le point C, situé à la hauteur  $h=0,8\text{m}$  au dessus du plan horizontal passant par les points O et D, pour tomber au point D avec la vitesse  $V_D$ .

On considère l'instant de passage par le point C comme origine des temps et on néglige la résistance de l'air et la poussée d'Archimète.

2.1. Trouver l'équation de la trajectoire dans le repère  $(O; i, j)$

2.2. Déterminer la distance entre les points D et O.

2.3. Calculer la vitesse  $V_D$ .



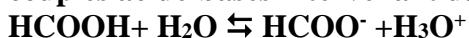
CORRIGE

### Q.C.M

- |             |                   |
|-------------|-------------------|
| ① Réponse A | ⑤ Réponse A       |
| ② Réponse B | ⑥ Réponse A       |
| ③ Réponse B | ⑦ Réponse A       |
| ④ Réponse B | ⑧ Réponses A et B |

### EXOS-N°1 :

1.1. Ecrire l'équation de d'ionisation de l'acide méthanoïque dans l'eau et préciser les couples acide-bases intervenant dans la réaction.



Les couples sont  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$  et  $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$

1.2. Donner le tableau d'avancement de la réaction.

Etat du système	avancement	Quantités de matières $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$			
Etat initial	0	CV	excès	0	0
Etat intermédiaire	x	CV-x		x	x
Etat final	x <sub>f</sub>	CV-x <sub>f</sub>		x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>

1.3. Calculer le taux d'avancement final de la réaction.

$CV-x_m=0 \Rightarrow x_m=CV$  et  $x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]V$  d'où  $\tau_f=x_f/x_m=[\text{H}_3\text{O}^+]/C=10^{-\text{pH}}/C=0,126 < 1$  la réaction est limitée

1.4. Calculer la valeur du pK<sub>a</sub> du couple HCOOH/HCOO<sup>-</sup>

$$pK_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = \text{pH} - \log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C - [\text{H}_3\text{O}^+]} = 3,8$$

2.1. Ecrire l'expression de la constante d'acidité K<sub>a</sub> du couple  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$$

2.2. Trouver la relation entre le pH de la solution en fonction du pK<sub>a</sub> du couple et du rapport

$$\frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$$

$$-\log K_a = -\log \left( \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} \right) = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] - \log \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$$

$$\Leftrightarrow \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]}$$

2.3. En se basant sur le graphique, en déduire la valeur de la constante pK<sub>a</sub> du couple  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ .

Graphiquement si  $\log \left( \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} \right) = 0$  le pH=4,2 alors pK<sub>a</sub>=4,2

**2.4. Lequel des deux acides HCOOH et C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH est le plus fort s'ils ont la même concentration ? Justifier.**

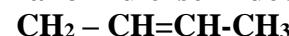
Un acide est d'autant plus fort que son pKa est petit donc HCOOH est plus fort que C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH

**EXOS-N°2 :**

La formule semi développée du but-1-ène :

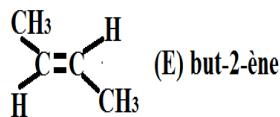
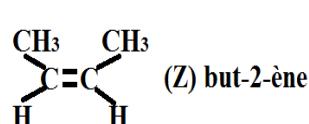


La formule semi développée du but-2-ène :



Le but-2-ène existe sous deux configurations différentes : Le (Z)-but-2-ène et le (E)-but-2-ène.

Les deux stéréo-isomères du but-2-ène sont:

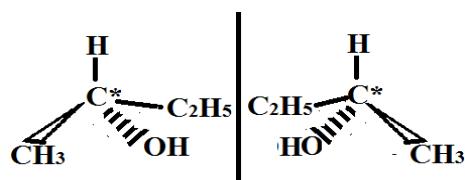


**2.1 Par hydratation du but-1-ène on obtient un mélange de deux alcools:**

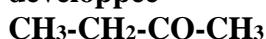
Le composé A est le butan-1-ol de formule semi-développée CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>OH

Le composé B est le butan-2-ol de formule semi-développée CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-C\*HOH-CH<sub>3</sub>

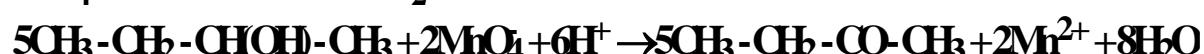
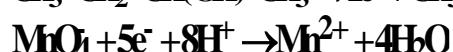
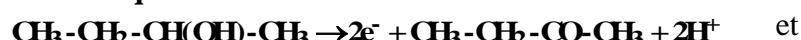
**2.2 D'après la règle de Markownikov l'alcool obtenu de façon prépondérante est le butan-2-ol. C'est une molécule chirale car elle comporte un atome de carbone asymétrique et peut donc exister sous deux formes différentes qui sont deux énantiomères.**



**3.1 Le corps C donne un précipité jaune en présence de la DNPH mais reste sans action sur la liqueur de Fehling ; il s'agit d'une cétone. La cétone est obtenue par oxydation ménagée du corps B qui est un alcool secondaire : Le composé C est la butan-2-one de formule semi-développée**



**3.2 Les équations:**



**3.3.1 L'alcool B réagit avec l'acide éthanoïque en donnant un ester (composé D).**

L'équation de la réaction est :



La réaction entre le butan-2-ol et l'acide éthanoïque donne l'ester D dont le nom est l'éthanoate de 1-méthyl-propyle.

**3.3.2 Les quantités d'acide et d'alcool à la date t=0 :**

Le nombre de mole est donné par la relation :  $n = \frac{m}{M}$

- Pour l'acide de masse molaire moléculaire M=60g/L n<sub>ac</sub>=0,25mol.

- Pour l'alcool de masse molaire moléculaire M=74g/L n<sub>al</sub>=0,25mol.

A l'équilibre le nombre de mole d'ester formé dont la masse molaire est 116g/mol est 0,15mol

Calcul du rendement :  $R = \frac{n_{\text{ester}} \times 100}{(n_{\text{ac}})_0} = \frac{0,15 \times 100}{0,25} = 60\%$

ce rendement étant < à 100% la réaction est partielle

### EXOS-N°3 :

#### 1.1. Le signe de $U_0$

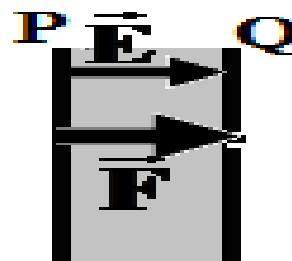
La force  $F$  est dirigé de P vers Q comme  $q$  est positif.  $E$  a le même sens que  $F$  donc il est dirigé de P (+) vers Q (-).

$$V_P > V_Q \text{ soit } U_{PQ} > 0$$

#### 1.2. Calcul de $V_0$

$$\Delta E_C = \sum W_F \Leftrightarrow \frac{1}{2} m V_0^2 = Fd = qU$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}} = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}} \text{ AN: } V_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$



2.1. La déviation étant vers le haut, la force  $F$  est dirigée vers le haut et  $E$  est dirigée vers le haut car  $q > 0$ .

Alors A est chargée négativement et B est chargée positivement. (0,25pt)

#### 2.2. Conditions initiales:

$$\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} V_{0x} = V_0 \\ V_{0y} = 0 \end{cases}$$

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m \vec{a}$$

On projette sur  $Ox$

$$0 = m a_x \Rightarrow a_x = 0 \text{ m.r.u.}$$

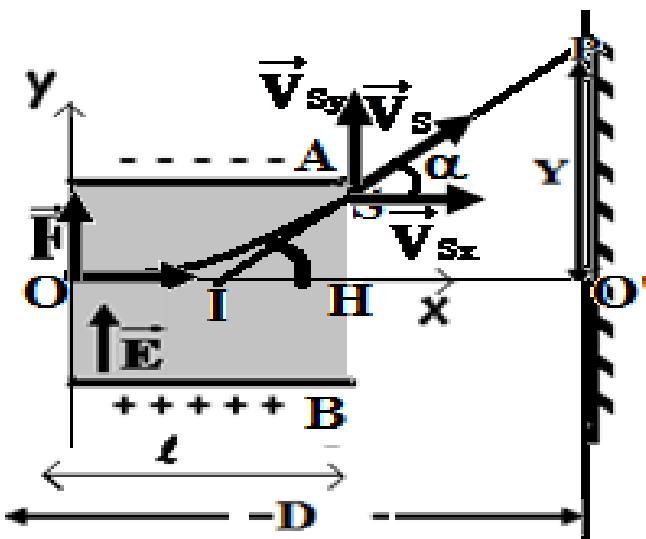
$$\begin{cases} a_x = 0 \\ V_x = V_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = V_0 t \\ (1) \end{cases}$$

On projette sur  $Oy$

$$F = m a_y \Rightarrow a_y = F/m \text{ m.r.u.v}$$

$$\begin{cases} a_y = \frac{F}{m} \\ V_y = \frac{F}{m} t \\ y = \frac{F}{2m} t^2 \quad (2) \end{cases}$$



L'équation de la trajectoire :

(1)  $\Rightarrow t = x / V_0$ ; en remplaçant  $t$  dans (2), on obtient :

$$y = \frac{F}{2mV_0^2} x^2 = \frac{eE}{2mV_0^2} x^2 \text{ AN: } y = 12x^2$$

2.3. Les coordonnées de S :  $x_S = l = 0,05 \text{ m}$

$$y_S = 12x_S^2 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

2.4. La durée du trajet OS

$$t_S = x_S / V_0 = 2,5 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

$$\text{Les coordonnées de } V_S : \quad V_S \begin{cases} V_{Sx} = V_0 = 2 \cdot 10^5 \\ V_{Sy} = \frac{F}{m} t_S = \frac{eE}{m} t_S = 2,4 \cdot 10^5 \end{cases}$$

Déduction de  $V_S$

$$V_S = \sqrt{V_{Sx}^2 + V_{Sy}^2} = 3,12 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

2.5. Calcul de la déviation angulaire  $\alpha$

$$\cos \alpha = \frac{V_{Sx}}{V_S} = \frac{V_0}{V_S} \quad \text{soit } \alpha = 50,13^\circ$$

Calcul de la déviation linéaire Y

$$\tan \alpha = \frac{OP}{OI} = \frac{Y}{OI} \Rightarrow Y = OI \tan \alpha = (D - \frac{l}{2}) \cdot \tan \alpha \Rightarrow Y = 11,9 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

#### EXOS-N°4 :

1.1. L'expression de l'accélération a:

$$\sum F_{\text{ext}} = ma \Leftrightarrow P + R + f = ma$$

Par projection sur AB on obtient :  $f + P \sin \alpha = ma$

$$a = -\frac{f}{m} + g \sin \alpha = \text{cte} \Rightarrow mr.u.v$$

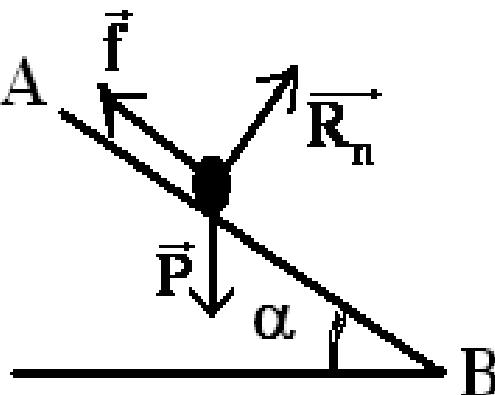
1.2. Calcul de a :

$$V_B^2 = 2aAB \Rightarrow a = \frac{V_B^2}{2AB} = 1 \text{ m/s}^2$$

La valeur de f :

$$a = -\frac{f}{m} + g \sin \alpha \Rightarrow f = m g \sin \alpha - ma \quad \text{Soit : } f = 0,4 \text{ N.}$$

1.3. Nature du mouvement sur BC



$$\sum F_{\text{ext}} = ma \Leftrightarrow P + R = ma$$

Par projection sur BC on obtient :  $0 = ma \Leftrightarrow a = 0 \Rightarrow \text{mr.u}$

2.1. L'équation de la trajectoire

. Conditions initiales:

$$C \begin{cases} x_C = 0 \\ y_C = 0 \end{cases} \quad V_C \begin{cases} V_{Cx} = V_0 \\ V_{Cy} = 0 \end{cases}$$

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\text{On projette sur Ox : } 0 = ma_x \Rightarrow a_x = 0 \text{ m.r.u} \Rightarrow \begin{cases} a_x = 0 \\ V_x = V_c \\ x = V_c t \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{On projette sur Oy : } -mg = ma_y \Rightarrow a_y = -g \text{ m.r.u.v} \Rightarrow \begin{cases} a_y = -g \\ V_y = -gt \\ y = -\frac{g}{2}t^2 + h \end{cases} \quad (2)$$

L'équation de la trajectoire : (1)  $\Rightarrow t = x / V_c$ ; en remplaçant t dans (2), on obtient :

$$y = -\frac{g}{2V_c^2}x^2 + h \text{ AN: } y = -1,25x^2 + 0,8$$

2.2. Calcul de la distance OD = x\_D  $\Rightarrow$  Au point D ; y\_D = 0,

$$\text{Soit } -1,25x^2 + 0,8 = 0 \Rightarrow x_D = \sqrt{\frac{0,8}{1,25}} = 0,8 \text{ m}$$

2.3. Calcul de V\_D

$$\Delta E_C = \sum W_F \Leftrightarrow \frac{1}{2}mV_D^2 - \frac{1}{2}mV_C^2 = mgh \Rightarrow V_D^2 = \sqrt{V_C^2 + 2gh} = 4,47 \text{ m/s}$$

# **EXERCICES CORRIGÉS 7AS/M**

# CHIMIE

## EXERCICE 1:

Un alcool saturé A, à chaîne-carbonée linéaire, a pour formule brute C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>O.

1. Quels sont les isomères possibles (en se limitant aux alcools à chaîne carbonée linéaire) ? Donner leurs formules semi-développées et leurs noms.

2. On oxyde de façon ménagée une masse m = 0,80 g de A par une solution acidifiée de permanganate de potassium de concentration 0,50 mol/L. On obtient un composé organique B qui réagit à chaud avec la liqueur de Fehling pour donner, en particulier, un précipité rouge brique.

2.1 Quels sont la formule et le nom du composé organique B ?

2.2 Préciser la fonction chimique et le nom de A.

2.3 Écrire l'équation bilan de l'oxydation ménagée de A en B par la solution acidifiée de permanganate de potassium.

2.4 Quel volume minimal de solution oxydante de concentration 0,50 mol/L a-t-on utilisé pour oxyder une masse m = 0,80 g de A ?

Données : M(C)=12g/mol ; M(H) = 1g/mol; M(O) = 16g/mol

3. Cette question peut être traitée sans que la formule de l'alcool soit connue.

On notera cette formule R-OH.

On introduit 2.10<sup>-2</sup> mol de A ainsi que 0,92 g d'acide méthanoïque dans un tube scellé qui est dans une étuve. Après 20 minutes, on dose l'acide méthanoïque restant à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 1mol/L.

L'équivalence est obtenue après addition de 12mL de la solution d'hydroxyde de sodium.

3.1 Écrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'alcool A.

Nommer le corps organique formé.

3.2 Déterminer le pourcentage de l'alcool A qui a réagi avec l'acide méthanoïque au bout de 20 minutes. Conclure.

## Corrigé

1 Les formules semi-développées des isomères de A

CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub>–OH Pentan-1- ol

CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> – CH OH - CH<sub>3</sub> Pentan-2- ol

CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CHOH – CH<sub>2</sub> - CH<sub>3</sub> Pentan-3- ol

2.1 Le corps B donne un test positif avec la liqueur de Fehling, le composé B est alors un aldéhyde de formule semi-développée et de nom :

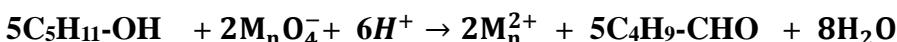
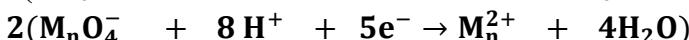
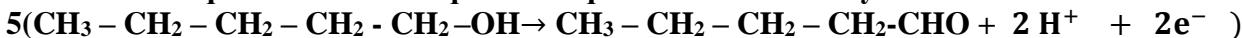
CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> - CHO le pentanal.

2.2 L'alcool A dont l'oxydation ménagée conduit à la formation de B est :

CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub>- CH<sub>2</sub>–OH pentan-1- ol

Fonction: alcool

2.3 les demi-équations électroniques et l'équation bilan de l'oxydation de A :

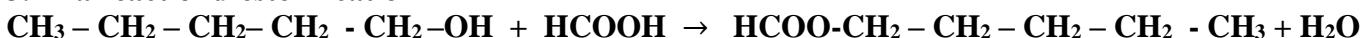


2.4 Le volume de permanganate de potassium utilisé pour oxyder la masse m

D'après l'équation bilan :

$$\frac{n(\text{M}_n\text{O}_4^-)}{2} = \frac{n(\text{A})}{5} \Rightarrow \frac{C \cdot V}{2} = \frac{m}{5M_A} \Rightarrow V = \frac{2m}{5CM_A} = 7,27 \cdot 10^{-3} \text{L}$$

3.1 La réaction d'estérification



Le corps obtenu est le méthanoate de pentyle

3.2 Le pourcentage de l'alcool A.

$$\rho = \frac{n(al)_r}{n(al)_0} = \frac{n(ac)_r}{n(al)_0} = \frac{n(ac)_0 - C_B V_{bE}}{n(al)_0} = \frac{\frac{m}{M} - C_B V_{bE}}{n(al)_0} = 40\%$$

## EXERCICE 2:

**1 Donner les formules semi développées des composés suivants et préciser leurs fonctions :**

(A) 2-méthylpropanal ; (B) Anhydride propanoïque ; (C) Acide 2-méthylpropanoïque ;

(D) Chlorure de propanoyle ; (E) Butan-2-ol.

L'oxydation ménagée du composé A avec une solution de permanganate de potassium ( $\text{MnO}_4^- + \text{K}^+$ )

conduit à un corps organique qui fait rouvrir le papier pH. Ecrire les équations électroniques correspondantes, en déduire l'équation bilan et préciser le nom du composé organique obtenu.

On fait ajouter 20g du composé D sur un alcool  $\text{R}-\text{OH}$  pour obtenir 20,4 g d'un composé organique F. Ecrire l'équation de cette réaction, préciser son nom et ses caractéristiques.

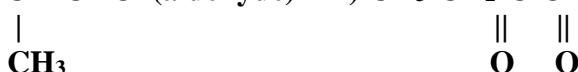
Sachant que le rendement de la réaction est 92,5 %, donner la formule semi développée du composé F et son nom. En déduire la formule et le nom de l'alcool.

On donne : C=12g/mol; O=16g/mol; H=1g/mol; Cl=35,5g/mol.

**Corrigé**

**Les formules semi développées des composés et leurs fonctions :**

A )  $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CHO}$  (aldéhyde) B )  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\parallel}{\underset{\text{O}}{\text{C}}} \text{-O}-\overset{\parallel}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$  (anhydride d'acide)



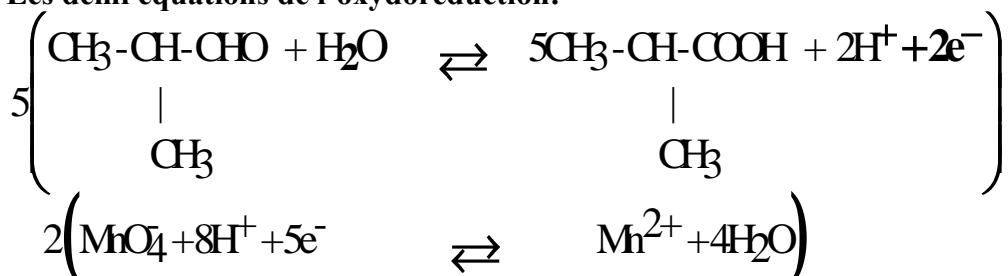
C )  $\text{CH}_3-\overset{|}{\text{CH}}-\text{COOH}$  (acide carboxylique)



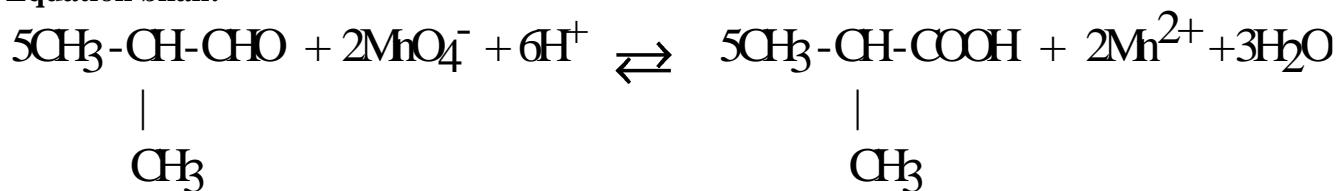
D )  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CClO}$  (Chlorure d'acide)

E )  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$  (alcool)

Les demi équations de l'oxydoréduction:



Equation bilan:



Le composé obtenu est l'acide 2-méthylpropanoïque.

L'équation de la réaction :



C'est une réaction d'estérification qui est rapide, totale et exothermique.

Calcul de la masse molaire du composé F :

$$r = \frac{n_F}{n_D} = \frac{\frac{m_F}{M_F}}{\frac{m_D}{M_D}} = \frac{m_F \cdot M_D}{m_D \cdot M_F} \quad \text{P } M_F = \frac{m_F \cdot M_D}{m_D \cdot r} \quad \text{A.N : } M_F = 102 \text{ g/mol}$$

Détermination de la formule du composé F :  $M_F = 74 + 14n \Rightarrow n=2$  ce qui donne la formule semi développée  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOC}_2\text{H}_5$ . Le nom de cet ester est le propanoate d'éthyle.

D'où la formule  $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}$  de l'alcool dont le nom est l'éthanol.

### EXERCICE 3:

**1.** A la température  $\theta_1=25^\circ\text{C}$ , on oxyde à la date  $t=0$  un volume  $V_1=100\text{mL}$  d'une solution d'iodure de potassium KI de concentration  $C_1=4,8 \cdot 10^{-2}\text{mol/L}$  par un volume  $V_2=100\text{mL}$  d'une solution d'eau oxygénée de concentration  $C_2=4 \cdot 10^{-2}\text{mol/L}$ . On ajoute à ce mélange un volume négligeable d'acide sulfurique très concentré.

- 1.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction.
- 1.2. Calculer à la date  $t=0$  la concentration de  $I^-$  et celle de  $\text{H}_2\text{O}_2$  dans le mélange puis déterminer le réactif en excès.

1.3. On détermine à différents instants la concentration du diiode formé, on obtient la courbe C ci-contre.

1.3.1. Calculer la vitesse moyenne de formation du diiode entre les instants  $t_1=5\text{min}$  et  $t_2=20\text{min}$ .

1.3.2. Définir la vitesse instantanée de formation du diiode et la calculer à l'instant  $t=20\text{min}$ . En déduire la vitesse de disparition de  $I^-$  à cette date. Comment évoluent ces vitesses en fonction du temps. Quel est le facteur cinétique responsable.

1.3.3. Calculer la concentration des ions  $I^-$  et de  $\text{H}_2\text{O}_2$  présents dans le mélange réactionnel à l'instant  $t=30\text{min}$ .

1.4. Déterminer le temps de demi-réaction.

2. On réalise cette réaction dans d'autres conditions expérimentales.

-D'abord à une température de  $25^\circ\text{C}$ , mais avec une solution d'eau oxygénée moins concentrée.

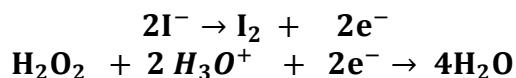
-Avec les mêmes concentrations des réactifs mais à une température de  $35^\circ\text{C}$ .

Les courbes relatives à ces expériences sont données par les courbes C' et C''.

Attribuer à chaque expérience la courbe correspondante. Justifier votre réponse.

**Corrigé**

#### 1.1. Équation bilan de la réaction



#### 1.2. Les concentrations : les volumes $V_1$ et $V_2$ sont égaux.

$$[\text{I}^-]_0 = \frac{C_1 \times V_1}{V_1 + V_2} = \frac{C_1 \times V_1}{2V_1} = \frac{C_1}{2} = 2,4 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{C_2 \times V_2}{V_1 + V_2} = \frac{C_2 \times V_2}{2V_2} = \frac{C_2}{2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Le réactif en excès

$$\frac{[\text{I}^-]_0}{2} = 1,2 \times 10^{-2} \text{ mol/L} \text{ et } \frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_0}{1} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$\frac{[\text{I}^-]_0}{2} > \frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_0}{1}$  alors le  $\text{I}^-$  est le réactif en excès.

#### 1.3.2. La vitesse moyenne de $\text{I}_2$

$$V = \frac{\Delta [\text{I}_2]}{\Delta t} \text{ à } t_1=5\text{min} \quad [\text{I}_2]_1 = 3 \text{ mmol/L} \quad \text{et à } t_2=20\text{min} \quad [\text{I}_2]_2 = 10 \text{ mmol/L}$$

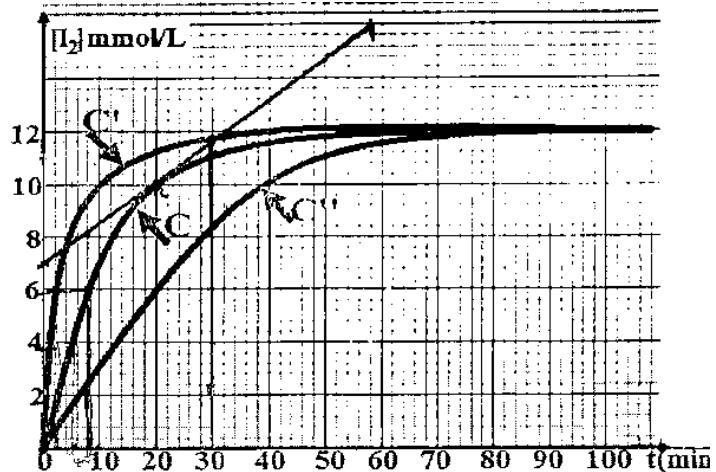
$$V = \frac{[\text{I}_2]_2 - [\text{I}_2]_1}{t_2 - t_1} = \frac{10 - 3}{20 - 5} = \frac{7}{15} = 0,466 \text{ mmol/L/min}$$

#### 1.3.2. La vitesse instantanée à $t=20\text{min}$

$$V = \frac{d[\text{I}_2]}{dt}, \text{ à } t_1=0\text{min} \quad [\text{I}_2]_1 = 7 \text{ mmol/L} \quad \text{et à } t_2=30\text{min} \quad [\text{I}_2]_2 = 11,8 \text{ mmol/L}$$

$$V = \frac{[\text{I}_2]_2 - [\text{I}_2]_1}{t_2 - t_1} = \frac{11,8 - 7}{30 - 0} = \frac{4,8}{30} = 0,133 \text{ mmol/L/min}$$

La vitesse de disparition des ions iodures.  $V_d(\text{I}^-) = 2V_F(\text{I}_2) = 0,266 \text{ mmol/L/min}$



**La vitesse diminue au cours du temps car la concentration des réactifs diminue. Le facteur cinétique est la concentration des réactifs.**

**1.3.3 La composition du mélange à l'instant t= 30min**

**Graphiquement  $[I_2] = 11\text{mmol/L}$  ; d'après l'équation-bilan :**

$$[I_2] = [\text{H}_2\text{O}_2]_d = \frac{[I^-]_d}{2}$$

**Conservation de la matière :**

$$\begin{aligned} [\text{H}_2\text{O}_2]_r &= [\text{H}_2\text{O}_2]_0 - [I_2] = 20 - 11 = 9\text{mmol/L} \\ [I^-]_r &= [I^-]_0 - 2[I_2] = 24 - 22 = 2\text{ mmol/L} \end{aligned}$$

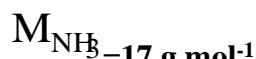
**1.4. Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$**

$$[I_2]_\infty = 12\text{mmol/L}, \frac{[I_2]_\infty}{2} = 6\text{mmol/L} \text{ et } t_{1/2} = 8\text{min}$$

**2. La courbe C' correspond à l'expérience 2, c'est -à -dire que lorsqu'on conserve les mêmes concentrations mais qu'on augmente la température , la vitesse de la réaction augmente au cours du temps.**

**La courbe C'' représente celle de l'expérience 1, avec une diminution de la température du milieu réactionnel donc la vitesse de la réaction diminue.**

#### **EXERCICE 4:**



**Données : Masse molaire de l'ammoniac : Constante d'acidité du couple ion ammonium/ammoniac à 25°C:  $K_A = 6,3 \times 10^{-10}$**

**L'ammoniac, NH<sub>3</sub>, est un gaz qui, dissout dans l'eau, donne une solution basique d'ammoniaque. Des solutions d'ammoniaque vendues dans le commerce sont utilisées, après dilution, comme produit nettoyant et détachant. On se propose d'étudier quelques propriétés de l'ammoniac dissout puis de déterminer sa concentration dans l'un de ces produits.**

**Etude de la solution NH<sub>3</sub>.**

**1.1L'ammoniac est une base en solution aqueuse.**

**Donner la définition d'une base selon Brönsted et écrire l'équation de la réaction entre l'ammoniac et l'eau.**

**1.2 On dissout une quantité de matière d'ammoniac  $n = 2,5 \times 10^{-3}$  mol dans un volume d'eau  $V = 250 \text{ mL}$ . Le pH de la solution S obtenue vaut 10,6. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans la solution. En déduire le pK<sub>A</sub> du couple.**

**2 Détermination de la concentration en ammoniac de la solution commerciale**

**2.1 Dilution de la solution commerciale**

**Afin de déterminer la concentration  $C_0$  de la solution commerciale, on propose de réaliser un titrage acido-basique de la solution commerciale. Celle-ci étant très concentrée, on fabrique par dilution, une solution  $S_1$  de concentration  $C_1$  mille fois plus petite.**

**Parmi les lots de verrerie proposés, choisir, en justifiant, celui que l'on doit utiliser pour réaliser au mieux cette dilution.**

Lot 1	Lot 2	Lot 3
Pipette jaugée 1 mL	Pipette graduée 10 mL	Pipette jaugée 1 mL Fiole jaugée 1 L
Becher 100 mL	Fiole jaugée 1 L	Becher 50 mL
Becher 50 mL	Becher 50 mL	Becher 50 mL

**Titrage acido-basique de la solution diluée.**

**On réalise un titrage pH-métrique de  $V_1 = 20,0 \text{ mL}$  de solution diluée  $S_1$  par une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .**

**Pour obtenir l'équivalence il a fallu verser un volume  $V_{AE} = 14,3 \text{ mL}$  d'acide chlorhydrique.**

**On note que le pH à l'équivalence vaut 5,7.**

**Ecrire l'équation de la réaction de ce dosage.**

**Définir l'équivalence d'un titrage.**

**En déduire  $C_1$  puis  $C_0$ .**

**Parmi les indicateurs colorés suivants, choisir, en justifiant, celui qui pourrait être utilisé pour réaliser ce titrage de façon colorimétrique.**

Indicateur colore	Couleur forme acide	Zone de virage	Couleur forme basique
Rouge de chlorophénol	jaune	5,2 – 6,8	rouge
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7 ,6	bleu
Phénolphthaleine	incolore	8,2 – 10	Rouge violacé

### Corrigé

#### 1. L'étude de la solution NH<sub>3</sub>

1.1 Une base selon Bronsted est une espèce chimique capable de capturer un proton H<sup>+</sup>. L'équation de la réaction de dissolution :  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

1.2 Les espèces chimiques dans la solution : H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>; OH<sup>-</sup>; H<sub>2</sub>O; NH<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Calcul des concentrations :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10,6} = 2,5 \times 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}; [\text{HO}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{-3,4} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{L'électroneutralité : } [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] \text{ Soit } [\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] - [\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{OH}^-] = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Conservation de la matière : } C = [\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+] \Rightarrow [\text{NH}_3] = C - [\text{NH}_4^+]$$

$$C = \frac{n}{V} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ soit } [\text{NH}_3] = 0,96 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{pK}_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 10,6 - \log \frac{0,96 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-4}} = 9,2$$

Déduction du pK<sub>a</sub> :

2 Détermination de la concentration en ammoniac de la solution commerciale

2.1 Dilution de la solution commerciale

Solution mère : C<sub>0</sub> Solution fille: C<sub>1</sub> = C<sub>0</sub>/1000

V<sub>0</sub> volume à prélever V<sub>1</sub> volume préparé

Au cours d'une dilution la quantité de matière de soluté se conserve,

$$\text{Soit } n_0 = n_1 \Leftrightarrow C_0 \times V_0 = C_1 \times V_1 \Leftrightarrow C_0 \times V_0 = \frac{C_0}{1000} \times V_1$$

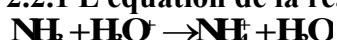
Soit V<sub>0</sub> =  $\frac{1}{1000}$ , il faut prélever un volume 1000 fois plus petit que le volume de solution à préparer.

Les volumes doivent mesurés très précisément, il faut utiliser de la verrerie jaugée.

Seul le lot 3 permet de respecter les proportions entre V<sub>0</sub> et V<sub>1</sub>.

2.2 Dosage acido-basique de la solution diluée

2.2.1 L'équation de la réaction de dosage :



2.2.2 L'équivalence correspond à l'égalité du nombre de mole de l'acide et de la base (n<sub>A</sub>=n<sub>B</sub>).

2.2.3 D'après l'équation chimique de la réaction support du titrage,

à l'équivalence: n<sub>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup></sub> versée = n<sub>NH<sub>3</sub></sub> initiale.

$$C_A \times V_{AE} = C_1 \times V_1 \Rightarrow C_1 = \frac{C_A \times V_{AE}}{V_1} \text{ soit } C_1 = 1,07 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Or C<sub>0</sub> = 1000 × C<sub>1</sub>

C<sub>0</sub> = 10,7 mol.L<sup>-1</sup>

2.2.4 Le pH à l'équivalence vaut 5,7 ; or la zone de virage de l'indicateur coloré doit contenir cette valeur du pH, c'est le rouge de chlorophénol qui convient.

#### EXERCICE 5:

A la température de 25°C et par dissolution de deux acides A<sub>1</sub>H et A<sub>2</sub>H séparément dans l'eau, on prépare deux solutions (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) de même concentration C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub> de pH respectivement PH<sub>1</sub> = 2,9 et pH<sub>2</sub> = 2.

On prélève 50 cm<sup>3</sup> de chacune des deux solutions (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) et on lui ajoute 450 cm<sup>3</sup> d'eau distillée.

Les pH des nouvelles solutions sont respectivement pH<sub>1'</sub> = 3,4 et pH<sub>2'</sub> = 3.

1.1 Etablir l'expression du pH d'une solution aqueuse d'un monoacide fort en fonction de la concentration C de la solution,

**1.2 En déduire la variation du pH qui accompagne la dilution 10 fois d'une solution de monoacide fort.**

**2.1 Comparer les forces relatives des acides A<sub>1</sub>H et A<sub>2</sub>H et déduire que l'un est fort et l'autre est faible**

**2.2 Calculer la valeur commune à C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>.**

**3 On considère la solution de l'acide faible.**

**3.1 Etablir l'expression du pH de la solution d'acide faible en supposant que ce dernier est faiblement dissocié,**

**3.2 Calculer le pKa de l'acide.**

**3. A 20mL de la solution de cet acide on ajoute un volume d'eau V<sub>e</sub>, on remarque que le pH varie de 0,2.**

**3.1 Dire si cette variation est une augmentation ou une diminution. Justifier votre réponse.**

**3.2 calculer V<sub>e</sub>.**

**Corrigé**

**1.1. Le pH d'un monoacide fort est: pH = -Log[H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] ; C = [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] alors pH = -Log C**

**1.2 Après une dilution 10 fois.**

$$C' = \frac{C}{10} \Rightarrow \text{pH}' = -\log \frac{C}{10} = -\log C + \log 10 = \text{pH} + 1 \text{ donc } \Delta \text{pH} = 1$$

**2.a. Suite à la dilution 10 fois de l'acide A<sub>1</sub>H : ΔpH<sub>1</sub> = pH<sub>1'</sub> - pH<sub>1</sub> = 3,4 - 2,9 = 0,5 ≠ 1 : l'acide A<sub>1</sub>H est un acide faible.**

Pour l'acide A<sub>2</sub>H la variation de pH est : ΔpH<sub>2</sub> = pH<sub>2'</sub> - pH<sub>2</sub> = 3 - 2 = 1.

A<sub>2</sub>H est un acide fort.

**b. Les concentrations des deux acides sont identiques.**

$$\text{pH}_2 = -\log C \text{ alors } C = 10^{-\text{pH}_2} = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$C_1 = C_2 = C = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

**3.a. Le pH de la solution de l'acide faible est : pH =  $\frac{1}{2}(pK_a - \log C)$**

**b. Le pKa du couple de cet acide : pKa = 2pH + Log C = 2,2,9 + Log 10<sup>-2</sup> = 3,8**

**c. la dilution entraîne une diminution de la concentration. pH =  $\frac{1}{2}(pK_a - \log C)$**

Si la concentration C diminue, -Log C augmente le pH augmente donc la variation est une augmentation.

**c-1) Le pH varie de 0,2 alors pH' = 2,9 + 0,2 = 3,1**

**c-2) Log C' = -2pH' + pKa = 3,98.10<sup>-3</sup> mol/L, or C'(V + V<sub>e</sub>) = C.V**

$$\Rightarrow V_e = \frac{CV}{C'} - V = \frac{10^{-2}.20}{3,98.10^{-3}} - 20 = 30,25 \text{ mL}$$

**EXERCICE 6:**

**L'acide nitrique HNO<sub>3</sub> est un acide fort.**

**1.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction de dissolution de l'acide nitrique dans l'eau.**

**1.2 Un flacon commercial de 1L d'acide nitrique de densité 1,2 contient en masse 76% de HNO<sub>3</sub>.**

**Quelle est la concentration C de l'acide nitrique ?**

**1.3 On veut préparer deux litres de solution d'acide nitrique de pH=1,5. Quel volume de solution commerciale faut-il utiliser pour cela ?**

**2 On dissout 2,46g de cristaux d'éthanoate de sodium CH<sub>3</sub>COONa dans 0,3L d'eau distillée.**

**2.1 Calculer la concentration de la solution ainsi obtenue.**

**2.2 Le pH de cette solution vaut 8,9 à 25°C, l'éthanoate de sodium est-il une base faible ? Justifier la réponse.**

**2.3 Ecrire l'équation de la réaction entre l'éthanoate de sodium et l'eau. Préciser les couples acide-base mis en jeu dans la réaction.**

**2.4 Calculer les concertations des espèces chimiques présentes dans la solution.**

**2.5 Calculer la constante d'acidité K<sub>a</sub> et en déduire le pK<sub>a</sub> du couple CH<sub>3</sub>COOH/ CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>.**

**Données : H : 1g/mol ; O : 16g/mol ; N : 14g/mol ; ρ<sub>eau</sub>=1g/cm<sup>3</sup> ; Na : 23g/mol.**

### Corrigé

L'équation bilan :  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$

Calcul de la concentration C :  $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$  avec  $m = \frac{76}{100} \rho V = \frac{76}{100} Vdp_{\text{eau}}$

Soit  $C = \frac{76Vdp_{\text{eau}}}{100MV} \Leftrightarrow C = \frac{76dp_{\text{eau}}}{100M}$  A.N :  $C = 14,5 \text{ mol/L}$ .

Le volume de la solution commerciale utilisée :

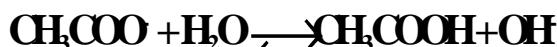
$$CV_i = C_f V_f \Rightarrow V_i = \frac{C_f V_f}{C} \text{ avec } C_f = 10^{\text{pH}} \text{ Soit } V_i = 4,36 \cdot 10^{-3} \text{ L.}$$

La concentration de la solution basique  $C_b$  :

$$C_b = \frac{n}{V} \text{ or } n = \frac{m}{M} \Rightarrow C_b = \frac{m}{MV} \text{ Avec } M = 82 \text{ g/mol Soit } C_b = 10^{-1} \text{ mol/L.}$$

Nature de la solution basique :  $\text{pH} = 8,9$  on a  $\text{pH} \neq 14 + \log C_b = 13$  donc la base est faible.

L'équation de la réaction :  $\text{CH}_3\text{COONa} \xrightarrow{\text{HO}} \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$



Les couples mis en jeux sont :  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  et  $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$

### EXERCICE 7:

1 On prépare une solution d'un acide carboxylique R-COOH de concentration 0,1 mol/L à 25°C.

Le pH de la solution obtenue est égal à 3.

1.1 Dire si cet acide est faible ou fort Justifier votre réponse.

1.2 Ecrire l'équation de dissolution de cet acide dans l'eau.

1.3 Sachant que la dissolution de cet acide est endothermique, quel est l'effet d'une élévation de température sur le pH de la solution.

On ajoute de l'eau à la solution d'acide. Quel est l'effet de cette dilution sur l'ionisation de l'acide.

Une quantité de l'acide carboxylique R-COOH a été obtenu par l'oxydation ménagée de 9g d'un alcool primaire A. On suppose que tout l'alcool primaire a été oxydé en acide. Cette quantité d'acide, dissoute dans l'eau est dosée par une solution de soude. Pour obtenir l'équivalence, il a fallu verser un volume de la solution basique contenant 0,15 mol de soude. Déterminer la masse molaire de l'alcool A. Donner sa formule semi développée et son nom.

### Corrigé

1.1 Pour savoir est ce que l'acide est fort ou faible on va vérifier est ce que  $\text{pH} = -\log C_a$  ou non

$C_a = 0,1 \text{ mol/L}$  et  $\text{pH}$  de la solution est 3.

$-\log 0,1 = 1 \neq 3$  l'acide est faible

1.2  $\text{R}-\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{R}-\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

1.3 L'élévation de la température favorise l'ionisation de l'acide donc augmente la concentration en ions hydronium : le pH diminue.

1.4 L'ionisation de la solution augmente avec la dilution

2. A l'équivalence  $n_a = n_b = 0,15 \text{ mol}$

Au cours de l'oxydation ménagée totale le nombre de mol de l'alcool égal au nombre de mole d'acide obtenu

La formule brute des alcools est :  $C_nH_{2n+2}O$

$$n_{\text{ac}} = n_{\text{al}} = \frac{m_{\text{al}}}{M_{\text{al}}} \Rightarrow M_{\text{al}} = \frac{m_{\text{al}}}{n_{\text{al}}} = \frac{9}{0,15} = 60 \text{ g/mol}$$

$$M = 12n + 2n + 2 + 16 = 14n + 18 = 60 \Rightarrow n = \frac{60 - 18}{14} = 3$$

L'alcool A est :  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$  propan-1-ol

### **EXERCICE 8:**

**1 Le pH d'une solution S<sub>1</sub> d'hydroxyde de sodium est 12. Combien de moles de soude a-t-on dissout dans un litre d'eau pour préparer cette solution ?**

**2 L'acide éthanoïque est un acide faible de constante d'acidité  $K_a = 1,6 \cdot 10^{-5}$ . La mesure du pH d'une solution S<sub>2</sub> de cet acide donne 3,4.**

**2.1 Ecrire l'équation de la réaction de cet acide avec l'eau. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans la solution et en déduire la concentration initiale de la solution S<sub>2</sub>.**

**2.2 Calculer le coefficient d'ionisation  $\alpha$  de cet acide.**

**3. On mélange le volume v<sub>1</sub> = 20cm<sup>3</sup> de la solution S<sub>1</sub> avec un volume v<sub>2</sub> = 40cm<sup>3</sup> de la solution S<sub>2</sub>.**

**3.1 Quel est le pH de ce mélange ? Comment appelle-t-on ce genre de solution ? Quelle propriété remarquable possède ce mélange ?**

**3.2 On ajoute une masse m de soude au mélange précédent le pH devient alors 4,9**

**Déterminer la valeur de cette masse si on néglige la variation du volume.**

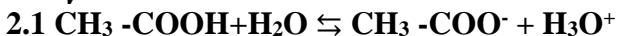
**On donne: Na = 23g/mol; O = 16g/mol; H = 1g/mol.**

### **Corrigé**

**1.**

$$pH=14+\log C_b \Rightarrow C_b=10^{pH-14}=10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$C_b=\frac{n_b}{V} \Rightarrow n_b=C_b \cdot V=10^{-2} \text{ mol}$$



Les espèces chimiques dans la solution sont : H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>O, OH<sup>-</sup>, CH<sub>3</sub>-COOH, CH<sub>3</sub>-COO<sup>-</sup>

Calcul des concentrations :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{pH} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = 2,5 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{-COO}^-]$$

$$[\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{CH}_3\text{-COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{-COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{-COOH}]} \Rightarrow [\text{CH}_3\text{-COOH}] = \frac{[\text{CH}_3\text{-COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{K_a}$$

$$[\text{CH}_3\text{-COOH}] = 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Conservation de la matière :

$$C_a = [\text{CH}_3\text{-COOH}] + [\text{CH}_3\text{-COO}^-]$$

$$C_a = 1,04 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}, \alpha = \frac{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]}{C_a} = 3,8\%$$

$$3.1. \quad n_b = C_b \cdot V_1 \quad \text{et} \quad n_a = C_a \cdot V_2$$

$$C_b \approx C_a, V_2 = 2V_1 \Rightarrow n_b = \frac{n_a}{2}$$

La solution est tampon pH = pKa = -log Ka = 4,8

Le pH de cette solution reste sensiblement constant lorsqu'on lui ajoute une petite quantité d'acide fort ou d'une base forte et lors d'une dilution modérée.

**3.2 Les espèces chimiques dans la solution : Na<sup>+</sup>; H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>O, OH<sup>-</sup>; H<sub>3</sub>-COOH, H<sub>3</sub>-COO<sup>-</sup>**

$$pH = 4,9 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,26 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = 7,9 \cdot 10^{-10} \text{ mol/L}$$

$$pH = pKa = \log \frac{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{-COOH}]} \Rightarrow \frac{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{-COOH}]} = 10^{pH-pKa} = 1,26$$

Conservation de la matière :

$$\frac{C_a V_2}{V_1 + V_2} = [\text{CH}_3\text{-COO}^-] + [\text{CH}_3\text{-COOH}]$$

$$6,9 \cdot 10^{-3} = [\text{CH}_3\text{-COO}^-] + [\text{CH}_3\text{-COOH}]$$

On remplace [CH<sub>3</sub>-COO<sup>-</sup>] par son expression en fonction de [CH<sub>3</sub>-COOH] on trouve

$$[\text{CH}_3\text{-COOH}] \cdot 2,26 = 6,9 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \begin{cases} [\text{CH}_3\text{-COOH}] = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \\ [\text{CH}_3\text{-COO}^-] = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \end{cases}$$

$$\text{E.E.N : } [\text{Na}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{-COO}^-]$$

$$[\text{OH}^-] \ll [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{Na}^+] = [\text{CH}_3 - \text{COO}^-] - [\text{H}_3\text{O}^+] \approx 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Na}^+] = \frac{n}{V_1 + V_2} \Rightarrow n = [\text{Na}^+] \cdot (V_1 + V_2) \approx 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow m_{T(\text{NaOH})} = n \cdot M_{(\text{NaOH})} = g$$

$$[\text{Na}^+]_0 = \frac{CbV_1}{V_1 + V_2} \Rightarrow n_0 = CbV_1$$

$$\text{A.N: } n_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \Rightarrow m_{0(\text{NaOH})} = n_0 \cdot M_{(\text{NaOH})} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

Calcul de masse m ajoutée :  $m = m_r - m_0 = 9,2 \cdot 10^{-3} - 8 \cdot 10^{-3} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ g}$

### EXERCICE 9:

L'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$  réagit avec les ions iodures  $\text{I}^-$  suivant la réaction lente et totale d'équation :



A  $t=0$  on mélange, à une température  $\theta_1$  constante, les solutions aqueuses suivantes :

-une solution ( $S_1$ ) d'iodure de potassium  $\text{KI}$  de concentration  $C_1$  et de volume  $V_1=100 \text{ mL}$  ;

-une solution ( $S_2$ ) d'eau oxygénée de concentration molaire  $C_2$  et de volume  $V_2=80 \text{ mL}$  ;

-une solution d'acide sulfurique de volume  $V_3=20 \text{ mL}$  (L'acide sulfurique est en excès).

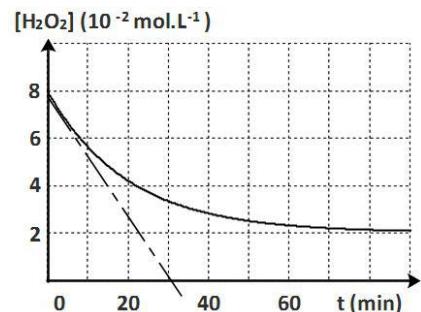
La mesure de la quantité de matière du diiode  $\text{I}_2$  par dosage, a permis de tracer la courbe de la figure ci-contre, donnant l'évolution temporelle de la concentration molaire de  $\text{H}_2\text{O}_2$ .

1. Préciser, en le justifiant, le rôle (catalyseur ou réactif) des ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$  pour la réaction (I).

2. Montrer que les concentrations initiales des ions iodure et de l'eau oxygénée dans le mélange, s'expriment respectivement par :

$$[\text{I}^-]_0 = \frac{1}{2}C_1 \text{ et } [\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{2}{5}C_2$$

3. Compléter, le tableau descriptif de l'évolution de la réaction (I).



4.1. Calculer la vitesse volumique maximale  $V_v(t)$  de la réaction après avoir calculer la vitesse maximale de disparition de  $\text{H}_2\text{O}_2$  à partir de la courbe. Déduire la vitesse maximale de la réaction.

4.2. Expliquer qualitativement comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps ?

Donner le facteur cinétique responsable à cette évolution.

4.3. Calculer la vitesse moyenne volumique entre les instants  $t_0=0$  et  $t_1=20 \text{ min}$ .

5. En exploitant la courbe, déterminer les valeurs des concentrations molaires  $C_1$  et  $C_2$ .

6. On reprend l'expérience précédente à la même température, mais en utilisant, une solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration  $C'_1 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Préciser, en justifiant, si les grandeurs suivantes (augmentent, diminuent ou ne changent pas) par rapport à l'expérience initiale :

- l'avancement maximal de la réaction.

- le temps de demi-réaction.

- la vitesse instantanée de la réaction, à l'instant  $t=0$ .

### Corrigé

1. L'ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  est un réactif car il apparaît dans l'équation-bilan

2. Calcul des concentrations

$$[\text{I}^-]_0 = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{C_1 \times 100}{200} = \frac{C_1}{2} \quad \text{et} \quad [\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{C_2 \times 80}{200} = \frac{2C_2}{5}$$

3. Tableau d'avancement

Etat de système	Avancement x (mol)	Quantité de matière(en mol)					
		2I	+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	+ 2 H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> → I <sub>2</sub> + 4 H <sub>2</sub> O			
Etat (initial) t <sub>0</sub>	0	n <sub>1</sub> =C <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	n <sub>1</sub> =C <sub>2</sub> V <sub>2</sub>		En excès	0	Solvant en excès
Etat intermédiaire t	x	C <sub>1</sub> V <sub>1</sub> -2x	C <sub>2</sub> V <sub>2</sub> -x			x	
Etat (final) t <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	C <sub>1</sub> V <sub>1</sub> -2x <sub>f</sub>	C <sub>2</sub> V <sub>2</sub> -x <sub>f</sub>			x <sub>f</sub>	

#### 4.1. Calcul de la vitesse maximale de ou la vitesse initiale de disparition:

Elle correspond à l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t = 0  
Soit en utilisant les points O (0 ; 8.10<sup>-2</sup>) et B (30; 0)

$$V_d(H_2O_2)(t=0) = -\frac{[H_2O_2]_b - [H_2O_2]_0}{t_2 - t_1} = 2,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$$

Calcul de la vitesse maximale volumique :

$$V_{vol}(t=0) = \frac{V_d(H_2O_2)(t=0)}{1} = 2,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$$

Déduction de la vitesse de la réaction :

$$V_{vol}(t=0) = \frac{V(t=0)}{V_{vol}} \Rightarrow V(t=0) = V_{vol}(t=0) \times V_{vol}$$

$$V(t=0) = 2,67 \cdot 10^{-3} \times 200 \cdot 10^{-3} = 5,34 \cdot 10^{-4} \text{ mol/min}$$

4.2. La vitesse de la réaction diminue au cours du temps car la valeur de la pente de la tangente diminue au cours du temps.

Le facteur cinétique responsable à cette diminution est la concentration des réactifs.

#### 4.3. Calcul de la vitesse moyenne de disparition:

Soit en utilisant les points O (0 ; 8.10<sup>-2</sup>) et C (20; 4.10<sup>-2</sup>)

$$V_{md}(H_2O_2)(t=0) = -\frac{[H_2O_2]_b - [H_2O_2]_0}{t_2 - t_1} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$$

Calcul de la vitesse moyenne volumique :

$$V_{mvol}(t=0) = \frac{V_{md}(H_2O_2)(t=0)}{1} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$$

5. Calcul de C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>: D'après le graphe [H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>]<sub>0</sub>=8.10<sup>-2</sup>mol/L.

$$[H_2O_2]_0 = \frac{2C_2}{5} \Rightarrow C_2 = \frac{5[H_2O_2]_0}{2} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$

D'après l'équation de la réaction :

$$\frac{[H_2O_2]_d}{1} = \frac{[I^-]_0}{2} = \frac{C_1}{4} \Rightarrow C_1 = 4[H_2O_2]_d = 2,4 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$

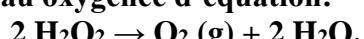
6.-L'avancement maximal de la réaction augmente.

- Le temps de demi-réaction diminue car la réaction est plus rapide.

-La vitesse instantanée de la réaction, à l'instant t=0 augmente car l'augmentation de la concentration augmente la vitesse.

#### EXERCICE 10:

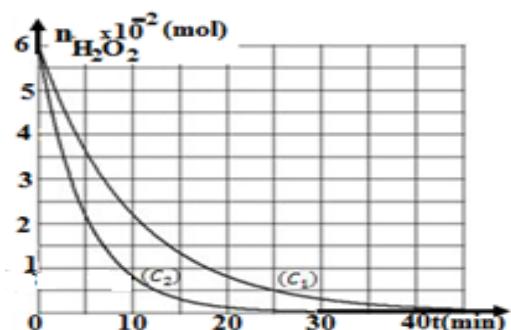
On étudie, à une température T<sub>1</sub> constante, la cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée d'équation:



A un instant t=0, on prépare un système contenant 0,060 mol d'eau oxygénée.

Son volume V<sub>s</sub> = 1L reste constant durant toute l'évolution. La mesure du volume du dioxygène à différents instants, a permis de tracer la courbe (C<sub>1</sub>) de la figure ci-contre donnant l'évolution temporelle de la quantité de matière d'eau oxygénée : n<sub>H2O2</sub> = f(t).

1. En s'aidant d'un tableau d'avancement, exprimer en fonction de la quantité de matière d'eau oxygénée n<sub>H2O2</sub>, l'avancement x(t) : x=f(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).



2. Définir la vitesse instantanée d'une réaction chimique.
3. Déterminer des valeurs approchées de la vitesse de cette réaction aux instants  $t=0$  et  $t = t_{1/2}$ (instant pour lequel  $x=x_f/2$ ).
- Comment varie la vitesse de la réaction au cours de temps ? Interpréter cette variation.
4. Déterminer la composition du système à  $t=10\text{min}$ .
5. Dans les mêmes conditions expérimentales, on prépare un deuxième système identique au premier, mais à une température  $T_2 \neq T_1$ . On obtient la courbe ( $C_2$ ).
- 5.1. Justifier graphiquement, que la température est un facteur cinétique.
- 5.2. En déduire si la température  $T_2$  est inférieure ou supérieure, à la température  $T_1$ .

**Corrigé**

**1. Tableau d'avancement**

Etat de la réaction	Avancement	Quantité de la réaction $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$		
Etat initial	0	0,06	0	0
Etat intermédiaire	x	0,06 - 2x	x	2x
Etat final	$x_f$	0,06 - 2 $x_f$	$x_f$	2 $x_f$

$$\text{Expression de l'avancement } x : n_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,06 - 2x \Rightarrow x = \frac{0,06 - n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2}$$

2. La vitesse de la réaction est la dérivée par rapport au temps de l'avancement x de la réaction à cet instant.

$$3. V(t) = \left(\frac{dx}{dt}\right)_t = \frac{d(0,06 - n_{\text{H}_2\text{O}_2})}{2dt} = -\frac{dn_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2dt} :$$

La valeur de la vitesse à un instant donné est égale à l'opposé de la moitié de la pente de la tangente à la courbe ( $C_1$ ) à l'instant considéré.

$$-V(0) = -\frac{\Delta n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2\Delta t} \approx 6 \text{ mmol/min} \Rightarrow -V(t_{1/2}) = V(7\text{min}) = -\frac{\Delta n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2\Delta t} \approx 2 \text{ mmol/min}$$

4. La composition du mélange :  $n_{\text{H}_2\text{O}_2} \approx 0,022 \text{ mol} \Rightarrow x = 0,019 \text{ mol}$  et  $n_{\text{O}_2} = x = 0,019 \text{ mol}$  et  $n_{\text{H}_2\text{O}} = 2x = 0,038 \text{ mol}$

5.1. Les pentes des tangentes à l'origine pour les deux courbes, sont différentes les deux vitesses initiales sont différentes la température est un facteur cinétique.

5.2. La pente de la tangente à l'origine pour ( $C_2$ ), est plus grande que celle de ( $C_1$ ) la valeur de la vitesse initiale associée à ( $C_2$ ) est supérieure à celle de ( $C_1$ )  $\Rightarrow T_2 < T_1$ .

**EXERCICE 11:**

En présence d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ , on mélange dans un ballon, la quantité  $n_0 = 0,5 \text{ mol}$  d'acide propanoïque  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$  avec la même quantité  $n_0 = 0,5 \text{ mol}$  de propan-2-ol  $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ , puis on chauffe le mélange réactionnel pendant une certaine durée.

1. Quel est le nom de la réaction qui se produit entre l'acide propanoïque et le propan-2-ol? Citer deux caractéristiques de cette réaction.

2. Ecrire à l'aide des formules semi-développées, l'équation bilan de la réaction et donner le nom du produit organique E obtenu.

3. La figure donne la représentation graphique de la quantité  $n_E$  d'ester formé en fonction du temps

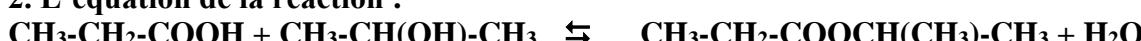
3.1. Calculer la vitesse de la réaction à l'instant  $t=3,5\text{h}$ .

3.2. Quel est le rôle des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ ? Quels noms donne-t-on aux composés qui jouent le même rôle ?

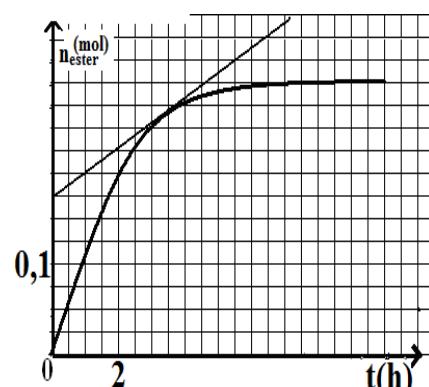
**Corrigé**

1. La réaction entre un acide carboxylique et un alcool s'appelle une esterification. Elle est lente et limitée ou bien lente et athermique ou bien limitée et athermique.

2. L'équation de la réaction :



Le produit organique obtenu est le propanoate de méthyl-éthyle



**3.1. La composition du mélange à l'équilibre : La courbe montre que  $n(E)=0,3\text{mol}$**

Donc  $n(E)_{\text{éq}}=n(\text{eau})_{\text{éq}}=0,3\text{mol}$  et  $n(\text{ac})_{\text{éq}}=n(\text{al})_{\text{éq}}=0,2\text{mol}$

$$\text{Calcul de K : } K = \frac{n(E)_{\text{éq}} * n(\text{eau})_{\text{éq}}}{n(\text{ac})_{\text{éq}} * n(\text{al})_{\text{éq}}} = 2,25$$

**3.2. Calcul de la vitesse de la formation de l'ester E à  $t=3,5\text{h}$  :**

$$V(E) = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} = \frac{0,35 - 0,175}{6,5 - 0} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/h}$$

$$\text{Deduction de la vitesse V de la réaction : } V = \frac{V(E)}{1} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/h}$$

**3.3. Le rôle de l'ion hydronium est d'accélérer la réaction.**

Les composés jouant le même rôle sont appelés des catalyseurs.

### EXERCICE 12:

On prépare une solution aqueuse  $S_A$  d'un acide carboxylique  $\text{RCOOH}$  en dissolvant une masse  $m=450\text{mg}$  de cet acide dans un volume d'eau  $V_e=500\text{mL}$ . La dissolution de cette masse ne modifie le volume.

On prélève un volume  $V_A=10\text{mL}$  de cette solution  $S_A$  qu'on dose à l'aide d'une solution basique  $S_B$  d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ ) de concentration molaire  $C_B=10^{-2}\text{mol/L}$ .

On obtient l'équivalence acido-basique si on ajoute un volume  $V_B=15\text{mL}$  de la solution  $S_B$ .

On donne : C : 12g/mol ; H : 1g/mol ; O : 16g/mol

1.Détermination de la formule de l'acide carboxylique.

1.1.Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

1.2.Calculer la concentration molaire  $C_A$  de l'acide et déterminer sa formule brute.

2.Détermination de la valeur du  $pK_A$  du couple  $\text{RCOOH}/\text{RCOO}^-$ .

On prélève un volume  $V$  de la solution  $S_A$ , on mesure son pH et on trouve  $\text{pH}=3,3$ .

2.1.En utilisant le tableau d'avancement du système, exprimer l'avancement  $x_f$  de la réaction de

l'acide avec l'eau en fonction de  $V$  et du pH puis , trouver l'expression :  $\frac{[\text{RCOOH}]}{[\text{RCOO}^-]} = C_A \cdot 10^{pH} - 1$

2.2. Déduire la valeur du  $pK_A$  du couple  $\text{RCOOH}/\text{RCOO}^-$ .

*Corrigé*

1.1. L'équation de la réaction du dosage :  $\text{R-COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{R-COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

1.2. Calcul de  $C_A$  : À l'équivalence  $C_A V_A = C_B V_B \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

Calcul de la masse molaire :  $C_A = \frac{n}{V_s} = \frac{m}{M V_s} \Rightarrow M = \frac{m}{C_A V_s} = 60 \text{ g/mol}$

Détermination de la formule brute :  $M = 14n + 32 \Rightarrow n = \frac{M - 32}{14} = 2$  D'où la formule  $\text{CH}_3\text{-COOH}$

2. Tableau d'avancement :

Etat de la réaction	Avancement	$\text{RCOOH}$	$+ \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{RCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
Etat initial	0	CV		excès	0
Etat intermédiaire	x	CV-x			x
Etat final	$x_f$	CV- $x_f$			$x_f$

L'expression de  $x_f$  :  $x_f = n_{\text{H}_3\text{O}^+} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot V = 10^{-pH} \cdot V$

Démonstration de l'expression : D'après l'électroneutralité  $[\text{RCOO}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]_f$

D'après la conservation de la matière  $[\text{RCOOH}] = C_A - [\text{RCOO}^-] = C_A - [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\frac{[RCOOH]}{[RCOO^-]} = \frac{C_A - [H_3O^+]}{[H_3O^+]} = \frac{C_A}{[H_3O^+]} - 1 = C_A \cdot 10^{PH} - 1$$

## 2.2. Déduction du pKa

$$\frac{[RCOOH]}{[RCOO^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a} \text{ soit } \frac{[H_3O^+]}{K_a} = C_A \cdot 10^{PH} - 1$$

$$\Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]}{C_A \cdot 10^{PH} - 1} \Rightarrow pK_a = -\log\left(\frac{10^{PH}}{C_A \cdot 10^{PH} - 1}\right) = 4,76$$

### 2.3.1. Ce mélange est une solution tampon

### 2.3.2. Calcul de V<sub>A</sub> et V<sub>B</sub> :

$$n_A = 2n_B \Leftrightarrow C_A V_A = 2C_B V_B \Rightarrow V_A = \frac{2C_B V_B}{C_A}$$

$$\text{d'autre part } V_A + V_B = V \text{ soit } V_B = \frac{V}{\frac{2C_B V_B}{C_A} + 1} = 36 \text{ mL et } V_A = 48 \text{ mL}$$

### EXERCICE 13:

En présence d'ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>; on mélange dans un ballon la quantité n<sub>0</sub> = 0,5 mol d'acide propanoïque CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH avec la même quantité n<sub>0</sub> = 0,5 mol de propan-2-ol

CH<sub>3</sub>-CH(OH)-CH<sub>3</sub>; puis on chauffe le mélange réactionnel pendant une certaine durée.

1. Quel est le nom de la réaction qui se produit entre l'acide propanoïque et le propan-2-ol?

Citer deux caractéristiques de cette réaction.

2. Ecrire à l'aide des formules semi-développées, l'équation bilan de la réaction et donner le nom du produit organique E obtenu.

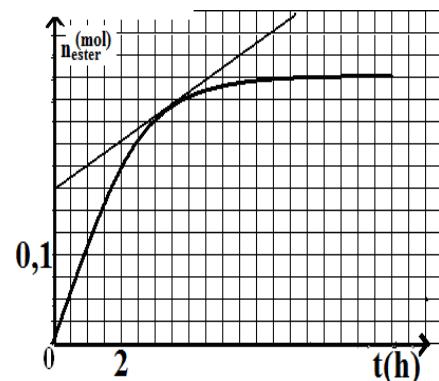
3. La figure donne la représentation graphique de la quantité n<sub>E</sub> d'ester formé en fonction du temps

3.1. Calculer le rendement de cette réaction. Conclure.

3.2. Donner le nom et la formule semi-développée d'un autre composé organique dont la réaction totale avec le propan-2-ol donne le même composé E?

3.3. Calculer la vitesse de la réaction à l'instant t=3,5h.

3.4. Quel est le rôle des ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> dans cette réaction? Quel nom donne-t-on aux composés qui jouent le même rôle ?

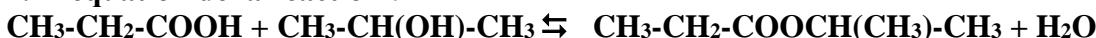


### Corrigé

1. La réaction entre un acide carboxylique et un alcool s'appelle une estérification.

Elle est lente et limitée ou bien lente et athermique ou bien limitée et athermique.

2. L'équation de la réaction :



Le produit organique obtenu est le propanoate de méthyl-éthyle

3.1. Calcul du rendement :  $r = \frac{n(E)_{eq} * 100}{n_0(ac)} = 60\%$

La réaction est limitée

3.2. Pour obtenir le même ester à partir du même alcool lors d'une réaction totale ; on remplace l'acide carboxylique soit : par le chlorure du propanoyle CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COCl par l'anhydride propanoïque CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CO-O-CO - CH<sub>2</sub> -CH<sub>3</sub>.

3.3. Calcul de la vitesse de la formation de l'ester à t=3,5h

$$V(E) = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} = \frac{0,35 - 0,175}{6,5 - 0} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/h}$$

Déduction de la vitesse V de la réaction :  $V = \frac{V(E)}{1} = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/h}$

3.4. Le rôle de l'ion hydronium est d'accélérer la réaction.

Les composés jouant le même rôle sont appelés des catalyseurs.

### **EXERCICE 14:**

L'ammoniac  $\text{NH}_3$  est un gaz soluble dans l'eau qui donne une solution basique.

Les solutions commerciales d'ammoniac très concentrées sont utilisées dans les produits de nettoyage après dilution.

Cet exercice vise à étudier certaines caractéristiques de l'ammoniac et de l'hydroxylamine  $\text{NH}_2\text{OH}$  dissous dans l'eau et déterminer la concentration de l'ammoniac dans un produit commercial à l'aide de son dosage par une solution d'acide chlorhydrique de concentration connue.

Données :  $\rho_{\text{eau}}=1000\text{g/L}$ ,  $\text{H} : 1\text{g/mol}$ ;  $\text{Cl} : 35,5\text{g/mol}$ .

1. Préparation de la solution d'acide chlorhydrique.

On prépare une solution  $S_A$  d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A=0,015\text{mol/L}$  en diluant une solution commerciale de cet acide de concentration  $C_0$  de densité  $d=1,15$  et de pourcentage massique 37%. Montrer que  $C_0=11,66\text{mol/L}$  environ.

2. Etude de quelques propriétés d'une base dissoute dans l'eau.

On considère une solution de base B faible de concentration C; on montre que  $\tau = \frac{[\text{OH}^-]}{C}$ , et que

$$K_A = \frac{Ke(1-\tau)}{C\tau^2} \quad \text{avec } \tau \text{ le taux d'avancement et } K_A \text{ la constante d'acidité du couple } \text{BH}^+/\text{B}.$$

2.1. On mesure le  $\text{pH}_1$  d'une solution  $S_1$  d'ammoniac  $\text{NH}_3$  et le  $\text{pH}_2$  d'une solution  $S_2$  d'hydroxylamine  $\text{NH}_2\text{OH}$  de mêmes concentrations  $C=10^{-2}$  mol/L et on trouve  $\text{pH}_1=10,6$  et  $\text{pH}_2=9$ .

Calculer les valeurs  $\tau_1$  et  $\tau_2$  du taux d'avancement respectivement de la dissolution de  $\text{NH}_3$  et  $\text{NH}_2\text{OH}$  dans l'eau.

2.2. Calculer les valeurs des constantes  $\text{pK}_{A1}$  et  $\text{pK}_{A2}$  des couples  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  et  $\text{NH}_3^+\text{OH}/\text{NH}_2\text{OH}$ .

On donne  $Ke=10^{-14}$

3. Dosage de la solution diluée d'ammoniac :

A partir d'une solution commerciale  $S_B$  d'ammoniac de concentration  $C_B$ , on prépare par dilution une solution S de concentration  $C'=C_B/1000$ .

Pour déterminer la concentration  $C_B$ , on réalise un dosage pH-métrique d'un volume  $V=20\text{mL}$  de la solution S par la solution  $S_A$  d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A=0,015\text{mol/L}$ .

3.1. Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

3.2. Sachant que le volume versé à l'équivalence est  $V_{AE}=14,2\text{mL}$ , calculer la valeur de  $C'$  et en déduire  $C_B$ .

#### **Corrigé**

$$1. \text{ Calcul de } C_0 : C_0 = \frac{\rho_{\text{eau}} \%}{M} = \frac{1,15 * 1000 * 37}{36,5 * 100} = 11,657 \approx 11,66 \text{ mol/L}$$

$$\tau_1 = \frac{[\text{OH}^-]}{C} = \frac{10^{14-\text{pH}_1}}{C} = 4 \cdot 10^{-2}$$

$$2.1. \text{ Calcul des taux : } \tau_2 = \frac{[\text{OH}^-]}{C} = \frac{10^{14-\text{pH}_2}}{C} = 10^{-3}$$

$$\text{pK}_{A1} = -\log K_{A1} = -\log \frac{Ke(1-\tau_1)}{C\tau_1^2} = 9,22$$

$$2.3. \text{ Calcul des valeurs du pK}_A : \text{pK}_{A2} = -\log K_{A2} = -\log \frac{Ke(1-\tau_2)}{C\tau_2^2} = 6$$

3.1. L'équation de la réaction :  $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

$$3.2. \text{ Calcul de } C' : \text{À l'équivalence } n_{AE} = n_B \Leftrightarrow C'V = C_A V_{AE} \Rightarrow C' = \frac{C_A V_{AE}}{V} = 0,01065 \text{ mol/L}$$

Déduction de  $C_B = 1000C' = 10,65 \text{ mol/L}$

### **EXERCICE 15:**

Un ester E contient, en masse, 62% de carbone.

Montrer que la formule de E est  $C_6H_{12}O_2$ . On donne ; C : 12g/mol ; H=1g/mol et O :16g/mol.

2. L'hydrolyse de l'ester E par action de l'eau produit deux corps A et B dont l'étude permet de préciser la structure de E.

#### **2.1. Etude de A**

Le corps A peut être obtenu par hydratation d'un alcène C à chaîne linéaire et à 4 atomes de carbone.

Écrire à l'aide des formules brutes l'équation-bilan de la réaction d'hydratation.

Sachant qu'un seul isomère est obtenu, donner les formules semi-développées de A et de C.

#### **2.2. Etude de B**

2.2.1. Le composé B est obtenu à partir d'un alcool D à la fin des réactions suivantes :



Préciser les fonctions de F et de B.

Préciser une expérience qui permet d'identifier la fonction de F.

(0,75pt)

2.2.2. Le composé B réagit avec le chlorure de thionyle  $SOCl_2$  selon la réaction suivante :



D'autre part, en présence d'un déshydratant comme  $P_4O_{10}$  ;



Préciser les fonctions respectives de G et de Q.

#### **2.3. Synthèse de E**

L'ester E peut s'obtenir de différentes manières :



Préciser les formules semi-développées des composés G, Q et E.

### **Corrigé**

#### **1. Détermination de la formule de l'ester E**

$$\%C = \frac{12n}{14n+32} \Leftrightarrow \frac{62}{100} = \frac{12n}{14n+32} \Leftrightarrow 62(14n+32) = 1200n \Leftrightarrow 32n = 1984 \Rightarrow n = \frac{1984}{32} \approx 6$$

D'où la formule brute  $C_6H_{12}O_2$

2.1. Etude de A :  $C + H_2O \rightarrow A$  et  $C_4H_8 + H_2O \rightarrow C_4H_9OH$

L'alcène C ne peut être que le but-2-ène :  $CH_3-CH=CH-CH_3$

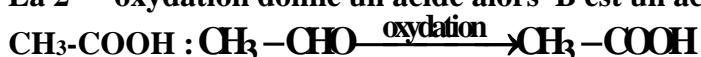
et A est le butan-2-ol  $CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$

#### **2.2. Etude B :**



Précisons les fonctions de F et B : D est un alcool dont la 1<sup>ère</sup> oxydation donne un aldéhyde F de formule :  $CH_3-CHO$  :  $CH_3-CH_2OH \xrightarrow{\text{oxydation}} CH_3-CHO$

La 2<sup>ème</sup> oxydation donne un acide alors B est un acide carboxylique de formule



La fonction de F peut être identifiée par l'action de la liqueur de Fehling (ou les réactif de Schiff ou de Tollens).

2.2.2.  $B + SOCl_2 \rightarrow G + SO_2 + HCl$  et  $B + B \rightarrow Q + H_2O$

G est un Chlorure d'acyle et Q est un anhydride d'acide

#### **2.3. Synthèse de E :**



Les formules semi-développées de G, Q et E :

B :  $CH_3-COOH$  acide éthanoïque, donc G est  $CH_3-COCl$

Q est  $CH_3-COOOC-CH_3$  et E est  $CH_3COOCH(CH_3)-CH_2-CH_3$

### EXERCICE 16:

Toutes les solutions sont maintenues à 25° C où le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ .

On donne : - Les masses molaires en g/mol :  $M(O) = 16$  ;  $M(C) = 12$  ;  $M(H) = 1$ .

-  $pK_a (C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-) = 4,9$

- Zone de virage du bleu de bromothymol : 6 – 7,6.

On dissout 1,11 g d'acide propanoïque ( $C_2H_5COOH$ ) dans 150 mL d'eau distillée.

La solution  $S_0$  ainsi obtenue a un pH = 2,45.

1. Montrer que l'acide propanoïque est un acide faible.

2. On prépare une solution S en ajoutant à 100 mL de  $S_0$  un volume  $V_e$  d'eau distillée.

Le pH de la solution S obtenue est égal à 3.

2.1. Déterminer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution S.

2.2. En déduire la concentration C de la solution S et Calculer  $V_e$ .

3. Un volume  $V = 100$  mL de la solution S est dosé par une solution de soude de concentration  $C_b = 2 \cdot 10^{-1}$  mol/L en présence de quelques gouttes de bleu de bromothymol.

3.1. Quelle est la nature de la solution obtenue à l'équivalence (acide, basique ou neutre) ?

Déterminer la concentration molaire  $C'$  de cette solution.

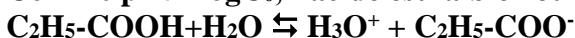
3.2. Calculer la valeur du pH de la solution à l'équivalence en utilisant une relation entre le pH, le  $pK_a$  et la concentration  $C'$ .

3.3. Le bleu de bromothymol est-il un indicateur approprié pour ce dosage ? Justifier.

#### *Corrigé*

1. Nature de l'acide : Calcul de  $C_0$  :  $C_0 = \frac{n}{V_s} = \frac{m}{M \cdot V_s} = 0,1 \text{ mol/L}$

Comme  $\text{pH} \neq -\log C_0$ , l'acide est faible ou bien  $C_0 \neq 10^{-\text{pH}}$  l'acide est faible



2.1. Bilan qualitatif et quantitatif des espèces dans le mélange :



Calcul des concentrations :  $[H_3O^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ mol/L}$   $[OH^-] = 10^{14-\text{pH}} = 10^{-11} \text{ mol/L}$

D'après l'électroneutralité :  $[H_3O^+] [OH^-] = [C_2H_5-COO^-]$

Comme  $[OH^-]$  est négligeable devant  $[H_3O^+]$  Il vient :  $[H_3O^+] [C_2H_5-COO^-] = 10^{-3} \text{ mol/L}$

D'après  $K_a$  :

$$K_a = \frac{[H_3O^+] [C_2H_5-COO^-]}{[C_2H_5-COOH]} \Rightarrow [C_2H_5-COOH] = \frac{[H_3O^+] [C_2H_5-COO^-]}{K_a}$$

$$\Rightarrow [C_2H_5-COOH] = 10^{-\text{pH} + pK_a} \cdot [C_2H_5-COO^-] \Rightarrow [C_2H_5-COOH] = 10^{-3 + 4,9} \cdot 10^{-3} = 10^{-1,1} = 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

2.2. Déduction de la concentration :

$$C = [C_2H_5-COOH] + [C_2H_5-COO^-] \Leftrightarrow C = 7,8 \cdot 10^{-2} + 10^{-3} \approx 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{Calcul de } V_e : C_0 V_0 = CV \Rightarrow C_0 V_0 = C(V_0 + V_e) \Rightarrow V_e = V_0 \left( \frac{C_0}{C} - 1 \right) = 10^{-1} \left( \frac{0,1}{0,08} - 1 \right) = 25 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

3.1. Nature de la solution à l'équivalence

A l'équivalence lors du dosage d'un acide faible par une base forte la solution est basique

Calcul de  $C'$  à l'équivalence :

$$C = \frac{n_b}{V_s} = \frac{C_b V_{be}}{V + V_{be}} \text{ avec } V_{be} = \frac{CV}{C_b} = \frac{8 \cdot 10^{-2} \times 100}{2 \cdot 10^{-1}} = 40 \text{ mL}$$

$$\text{d'où } C = \frac{2 \cdot 10^{-1} \cdot 40}{140} = 5,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$3.2. \text{ Calcul de } pHe : pHe = \frac{1}{2}(pK_a + \log C + pKe) \Rightarrow pHe = \frac{1}{2}(4,9 + \log 5,7 \cdot 10^{-2} + 14) \approx 8,83$$

3.3. Le bleu de bromothymol n'est l'indicateur approprié car  $pHe \notin [6-7,6]$ .

# PHYSIQUE

## EXERCICE 1:

Un mobile M de masse  $m = 1 \text{ kg}$ , peut glisser sans frottement le long de la ligne de plus grande pente x'Ox d'un plan incliné faisant un angle  $\alpha$  par rapport au plan horizontal. Il est attaché à un fil inextensible tendu parallèlement à l'axe x'Ox.

Ce fil exerce une force de traction de norme T sur le mobile. À l'instant

$t = 0$ , le mobile M est au repos son centre d'inertie est en O (origine de l'axe), et on applique au fil une traction qui fait gravir à M le plan incliné ; à l'instant  $t_1=2\text{s}$ , le fil casse.

Un capteur optique, couplé à un ordinateur, mesure la vitesse V du mobile.

Le graphique  $V = f(t)$  est donné ci-dessous. On prendra  $g=10\text{m.s}^{-2}$ .

A°/ On s'intéressera maintenant à la seconde phase : le fil casse.

1.a) Déterminer l'expression de l'accélération  $a_2$  en fonction de g et  $\alpha$ .

b) De quel type de mouvement s'agit-il ?

c) Déterminer graphiquement la valeur de  $a_2$  puis en déduire celle de  $\alpha$ .

2) Montrer que l'expression de la vitesse est :  $V_2(t) = -2,5t + 6,5$

3) A partir de quel instant compté, à partir du début du mouvement, le mobile redescend t-il la pente

B°/ Dans un second temps on s'intéressera au mouvement du mobile entre l'instant t compris entre 0 et 2 secondes.

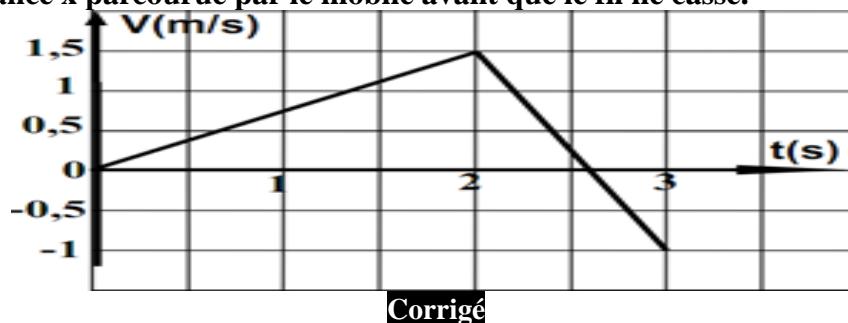
1°/ Donner l'expression littérale de l'accélération  $a_1$  du mouvement.

2.a) A l'aide du graphique déterminer la valeur de l'accélération  $a_1$ .

b) Calculer la valeur de la force de traction T.

c) Quelle est l'influence de la masse sur l'accélération  $a_1$ , à force de traction constante ?

3°/ Calculer la distance x parcourue par le mobile avant que le fil ne casse.



Corrigé

$$\text{A-1.a}^\circ/ \sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_2 \Rightarrow \vec{P} + \vec{Rn} = m \vec{a}_2 \Rightarrow -mg \sin \alpha = m \cdot a_2 \Rightarrow a_2 = -g \sin \alpha$$

b°/ il s'agit d'un MRUV car  $a \neq 0$ .

$$\text{c}^\circ/ \text{d'après le graphe : } a_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-1-1,5}{3-2} = -2,5 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \sin \alpha = -\frac{a_2}{g} = 0,25 \Rightarrow \alpha = 14,47^\circ$$

$$\text{2}^\circ/ V_2(t) = a_2 \cdot (t - 2) + V_0 = -2,5 \cdot (t - 2) + 1,5 \Rightarrow V_2(t) = -2,5t + 6,5$$

$$\text{3}^\circ/ V_2 = 0 \Rightarrow -2,5t + 6,5 = 0 \Rightarrow t = 2,6s$$

$$\text{B-1}^\circ/ \sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_1 \Rightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{Rn} = m \vec{a}_1 \Rightarrow T - mg \sin \alpha = m \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = -g \sin \alpha + \frac{T}{m}$$

$$\text{2.a}^\circ/ \text{d'après le graphe : } a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{1,5-0}{2-0} = 0,75 \text{ m/s}^2$$

$$\text{b}^\circ/ T = mg \sin \alpha + m \cdot a_1 = 1 \cdot 10 \cdot 0,25 + 0,75 \cdot 1 = 3,25N$$

c°/ plus la masse est grande plus que l'accélération  $a_1$  est faible.

$$\text{3}^\circ/ x = \frac{1}{2} a_1 \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \cdot 2^2 = 1,5m$$

## EXERCICE 2:

La force de frottement  $\vec{f}$  agit de A jusqu'au C. On donne AB=2,5m et BC=5m.

Un rail ABCD contenu dans un plan vertical comporte une partie ABC rectiligne posée sur le sol horizontal et une partie CD qui a la forme d'un arc de cercle et de rayon  $r = 0,5\text{m}$  et d'angle au centre  $\alpha = 30^\circ$ (voir fig.1).

Un solide S de masse  $m = 5\text{kg}$ , assimilable à un point matériel, est initialement au repos en A. Il est soumis sur la

portion AB du rail à une force  $\vec{F}$  d'intensité constante faisant l'angle  $\theta = 10^\circ$  avec l'horizontale. Sachant que le solide S passe par les points B et C respectivement par les vitesses  $V_B=9\text{m.s}^{-1}$  et  $V_C=5\text{m.s}^{-1}$

1-1°/ Calculer la valeur de l'accélération du mouvement sur les portions AB et BC.

1-2°/ Calcule l'intensité de chacune des forces  $\vec{f}$  et  $\vec{F}$ .

1-3°/ Déterminer les caractéristiques ( direction , intensité ) de la réaction sur les portions AB et BC.

1-4°/ Déterminer au point D les caractéristiques:

a°/ du vecteur vitesse  $\vec{V}_D$  du solide S.

b°/ de la force  $\vec{R}_D$  exercée par le rail sur le solide S.

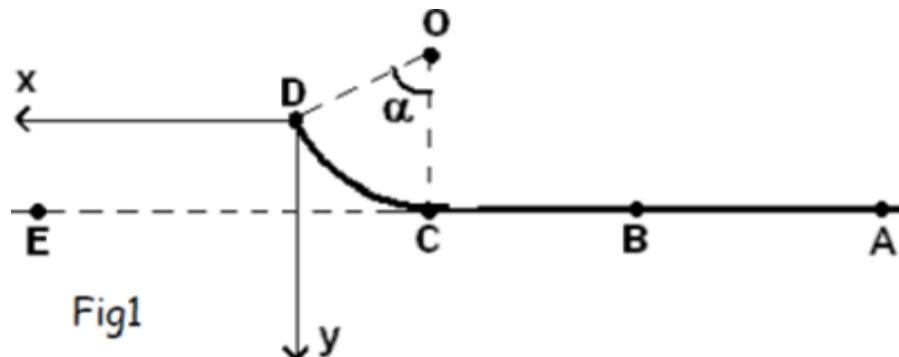
2- En D le solide S quitte le rail avec la vitesse  $V_D$  et effectue alors un mouvement aérien.

2-1 Etablir l'équation de la trajectoire du mouvement du solide S dans le plan (Dxy).

2-2 Déterminer l'altitude maximale atteinte par le solide S.

2-3 Calculer l'abscisse du point de chute E sur le sol puis en déduire la durée du mouvement aérien.

2-4 En utilisant la conservation de l'énergie mécanique entre les points D et E, calculer la vitesse de S en E.



Corrigé

$$1.1^{\circ}/ \begin{cases} -\text{sur AB : } V_B^2 - V_A^2 = 2a_1 \cdot AB \Rightarrow a_1 = \frac{V_B^2 - V_A^2}{2 \cdot AB} = 16,2 \text{m/s}^2 \\ -\text{sur BC : } V_C^2 - V_B^2 = 2a_1 \cdot BC \Rightarrow a_1 = \frac{V_C^2 - V_B^2}{2 \cdot BC} = -5,6 \text{m/s}^2 \end{cases}$$

$$1.2^{\circ}/ \begin{cases} Ec_C - Ec_B = W_{\vec{P}} + W_{\vec{f}} \Rightarrow \frac{1}{2}m \cdot V_C^2 - \frac{1}{2}m \cdot V_B^2 = -f \cdot BC \\ \Rightarrow f = \frac{m(V_C^2 - V_B^2)}{2 \cdot BC} = 28N \\ Ec_B - Ec_A = W_{\vec{P}} + W_{\vec{F}} + W_{\vec{f}} \Rightarrow \frac{1}{2}m \cdot V_B^2 = F \cdot AB \cdot \cos 10^\circ - f \cdot AB \\ \Rightarrow F = \frac{mV_B^2 + 2f \cdot AB}{2 \cdot AB \cdot \cos(10)} = 111N \end{cases}$$

1.3°/ Les caractéristiques de la réaction  $\vec{R}$  :

$$\begin{aligned} \text{- Sur BC : } & \begin{cases} \text{Intensité : } R = \sqrt{f^2 + Rn^2} = \sqrt{f^2 + P^2} = 57,3N \\ \text{Direction : fait } \theta_1 \text{ avec la normale (tang}\theta_1 = \frac{f}{Rn} = 0,56 \Rightarrow \theta_1 = 29^\circ \end{cases} \end{aligned}$$

- Sur AB :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Intensité : } R = \sqrt{f^2 + Rn^2} = \sqrt{f^2 + (mg - F \cdot \sin 10)^2} = 41,6N \\ \text{Direction : fait } \theta_2 \text{ avec la normale (tang}\theta_2 = \frac{f}{Rn} = 0,91 \Rightarrow \theta_1 = 42,3^\circ \end{array} \right.$

1.4-a°/ Les caractéristiques de  $V_D$  :  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Origine : } D \\ \text{Sens : celui du mouvement} \\ \text{Direction : fait } \alpha \text{ avec } Ox \\ \text{Intensité : } Ec_D - Ec_C = W_{\vec{P}} + W_{\vec{Rn}} \Rightarrow \\ \frac{1}{2}m.V_D^2 - \frac{1}{2}m.V_C^2 = -mg.r.(1 - \cos \alpha) \Rightarrow \\ V_D = \sqrt{V_C^2 - 2gr(1 - \cos \alpha)} = 4,47m/s \end{array} \right.$

b°/ Les caractéristiques de  $\vec{R}_D$  :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sens : centripète ; Direction : suivant la normale} \\ \text{Intensité : } \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a} ; \text{par projection sur } (\vec{n}): \\ R = m \left( g \cos \alpha + \frac{V_D^2}{r} \right) = 243N \end{array} \right.$$

2.1°/ Les conditions initiales sont : D (0;0) ;  $\vec{V}_{M1} : \begin{cases} V_D \cdot \cos \alpha \\ -V_D \cdot \sin \alpha \end{cases}$  ;  $\vec{a} : \begin{cases} 0 \\ g \end{cases}$

- Les équations horaires sont :  $\begin{cases} x = V_D \cdot \cos \alpha \cdot t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 - V_D \cdot \sin \alpha \cdot t \end{cases}$

- L'équation de la trajectoire :  $y = \frac{g}{2V_D \cdot \cos \alpha^2} x^2 - \tan \alpha \cdot x = 0,34x^2 - 0,57x$

2.2°/  $H_{max} = |y_s| + r(1 - \cos \alpha)$

$$\frac{dy}{dx} = 0 \Rightarrow 0,68x - 0,57 = 0 \Rightarrow x_s = 0,84m \Rightarrow y_s = -0,24 \Rightarrow H_{max} = 0,3m$$

2.3°/ - l'abscisse du point de chute E : On a  $y_{IE} = r(1 - \cos \alpha) = 0,067$

$$\Rightarrow 0,34x^2 - 0,57x - 0,067 = 0 \Rightarrow \Delta = 0,41 \Rightarrow x_E = 1,78m$$

- La durée du mouvement aérien :  $t = \frac{x_E}{V_D \cdot \cos \alpha} = \frac{1,78}{4,47 \cdot \cos(30)} = 0,46s$

2.4°/  $Em_E = Em_D \Rightarrow Ec_E + Ep_E = Ec_D + Ep_D$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m.V_E^2 = \frac{1}{2}m.V_D^2 + m.g.r.(1 - \cos \alpha) \Rightarrow V_E = \sqrt{V_D^2 + 2gr(1 - \cos \alpha)} = 4,61m/s$$

### EXERCICE 3:

On suppose que la terre est un corps sphérique, homogène de rayon R et de masse M. On désigne par G la constante de gravitation universelle.

1. On rappelle que l'action attractive d'un corps de masse M à symétrie sphérique sur un objet de masse m placé à une distance  $r \geq R$  de son centre est équivalente à celle exercée par une masse ponctuelle M qui serait placée au centre O du corps.

1.1. Donner les caractéristiques de la force de gravitation exercée par la terre sur l'objet de masse m situé à la distance r de son centre C.

1.2. En déduire les caractéristiques du champ de gravitation g en ce point.

1.3. Retrouver la valeur  $g_0$  de g au sol.

AN :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$  ;  $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R = 6400 \text{ km}$ .

**2. Le référentiel géocentrique est considéré comme galiléen; il a son origine au centre O de la terre, et ses axes sont dirigés vers des étoiles fixes.**

**2.1. On considère un satellite ayant par rapport au référentiel géocentrique, une trajectoire circulaire. Montrer que le mouvement est uniforme.**

**2.2. Établir l'expression de la période de révolution T du satellite. Montrer que  $\frac{T^2}{r^3} = \text{constante}$ .**

**2.3. Calculer T lorsque le satellite gravite à l'altitude h = 300 km.**

**3. L'énergie potentielle du satellite dans le champ de gravitation est  $E_p = -G \frac{M.m}{r}$**

**3.1. Où a-t-on choisi la référence de l'énergie potentielle ?**

**3.2. Donner l'expression de l'énergie mécanique totale du satellite dans le champ de gravitation.**

### Corrigé

#### 1.1) Les caractéristiques de la force de gravitation

$$\vec{F} = -\frac{G \cdot m \cdot M}{r^2} \vec{u}$$

-Direction : normale

-Sens : centripète

$$-\text{Intensité : } F = \frac{G \cdot m \cdot M}{r^2}$$

#### 1.2) Les caractéristiques du champ de gravitation g en ce point

$$\text{Expression de } \vec{g} : \vec{g} = -\frac{G \cdot M}{r^2} \vec{u}$$

$$\begin{cases} \text{Direction: normale} \\ \text{Sens: centripète} \\ \text{Intensité: } g = \frac{G \cdot M}{r^2} \end{cases}$$

$$1.3) \text{ La valeur } g_0 \text{ de } g \text{ au sol : } R = r g = \frac{G \cdot M}{r^2}$$

$$\text{A.N: } g_0 = \frac{6,67 \times 10^{11} \times 6 \times 10^{24}}{(6400000)^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

**2.1) Montrons que le mouvement est circulaire**

Appliquons la relation fondamentale de la dynamique :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a} ; \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\text{Projection sur } \vec{\tau} : 0 = m \cdot a_t a_\tau = 0 \Rightarrow a_\tau = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow V = \text{cte}$$

$$\text{Projection sur } \vec{n} : F = \frac{G \cdot m \cdot M}{r^2} = m a_n = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{GM}{v^2} = \text{cte}$$

Donc le mouvement est circulaire uniforme

**2.2) Expression de la période de révolution T du satellite avec  $r = R + h$**

Période : C'est le temps mis par le satellite pour effectuer un tour

Distance parcourue :  $d = 2\pi(R + h)$  or  $d = V \cdot T$

$$T = \frac{d}{V} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{(R + h)^3}{GM}}$$

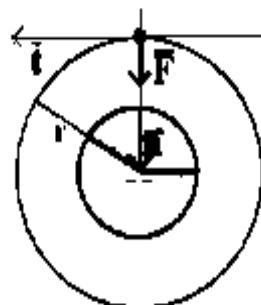
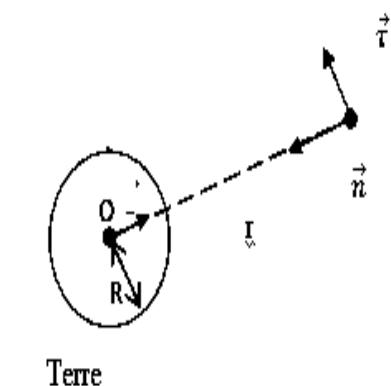
Montrons que  $\frac{T^2}{r^3} = \text{constante} : T^2 = 4\pi^2 \times \frac{r^3}{GM} \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$

#### 2.3) Calcul de la période

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R + h)^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{(6400000 + 300000)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6 \cdot 10^{24}}} = 5444,19 \text{ s}$$

**3.1) La référence de  $E_p$  :**

$$E_p = -\frac{GMm}{r} = \text{cte le choix se fait à l'infini}$$



$$E_{P_\infty} = 0 \Rightarrow cte = 0 \text{ d'où } E_p = -\frac{GMm}{r}$$

**3.2) Expression de l'énergie mécanique totale du satellite :**

$$E_M = E_C + E_P \text{ avec } E_C = \frac{1}{2}mv^2 \text{ or } v^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow E_C = \frac{GmM}{2r} \Rightarrow E_M = \frac{GmM}{2r} - \frac{GmM}{r} = -\frac{GmM}{2r}$$

**EXERCICE 4:**

Un champ électrique est créé par un condensateur plan constitué de deux plaques parallèles et horizontales  $P_1$  et  $P_2$  très longues reliées à un générateur de tension constante  $U=250$  V et séparées d'une distance  $d$ , comme l'indique la figure ci-contre.

Tous les électrons pénètrent dans le champ, supposé uniforme, au point A et sont animés de la même vitesse  $\vec{v}_0$ .

Montrer, par un calcul, qu'il est légitime de négliger la force de pesanteur par rapport à la force électrique pour l'électron.

On veut que le faisceau soit dévié vers le bas.

Reproduire la figure et représenter (sans souci d'échelle) la force qui s'exerce sur la particule à son entrée dans le champ ainsi que le champ électrique et les signes des plaques.

Etablir l'expression cartésienne de la trajectoire.

Déterminer la valeur max de  $y_0$  pour que l'électrons ne touche pas la plaque  $P_1$

A. N :  $m=9.10^{-31}$  kg ;  $v_0 = 1.10^7$  m.s<sup>-1</sup> ;  $d=0,04$  m ;  $e=1,6.10^{-19}$  C.

Déterminer l'abscisse du point P d'impact de l'électron sur la plaque inférieure si  $y_0$  prend la valeur calculée précédemment.

2 Une bille homogène de masse  $m$  est lancée horizontalement avec une vitesse initiale  $v_0 = 14$  m.s<sup>-1</sup>. A l'instant initial, son altitude par rapport au sol est comme l'indique la figure

Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire.

Au moment du lancement, la bille est au point A au dessus du sol. Elle touche le sol au point S. Quelle est la valeur de la distance OA si OS=7,67m.

Dans chaque cas, quelle est l'influence de la masse du corps sur :

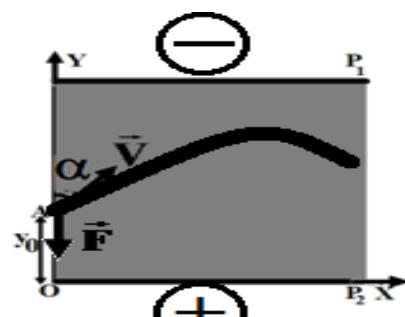
- La force subie par ce corps ?
- L'accélération du mouvement ?

**Corrigé**

Vérification

$P=mg=9.10^{-30}$  N. et  $F=eU/d=1.10^{-15}$  N.

$$\frac{F}{P}=9.10^{15} \Rightarrow P \ll F$$



Signes des plaques :

Les ions étant déviés vers le bas (vers la plaque  $P_2$ ) la force électrique est dirigée vers le bas.

Comme  $q < 0$ ,  $F$  est opposé à  $E$  et  $E$  est dirigé vers les potentiels décroissants c'est-à-dire de la plaque  $P_2$  qui est chargée positivement vers la plaque  $P_1$  qui est chargée négativement.

Etude du mouvement entre  $P_1$  et  $P_2$  :

Conditions initiales :

$$\begin{cases} x_A = x_0 = 0 \\ y_A = y_0 \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} V_{0x} = V_0 \sin \alpha \\ V_{0y} = V_0 \cos \alpha \end{cases}$$

Étude dynamique :  $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{F}{m} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = V_0 \sin \alpha \\ V_y = -\frac{F}{m} t + V_0 \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow OG \begin{cases} x = (V_0 \sin \alpha)t \\ y = -\frac{F}{2m} t^2 + (V_0 \cos \alpha)t + y_0 \end{cases} \quad (1) \quad (2)$$

L'équation de la trajectoire : (1)  $\Rightarrow t = x / (V_0 \sin \alpha)$ ; en remplaçant  $t$  dans (2), on obtient :

$$y = -\frac{F}{2mV_0^2 \sin^2 \alpha} x^2 + x \cot \alpha + y_0$$

$$y = -11x^2 + x + y_0$$

L'ordonnée du point S le plus haut de la trajectoire :

D'après la relation indépendante du temps :

$$V_{Sy}^2 - V_0^2 = 2a_y(y_S - y_0) \Rightarrow y_S = \frac{-V_0^2}{2a_y} + y_0 = \frac{-V_0^2 \cos^2 \alpha}{-2F} + y_0 \Rightarrow y_S = \frac{mV_0^2 \cos^2 \alpha}{2F} + y_0$$

Pour que l'électron ne touche pas la plaque P<sub>1</sub> il faut que

$$y_S < d \Leftrightarrow \frac{mV_0^2 \cos^2 \alpha}{2F} + y_0 < d \Rightarrow y_0 < d - \frac{mV_0^2 \cos^2 \alpha}{2F}$$

$$y_0 < 4.10^{-2} - \frac{9.10^{-31} \cdot (10^7)^2 \frac{1}{2}}{2.10^{-15}} \Leftrightarrow y_0 < 1.75 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

La valeur max pour que l'électron ne touche pas la plaque P<sub>1</sub> est y<sub>0</sub>=1,75cm

L'abscisse du point d'impact P : L'ordonnée du point P est nulle

$$0 = -11x^2 + x + 1.75 \cdot 10^{-2}$$

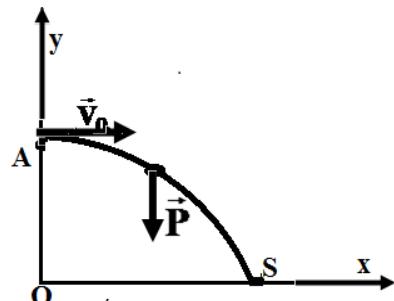
$$\Delta = 1 + 4 \cdot 1.75 \cdot 10^{-2} \cdot 11 = 1.77 \text{ soit } x_P = 0.11 \text{ m}$$

2.1 Les équations horaires du mouvement

$$\text{Conditions initiales : A} \begin{cases} x_0 = x_A = 0 \\ y_0 = y_A \end{cases} \quad \text{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = V_0 \\ V_{0y} = 0 \end{cases}$$

En appliquant la R.F.D, on obtient :  $\sum F_{ext} = ma \Leftrightarrow P = ma$

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \Rightarrow \text{V} \begin{cases} V_x = V_0 \\ V_y = -gt \end{cases} \Rightarrow \text{AM} \begin{cases} x = V_0 t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0 \end{cases} \quad (1)$$



$$\text{L'équation de la trajectoire : (1) donne } t = \frac{x}{V_0} \text{ en remplaçant dans (2), on trouve : } y = -\frac{g}{2V_0^2} x^2 + y_0 \quad (3)$$

2.2 L'abscisse du point S : au point y<sub>S</sub>=0 en remplaçant dans(3), on trouve :

$$0 = -\frac{g}{2V_0^2} x^2 + y_0 \Rightarrow y_0 = \frac{g}{2V_0^2} x^2 = \frac{10}{2 \times 14} 7,67^2 = 1,5 \text{ m}$$

3 L'influence de la masse :

sur la force : la masse n'a pas d'influence sur la force électrique car elle est indépendante de la masse par contre le poids est proportionnelle à la masse.

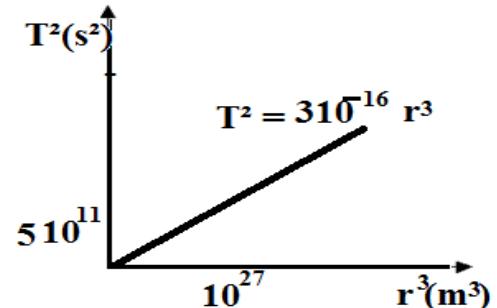
sur l'accélération : l'accélération du mouvement dans le champ est inversement proportionnelle à la masse par contre l'accélération dans le champ de pesanteur est indépendante de la masse.

### **EXERCICE 5:**

Autour de la planète Jupiter gravitent des satellites naturels.

On considère que chaque satellite de masse m n'est soumis qu'à la seule force gravitationnelle de la part de Jupiter de masse M et que les astres ont une répartition de masse à symétrie sphérique. On note r le rayon de la trajectoire circulaire décrite par les satellites autour de Jupiter. r représente la distance entre le centre de Jupiter et le centre du satellite étudié. G représente la constante universelle de gravitation.

1. Donner l'expression vectorielle de la force de gravitation exercée par Jupiter sur un satellite. Représenter cette force sur un schéma.



2. Montrer qu'un satellite est animé d'un mouvement uniforme et exprimer sa vitesse.

3. Choisir parmi les quatre propositions ci-dessous celle qui correspond au satellite le plus rapide.

Justifier.

-le plus proche de Jupiter

-le plus loin de Jupiter

-le plus léger

-le plus lourd

4. À partir de l'expression de la vitesse, établir l'expression de la période de révolution  $T$  d'un satellite autour de Jupiter en fonction de  $r$  et des grandeurs de l'exercice.

$$\frac{T^2}{r^3} = \text{cte}$$

5. Établir la troisième loi de Kepler :  $r^3/T^2 = \text{cte}$

6. L'étude des mouvements des satellites de Jupiter permet de déterminer la période et le rayon de l'orbite de chaque satellite. Sur le graphe ci-contre, on a représenté pour chaque satellite, les valeurs des couples ( $r^3, T^2$ ).

6.1 En observant ce graphe, pourquoi peut-on dire que la troisième loi de Kepler est vérifiée ?

6.2 L'équation de la meilleure droite passant par les points obtenus est :

$T^2 = 3 \cdot 10^{-16} r^3$ . En déduire la grandeur de la masse de Jupiter.

On prend  $\pi^2 = 10$  et  $G = 1 \cdot 10^{-10}$  SI.

Corrigé

$$1. F = \frac{GMm}{r^2} N$$

$$2. \sum F_{\text{ex}} = F = ma$$

proj /  $F: 0 = ma_T$ . donc  $m \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V = \text{Cte}$  et le mvt est u.

$$\text{proj / } N: \frac{GMm}{r^2} = m \frac{V^2}{r} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

3. Le satellite le plus rapide est celui le plus proche de Jupiter car la vitesse est inversement proportionnelle avec  $r$

$$4. \text{La période: } T = \frac{2\pi r}{V} = 2\pi \sqrt{\frac{r}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$$

$$5. T^2 = 4\pi^2 \frac{r^3}{GM} \text{ P } \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} = \text{Cte}$$

6.1 La troisième loi de Kepler est vérifiée parce que  $T^2$  est une fonction linéaire de  $r^3$

$$T^2 = Ar^3 = 3 \cdot 10^{16} r^3$$

$$6.2 \frac{4\pi^2}{GM} = 3 \cdot 10^{16} \text{ P M} = \frac{4\pi^2}{G \cdot 10^{16}} = 1,3 \cdot 10^{27} \text{ Kg}$$

#### EXERCICE 6:

Des ions d'hélium  ${}^3_2He^{2+}$  et  ${}^A_2He^{2+}$  sont produits en un point A avec une vitesse nulle.

Ils sont d'abord accélérés entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$  par une tension

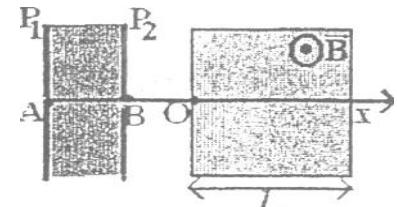
$U = V_{P1} - V_{P2}$  qui leurs permet de traverser le trou B avec une vitesse non

nulle puis pénètrent en O dans un champ magnétique uniforme  $B$

orthogonal au plan de la figure. Le champ  $B$  n'existe que dans une zone de largeur  $l = 1,5 \text{ cm}$ .

1.1 Quel doit être le signe de  $U$  pour que les ions traversent le trou B ?

Pourquoi ?



1.2 Etablir l'expression de la vitesse  $V_1$  de l'ion  $^{3}_{2}\text{He}^{2+}$  au trou B en fonction de sa masse  $m_1$ , de sa charge q et de la tension U. Calculer  $V_1$ . A.N:  $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ ,  $|U|=100 \text{V}$ ,  $m_p=1,67 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ ,  $B=3 \cdot 10^{-2} \text{T}$ . Les ions  $^{3}_{2}\text{He}^{2+}$  pénètrent en O dans le champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  avec la vitesse  $V_1$ .

Quelle est la nature du mouvement de  $^{3}_{2}\text{He}^{2+}$  dans le champ  $B$  ?

2.2 Trouver l'expression du rayon  $r_1$  de la trajectoire de  $^{3}_{2}\text{He}^{2+}$  en fonction de  $B$ ,  $e$ ,  $m$  et  $U$ . Calculer  $r_1$

2.3 Soit  $\alpha$  l'angle que fait la trajectoire de l'ion  $^{3}_{2}\text{He}^{2+}$  après sa sortie du champ magnétique  $B$  avec l'axeOx; calculer l'angle de déviation  $\alpha$ .

3 En fait les trajectoires des deux ions  $^{3}_{2}\text{He}^{2+}$  et  $^{4}_{2}\text{He}^{2+}$  sont différentes.

Soient  $m_2$  la masse de l'ion  $^{4}_{2}\text{He}^{2+}$  et  $r_2$  le rayon de sa trajectoire.

3.1  $\alpha_2$  étant la déviation angulaire de l'ion  $^{4}_{2}\text{He}^{2+}$ , montrer que le rapport  $\frac{\alpha_2}{\alpha_1}$  ne dépend que des masses  $m_1$  et  $m_2$ . On supposera que les deux angles sont petits ( $\sin \alpha = \tan \alpha = \alpha(\text{rad})$ ).

Calculer la masse atomique A de l'ion  $^{4}_{2}\text{He}^{2+}$  sachant que  $\alpha_2 = 0,216 \text{rad}$ .

**Corrigé**

Le signe de  $U=V_{P_1}-V_{P_2}$ : Les ions sont chargés positivement, ils se déplacent de  $P_1$  vers  $P_2$  sous l'action de la force électrique  $\vec{F}$ . Les ions sont donc attirés par  $P_2$  qui est chargée négativement ;  $P_1$  est alors chargée positivement c'est-à-dire que

$$V_{P_1} > V_{P_2} \Rightarrow V_{P_1} - V_{P_2} > 0 \Leftrightarrow U > 0$$

1.2 Expression de  $V_1$  en  $B$  en fonction de  $m_1$ ,  $q$  et  $U$ .

$$\Delta E_C = \sum W_F \Leftrightarrow \frac{1}{2} m_1 V_1^2 = Fd = qU \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{2qU}{m_1}} = \sqrt{\frac{4eU}{3m_p}}$$

A.N :  $V_1 = 1,13 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

2.1 Nature du mouvement dans le champ magnétique

La seule force qui s'exerce est la force de Lorentz :

$F = qV_1 \wedge B$  car le poids est négligeable.

$$\text{La RFD permet d'écrire } \sum F = m_1 a \Rightarrow a = \frac{qV_1 \wedge B}{m_1}$$

A tout instant, on a :

•  $a \perp V_1$  L'accélération tangentielle est donc nulle  $\Rightarrow a_t = \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V = \text{Cste}$

$\Rightarrow$  le mouvement est uniforme

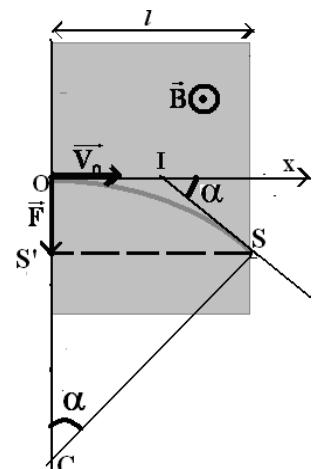
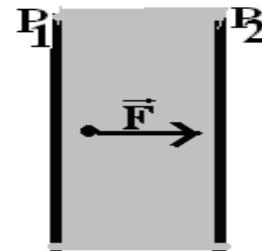
• En projetant sur la normale, on trouve  $qV_1 B = \frac{m_1 V_1^2}{r_1} \Rightarrow r_1 = \frac{m_1 V_1}{qB} = \text{cte}$

$\Rightarrow$  le mouvement est circulaire. En définitif le mouvement est circulaire uniforme.

2.2 Expression de  $r_1$  en fonction de  $B$ ,  $m_1$ ,  $e$  et  $U$ .

$$r_1 = \frac{m_1 V_1}{qB} \text{ avec } V_1 = \sqrt{\frac{2qU}{m_1}} = \sqrt{\frac{4eU}{m_1}} \text{ Soit } r_1 = \frac{m_1 \sqrt{\frac{2qU}{m_1}}}{qB} \Rightarrow r_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{m_1 U}{e}} \text{ Soit } r_1 \approx 0,06 \text{ m.}$$

$$2.3 \text{ Calcul de } \alpha_1: \sin \alpha_1 = \frac{SS'}{CS} = \frac{l}{r_1} \text{ soit } \sin \alpha_1 = 0,25$$



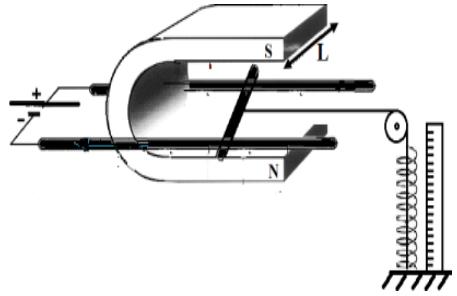
$$3.1 \text{ Expression du rapport } \frac{\alpha_2}{\alpha_1} : \sin \alpha_1 = \frac{l}{r_1} = \frac{l}{B \sqrt{\frac{m_1 U}{e}}} \quad \text{et} \quad \sin \alpha_2 = \frac{l}{r_2} = \frac{l}{B \sqrt{\frac{m_2 U}{e}}} \quad \text{②}$$

$$\frac{\alpha_2}{\alpha_1} \Leftrightarrow \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \quad \text{Comme les angles sont petits } \sin \alpha_1 \approx \alpha_1 \text{ et } \sin \alpha_2 \approx \alpha_2, \text{ alors } \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

$$3.2 \text{ Calcul de la masse atomique } A : \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \Rightarrow m_2 = m_1 \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^2 \text{ Soit } A = 3 \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^2 \approx 4$$

### EXERCICE 7:

1 Une tige (T) conductrice et homogène, peut coulisser sans frottement sur deux rails parallèles et horizontaux, tout en restant perpendiculaire. La tige (T) parcourue par un courant continu d'intensité I réglable, baigne dans un champ magnétique uniforme de vecteur  $\mathbf{B}$ , vertical créé par un aimant en U dont les branches ont une largeur  $L = 10 \text{ cm}$ . On attache au milieu de la tige un fil de masse négligeable, qui passe dans la gorge d'une poulie et qui est relié à un ressort vertical de raideur  $k = 10 \text{ N.m}^{-1}$  (figure ci-contre).



Pour différentes valeurs de l'intensité I, on mesure à l'aide d'une règle graduée l'allongement x du ressort. Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe de la figure ci-contre.

1.1 Justifier théoriquement l'allure de cette courbe, en établissant la relation  $I = f(x)$ .

1.2 Déterminer graphiquement la valeur du champ magnétique  $\mathbf{B}$  créé par l'aimant ; déterminer le sens de  $\mathbf{B}$ .

2 Une tige BC conductrice de longueur  $l = 10 \text{ cm}$  et de masse  $m = 5 \text{ g}$ , est suspendue par deux fils conducteurs identiques AB et BD infiniment flexibles. La tige parcourue par un courant continu d'intensité  $I = 0,1 \text{ A}$ , est placée comme le montre la figure ci-contre, entre les branches d'un aimant en U où règne un champ magnétique uniforme  $\mathbf{B}$  d'intensité  $0,4 \text{ T}$ .

2.1 Déterminer la valeur de la tension T du fil AB. On donne :  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

2.2 On remplace les fils AC et BD par deux autres fils A'C' et B'D' dont la tension maximale de chacun est égale à  $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ N}$ .

2.2.1 Montrer que la tige ne peut pas dans ces conditions, rester en équilibre.

2.2.2 Pour les mêmes éléments du dispositif, donner deux modifications possibles permettant de maintenir la tige en équilibre.

#### Corrigé

1.1 Les caractéristiques de la force de Laplace:

Direction  $\mathbf{F} \perp \mathbf{M} \text{ et } \mathbf{F} \perp \mathbf{B} \Rightarrow \mathbf{F} \text{ est } // \text{ aux rails}$

Sens : contraire de  $\vec{T}$  (de la droite vers la gauche)

Module :  $F = T = ILB$

Origine : milieu de (M, N)

1.2 L'expression de  $I(x)$  :  $\sum F = 0 \Leftrightarrow P + F + R + T = 0$

Par projection sur l'axe Ox, on obtient :

$$F - T = 0 \Rightarrow T = F \Leftrightarrow Kx = ILB \Rightarrow I = \frac{Kx}{BL}$$

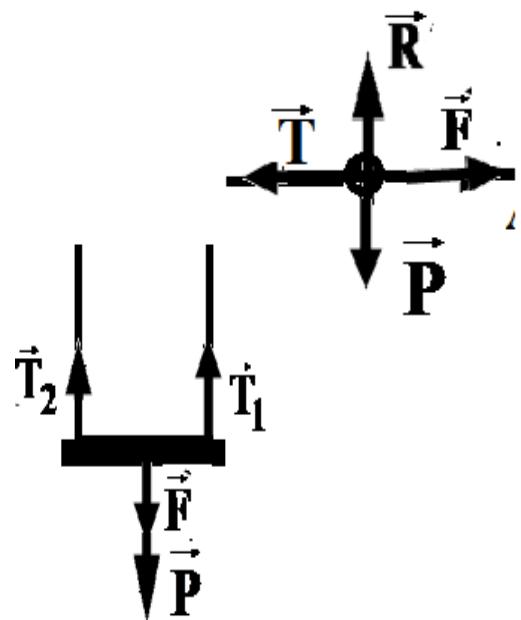
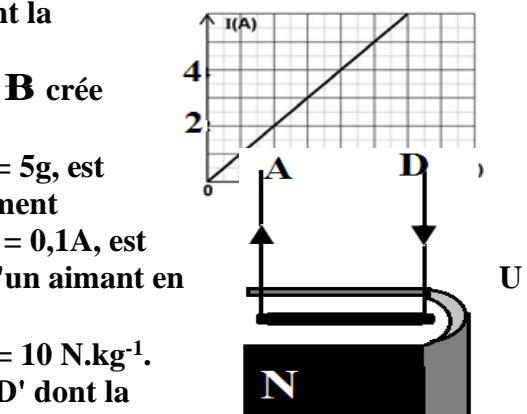
1.3 Détermination de l'équation de la droite  $I = f(x)$  :

On a  $I = ax + b$

Si  $x=0$  alors  $I=0$  soit  $b=0$

Si  $x=1,10^{-2}$  alors  $I=2A$  soit  $a=2 \cdot 10^2$

Donc  $I = 2 \cdot 10^2 x$



$$\text{Calcul de } B : \text{ Par identification } a = \frac{K}{BL} \Rightarrow B = \frac{K}{aL} = \frac{10}{2 \cdot 10^2 \cdot 10^{-1}} = 0,5 \text{ T}$$

Sens du champ magnétique : D'après la règle de la main droit  $\vec{B}$  est vertical ascendant.

$$2.1 \text{ Calcul de la tension } T \text{ du fil : } \sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{F} = \vec{0}$$

Par projection sur la verticale descendante :  $P + F + T_1 + T_2 = 0 \Leftrightarrow$

$$T = \frac{\vec{P} + \vec{F}}{2} = \frac{\vec{P} + BIL}{2} = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ N (car les fils sont identiques)}$$

2.2.1. Comme la tension est  $2,7 \cdot 10^{-2}$  N, les fils A'C' et B'D' ne peuvent pas la supporter.

2.2.2. Pour le même dispositif, les deux modifications possibles permettant de maintenir la tige en équilibre, sont les changements des sens de I ou bien de  $\vec{B}$  par renversement de l'aimant.

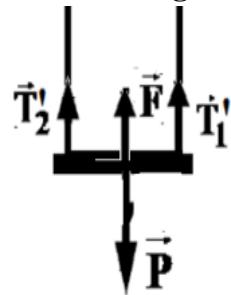
Calculer de la tension des fils A'C' et B'D'

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{F} = \vec{0}$$

Par projection sur la verticale descendante :

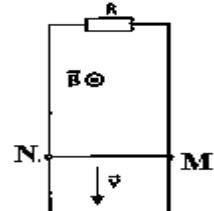
$$P - F + T'_1 + T'_2 = 0 \Leftrightarrow$$

$$T = \frac{\vec{P} - \vec{F}}{2} = \frac{\vec{P} - BIL}{2} = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ N (car les fils sont identiques)}$$



### EXERCICE 8:

Une barre conductrice MN horizontale de masse m et de longueur  $\ell$  de résistance négligeable est lâchée sans vitesse à l'instant initiale  $t=0$ . elle tombe en restant parallèle à elle-même dans une région de l'espace où règne un champ magnétique uniforme  $B$  horizontal et perpendiculaire à la barre.



La chute de la barre est guidée par deux fils verticaux conducteurs de résistance négligeable (voir figure). On suppose les forces de frottement nulles, bien que MN soit à chaque instant en contact électrique avec les fils. Les extrémités supérieures des fils sont reliées à un résistor de résistance  $R=25\Omega$ . On donne :  $B=0,5\text{T}$ ,  $\ell=20\text{cm}$  et  $m=10\text{mg}$ . Les rails sont métalliques.

1. Préciser le sens du courant induit. Donner l'expression de la f.e.m induite e qui apparaît dans la tige en fonction de  $B$ ,  $\ell$  et  $V$ .
  2. Sachant que le circuit est orienté dans le sens du courant induit. Donner l'expression du courant induit.
  3. Appliquer le principe d'inertie à la tige puis montrer que la tige atteint une vitesse limite  $V_L$  que l'on exprimera en fonction de  $B$ ,  $\ell$ ,  $g$ , et  $R$ .
- Calculer  $V_L$ .

### Corrigé

1. Pour que la tige reste en équilibre, il faut que le poids et la force électromagnétique soient opposées.  
Condition d'équilibre de la tige :

$\vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$ , du fait que le poids est dirigé vers le bas la force électromagnétique est alors dirigée vers le haut le champ magnétique est sortant, le courant induit selon la règle de la main droite est orienté de M vers N.

L'expression de la f.e.m. induite est :

$e = -\frac{d\Phi}{dt}$ ,  $\Phi = -BS$  le vecteur  $\vec{n}$  normal sur la surface S est orienté selon la règle de la main droite dans le sens opposé à  $\vec{B}$ .

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BS)}{dt} \text{ avec } S = (S_0 + \Delta S), \Delta S = x\ell$$

la tige se déplace à vitesse constante, son mouvement est alors r.u d'équation :  $x = Vt$ , l'expression de la f.e.m. est :  $e = -\frac{d-(BS_0 + B \cdot \ell \cdot v \cdot t)}{dt} = B \cdot \ell \cdot v$

1. L'expression du courant induit en fonction de  $B$ ,  $V$ ,  $\ell$  et  $R$  :  $i = \frac{e}{R} = \frac{B \cdot \ell \cdot v}{R}$

2. Condition d'équilibre de la tige

$\vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$ , par projection de cette relation suivant la verticale

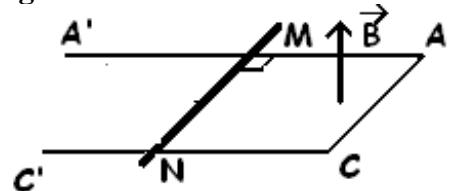
$P - f = 0 \Rightarrow P = f$  or  $P = m \cdot g$  et  $f = i \ell B$

$$m \cdot g = i \ell B \text{ et } i = \frac{B \cdot \ell \cdot v}{R}; m \cdot g = \frac{B^2 \ell^2 V}{R} \Rightarrow V = \frac{m \cdot g \cdot R}{B^2 \ell^2} = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 25}{0,5^2 \cdot 0,2^2} = 0,25 \text{ m/s}$$

**EXERCICE 9:**

Dans un plan horizontal deux rails conducteurs  $AA'$  et  $CC'$  rectilignes parallèles sont distants de  $l = 10 \text{ cm}$ . Le rail  $CC'$  est supposé en avant par rapport à  $AA'$ . Une tige  $MN$  en cuivre de masse  $m = 20 \text{ g}$  peut glisser sans frottement sur les rails en restant perpendiculaire à ces rails.

Fig1



Un aimant crée dans la zone des rails un champ magnétique  $B$  de valeur supposée constante (voir fig1). Dans la suite on pourra négliger devant  $B$  le champ magnétique créé par le circuit lui-même.

A et C étant reliés par un conducteur ohmique de résistance négligeable (voir fig 1).

On déplace la tige avec une vitesse constante  $V = 8 \text{ m/s}$  horizontale, parallèle aux rails et dirigée vers la gauche.

1.1 Déterminer l'intensité du courant dans le circuit dont la résistance totale est  $R$ .

Préciser sur un schéma le sens du courant.

$$\text{A.N : } E = 6 \text{ V ; } B = 0,2 \text{ T ; } R = 16 \Omega$$

1.2 Déterminer le sens et l'intensité de la force électromagnétique  $f$ , calculer la puissance correspondante.

On remplace le conducteur précédent par un générateur ( voir fig2).

On néglige les effets d'induction.

2.1 Quel doit être le sens de  $B$  pour que la tige  $MN$  se déplace de  $A$  vers  $A'$  ?

2.2 Calculer et représenter la force électromagnétique agissant sur la tige si elle est traversée par un courant d'intensité  $I = 10 \text{ A}$ .

2.3 Déterminer la nature du mouvement de la tige et écrire son équation horaire.

On dispose maintenant les rails verticalement (voir fig3). La tige est maintenue à une position prise comme référence.

3.1 Quelle est maintenant la direction et le sens de  $B$  pour que la tige  $MN$  s'élève lorsqu'elle est libérée à elle-même sachant qu'elle restera en contact avec les rails au cours de son déplacement.

3.2 Déterminer la valeur minimale de l'intensité  $I$  pour que le mouvement puisse se produire.

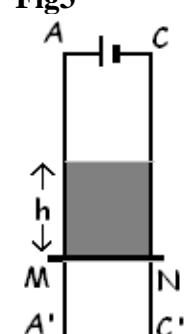
3.3 On fait maintenant passer dans la tige un courant d'intensité  $20 \text{ A}$ . Si l'aimant crée une zone de champ magnétique uniforme sur une hauteur  $h = 10 \text{ cm}$  en dehors de laquelle il est nul ;

3.3.1 Déterminer la vitesse de la tige à la sortie du champ magnétique sachant que la position de référence de la tige est celle de la figure 3.

3.3.2 A quelle altitude remonte la tige à partir de sa position de référence initiale ?

Corrigé

Fig3

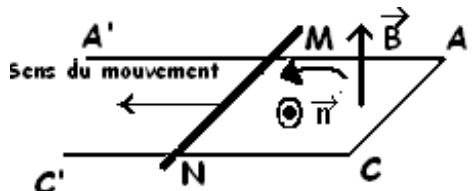


Calcul de l'intensité  $i$  dans le circuit :

$$i = \frac{e}{R} = -\frac{1}{R} \frac{d\Phi}{dt} \text{ avec } \Phi = SB \text{ avec } S = S_0 + xl = S_0 + vtI$$

$$\Rightarrow \Phi = (S_0 + vtI)B \text{ soit } i = -\frac{vIB}{R} \text{ A.N : } i = 10^{-2} \text{ A}$$

Le sens du courant induit : Le courant circule de N vers M

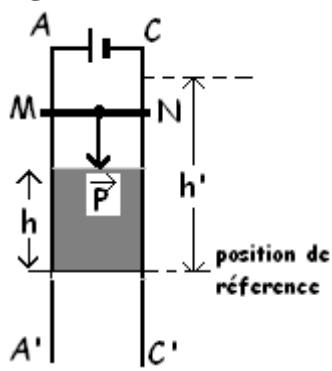


car  $i$  a le sens contraire du sens positif choisi.

Le sens de  $F$  est celui du mouvement c'est-à-dire de  $A'$  vers  $A$  et sa valeur est  $F = iLB A.N : i = 210^{-4} N$

La puissance correspondant est  $P = F \cdot V A.N : P = 16.10^{-4} W$

Le sens de  $B$  pour que la tige MN se déplace de  $A$  vers  $A'$  : D'après la règle de la main droite  $B$  doit être vertical ascendant.



$$\text{Calcul de } F_m : F_m = iLB A.N : F_m = 0,2N$$

Pour la représentation (voir fig)

Nature du mouvement :

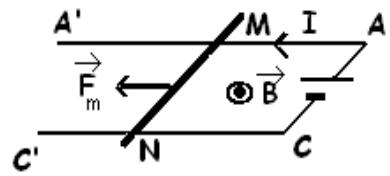
en appliquant la R.F.D on trouve ;  $E$

$$\sum F_{\text{est}} = ma \Leftrightarrow P + R + F_m = ma$$

En projetant suivant  $x'x$  on trouve

$$F_m = ma \Rightarrow a = \frac{F_m}{m} = \text{ctem.r.u.v. d'équation horaire}$$

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \text{ avec } x_0 = v_0 = 0 \text{ et } a = 10m/s^2 \text{ soit } x = 5t^2.$$



Direction et sens de  $B$

Direction : horizontale perpendiculaire à  $MN$  et à  $F_m$ .

Sens : entrant d'après la règle de la main droite.

La valeur minimale de  $I$  pour que la tige monte :

$$\text{En appliquant la R.F.D on trouve ; } \sum F_{\text{est}} = ma \Leftrightarrow P + F_m = ma$$

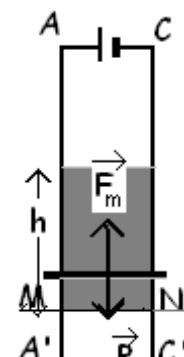
$$\text{En projetant suivant } y'y \text{ on trouve } -P + F_m = ma \Rightarrow F_m = m(a+g) \Rightarrow I = \frac{m(a+g)}{IB}$$

$$I \text{ est minimale si } a=0 \Rightarrow I_m = \frac{mg}{IB} A.N : I_m = 10A$$

Nature du mouvement : En applicant la R.F.D on trouve ;

$$\sum F_{\text{est}} = ma \Leftrightarrow P + F_m = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{F_m - mg}{m} = \frac{iLB - mg}{m} = \text{cte m.r.u.v} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{1}{2}at^2 \\ v = at \\ v^2 = 2ax \text{ avec } x = h \text{ soit } v = \sqrt{2ah} \end{cases}$$



Après le champ magnétique la force magnétique ne s'exerce plus.

L'accélération devient alors  $a = -g$  et le mouvement est alors r.u.r.

On peut alors écrire :  $v'^2 - v^2 = -2g(h' - h)$  où  $h'$  est la hauteur maximale atteinte.

$$\text{Calcul de cette hauteur } h' \text{ à la quelle monte la tige : au sommet } v' = 0 \Rightarrow h' = \frac{v^2}{2g} + h \text{ A.N : } h' = 0,2m$$

#### EXERCICE 10:

Une portion de circuit électrique est constituée d'une bobine d'auto-inductance  $L = 5,0 \text{ mH}$  et de résistance  $R = 2\Omega$ .

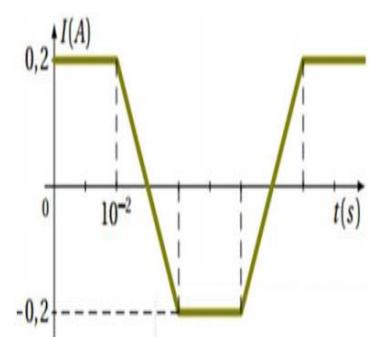
1. Calculer la valeur du flux propre à travers cette bobine quand elle est parcourue par un courant de  $0,20 \text{ A}$ .

2. Cette bobine est parcourue par un courant dont l'intensité varie en fonction du temps comme l'indique la figure ci-dessous :

2.1. Déterminer les intervalles de temps pour lesquels il y a variation du flux propre à travers la bobine.

Justifier la réponse et calculer cette variation du flux dans chaque cas.

2.2. Calculer la f.e.m. d'auto-induction, lorsqu'on a :  $10^{-2} < t < 2.10^{-2}$



## Corrigé

**Données :** bobine  $\{L = 5,0 \text{ mH} ; R = 2\}$ ;  $i = 0,20 \text{ A}$ .

**1.** Calculons le flux  $\phi$  : On a :  $\phi = L \cdot i = 10^{-3} \text{ Wb}$

**2.** À partir de la courbe,

**2.1.** Déterminons les intervalles pour lesquels le flux varie :

- Intervalles de temps.

$10^{-2} < t < 2.10^{-2}$ , car l'intensité est décroissante soit va de  $+0,2 \text{ A}$  à  $-0,2 \text{ A}$ .

$3.10^{-2} < t < 4.10^{-2}$ , car l'intensité est croissante soit va de  $0,2 \text{ A}$  à  $+0,2 \text{ A}$ .

Il faut noter que :  $\Delta\phi = L \cdot \Delta i = L(i_f - i_i)$

- Calcul des variations du flux propre.

\*  $10^{-2} < t < 2.10^{-2}$  :  $\Delta\phi_p = -2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$

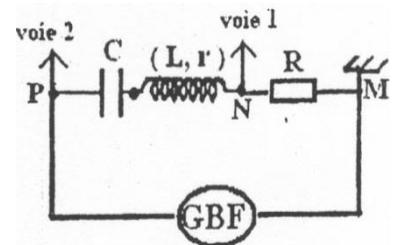
\*  $3.10^{-2} < t < 4.10^{-2}$  :  $\Delta\phi_p = -2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$

**2.2.** Calculons  $e$  lorsque  $10^{-2} < t < 2.10^{-2}$ .

On a :  $e = -\frac{\Delta\phi_p}{\Delta t} = 0,2 \text{ V}$

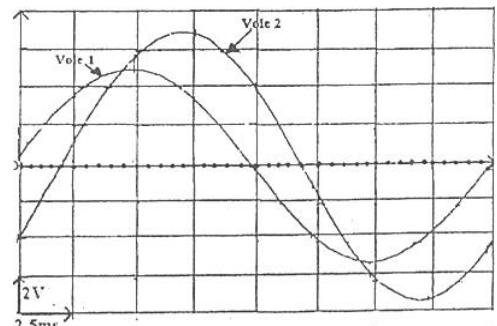
### EXERCICE 11:

**1** On réalise le circuit de la figure 1. Le générateur G délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquences N variables et de valeur maximale constante. Le circuit renferme une bobine d'inductance L et de résistance interne r, un condensateur de capacité C et un dipôle ohmique de résistance R. Un oscilloscophe est branché comme indiqué sur la figure 1 ; il donne l'oscillogramme (fig 2).



**1.1** Préciser la valeur maximale de chaque tension visualisée, et calculer la fréquence  $N_1$  du générateur.

**1.2** Quelle est, des deux tensions, celle qui est en avance sur l'autre. Déterminer le déphasage ( $\varphi$  de l'intensité par rapport à la tension d'alimentation. Donner l'expression de  $\cos \Phi$  en fonction de  $R$ ,  $r$ ,  $I$  et la valeur de la tension efficace  $U$  aux bornes du générateur.



**1.3** L'ampermètre indique une intensité égale à  $59 \text{ mA}$  calculer  $R$  et  $r$ .

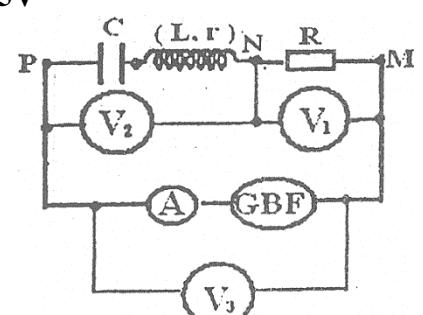
**2** On retire l'oscilloscophe et on branche dans le circuit, trois voltmètres  $V_1$ ,  $V_2$  et  $V_3$  comme l'indique la fig3:

On trouve respectivement les tensions :  $U_1 = 4,38 \text{ V}$ ,  $U_2 = 0,57 \text{ V}$  et  $U_3 = 4,95 \text{ V}$

Montrer que, dans ces conditions, le circuit est le siège d'une résonance d'intensité. Quelle est l'indication de l'ampermètre A ? Donner l'expression de la fréquence  $N_2$  du générateur.

**3** On enlève le conducteur ohmique ; le circuit est toujours alimenté par le même générateur, pour une fréquence  $N = N_3 = 55,7 \text{ Hz}$  on constate que les tensions efficaces aux bornes du condensateur, aux bornes de la bobine et aux bornes de l'ensemble du circuit sont égales.

Faire la construction de Fresnel correspondante et préciser la nature du circuit. En déduire les valeurs de  $L$ ,  $C$  et  $N_2$ .



**Corrigé**

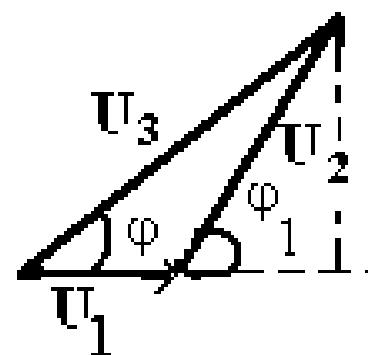
**1.1** Les valeurs des tensions maximales :

$$U_{mR} = 2,5 \times 2 = 5 \text{ V} \text{ et } U_m = 3,5 \times 2 = 7 \text{ V}$$

$$\text{La période } T = 8 \times 2,5 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ s} \Rightarrow N_1 = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$$

**1.2**  $u_R$  est en avance de phase sur  $u_C$  car  $u_R(t)$  passe par son maximum avant  $u(t)$  donc le circuit est capacitif.

$$\text{Phase de } i \text{ par rapport à } u \mid \phi = \omega t \Rightarrow \mid \phi = \frac{\pi}{5}$$



Expression de  $\cos\varphi$  :  $\cos\varphi = \frac{R+r}{Z}$  avec  $Z = \frac{U}{I} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{(R+r)I}{U}$

1.3 Calcul des résistances :  $U_R = RI \Rightarrow R = \frac{U_R}{I} = \frac{U_m R}{I\sqrt{2}}$  soit  $R = 60\Omega$

$\cos\varphi = \frac{(R+r)I}{U} \Rightarrow r = \frac{U}{I}\cos\varphi - R = \frac{U_m}{I\sqrt{2}}\cos\varphi - R$  soit  $r = 7,9\Omega$

Résonance

$$u_3 = u_1 + u_2$$

$$\Rightarrow U_3^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1 \cdot U_2 \cos\varphi_1 \quad (1)$$

$$U_3 = U_1 + U_2 \Leftrightarrow U_3^2 = U_1^2 + U_2^2 + 2U_1 \cdot U_2 \quad (2)$$

$$(1) = (2)$$

$$\Leftrightarrow \cos\varphi_1 = 1 \Rightarrow \varphi_1 = 0$$

d'où  $u_2$  est confondue avec  $u_1 \Leftrightarrow \varphi = 0$  le circuit est donc en résonance.

L'ampèremètre indique l'intensité efficace maximale  $I_0$  :

$$I_0 = \frac{U_3}{\Sigma R} = \frac{U_3}{R+r} = 73mA$$

L'expression de la fréquence  $N_2$  à la résonance  $N_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

### 3 Nature du circuit

D'après l'exercice les tensions

$U$ ,  $U_C$  et  $U_b$  sont égales ; soit  $Z = Z_C = Z_b$

$$\textcircled{1} Z_C = Z_b \Leftrightarrow \frac{1}{C\omega} = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} \Rightarrow (\frac{1}{C\omega})^2 = r^2 + (L\omega)^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{C\omega} > L\omega \text{ donc le circuit est capacitif et } \textcircled{2} Z = Z_C \frac{1}{C\omega} = \sqrt{r^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

$$\text{soit } \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{r^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} \textcircled{3} \Leftrightarrow -L\omega = L\omega - \frac{1}{C\omega} \Rightarrow 2L\omega = \frac{1}{C\omega} \textcircled{4}$$

$$\text{en remplaçant } \frac{1}{C\omega} \text{ par } 2L\omega \text{ dans } \textcircled{2} \text{ on obtient } (2L\omega)^2 = r^2 + (L\omega)^2 \Leftrightarrow 3(L\omega)^2 = r^2 \Rightarrow L = \frac{r}{2\pi N_2 \sqrt{3}}$$

$$\text{A.N : } L = 13 \cdot 10^{-3}H.$$

$$\text{D'après } \textcircled{4} \text{ on a } C = \frac{1}{8\pi^2 N_2^2 L} \quad \text{A.N : } C = 3 \cdot 10^{-4}F$$

$$\text{Calcul de la fréquence à la résonance : } N_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 81Hz$$

### EXERCICE 12:

Le Polonium  $^{210}_{84}Po$  se désintègre spontanément en émettant une particule  $\alpha$  et en produisant un noyau  $^{A}_{Z}X$ .

1) Identifier le noyau  $^{A}_{Z}X$ . Justifier la réponse.

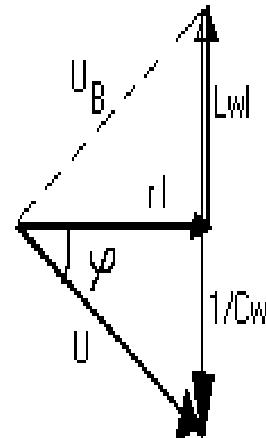
On donne :

Nom	Plomb	Radon	Radium	Thorium
Symbol	$^{82}_{36}Pb$	$^{86}_{36}Rn$	$^{88}_{36}Ra$	$^{90}_{38}Th$

2) La désintégration du  $^{210}_{84}Po$  est une réaction nucléaire qui libère de l'énergie (exoénergétique).

Préciser l'origine de cette énergie.

3) L'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de polonium est  $W = 5,4$  MeV.



a- Exprimer W en fonction de la masse  $m_\alpha$  de la particule  $\alpha$ , de la masse  $m_X$  du noyau  ${}_Z^AX$  de la masse  $m_{Po}$  du noyau de polonium  ${}_{84}^{210}Po$  et de la célérité c de la lumière.

b- Calculer, en unité de masse atomique, la masse  $m_{Po}$  d'un noyau de polonium  ${}_{84}^{210}Po$ .

4) Au cours de cette désintégration, une radiation de type  $\gamma$  de longueur d'onde  $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-11} m$  est émise.

### Corrigé



- Conservation du nombre de charge :  $84 = Z + 2 \Rightarrow Z = 82$

- Conservation du nombre de masse :  $210 = A + 4 \Rightarrow A = 206$ , donc  ${}_Z^AX = {}_{82}^{206}Pb$

2) Cette énergie provient de la perte de masse au cours de cette transformation nucléaire.

3-a)  $W = (m_{Po} - m_\alpha - m_X) \cdot C^2$

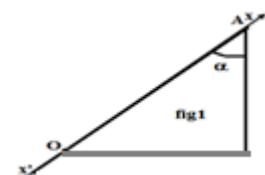
b)  $m_{Po} = \frac{w}{c^2} + m_\alpha + m_X \Rightarrow m_{Po} = 209,931 u$

4) a-  $\gamma$  provient de la désexcitation du noyau  ${}_{82}^{206}Pb$  formé

b-  $W = \frac{h \cdot c}{\lambda} = 0,05 MeV$

### EXERCICE 13:

On donne  $g=10 m/s^2$ ;  $\sin 60^\circ = 0,87$ ;  $\cos 60^\circ = 0,5$ ;  $\sin 52^\circ = 0,79$ ;  $\cos 52^\circ = 0,6$ .



Un solide ponctuel S de masse  $m=200 g$  gravit un plan OA incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à la verticale.

Il part du point O origine de l'axe orienté X'X avec une vitesse initiale de valeur  $V_0$ .

Au cours de son mouvement, S subit une force de frottement de valeur  $f=0,55 N$ .

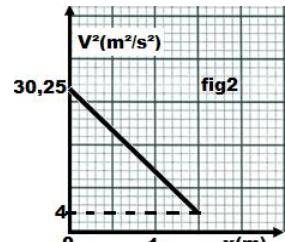
Un dispositif approprié permet de mesurer la vitesse  $V$  instantanée du solide pour différentes positions  $x$ . La courbe représentative de  $V^2=f(x)$  est donnée par la fig2

1. Déterminer l'équation  $V^2=f(x)$  à partir du graphe.

2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre le point O et un point M quelconque du plan établir l'expression de  $V^2$  en fonction de  $x$ .

3. En déduire les valeurs de la vitesse  $V_0$  et de l'angle  $\alpha$ .

4. Donner les expressions de l'énergie cinétique  $E_C$  et de l'énergie potentielle  $E_P$  du système {solide-terre} en fonction de  $x$ ; en prenant pour origine de l'énergie potentielle le plan horizontal passant par le point O.

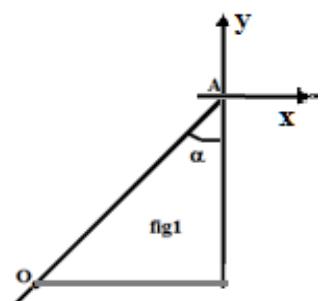


En déduire l'expression de l'énergie mécanique E en fonction de x.

5. Le solide S quitte le plan incliné en A tel que  $OA=1,5 m$ .

5.1. Donner les caractéristiques du vecteur vitesse du solide en A.

5.2. Déterminer les équations paramétriques du mouvement du solide S après avoir quitté le plan incliné dans le repère (A; x, y) et en déduire l'équation de sa trajectoire.



### Corrigé

1. L'équation de la droite :  $(0 ; 30,25) (1,5 ; 4)$

$$a = \frac{4 - 30,25}{1,5 - 0} = -17,5 \text{ et } b = 30,25 \text{ donc } V^2 = -17,5x + 20,25$$

2. L'expression de  $V^2$  en fonction de x

La relation indépendante du temps donne :

$$V^2 - V_0^2 = 2ax \text{ avec } a = -\frac{mg \cos \alpha + f}{m} \text{ soit } V^2 = V_0^2 - \frac{2(mg \cos \alpha + f)}{m} x$$

3. Déduction  $V_0$  et  $\alpha$  : Par identification

$$V_0^2 = 30,25 \Rightarrow V_0 = 5,5 \text{ m/s}$$

$$\frac{2(mg \cos \alpha + f)}{m} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{17,5}{2g} - \frac{f}{mg} = 0,6 \Leftrightarrow \alpha = 52^\circ$$

$$4. \text{ Les expressions des énergies : } E_C = \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} m (-17,5x + 30,25) = -1,75x + 3,025$$

$$E_P = mgx \cos \alpha = 1,2x \Rightarrow E_m = -1,75x + 3,025 + 1,2x = -0,55x + 3,025$$

5.1. Les caractéristiques de  $v_A$  :

$v_A$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- direction : <math>v_A</math> fait l'angle <math>\alpha</math> avec la verticale</li> <li>- sens : vers le haut</li> <li>- origine : le point A</li> <li>- valeur : <math>v_A = \sqrt{-17,5x_A + 30,25} = 2 \text{ m/s}</math></li> </ul>
-------	---

5.2. Etude du mouvement après C :

$$\text{Conditions initiales : } A \begin{cases} x_A = 0 \\ y_A = 0 \end{cases} v_A \begin{cases} v_{Ax} = v_A \sin \alpha \\ v_{Ay} = v_A \cos \alpha \end{cases}$$

En appliquant la R.F.D, on obtient :  $\sum F_{ext} = ma \Leftrightarrow P = ma$

$$a \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \Rightarrow v \begin{cases} v_x = v_A \sin \alpha \\ v_y = -gt + v_A \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow$$

$$AM \begin{cases} x = v_A \sin \alpha t & (1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_A \sin \alpha t & (2) \end{cases}$$

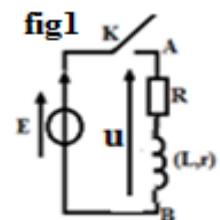
L'équation de la trajectoire : Donne  $t = \frac{x}{v_A \sin \alpha}$  en remplaçant dans (2), on trouve :

$$y = -\frac{g}{2v_A^2 \sin^2 \alpha} x^2 + x \cot \alpha \approx -1,67x^2 + 0,58x \quad (3)$$

#### EXERCICE 14:

L'exercice vise à étudier le régime transitoire qui domine le circuit entre l'instant de fermeture de l'interrupteur et l'instant où débute la stabilisation du régime permanent soit pour une bobine soit pour un condensateur.

1. On réalise le dispositif expérimental représenté par la figure 1 pour suivre l'établissement du courant électrique dans un dipôle AB constitué d'un conducteur ohmique de résistance  $R$  et d'une bobine de résistance interne  $r$  et d'inductance  $L$ .

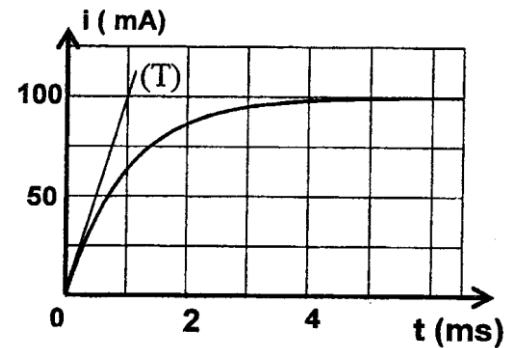


Le générateur idéal applique une tension constante  $E=6V$  aux bornes du dipôle AB.

On donne à la résistance la valeur  $R=50\Omega$  et on ferme l'interrupteur K à l'instant  $t=0$ .

Avec un appareil convenable on enregistre l'évolution de l'intensité  $i$  du courant qui circule dans le circuit en fonction du temps  $t$  et on obtient la courbe  $i=f(t)$ .

Le coefficient directeur de la tangente T à la courbe  $i=f(t)$  à l'instant  $t=0$  est  $a=100 \text{ A.s}^{-1}$ .



L'expression de la tension  $u$  aux bornes du dipôle AB :  $u = (R+r)i + L \frac{di}{dt}$

1.1. La valeur de  $L \frac{di}{dt}$  croit ou décroît-elle durant le régime transitoire ? Justifier.

1.2. Donner l'expression de  $\frac{di}{dt}$  en fonction de E et L à  $t=0$ . Trouver la valeur de L.

1.3. Préciser la valeur de  $\frac{di}{dt}$  pour  $t > 5\text{ms}$  et en déduire la valeur de r.

2. On remplace dans la figure 1 la bobine par un condensateur de capacité C initialement non chargé et on fixe la résistance à la valeur  $R=50\Omega$ .

On ferme l'interrupteur à  $t=0$  et on suit avec un appareil convenable l'évolution de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps.

2.1. Dessiner le dispositif expérimental de la figure 1 après avoir remplacer la bobine par le condensateur en faisant apparaître les positions de la masse et de l'entrée de l'appareil qui visualise la tension  $u_C$ .

2.2. Etablir l'équation différentielle que vérifie la tension  $u_C$ .

2.3. La solution de l'équation est de la forme :  $u_C = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$  avec A et B des constantes et  $\tau$  la constante de temps. Trouver en fonction des paramètres du circuit les expressions de A, B et  $\tau$ .

2.4. En déduire en fonction du temps l'expression littérale de l'intensité i du courant qui traverse le circuit pendant le régime transitoire.

### Corrigé

1.1. La grandeur  $\frac{di}{dt}$  représente le coefficient directeur de la tangente qui décroît donc  $L \frac{di}{dt}$  décroît.

1.2. L'expression de  $\frac{di}{dt}$  : à  $t=0$ ,  $i=0$ ,  $u(0)=E \Rightarrow E=L \frac{di}{dt} \Leftrightarrow \frac{di}{dt}=\frac{E}{L}$

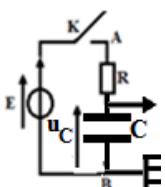
Comme  $\frac{di}{dt}=a$  alors  $a=\frac{E}{L} \Rightarrow L=\frac{E}{a}=6.10^{-2}\text{H}$

1.3. Calcul  $\frac{di}{dt}$  pour  $t > 5\text{ms}$

La courbe montre que pour  $t > 5\text{ms}$   $i=100\text{mA}$  (régime permanent)

Donc  $\frac{di}{dt}=0 \Rightarrow E=(R+r)i \Rightarrow r=\frac{E}{i}-R=10\Omega$

2.1. Voir le schéma :



2.2. L'équation différentielle que vérifie  $u_C$

$E=Ri+u_C$  avec  $u_C=\frac{q}{C}$  or  $i=\frac{dq}{dt}=C \frac{du_C}{dt}$  soit  $E=RC \frac{du_C}{dt}+u_C$

2.3. Les expressions de A, B et  $\tau$

**La drivée de  $u_C$  étant  $\frac{du_C}{dt} = -\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$**   
**l'équation différentielle devient**

$$E = -RC \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + Ae^{-\frac{t}{\tau}} u_C + B$$

$$E = Ae^{-\frac{t}{\tau}} u_C \left(1 - \frac{RC}{\tau}\right) + B$$

L'expression de  $u_C$  devient :  $u_C = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$

2.4. Expression de  $i$  :  $i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt} = C \frac{E}{RC} \cdot e^{-\frac{t}{RC}} = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$

### EXERCICE 15:

*Les deux questions de l'exercice sont indépendantes*

1. Une cellule photoélectrique au césium est éclairée par un rayonnement monochromatique de longueur  $\lambda = 410 \cdot 10^{-9}$  m. On établit entre son anode A et sa cathode C une tension  $U_{AC}$  et on mesure l'intensité I du courant pour chaque valeur de  $U_{AC}$ . La courbe reproduit la caractéristique  $I = f(U_{AC})$  de la cellule. Déduire :

1.1. La valeur du potentiel d'arrêt  $U_0$  après avoir donné sa définition.

1.2. La vitesse d'émission des électrons par la cathode.

1.3. L'énergie d'extraction  $W_0$  d'un électron de l'atome de césium, puis la valeur de la fréquence  $v_0$  seuil photoélectrique du césium.

1.4. On applique entre la cathode et l'anode une tension  $U_{AC} = 10$  V, calculer la vitesse  $V_A$  avec laquelle les électrons arrivent sur l'anode.

2. Les niveaux d'énergie  $E_n$  de l'atome d'hydrogène sont donnés par l'expression :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)} \text{ où } n \text{ est un entier naturel non nul.}$$

La figure 2 représente le diagramme d'énergie de l'atome d'hydrogène.

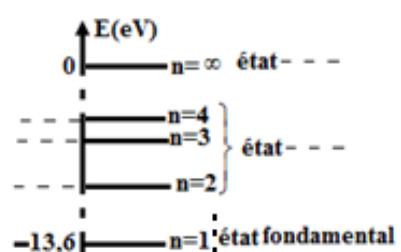
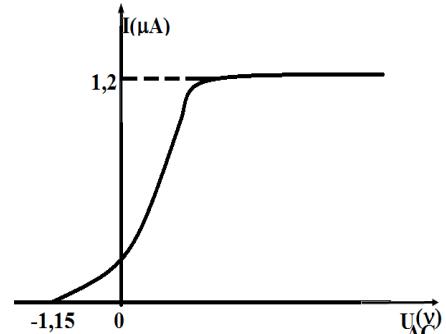


fig2

2.1. Recopier sur votre copie le diagramme de la figure 2 et compléter le.

2.2.1. Calculer, en eV, l'énergie d'un photon capable de provoquer la transition de l'atome d'hydrogène du niveau

$n = 1$  au niveau  $n = 3$ .

## 2.2.2. Déduire la valeur de la longueur d'onde $\lambda$ de la radiation correspondante.

On donne :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ .

### Corrigé

1.1. Le potentiel d'arrêt est la valeur du potentiel qui permet d'arrêter les électrons au niveau de l'anode.

Graphiquement  $U_0 = -1,15 \text{ V}$

1.2. Calcul de la vitesse  $V_C$  d'émission des électrons par la cathode

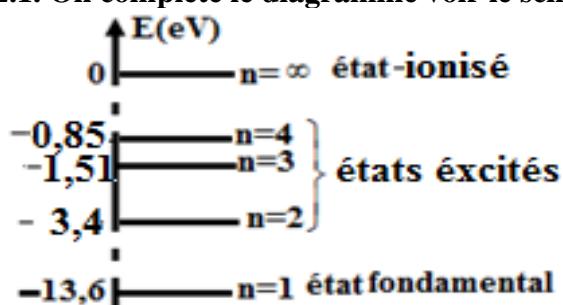
$$\Delta E_C = \sum W_F \Leftrightarrow E_A - E_C = eU \Leftrightarrow 0 - \frac{1}{2}mv_C^2 = eU_0 \Rightarrow V_C = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}} = 6,4 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

1.3. Calcul de l'énergie d'extraction  $W_0$  des électrons

$$E_C = E - E_0 \Rightarrow E_0 = E - E_C \text{ avec } E = \frac{hc}{\lambda} \text{ et } E_C = -eU_0 \Rightarrow E_0 = \frac{hc}{\lambda} + eU_0 = 2,96 \cdot 10^{-19} \text{ J} \approx 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Calcul de la fréquence seuil } v_0 : E_0 = hv_0 \Rightarrow v_0 = \frac{E_0}{h} \approx 4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

2.1. On complète le diagramme voir le schéma



2.2. Calcul de l'énergie du photon absorbé pour provoquer la transition du niveau  $n=1$  vers  $n=3$

$$E = E_3 - E_1 = -1,51 + 13,6 = 12,09 \text{ eV}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} \approx 103 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Déduction de  $\lambda$  :

### EXERCICE 16:

Une spire ayant la forme d'un cadre vertical rectangulaire ABCD de dimensions 8cm et 10cm et de masse  $m = 50 \text{ g}$  est parcourue par un courant d'intensité  $I = 3 \text{ A}$ .

Cette spire est plongée à moitié dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  de valeur  $B = 4 \cdot 10^{-1} \text{ T}$ .

La spire est suspendue par un fil vertical de masse négligeable. (Voir fig1).

1. Déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique qui s'exerce sur le côté CD du cadre.

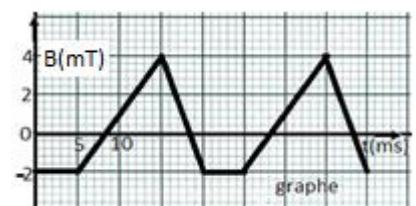
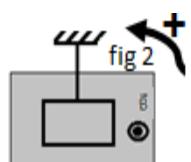
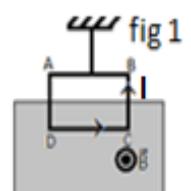
2. Quelle est alors la valeur de la tension du fil à l'équilibre?

3. On coupe le courant qui traverse la spire et on l'immobilise alors quelle est complètement immergée dans un champ magnétique  $B$  d'intensité variable voir fig2. Les variations périodiques de l'intensité de ce champ magnétique sont représentées sur le graphe.

3.1. Etablir les expressions de l'intensité  $B$  en fonction du temps  $t$  dans une période.

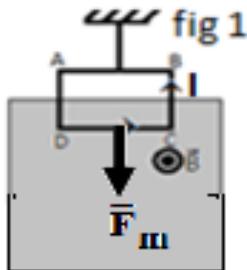
3.2. Donner les expressions du flux magnétique à travers la spire en fonction de  $t$  pendant cette période.

3.3. En déduire les valeurs numériques de la f.e.m induite dans la spire.



**Corrigé**

1. Les caractéristiques de  $F_m$  :  $F_m \left\{ \begin{array}{l} \text{-pt d'application milieu de [CD]} \\ \text{-Direction verticale } \perp \text{ à CD} \\ \text{-Sens descendant} \\ \text{-Valeur } F_m = I(OD).B = 0,12N \end{array} \right.$



## 2. Calcul de la tension du fil :

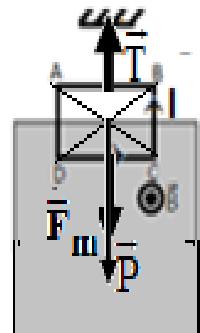
$$\sum F = 0 \Leftrightarrow P + T + F_m = 0; \text{ Par projection suivant (yy): } P + F_m - T = 0 \Rightarrow T = P + F_m = 0,62N$$

### 3.1. Les expressions de B :

- Sur [0 ; 5ms] :  $B_1 = -2mT$
- Sur [5ms ; 15ms] :

$$B_2 = at + b \text{ Avec } \begin{cases} a = \frac{\Delta B}{\Delta t} = 0,6 \\ b = -5 \cdot 10^{-3} \end{cases} \Rightarrow B_2 = 0,6t - 5 \cdot 10^{-3}$$

- Sur [15ms ; 20ms] :  $B_3 = at + b'$  Avec  $\begin{cases} a' = \frac{\Delta B}{\Delta t} = -1,2 \\ b' = 22 \cdot 10^{-3} \end{cases} \Rightarrow B_3 = -1,2t + 22 \cdot 10^{-3}$



### 3.2. Les expressions du flux : $\Phi = S.B.\cos\theta$ avec $\theta=0$ et $S=L \cdot l = 8 \cdot 10^{-3} m^2$

Soit  $\Phi = 8 \cdot 10^{-3} \cdot B$

- Sur [0 ; 5ms] :  $\Phi_1 = 8 \cdot 10^{-3} \cdot B_1 = -16 \cdot 10^{-6} Wb$
- Sur [5ms ; 15ms] :  $\Phi_2 = 8 \cdot 10^{-3} \cdot B_2 = 8 \cdot 10^{-3} \cdot (0,6t - 5 \cdot 10^{-3}) = 4,8 \cdot 10^{-3}t - 8 \cdot 10^{-5}$
- Sur [15ms ; 20ms] :  $\Phi_3 = 8 \cdot 10^{-3} \cdot B_3 = 8 \cdot 10^{-3} \cdot (-1,2t + 22 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow \Phi_3 = -9,6 \cdot 10^{-3}t + 1,72 \cdot 10^{-4}$

### 3.3. Les valeurs de e : $e = - \frac{d\Phi}{dt}$

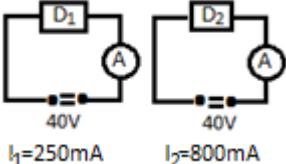
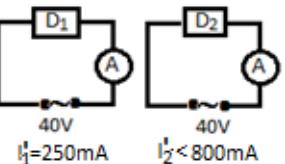
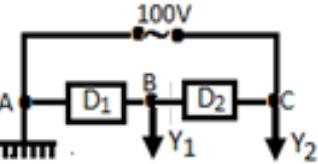
- Sur [0 ; 5ms] :  $e_1 = - \frac{d\Phi_1}{dt} = 0$
- Sur [5ms ; 15ms] :  $e_2 = - \frac{d\Phi_2}{dt} = -4,8 \cdot 10^{-3} V$
- Sur [15ms ; 20ms] :  $e_3 = - \frac{d\Phi_3}{dt} = -9,6 \cdot 10^{-3} V$

### 3.4. Calcul des intensités : $i = \frac{e}{r}$

- Sur [0 ; 5ms] :  $i_1 = \frac{e_1}{r} = 0$
- Sur [5ms ; 15ms] :  $i_2 = \frac{e_2}{r} = -2,4 \cdot 10^{-3} A$
- Sur [15ms ; 20ms] :  $i_3 = \frac{e_3}{r} = -4,8 \cdot 10^{-3} A$

### EXERCICE 17:

On se propose de déterminer la nature de deux dipôles  $D_1$  et  $D_2$  pouvant être chacun un condensateur, un conducteur ohmique ou une bobine. Pour cela, on effectue une série d'expériences dont les résultats suivent :

Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3
<p>On applique une tension continue de valeur 40V à chaque dipôle</p>  <p><math>I_1 = 250\text{mA}</math>      <math>I_2 = 800\text{mA}</math></p>	<p>On applique une tension alternative de valeur efficace 40V à chaque dipôle.</p>  <p><math>I_1 = 250\text{mA}</math>      <math>I_2 &lt; 800\text{mA}</math> à la fréquence</p>	<p>On applique une tension alternative de valeur efficace 100V à l'ensemble des 2 dipôles.</p> 

1. On considère les expériences 1 et 2.

1.1. Préciser la nature des dipôles  $D_1$  et  $D_2$ . Justifier votre réponse.

1.2. Quelle(s) grandeur(s) caractéristique(s) des dipôles  $D_1$  et  $D_2$  peut-on déterminer ? La (ou les) calculer.

2. On considère l'expérience 3

2.1. Qu'observe-t-on sur la voie  $Y_1$ ? Qu'observe-t-on sur la voie  $Y_2$ ?

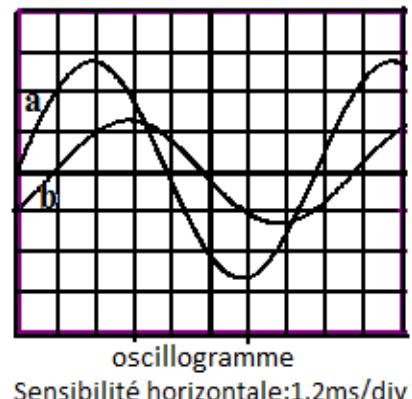
2.2. Des deux courbes a et b de l'oscillogramme, laquelle traduit les variations de l'intensité du courant ? Pourquoi ?

2.3. Calculer la pulsation du courant et la phase de la tension par rapport à l'intensité.

2.4. Quelle grandeur caractéristique du dipôle  $D_2$  peut-on calculer à partir de cette expérience ? La calculer.

2.5. Calculer l'impédance  $Z$  de l'ensemble ( $D_1+D_2$ ) ainsi que l'intensité efficace du courant.

3. Quelle est la nature d'un dipôle  $D_3$  à mettre en série avec  $D_1$  et  $D_2$  pour obtenir la résonance d'intensité dans les conditions de l'expérience 3 ? Calculer la grandeur caractéristique de ce dipôle.



#### Corrigé

1.1. Nature des dipôles :

$D_1$  est un résistor car l'intensité du courant continu a la même valeur que l'intensité efficace du courant alternatif.

$D_2$  est une bobine car l'intensité du courant continu est inférieure à l'intensité efficace du courant alternatif.

1.2. Calcul des caractéristiques des dipôles ;

Pour le résistor  $R = \frac{U}{I_1} = 40\Omega$  et Pour la bobine  $r = \frac{U}{I_2} = 12,5\Omega$

2.1. Sur la voie  $Y_1$  on observe la tension aux bornes du résistor et sur la voie  $Y_2$  celle aux bornes de tout le circuit.

2.2. La courbe b traduit qualitativement les variations de l'intensité du courant.

Le circuit étant inductif la tension est en avance sur l'intensité du courant.

2.3. Calcul de la pulsation et de la phase :  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{8 * 1,2 * 10^3} = 208\pi \text{ rad/s} \Rightarrow \varphi = \frac{2\pi \Delta t}{T} = \frac{\pi}{4}$

2.4. On peut calculer l'inductance  $L$  :  $Z = \sqrt{(R+r)^2 + L^2 \omega^2}$

donc  $L = \frac{1}{\omega} \sqrt{Z^2 - (R+r)^2}$       avec       $Z = \frac{R+r}{\cos \varphi} = 75\Omega$       A.N :  $L = 0,082H$ .

Autre méthode :  $\tan\varphi = \frac{L\omega}{R+r} \Rightarrow L = \frac{\tan\varphi(R+r)}{\omega} = 0,082H_{2.5}$ .

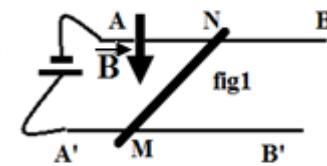
Calcul de Z et I :  $Z = \frac{R+r}{\cos\varphi} = 75\Omega$  et  $I = \frac{U}{Z} = 1,33A$

3. Le dipôle D<sub>3</sub> est un condensateur de capacité C :  $L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0 \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2} = 2,8 \cdot 10^{-5} F$

### EXERCICE 18:

Dans cet exercice l'induction est négligée sauf dans la 4<sup>ème</sup> question et on donne g=10m/s<sup>2</sup>

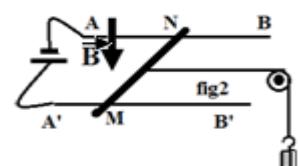
Deux rails conducteurs rectilignes et parallèles sont disposés horizontalement et reliés aux bornes d'un générateur de courant d'intensité I=1A. (fig1). Ces rails sont distants de l=10cm. Une tige MN de cuivre cylindrique de masse m=30g est libre de glisser sans frottement sur les deux rails et assure entre eux le contact électrique. La résistance du circuit ainsi constitué est négligeable.



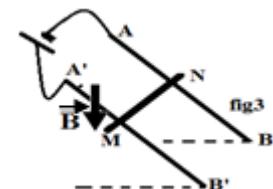
1. Cette tige est placée dans l'entrefer d'un aimant en U qui crée un champ magnétique B uniforme et vertical dans la région limitée par les rails AB et A'B' et de valeur B=1T.

Représenter la force de Laplace F exercée sur MN. Calculer sa valeur.

2. Pour bloquer la tige on réalise le montage de la fig2 en conservant les valeurs de I et de B.



Après avoir fait le bilan des forces exercées sur la tige MN, exprimer la valeur de la masse M du poids marqué suspendu au fil pour bloquer la tige en fonction de I, l, B et g. Calculer M.

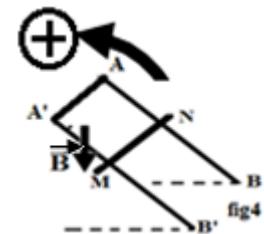


3. On supprime le poids marqué et le fil puis on incline à présent les rails d'un angle  $\alpha=25^\circ$  par rapport à l'horizontal comme l'indique la fig 3.

Déterminer la nature du mouvement de la tige sur les rails.

4. Dans cette question le phénomène d'induction n'est plus négligé.

On conserve le circuit précédemment incliné et on remplace le générateur par un fil conducteur de résistance r. La tige est abandonnée sans vitesse pour se déplacer en restant perpendiculaire aux rails.



4.1. Déterminer l'expression de la force électromotrice induite en fonction de B, l,  $\alpha$  et la vitesse V à un instant t quelconque.

4.2. Déterminer l'expression de l'intensité du courant induit et préciser son sens.

### Corrigé

1. voir schéma

Calcul de F :  $F = PI/B = 10^{-1} N$

2. Bilan des forces : la tige est soumise à la force de Laplace à la réaction des rails sur la tige à la tension du fil et au poids de la tige .

Expression de la masse M :

sur la tige :  $\sum F = 0 \Rightarrow P_t + R + T + F = 0$

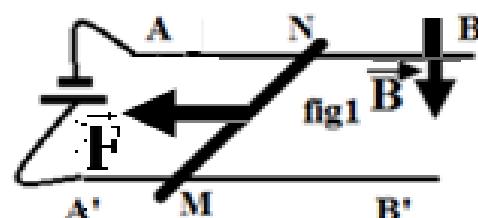
$$\Rightarrow F = T \text{ or } T = P_s \Leftrightarrow I/B = Mg \Rightarrow M = \frac{IB}{g} = 10g$$

3. Etude du mouvement

$\sum F = ma \Leftrightarrow F + P = ma$  ; Projection suivant l'axe :

$$P \sin\alpha - F \cos\alpha = ma \Rightarrow a = \frac{P \sin\alpha - F \cos\alpha}{m} = 11,67 m/s^2$$

4.1 Expression de la f.e.m :



$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \text{ or } \Phi = BS \cos\theta \text{ avec } S = S_0 + xl \text{ et } \theta = \frac{\pi}{2} + \alpha \text{ d'où } e = BVl \cos\alpha$$

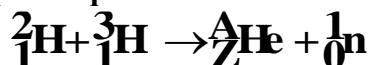
$$4.2 \text{ Expression de l'intensité et son sens : } i = \frac{e}{R} = \frac{BVl \cos\alpha}{R}$$

$e$  étant positive, le courant circule dans le même du sens choisi c'est-à-dire de M vers N dans la tige.

### EXERCICE 19 :

La formation d'un noyau d'hélium  $^A_Z\text{He}$  à partir du deutérium  $^2_1\text{H}$  et du tritium  $^3_1\text{H}$  qui sont deux isotopes de l'hydrogène, est une réaction de fusion nucléaire spontanée qui se produit continuellement au cœur des étoiles. L'homme essaie sans cesse de reproduire cette réaction au laboratoire afin d'utiliser de façon contrôlée son énorme énergie libérée.

On modélise cette réaction nucléaire par l'équation suivante :



1. Déterminer les nombres A et Z du noyau d'hélium.
2. Calculer, en MeV, l'énergie libérée  $E_{lib}$  lors de cette réaction nucléaire.
3. On suppose que toute l'énergie libérée s'est transformée en rayonnement électromagnétique. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  associée à ce rayonnement.
4. Un échantillon de sol contient du tritium radioactif.

A la date  $t_0 = 0$ , l'activité de cet échantillon est  $A_0 = 2 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ .

A l'instant de date  $t_1 = 4 \text{ ans}$ , cette activité devient  $A_1 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ Bq}$ .

Déterminer l'activité  $A_2$  de cet échantillon à l'instant de date  $t_2 = 12,4 \text{ ans}$ .

Données :

Particule	Deutérium	Tritium	Hélium	neutron
Masse en(u)	2, 01355	3,01550	4,00150	1,00866

Célérité de la lumière dans le vide :  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s.}$  et  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV.C}^{-2}$ ;  $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$

**Corrigé**



Par application de la loi de conservation de la charge et du nombre de masse, on trouve :

$$\left\{ \begin{array}{l} 2+3=A+1 \Rightarrow A=4 \\ 1+1=Z+0 \Rightarrow Z=2 \end{array} \right.$$

2. Calcul de l'énergie libérée en MeV :

$$\Delta E = \Delta m c^2 = (m_{\text{He}} + m_n - (m_{^2_1\text{H}} + m_{^3_1\text{H}})) c^2 = (4,00150 + 1,00866 - 2,1355 - 3,01550) \times 931,5 = -17,6 \text{ MeV}$$

$$3. \text{ Calcul de } \lambda : |E_{lib}| = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{|E_{lib}|} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{17,6 \times 1,6 \cdot 10^{-13}} = 0,71 \cdot 10^{-13} \text{ m}$$

4. Calcul de l'activité  $A_2$  :

$$A_1 = A_0 e^{-\lambda t_1} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{t_1} \ln\left(\frac{A_0}{A_1}\right) \text{ et } A_2 = A_0 e^{-\lambda t_2} = A_0 e^{-\frac{t_2}{t_1} \ln\left(\frac{A_0}{A_1}\right)}$$

$$A_2 = 2 \cdot 10^6 e^{-\frac{12,4}{4} \ln\left(\frac{2 \cdot 10^6}{1,6 \cdot 10^6}\right)} = 1,10^6 \text{ Bq}$$

## EXERCICE 20 :

**On dispose :**

- d'un condensateur de capacité C
- d'un conducteur ohmique de résistance R=100Ω
- d'une bobine d'inductance L et de résistance r
- d'un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale de fréquence N variable
- d'un oscilloscope à deux voies.

**1. Proposer le schéma d'un montage comprenant, en série, le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur et le générateur.**

Préciser le branchement de l'oscilloscope permettant de visualiser en voie A la tension aux bornes du générateur et en voie B une grandeur proportionnelle à l'intensité du courant.

**2. On règle la fréquence du générateur BF pour que les deux courbes observées soient en phase.**

Les réglages de l'oscilloscope, pour l'ensemble de la manipulation sont :

-sensibilité verticale voies A et B : 0,2V/cm.

-balayage horizontal : 0,2ms/cm.

On observe alors les deux courbes de la fig1.

**2.1. Identifier les courbes en justifiant la réponse.**

Déterminer les équations  $u_A=f(t)$  et  $u_B=f(t)$ .

On prendra comme origine le point O.

**2.2. Calculer la résistance r de la bobine.**

**2.3. Calculer L sachant que  $C=1,1\mu F$ .**

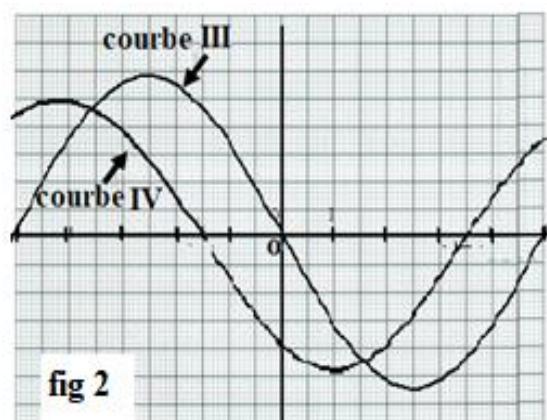
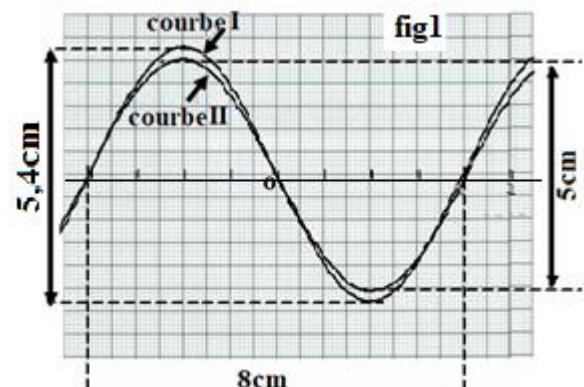
**3. Dans une deuxième expérience on modifie la fréquence qui devient  $N'$ . Le balayage horizontal de l'oscilloscope reste le même.**

**3.1. Sur l'oscillogramme de la fig2 ; identifier  $u_A$  et  $u_B$ .**

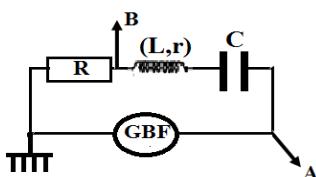
Préciser la tension qui est en avance par rapport à l'autre.

**3.2. Déduire de l'oscillogramme le déphasage de  $u_A$  par rapport à  $u_B$  en valeur et en signe.**

**3.3. Vérifier ce dernier résultat par le calcul.**



**Corrigé**



**1. Voir la figure suivante**

**2.1. La courbe I représente la tension  $u(t)$  alors que la courbe II représente  $u_R(t)$  car l'amplitude de la courbe I est plus grande que celle de la courbe II.**

Détermination des équations horaires :

$$\triangleright \quad u_A(t) = U_m \cos(\omega t + \phi_u)$$

$$\text{Avec } U_m = 2,7 \times 0,2 = 0,54 \text{ V} \text{ et } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{8 \times 0,2 \cdot 10^{-3}} = 1250\pi$$

$$\text{A } t=0 ; \text{ comme } u_A = U_m \cos \phi = 0 \text{ et } \frac{du_A}{dt} < 0 \text{ alors } \phi_u = \frac{\pi}{2} \text{ d'où } u_A(t) = 54 \cdot 10^{-2} \cos(1250\pi t + \frac{\pi}{2})$$

$$\triangleright \quad u_R(t) = U_m R \cos(\omega t + \phi_{uR})$$

Avec  $U_{mR}=2,5 \times 0,2=0,5V$  Alors  $u_R(t)=50 \cdot 10^{-2} \cos(1250\pi t + \frac{\pi}{2})$

avec  $\phi_u = \phi_{uR}$  car les deux fonctions sont en phases.

$$2.2. \text{ Calcul de } r : \frac{U_{mA}}{I_m} = R+r \Leftrightarrow \frac{U_{mA}R}{U_{mB}} = R+r \Rightarrow r = \frac{U_{mA}R}{U_{mB}} - R = R \left( \frac{U_{mA}}{U_{mB}} - 1 \right) = 8\Omega$$

$$2.3. \text{ Calcul de } L : \text{ A la résonance} : L\omega = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow L = \frac{1}{C\omega^2} = 5,82 \cdot 10^{-2} H (0,5 \text{ pt})$$

3.1. Déduction de  $\Delta\phi$  : Comme  $i(t)$  est en avance sur  $u(t)$  donc  $\Delta\phi < 0$  :

$$\Delta\phi = -\omega\Delta t = -\frac{2\pi}{T}\Delta t = -\frac{2\pi}{10}1,5 = -0,3\pi$$

$$3.2. \text{ Calcul de } \phi : \tan\phi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R+r} = \frac{58,2 \cdot 10^{-3} \pi \cdot 10^3 - \frac{1}{1,1 \cdot 10^{-6} \cdot \pi \cdot 10^3}}{108} = \frac{58,2\pi - \frac{100\pi}{1,1}}{108} = -0,3\pi$$

# **EXERCICES CORRIGÉS 7AS/SN**

# CHIMIE

## EXERCICE 1

Un alcool saturé A, à chaîne-carbonée linéaire, a pour formule brute C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>O.

1. Quels sont les isomères possibles (en se limitant aux alcools à chaîne carbonée linéaire) ? Donner leurs formules semi-développées et leurs noms.

2. On oxyde de façon ménagée une masse m = 0,80 g de A par une solution acidifiée de permanganate de potassium de concentration 0,50 mol/L. On obtient un composé organique B qui réagit à chaud avec la liqueur de Fehling pour donner, en particulier, un précipité rouge brique.

2.1 Quels sont la formule et le nom du composé organique B ?

2.2 Préciser la fonction chimique et le nom de A.

2.3 Écrire l'équation bilan de l'oxydation ménagée de A en B par la solution acidifiée de permanganate de potassium.

2.4 Quel volume minimal de solution oxydante de concentration 0,50 mol/L a-t-on utilisé pour oxyder une masse m = 0,80 g de A ? *Données : M(C)=12g/mol ; M(H)=1g/mol ; M(O)=16g/mol*

3. Cette question peut être traitée sans que la formule de l'alcool soit connue.

On notera cette formule R-OH.

On introduit 2.10<sup>-2</sup> mol de A ainsi que 0,92 g d'acide méthanoïque dans un tube scellé qui est dans une étuve. Après 20 minutes, on dose l'acide méthanoïque restant à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration 1mol/L.

L'équivalence est obtenue après addition de 12mL de la solution d'hydroxyde de sodium.

3.1 Écrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'alcool A.

Nommer le corps organique formé.

3.2 Déterminer le pourcentage de l'alcool A qui a réagi avec l'acide méthanoïque au bout de 20 minutes. Conclure.

## Corrigé

### 1 Les formules semi-développées des isomères de A

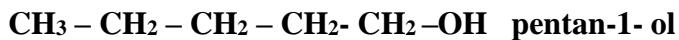
- CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> - CH<sub>2</sub>–OH Pentan-1- ol
- CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> – CH OH - CH<sub>3</sub>      Pentan-2- ol
- CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CHOH – CH<sub>2</sub> - CH<sub>3</sub>    Pentan-3- ol

2.

2.1 Le corps B donne un test positif avec la liqueur de Fehling, le composé B est alors un aldéhyde de formule semi-développée et de nom :

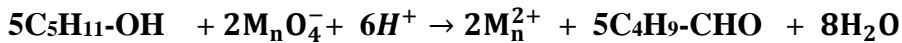
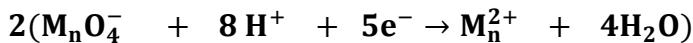
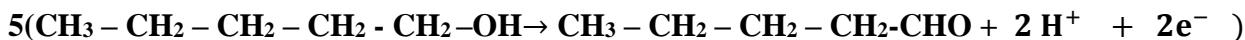
CH<sub>3</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> – CH<sub>2</sub> - CHO le pentanal.

2.2 L'alcool A dont l'oxydation ménagée conduit à la formation de B est :



Fonction: alcool

2.3 les demi-équations électroniques et l'équation bilan de l'oxydation de A :

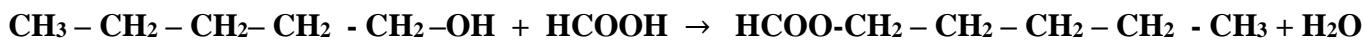


2.4 Le volume de permanganate de potassium utilisé pour oxyder la masse m

$$\text{D'après l'équation bilan : } \frac{n(\text{M}_n\text{O}_4^-)}{2} = \frac{n(A)}{5} \Rightarrow \frac{c.v}{2} = \frac{m}{5M_A} \Rightarrow V = \frac{2m}{5cM_A} = 7,27 \cdot 10^{-3} L$$

3.

3.1 La réaction d'estérification



Le corps obtenu est le méthanoate de pentyle

3.2 Le pourcentage de l'alcool A.

$$\rho = \frac{n(al)_r}{n(al)_0} = \frac{n(ac)_r}{n(al)_0} = \frac{n(ac)_0 - C_B V_{BE}}{n(al)_0} = \frac{\frac{m}{M} - C_B V_{BE}}{n(al)_0} = 40\%$$

### EXERCICE 2

1 On mélange 36g de propan-1-ol et 36g d'acide éthanoïque.

1.1 Ecrire l'équation de la réaction en précisant son nom,

1.2 Calculer les nombres de mole n<sub>1</sub> d'alcool et n<sub>2</sub> d'acide mis en présence initialement.

2 On suit l'évolution de la composition du mélange, on détermine à divers instants le nombre de moles n d'acide éthanoïque restant. Les résultats sont traduits par la courbe ci-contre.

2.1 Quelle est la composition molaire du mélange à l'équilibre

2.2 En déduire la valeur K de la constante d'équilibre.

3 Calculer la vitesse Instantanée de formation de l'ester à l'instant t=30m.

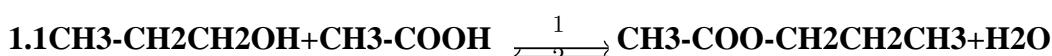
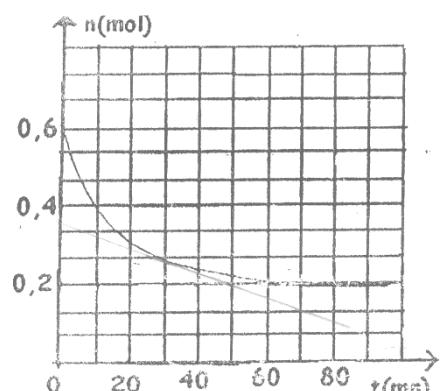
4 Calculer le temps de demi réaction.

5 On voudrait obtenir 0,56mol d'ester. Dans ce but on ajoute x mole de propan-1-ol au mélange précédemment en équilibre.

5.1 Calculer x.

5.2 A partir de l'équilibre précédent, on élimine toute l'eau à mesure qu'elle se forme. Quelle est la composition du mélange final ?

**Corrigé**



$$1.2 n_2(\text{CH}_3\text{-COOH}) = m/M = 36/60 = 0,6 \text{ mol}$$

$$n_1(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) = m/M = 36/60 = 0,6 \text{ mol}$$

2.1 A l'équilibre

$$n_{ac} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{al} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{es} = 0,4 \text{ mol}$$

$$n_{eau} = 0,4 \text{ mol}$$

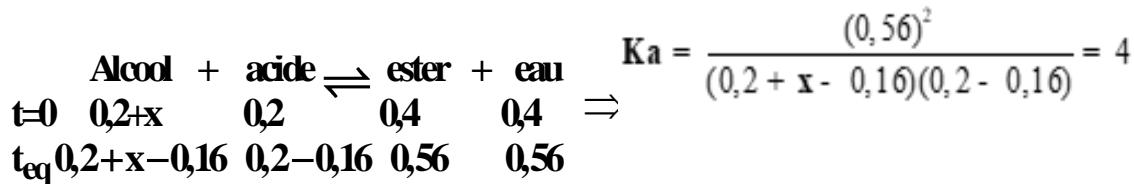
## 2.2 La constante d'équilibre : K=4

3. la vitesse à l'instant t = 30min : De la courbe nous avons (50 ; 0,2) ; (0- ; 0,37)

$$V_E = V_A = -(dnA/dt) = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/min}$$

4. Le temps de demi réaction :  $T_{1/2} = 10\text{min}$

5.1



5.2 Si on continue à éliminer l'eau formée, l'équilibre se déplace dans le sens 1

Composition du mélange :  $n_{es} = 0,6\text{mol}$ ,  $n_{eau} = 0$ ;  $n_{al} = 1,92\text{mol}$

## EXERCICE 3

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

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

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

a) Etablir la formule semi-développée de cet alcool.

b) Donner son nom et sa classe.

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

## Corrigé

1°) La formule brute :  $C_xH_y$ ,

$$\text{D'après la densité : } d = \frac{M}{29} \Rightarrow M = 29d = 29 \times 2,41 = 70\text{g/mol},$$

D'après la composition centésimale massique :

$$\frac{m_C}{C\%} = \frac{m_H}{H\%} = \frac{M}{100} \Rightarrow \frac{m_C}{C\%} = \frac{M}{100} \Rightarrow \frac{12x}{85,7} = \frac{70}{100} \Rightarrow x = \frac{70 \times 85,7}{12 \times 100} = 5.$$

$$\frac{m_H}{H\%} = \frac{M}{100} \Rightarrow \frac{1.y}{14,3} = \frac{70}{100} \Rightarrow y = \frac{70 \times 14,3}{100} = 10 \Rightarrow C_5H_{10}.$$

Les formules semi-développées possibles de cet alcène :

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH = CH_2$  : pent-1-ène ;

$CH_3 - CH_2 - CH = CH - CH_2$  : pent-2-ène ;

$CH_3 - CH(CH_3) - CH = CH_2$  : 3-méthylbut-1-ène ;

$CH_3 - CH_2 - C(CH_3) = CH_2$  : 2-méthylbut-1-ène ;

$CH_3 - C(CH_3) = CH - CH_3$  : 2-méthylbut-2-ène ;

2°.a) La formule semi-développée de l'alcool :  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH(OH) - CH_3$ .

3°) Le seul alcène peut donner deux alcools secondaires isomères l'un possédant un carbone asymétrique et l'autre non c'est le pent-2-ène.

## EXERCICE 4

On prépare un système chimique formé initialement ( $t = 0$ ) par :

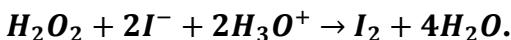
- Une solution aqueuse ( $S_1$ ) d'iodure de potassium  $KI$  de volume  $V_1 = 100\text{mL}$  et de concentration molaire  $C_1 = 0,1\text{mol/L}$ .

- Une solution aqueuse ( $S_2$ ) d'eau oxygénée  $H_2O_2$  de volume  $V_2 = 100mL$  et de concentration  $C_2$

- Une solution d'acide sulfurique concentré et de volume négligeable.

Le système ainsi préparé est le siège de la réaction d'oxydation des ions iodure  $I^-$  par l'eau oxygénée  $H_2O_2$ , en milieu acide,

est une réaction chimique lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation suivante :



Par une méthode expérimentale convenable, on suit l'évolution de l'avancement  $x$  de la réaction en fonction du temps.

1°) Calculer la quantité de matière initiale  $n_{01}$  des ions iodure dans le système.

2°) Exprimer la quantité de matière initiale  $n_{02}$  d'eau oxygénée en fonction de  $C_2$  et  $V_2$ .

3°) Dresser le tableau descriptif en  $x$ , de l'évolution du système chimique relatif à la réaction étudiée.

4°) Justifier que l'eau oxygénée est le réactif limitant. En déduire que  $C_2 = 0,04mol/L$ .

5°) Déterminer graphiquement, à l'instant  $t = 0$ , la valeur de la vitesse instantanée de la réaction.

Préciser comment évolue cette vitesse au cours du temps.

6°) On refait l'expérience précédente mais, en utilisant une solution aqueuse d'eau oxygénée de concentration molaire  $C'_2 = 0,06mol/L$ .

a) Calculer la nouvelle valeur  $x'_f$  de l'avancement final.

b) Préciser en le justifiant, si la valeur de la vitesse instantanée de la réaction, à l'instant  $t = 0$ , diminue, augmente ou reste inchangée.

### Corrigé

1°) La quantité initiale des ions iodure :  $n_{01}(I^-) = C_1V_1 = 0,1 \times 0,1 = 0,01mol$ .

2°) La quantité initiale d'eau oxygénée :  $n_{02}(H_2O_2) = C_2V_2$ .

3°) Le tableau descriptif de l'évolution du système chimique

Réaction		$H_2O_2 + 2I^- + 2H_3O^+ \rightarrow I_2 + 4H_2O$				
Etat	Avancement	Quantités de matière en mol				
Etat initial $t = 0$	0	$n_{02}$	$n_{01}$	Excès	0	Solvant
Etat intermédiaire $t > 0$	$x$	$n_{02} - x$	$n_{01} - 2x$	Excès	$x$	
Etat final $t = t_f$	$x_f$	$n_{02} - x_f$	$n_{01} - 2x_f$	Excès	$x_f$	

4°) Justifions que  $H_2O_2$  est le réactif limitant :

$$n_f(I^-) = n_{01}(I^-) - 2x_f = 0,01 - 2 \times 4 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3}mol \neq 0 \Rightarrow I^- \text{ est en excès}$$

$\Rightarrow H_2O_2$  est le réactif limitant. Déduisons que  $C_2 = 0,04mol/L$ .

$$n_{02} - x_f = 0 \Rightarrow C_2V_2 - x_f = 0 \Rightarrow C_2V_2 = x_f \Rightarrow C_2 = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,04mol/L.$$

$$5°) \text{ La vitesse à } t = 0 V_0 = \left( \frac{dx}{dt} \right)_{t=0} = \frac{x'_{t_2} - x'_{t_1}}{t'_{t_1} - t'_{t_2}} = \frac{(3-0) \times 10^{-3}}{4-0} = 7,5 \cdot 10^{-4} mol/L/min.$$

$$\Rightarrow V_0 = 7,5 \cdot 10^{-4} mol/L/min$$

Cette vitesse diminue au cours du temps.

6°.a) La nouvelle valeur  $x'_f$  de la réaction.

$$n'_{02}(H_2O_2) = C'_2V_2 = 0,06 \times 0,1 = 6 \times 10^{-3}mol.$$

$$\frac{n'_{02}}{1} = 6 \cdot 10^{-3}mol \text{ et } \frac{n_{01}}{2} = \frac{0,01}{2} = 5 \cdot 10^{-3}mol \Rightarrow I^- \text{ est le réactif limitant}$$

$$\Rightarrow x'_f = \frac{n_0(I^-)}{2} = \frac{0,005}{2} = 0,0025mol.$$

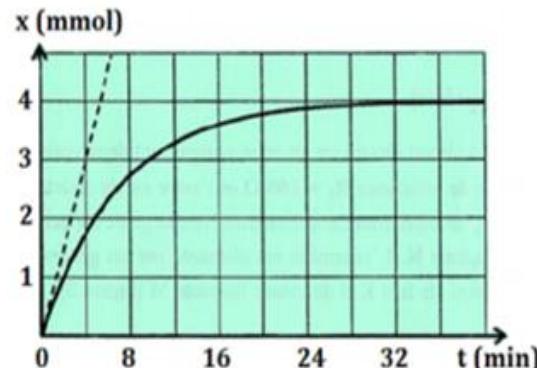


Figure 1

## EXERCICE 5

**1 A la date t=0, on mélange  $3.10^{-3}$  mol de diiode  $I_2$  et 40cm<sup>3</sup> d'une solution de thiosulfate de sodium ( $2Na^+, S_2O_3^{2-}$ ) de concentration 0,1mol/L. On donne :  $E_{S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}} = 0,08V$  et  $E_{I_2/I^-} = 0,54V$**

**1.1 Ecrire les demi équations et l'équation bilan de la réaction qui se produit. Déterminer le réactif limitant.**

**1.2 Le volume total de la solution étant Vs=100cm<sup>3</sup>, quelle est la concentration initiale des réactifs ?**

**1.3 Quelle est la concentration des ions iodure  $I^-$  en fin de réaction ?**

**1.4 La courbe C représente l'évolution de la variation de la concentration des ions iodure formés en fonction du temps.**

**Calculer la concentration des réactifs  $I_2$  et  $S_2O_3^{2-}$  à l'instant t=75s.**

**1.5 Déterminer le temps de la demi-réaction pour cette expérience.**

**2 Dans le but de mettre en évidence l'effet de certains facteurs cinétiques sur la vitesse de formation, on réalise en plus de l'expérience précédente deux autres expériences en y apportant chaque fois une seule modification. Les conditions initiales de ces expériences sont consignées dans le tableau suivant:**

Expérience	a	b	c
Concentration initiale de $S_2O_3^{2-}$	$4.10^{-2}$ mol/L	$2.10^{-2}$ mol/L	$4.10^{-2}$ mol/L
Température	T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> >T <sub>1</sub>

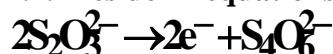
On a représenté sur la même figure avec C les courbes  $C_1$  et  $C_2$  traduisant les résultats de ces expériences.

**2.1 Déterminer la vitesse de formation de  $I^-$  à la date t=35s pour les trois expériences.**

**2.2 Préciser la courbe correspondante à chaque expérience. Justifier la réponse.**

**Corrigé**

**1.1. Les demi-équations électroniques :**



Le réactif limitant :

$$\frac{n_{I_2}}{1} = 3.10^{-3} \text{ mol/L} \text{ et } \frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{2} = \frac{C_2 V_2}{2} = \frac{0,1 \times 40 \cdot 10^{-3}}{2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Comme  $\frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{2} < \frac{n_{I_2}}{1}$  le réactif limitant est  $S_2O_3^{2-}$

**1.2. Calcul des concentrations initiales :**

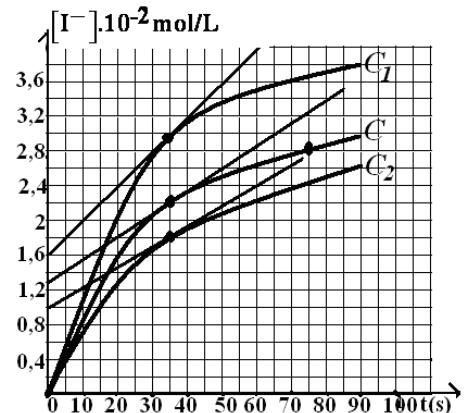
$$[I_2]_0 = \frac{n_{I_2}}{V} = 3.10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[S_2O_3^{2-}]_0 = \frac{C_2 V_2}{V} = \frac{0,1 \times 40}{100} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

**1.3 Calcul de la concentration des ions  $I^-$  en fin de réaction.**

$$\frac{[I^-]_\infty}{2} = \frac{[S_2O_3^{2-}]_0}{2} \Rightarrow [I^-]_\infty = [S_2O_3^{2-}]_0 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\text{Graphiquement } [I^-]_f = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$



- Calcul de la concentration de  $I_2$  disparue

$$[I_2]_d = \frac{[I^-]_f}{2} \Rightarrow [I_2]_d = \frac{1,4 \cdot 10^{-2}}{2} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

- Calcul de la concentration de  $I_2$  restante

$$\begin{aligned}[I_2]_0 &= [I_2]_d + [I_2]_r \\ \Rightarrow [I_2]_r &= [I_2]_0 - [I_2]_d \\ &= 3 \cdot 10^{-2} - 1,4 \cdot 10^{-2} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}\end{aligned}$$

- Calcul de la concentration de  $S_2O_3^{2-}$  disparue

$$\begin{aligned}\frac{[S_2O_3^{2-}]_d}{2} &= \frac{[I^-]_f}{2} \\ \Rightarrow [S_2O_3^{2-}]_d &= [I^-]_f = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}\end{aligned}$$

- Calcul de la concentration de  $S_2O_3^{2-}$  restante

$$[S_2O_3^{2-}]_0 = [S_2O_3^{2-}]_d + [S_2O_3^{2-}]_r \Rightarrow [S_2O_3^{2-}]_r = [S_2O_3^{2-}]_0 - [S_2O_3^{2-}]_d = 4 \cdot 10^{-2} - 2,8 \cdot 10^{-2} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

### 1.5 Calcul du temps de la demi-réaction $t_{1/2}$

La concentration initiale du réactif limitant  $S_2O_3^{2-}$  étant  $4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  ; le temps de la demi-réaction est le temps nécessaire à la disparition de la moitié de cette concentration. (Soit  $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ ). Ce temps est le même que celui nécessaire à la formation de la même quantité de  $I^-$  car leurs coefficients stœchiométriques sont identiques.

Ce temps est donc l'abscisse du point d'ordonnée  $2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  soit graphiquement  $t_{1/2} = 27 \text{ min}$ .

### 2.1 Calcul des vitesses

La vitesse de formation de  $I^-$  correspond à au coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse  $35 \text{ mn}$  ;

Soit pour  $C_2$

$$V_2 = \frac{[I^-]_B - [I^-]_A}{t_B - t_A} = \frac{(2,6 - 1) \cdot 10^{-2}}{70 - 0} = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L/min}$$

Soit pour  $C$

$$V = \frac{[I^-]_D - [I^-]_C}{t_B - t_A} = \frac{(3,4 - 1,3) \cdot 10^{-2}}{80 - 0} = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L/min}$$

Soit pour  $C_1$

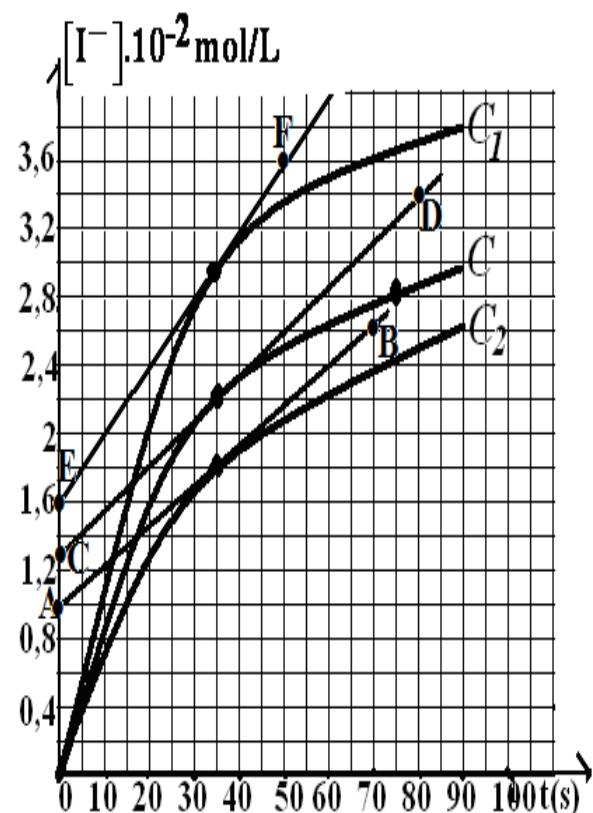
$$V_1 = \frac{[I^-]_F - [I^-]_E}{t_B - t_A} = \frac{(3,6 - 1,6) \cdot 10^{-2}}{50 - 0} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L/min}$$

### Identification des courbes

Comme  $V_1 > V > V_2$  ; la courbe  $C_1$  correspond à l'expérience c pour la quelle la concentration est la plus grande et la température est la plus grande.

La courbe  $C_2$  correspond à l'expérience a pour la quelle la concentration est la plus grande et la température est petite.

La courbe C correspond à l'expérience b pour la quelle la concentration est la plus petite et la température est plus petite.



### EXERCICE 6

On réalise l'oxydation des ions iodure par les ions peroxodisulfate. Trois expériences sont réalisées à volume constant du milieu réactionnel et dans les conditions expérimentales indiquées dans le tableau.

1 Préciser les couples redox mis en jeu et écrire l'équation de la réaction qui se produit sachant que la réaction est totale.

2 On suit l'évolution du nombre de mole d'ions iodure restant en fonction du temps dans les trois expériences, les résultats ont donné les courbes (a), (b) et (c) du graphe.

2.1 Associer en justifiant la réponse, à chaque expérience la courbe correspondante.

2.2 Préciser le réactif limitant et en déduire les valeurs de  $n_1$  et  $n_2$  sachant que la réaction est totale.

3 On s'intéresse à la réaction correspondant à la courbe (a).

3.1 Définir la vitesse de disparition de  $\Gamma^-$  puis déterminer sa valeur à l'instant  $t=10\text{min}$ .

3.2 Comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps?

3.3 Donner la composition, en mol, du système à  $t=4\text{min}$ .

3.4 Tracer les allures des courbes  $n(I_2)=f(t)$  pour les trois expériences.

#### Corrigé

1) Les couples redox  $I^-/\Gamma^-$  et  $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$  L'équation de la réaction

$2\Gamma^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$ . 2.1 Les 2 expériences 1 et 2 ont la même limite (même composition initiale).

l'expérience 2 est plus rapide que l'expérience 3.

Courbe a → expérience 2

Courbe b → expérience 3

Courbe C → expérience 1

2.2 Dans les 3 expériences,  $\Gamma^-$  ne disparaît pas totalement =>  $\Gamma^-$  est en excès et  $S_2O_8^{2-}$  est le réactif limitant.

$$n_{0(S_2O_8^{2-})} = n_1$$

D'après le graphe  $n_{(I^-)r} = 20 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

Alors  $n_{(I^-)d} = n_{(I^-)0} - n_{(I^-)r} = 20 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

$$\frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{n_{0(S_2O_8^{2-})}}{1}$$

$$\Rightarrow n_1 = n_{0(S_2O_8^{2-})} = \frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2} = 10 \cdot 10^{-3}\text{mol}$$

Pour les expériences 2 et 3, courbe a et b

$$n_{0(S_2O_8^{2-})} = n_2$$

D'après le graphe  $n_{(I^-)r} = 10 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

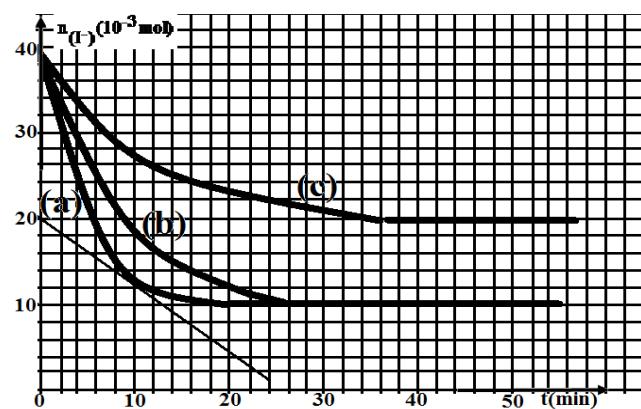
Alors  $n_{(I^-)d} = n_{(I^-)0} - n_{(I^-)r} = 30 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

$$\frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{n_{0(S_2O_8^{2-})}}{1}$$

$$\Rightarrow n_2 = n_{0(S_2O_8^{2-})} = \frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{2} = 15 \cdot 10^{-3}\text{mol}$$

3.1 Définition de la vitesse instantanée

Expérience n°	1	2	3
$n(\Gamma).10^{-3}\text{mol}$	40	40	40
$n(S_2O_8^{2-}).10^{-3}\text{mol}$	$n_1$	$n_2$	$n_2$
T( $^{\circ}\text{C}$ )	20	40	20



#### Corrigé

1) Les couples redox  $I^-/\Gamma^-$  et  $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$  L'équation de la réaction

$2\Gamma^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$ . 2.1 Les 2 expériences 1 et 2 ont la même limite

(même composition initiale).

l'expérience 2 est plus rapide que l'expérience 3.

Courbe a → expérience 2

Courbe b → expérience 3

Courbe C → expérience 1

2.2 Dans les 3 expériences,  $\Gamma^-$  ne disparaît pas totalement =>  $\Gamma^-$  est en excès et  $S_2O_8^{2-}$  est le réactif limitant.

$$n_{0(S_2O_8^{2-})} = n_1$$

D'après le graphe  $n_{(I^-)r} = 20 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

Alors  $n_{(I^-)d} = n_{(I^-)0} - n_{(I^-)r} = 20 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

$$\frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{n_{0(S_2O_8^{2-})}}{1}$$

$$\Rightarrow n_1 = n_{0(S_2O_8^{2-})} = \frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2} = 10 \cdot 10^{-3}\text{mol}$$

Pour les expériences 2 et 3, courbe a et b

$$n_{0(S_2O_8^{2-})} = n_2$$

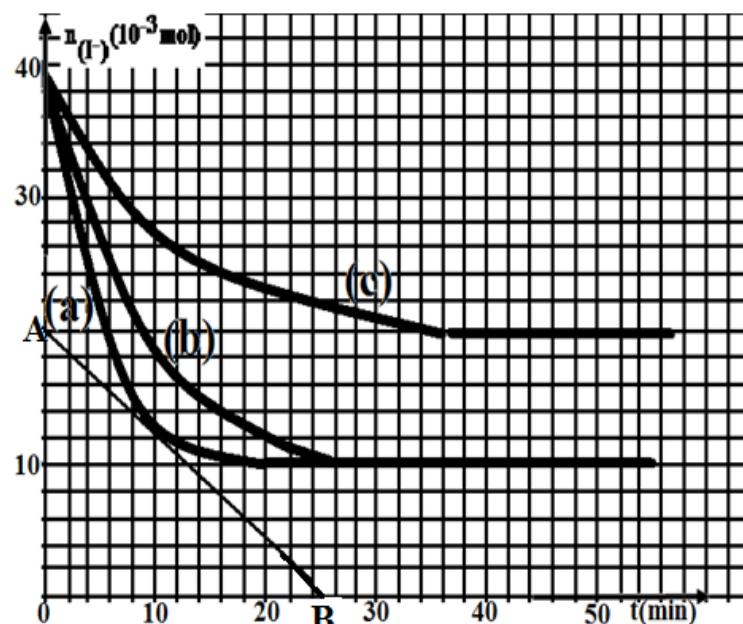
D'après le graphe  $n_{(I^-)r} = 10 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

Alors  $n_{(I^-)d} = n_{(I^-)0} - n_{(I^-)r} = 30 \cdot 10^{-3}\text{mol}$

$$\frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{n_{0(S_2O_8^{2-})}}{1}$$

$$\Rightarrow n_2 = n_{0(S_2O_8^{2-})} = \frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{30 \cdot 10^{-3}}{2} = 15 \cdot 10^{-3}\text{mol}$$

3.1 Définition de la vitesse instantanée



C'est l'opposée dérivée de la quantité de matière de  $I^-$  par rapport au temps :  $V = -\frac{d[I^-]}{dt}$

Elle correspond à l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t=10\text{min}$ .

Soit en utilisant les points A (0 ;  $20 \cdot 10^{-3}$ ) B (25 ; 0) pour calculer la vitesse à  $t_1$

$$V = -\frac{[I^-]_2 - [I^-]_1}{t_2 - t_1} = -\frac{(0 - 20) \cdot 10^{-3}}{25 - 0} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/min}$$

**3.2 La pente de la tangente à la courbe diminue au cours du temps, en valeur absolue,  $\Rightarrow$  la vitesse de la réaction diminue au cours du temps et cette diminution est due à la diminution de la quantité de matière des réactifs au cours du temps.**

**3.3 Composition finale du mélange à  $t = 4\text{min}$**

d'après le graphe  $n_{(I^-)r} = 24 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$$n_{(I^-)d} = n_1 - n_{(I^-)r} = (40 - 24) \cdot 10^{-3} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{n_{d(S_2O_8^2)}}{1}$$

$$\Rightarrow n_{d(S_2O_8^2)} = \frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{16 \cdot 10^{-3}}{2} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{r(S_2O_8^2)} = n_1 - n_{d(S_2O_8^2)} = 15 \cdot 10^{-3} - 8 \cdot 10^{-3}$$

$$n_{r(S_2O_8^2)} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{n_{I_2}}{1} \Rightarrow n_{I_2} = \frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{16 \cdot 10^{-3}}{2} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n_{(I^-)d}}{2} = \frac{n_{(SO_4^2)}}{2} \Rightarrow n_{(SO_4^2)} = n_{(I^-)d} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

**3.4 Tracés des courbes de formation**

- Pour l'expérience 1 :  $n_1 = n_{(I_2)f} = 10 \cdot 10^{-3} = 10^{-2} \text{ mol}$

$t_{\text{final}} \approx 36\text{min}$

- Pour les expériences 2 et 3 :  $n_2 = n_{(I_2)f} = 15 \cdot 10^{-3} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$t_{2\text{final}} \approx 16\text{min}$

$t_{3\text{final}} \approx 24\text{min}$

Voir courbes

### EXERCICE 7

L'eau oxygénée  $H_2O_2$  réagit avec les ions iodures  $I^-$  suivant la réaction lente et totale d'équation :

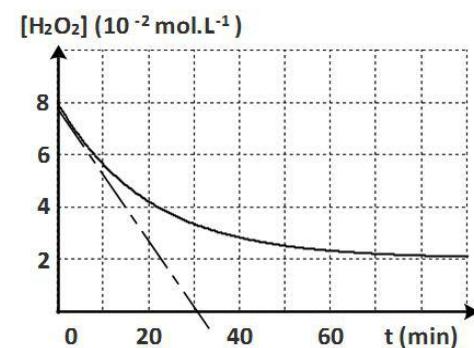
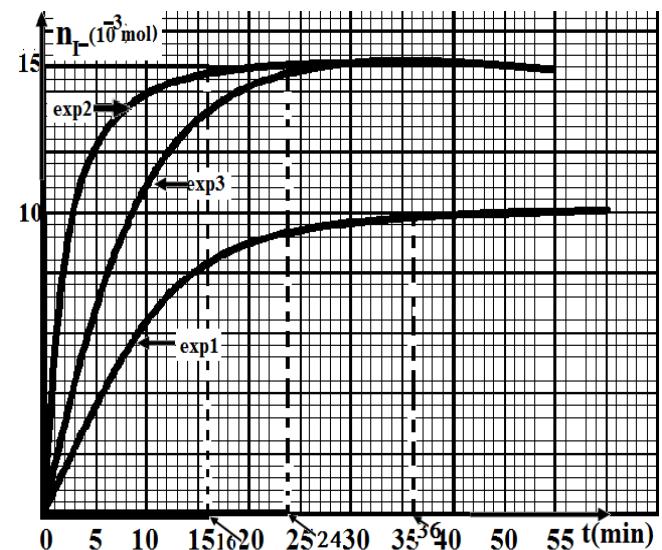


A  $t=0$  on mélange, à une température  $\theta_1$  constante, les solutions aqueuses suivantes :

- une solution ( $S_1$ ) d'iodure de potassium  $KI$  de concentration  $C_1$  et de volume  $V_1=100 \text{ mL}$  ;
- une solution ( $S_2$ ) d'eau oxygénée de concentration molaire  $C_2$  et de volume  $V_2=80 \text{ mL}$  ;
- une solution d'acide sulfurique de volume  $V_3=20 \text{ mL}$  (L'acide sulfurique est en excès).

La mesure de la quantité de matière du diiode  $I_2$  par dosage, a permis de tracer la courbe de la figure ci-contre, donnant l'évolution temporelle de la concentration molaire de  $H_2O_2$ .

- Préciser, en le justifiant, le rôle (catalyseur ou réactif) des ions  $SO_4^{2-}$



hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$  pour la réaction (I).

2. Montrer que les concentrations initiales des ions iodure et de l'eau oxygénée dans le mélange, s'expriment respectivement par :  $[\text{I}^-]_0 = \frac{1}{2}\text{C}_1$  et  $[\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{2}{5}\text{C}_2$

3. Compléter, le tableau descriptif de l'évolution de la réaction (I).

Etat de système	Avancement x (mol)	Quantité de matière(en mol)					
		$2\text{I}^-$	$+\text{H}_2\text{O}_2$	$+ 2\text{H}_3\text{O}^+$	$\rightarrow$	$\text{I}_2$	$+ 4\text{H}_2\text{O}$
Etat (initial) $t_0$	0	$n_1 = \text{C}_1 V_1$	$n_2 = \text{C}_2 V_2$		En excès		Solvant en excès
Etat intermédiaire t							
Etat (final) $t_f$							

4.1. Calculer la vitesse volumique maximale  $V_v$  (t) de la réaction après avoir calculer la vitesse maximale de disparition de  $\text{H}_2\text{O}_2$  à partir de la courbe. Déduire la vitesse maximale de la réaction.

4.2. Expliquer qualitativement comment évolue la vitesse de la réaction au cours du temps ?

Donner le facteur cinétique responsable à cette évolution.

4.3. Calculer la vitesse moyenne volumique entre les instants  $t_0=0$  et  $t_1=20\text{min}$ .

5. En exploitant la courbe, déterminer les valeurs des concentrations molaires  $\text{C}_1$  et  $\text{C}_2$ .

6. On reprend l'expérience précédente à la même température, mais en utilisant, une solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration  $\text{C}'_1 = 0,5\text{mol.L}^{-1}$ .

Préciser, en justifiant, si les grandeurs suivantes (augmentent, diminuent ou ne changent pas) par rapport à l'expérience initiale :

- l'avancement maximal de la réaction.
- le temps de demi-réaction.
- la vitesse instantanée de la réaction, à l'instant  $t=0$ .

### Corrigé

1. L'ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  est un réactif car il apparaît dans l'équation-bilan

2. Calcul des concentrations

$$\triangleright \text{Calcul de } \text{C}_1 : [\text{I}^-]_0 = \frac{\text{C}_1 V_1}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{\text{C}_1 \times 100}{200} = \frac{\text{C}_1}{2}$$

$$\triangleright \text{Calcul de } \text{C}_2 : [\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{\text{C}_2 V_2}{V_1 + V_2 + V_3} = \frac{\text{C}_2 \times 80}{200} = \frac{2\text{C}_2}{5}$$

3. Tableau d'avancement

Etat de système	Avancement x (mol)	Quantité de matière(en mol)					
		$2\text{I}^-$	$+\text{H}_2\text{O}_2$	$+ 2\text{H}_3\text{O}^+$	$\rightarrow$	$\text{I}_2$	$+ 4\text{H}_2\text{O}$
Etat (initial) $t_0$	0	$n_1 = \text{C}_1 V_1$	$n_2 = \text{C}_2 V_2$			0	Solvant en excès
Etat intermédiaire t	x	$\text{C}_1 V_1 - 2x$	$\text{C}_2 V_2 - x$		En excès	x	
Etat (final) $t_f$	$x_f$	$\text{C}_1 V_1 - 2x_f$	$\text{C}_2 V_2 - x_f$				$x_f$

4.1. Calcul de la vitesse maximale de ou la vitesse initiale de disparition:

Elle correspond à l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t = 0$ . Soit en utilisant les points O (0 ;  $8.10^{-2}$ ) et B (30; 0)

$$V_d(\text{H}_2\text{O}_2)(t=0) = -\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_2 - [\text{H}_2\text{O}_2]_1}{t_2 - t_1} = 2,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$$

Calcul de la vitesse maximale volumique :  $V_{\text{vol}}(t=0) = \frac{V_d(\text{H}_2\text{O}_2)(t=0)}{1} = 2,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$

Déduction de la vitesse de la réaction :  $V_{\text{vol}}(t=0) = \frac{V_{\text{vol}}(t=0)}{V_{\text{vol}}} \Rightarrow V_{\text{vol}}(t=0) = V_{\text{vol}}(t=0) \times V_{\text{vol}}$

$$V_{\text{vol}}(t=0) = 2,67 \cdot 10^{-3} \times 200 \cdot 10^{-3} = 5,34 \cdot 10^{-4} \text{ mol/min}$$

**4.2. La vitesse de la réaction diminue au cours du temps car la valeur de la pente de la tangente diminue au cours du temps.**

**Le facteur cinétique responsable à cette diminution est la concentration des réactifs.**

**4.3. Calcul de la vitesse moyenne de disparition:**

Soit en utilisant les points O (0 ; 8.10<sup>-2</sup>) et C (20; 4.10<sup>-2</sup>)

$$V_{\text{md}}(\text{H}_2\text{O}_2)_{(t=0)} = -\frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_2 - [\text{H}_2\text{O}_2]_1}{t_2 - t_1}$$

$$= 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$$

Calcul de la vitesse moyenne volumique :  $V_{\text{md}}(t=0) = \frac{V_{\text{md}}(\text{H}_2\text{O}_2)_{(t=0)}}{1} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L/min}$

**5. Calcul de C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> :**

$$\text{D'après le graphe } [\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} : [\text{H}_2\text{O}_2]_0 = \frac{2C_2}{5} \Rightarrow C_2 = \frac{5[\text{H}_2\text{O}_2]_0}{2} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$\text{D'après l'équation de la réaction : } \frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_d}{1} = \frac{[\text{I}^-]_0}{2} = \frac{C_1}{4} \Rightarrow C_1 = 4[\text{H}_2\text{O}_2]_d = 2,4 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$

**6.-L'avancement maximal de la réaction augmente.**

- Le temps de demi-réaction diminue car la réaction est plus rapide.

- La vitesse instantanée de la réaction, à l'instant t=0 augmente car l'augmentation de la concentration augmente la vitesse.

### EXERCICE 8

On étudie, à une température T<sub>1</sub> constante, la cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée d'équation: 2 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → O<sub>2</sub> (g) + 2 H<sub>2</sub>O.

A un instant t=0, on prépare un système contenant 0,060 mol d'eau oxygénée.

Son volume V<sub>s</sub> = 1L reste constant durant toute l'évolution. La mesure du volume du dioxygène à différents instants, a permis de tracer la courbe (C<sub>1</sub>) de la figure ci-contre donnant l'évolution temporelle de la quantité de matière d'eau oxygénée : n<sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></sub> = f(t).

1. En s'aidant d'un tableau d'avancement, exprimer en fonction de la quantité de matière d'eau oxygénée n<sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></sub>, l'avancement x(t) : x = f(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

2. Définir la vitesse instantanée d'une réaction chimique.

3. Déterminer des valeurs approchées de la vitesse de cette réaction aux instants t=0 et t = t<sub>1/2</sub> (instant pour lequel x=x<sub>f</sub>/2).

Comment varie la vitesse de la réaction au cours de temps ?

Interpréter cette variation.

4. Déterminer la composition du système à t=10min.

5. Dans les mêmes conditions expérimentales, on prépare un deuxième système identique au premier, mais à une température T<sub>2</sub> ≠ T<sub>1</sub>. On obtient la courbe (C<sub>2</sub>).

5.1. Justifier graphiquement, que la température est un facteur cinétique.

5.2. En déduire si la température T<sub>2</sub> est inférieure ou supérieure, à la température T<sub>1</sub>.

**Corrigé**

#### 1. Tableau d'avancement

Etat de la réaction	Avancement	Quantité de la réaction		
		2H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	→ O <sub>2</sub> + 2H <sub>2</sub> O	
Etat initial	0	0,06	0	0
Etat intermédiaire	x	0,06 - 2x	x	2x
Etat final	x <sub>f</sub>	0,06 - 2x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	2x <sub>f</sub>

$$\text{Expression de l'avancement } x : n_{\text{H}_2\text{O}_2} = 0,06 - 2x \Rightarrow x = \frac{0,06 - n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2}$$

2. La vitesse de la réaction est la dérivée par rapport au temps de l'avancement x de la réaction à cet instant.

$$3. V(t) = \left(\frac{dx}{dt}\right)_t = \frac{d(0,06 - n_{H_2O_2})}{2dt} = -\frac{dn_{H_2O_2}}{2dt} :$$

La valeur de la vitesse à un instant donné est égale à l'opposé de la moitié de la pente de la tangente à la courbe ( $C_1$ ) à l'instant considéré.

$$-V(0) = -\frac{\Delta n_{H_2O_2}}{2\Delta t} \approx 6 \text{ mmol/min}$$

$$-V(t_{1/2}) = V(7\text{min}) = -\frac{\Delta n_{H_2O_2}}{2\Delta t} \approx 2 \text{ mmol/min}$$

4. La composition du mélange :  $n_{H_2O_2} \approx 0,022 \text{ mol} \Rightarrow x = 0,019 \text{ mol}$   
 $n_{O_2} = x = 0,019 \text{ mol}$  et  $n_{H_2O} = 2x = 0,038 \text{ mol}$

5.1. Les pentes des tangentes à l'origine pour les deux courbes, sont différentes les deux vitesses initiales sont différentes la température est un facteur cinétique.

5.2. La pente de la tangente à l'origine pour ( $C_2$ ), est plus grande que celle de ( $C_1$ ) la valeur de la vitesse initiale associée à ( $C_2$ ) est supérieure à celle de ( $C_1$ )  $\Rightarrow T_2 < T_1$ .

### EXERCICE 9

Toutes les solutions sont à la température de  $25^\circ\text{C}$  ;  $K_a$  (acide éthanoïque/base conjuguée) =  $1,58 \cdot 10^{-5}$

1. Donner la formule et le nom de la base conjuguée de l'acide éthanoïque.
2. Une solution aqueuse A d'acide éthanoïque a une concentration  $C_a = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  et un  $\text{pH} = 3,1$ .
  - 2.1. Faire le bilan qualitatif et quantitatif des espèces chimiques dans la solution A.
  - 2.2. Définir le coefficient d'ionisation  $\alpha$  de l'acide éthanoïque en solution. Calculer sa valeur dans la solution considérée.
  - 2.3. Peut-on qualifier l'acide éthanoïque de faible ou de fort ? Justifier.
3. On verse dans un bêcher un volume  $V_a = 20 \text{ mL}$  de la solution A. On y ajoute progressivement un volume  $V_b$  d'une solution aqueuse B d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ . Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les solutions A et B.
4. On note  $V_{bE}$  le volume de la solution B qu'il faut verser dans le volume  $V_a$  de la solution A pour atteindre l'équivalence acido-basique. On verse un volume  $V_b = \frac{1}{2} V_{bE}$  dans le volume  $V_a$  de la solution A. Le mélange ainsi obtenu a un  $\text{pH} = 4,8$ . Préciser, en justifiant, la nature du mélange ainsi obtenu. Rappeler une propriété caractéristique du mélange.
5. On se propose de préparer un mélange de même nature que celui obtenu en 4 à l'aide d'une solution  $S_1$  d'acide méthanoïque de concentration  $C_1 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$  et d'une solution  $S_2$  de méthanoate de sodium de concentration  $C_2 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ . Calculer les volumes  $V_1$  de  $S_1$  et  $V_2$  de  $S_2$  nécessaires à la préparation d'un mélange de volume  $V = 100 \text{ mL}$ .

### Corrigé

1. La formule et le nom de la base conjuguée de l'acide éthanoïque :

f :  $\text{CH}_3\text{-COO}^-$  ; nom : ion éthanoate

2. Bilan qualitatif et quantitatif des espèces dans le mélange :



Calcul des concentrations :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,1} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$   $[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{-10,9} = 1,25 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$

D'après l'électroneutralité :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$

Comme  $[\text{OH}^-]$  est négligeable devant  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  il vient :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

$$C_a = [\text{CH}_3\text{COOH}] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$$

D'après la conservation de la matière :

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = C_a - [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 3,92 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

2.2. Le coefficient d'ionisation est le pourcentage ionisé de l'acide.

$$\text{Sa valeur est : } \alpha = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{C_a} = 2 \cdot 10^{-2} = 2\%$$

2.3. Comme  $\alpha < 1$  l'acide est faible.

3. Equation du dosage :  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$

4. Lorsque  $V_b = V_{be}/2$ , on est à la demi-équivalence ce qui correspond à et  $pH=pK_a$  ; la solution est une solution tampon c-à-d une solution dont le pH est pratiquement invariable après ajout de peu d'acide fort ou de base forte ou peu d'eau.

#### 5. Calcul $V_a$ et $V_b$

La solution est solution tampon obtenue par mélange d'un acide faible avec sa base faible conjuguée.

$$n_a = n_b \Leftrightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \text{ et } V_1 + V_2 = V \quad V_1 = \frac{C_2 V}{C_1} \text{ soit } V_1 = \frac{C_2 V}{C_1 + C_2} = 60 \text{ mL soit } V_2 = 40 \text{ cm}^3.$$

#### EXERCICE 10

1. On considère un monoalcool A dont l'oxydation ménagée donne d'abord un produit B qui colore le réactif de Schiff puis un produit C qui rougit le tournesol.

1.1. Déterminer la formule brute du monoalcool A sachant que sa masse molaire moléculaire est  $M=60 \text{ g/mol}$ .

1.2. Quelle est la classe du monoalcool A? Ecrire sa formule semi développée et préciser son nom.

1.3. Ecrire la formule semi développée du produit C et donner son nom.

2. Le corps C réagit avec un alcool A' pour donner de l'eau et un corps D de formule brute  $C_5H_{10}O_2$

2.1. Préciser la nature de la réaction qui a lieu entre C et A'.

Quelles sont les caractéristiques de cette réaction

2.2. Déterminer la formule brute de l'alcool A' ; écrire sa formule semi développée et donner son nom ; en déduire la formule semi développée de D et préciser son nom.

2.3. Le mélange initial entre C et A' est formé de 0,75 mol de C et de 0,75 mol de A'. La courbe ci-contre traduit les variations du nombre de mole de D formé au cours du temps.

2.3.1. Donner la composition finale du mélange.

2.3.2. Définir la vitesse de formation de D et calculer sa valeur à  $t=15 \text{ min}$ .

Données: C : 12g/mol ; H : 1g/mol ; O : 16g/mol.

#### Corrigé

$$1.1. \text{La formule brute de l'alcool A : } M=14n+18 \Rightarrow n=\frac{M-18}{14}=3$$

d'où la f.b:  $C_3H_7OH$

1.2. Comme l'oxydation de A donne d'abord un produit B qui réagit avec Schiff puis un composé C qui rougit le tournesol ; c'est que B est un aldéhyde , C un acide carboxylique et A un alcool primaire de f.s.d :  $CH_3-CH_2-CH_2OH$  et de nom le propan-1-ol.

1.3. La f.s.d de l'acide et son nom :  $CH_3-CH_2-COOH$  acide propanoïque.

2.1. La réaction entre C et A' est une estérification lente, limitée et athermique.

2.2. La f.b. de A' : comme l'ester D possède 6carbone et l'acide C en a 3 alors A' aura 2.

D'où la f.s.d et le nom de A' :  $CH_3-CH_2OH$  éthanol.

La f.s.d et le nom de l'ester D :  $CH_3-CH_2-COO-CH_2-CH_3$  propanoate d'éthyle.

2.3.1. La composition du mélange :

D'après la courbe  $(n_{est})_f = (n_{eau})_f = 0,5 \text{ mol}$  alors  $(n_{ac})_f = (n_{al})_f = 0,75 - 0,5 = 0,25 \text{ mol}$

2.3.2. La vitesse de formation de D est la dérivée de la quantité de matière de l'ester par rapport au temps. Elle correspond au coefficient directeur de la tangente au point d'abscisse  $t=15 \text{ min}$

$$V(t=15) = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} = \frac{0,55 - 0,23}{40 - 0} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/min}$$

#### EXERCICE 11

A la température de  $25^\circ\text{C}$ , on prépare 1L d'une solution S<sub>1</sub> en dissolvant 1,55g de méthylamine  $CH_3-NH_2$  dans l'eau pure. La mesure du pH de cette solution donne la valeur  $pH=11,7$ .

1 Calculer la concentration C<sub>B</sub> de cette solution S<sub>1</sub>.

2 Montrer est-ce que la méthylamine est une base faible ou une base forte ?

3 Ecrire l'équation de la réaction de la méthylamine avec l'eau.

4 Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution.

5 Calculer le  $pK_a$  du couple acide/base.

6 On prépare  $200\text{cm}^3$  d'une solution S<sub>2</sub> en dissolvant dans l'eau pure une quantité de chlorure d'hydrogène de volume V. On verse progressivement la solution S<sub>2</sub> sur  $50\text{cm}^3$  de la solution S<sub>1</sub>.

Le tableau donne les variations du pH en fonction du rapport B/BH<sup>+</sup>.

pH	10	10,7	11	11,55
$\text{CH}_3\text{-NH}_2$	0,2	1	2	7,1
$\text{CH}_3\text{-NH}_3^+$				

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

6.2 Quel est le pKa du couple  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+/\text{CH}_3\text{NH}_2$  ?

6.3 Comparer la force relative de la méthylamine avec l'ammoniac sachant que  $pK_a(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3)=9,2$ .

6.4 Quand on verse  $25\text{cm}^3$  de la solution S<sub>2</sub> sur  $50\text{cm}^3$  de la solution S<sub>1</sub>, le pH prend la valeur pH=10,7. Préciser la valeur V du volume de chlorure d'hydrogène dissout pour préparer la solution S<sub>2</sub>.

On donne: le volume molaire  $V_M=24\text{l/mol}$  C:12g/mol ; N :14g/mol ; H :1g /mol.

### Corrigé

1 Calcul de la concentration C<sub>B</sub> :  $C_B = \frac{n}{V} = \frac{m}{VM} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

2 Nature de la base : Comme pH ≠ 14 + log C<sub>B</sub> la base est faible



4 Les espèces chimiques :  $\text{H}_3\text{O}^+$  ;  $\text{OH}^-$ ;  $\text{H}_2\text{O}$  ;  $\text{CH}_3\text{CH}_2$  ;  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$

Calcul des concentrations :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{\text{pH}} = 10^{-11,7} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L} \quad \text{et} \quad [\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}14} = 10^{-2,3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

- L'électroneutralité :  $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] + [\text{OH}^-] = [\text{CH}_3\text{NH}_2] + [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

- D'après la conservation de la matière :

$$C_B = [\text{CH}_3\text{NH}_2] + [\text{CH}_3\text{NH}_3^+] \Rightarrow [\text{CH}_3\text{NH}_2] = C_B - [\text{CH}_3\text{NH}_3^+]$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = 5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-3} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

2 Calcul du pKa :  $pK_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} = 11,7 - \log \frac{4,5 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-3}} = 10,7$

6.1 L'équation de la réaction entre l'acide et la base :  $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O}$

6.2 Le pKa = pH lorsque  $[\text{CH}_3\text{NH}_2] = [\text{CH}_3\text{NH}_3^+]$  soit lorsque  $\frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} = 1$

**C'est le cas dans le tableau pour le pH=10,7 donc le pKa=10,7**

6.3 Comparaison des forces relative de la méthylamine et de l'ammoniac :

La base la plus forte est celle dont le pKa est le plus grand c'est le cas de la méthylamine.

6.4 Calcul du volume V du chlorure d'hydrogène :

Comme le pH=pKa la solution est tampon et est obtenue par le mélange d'une base faible et d'un acide fort alors :

$$n_B = 2n_A \Leftrightarrow C_B V_B = 2C_A V_A \text{ or } C_A = \frac{n}{V} = \frac{V}{V_m V_{S_2}} \text{ soit } C_B V_B = 2 \frac{V}{V_m V_{S_2}} V_A$$

$$\Rightarrow V = \frac{V_m V_{S_2} C_B V_B}{2V_A} = \frac{24 \times 0,2 \times 5 \cdot 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}}{2 \cdot 25 \cdot 10^{-3}} = 24 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

## EXERCICE 12

$$M_{\text{NH}_3} = 17 \text{ g.mol}^{-1}$$

Données : Masse molaire de l'ammoniac :

Constante d'acidité du couple ion ammonium/ammoniac à 25°C:  $K_A = 6,3 \times 10^{-10}$

L'ammoniac, NH<sub>3</sub>, est un gaz qui, dissout dans l'eau, donne une solution basique d'ammoniaque.

Des solutions d'ammoniaque vendues dans le commerce sont utilisées, après dilution, comme produit nettoyant et détachant. On se propose d'étudier quelques propriétés de l'ammoniac dissout puis de déterminer sa concentration dans l'un de ces produits.

### Etude de la solution NH<sub>3</sub>.

#### 1.1 L'ammoniac est une base en solution aqueuse.

Donner la définition d'une base selon Brönsted et écrire l'équation de la réaction entre l'ammoniac et l'eau.

#### 1.2 On dissout une quantité de matière d'ammoniac $n = 2,5 \times 10^{-3}$ mol dans un volume d'eau

$V = 250 \text{ mL}$ . Le pH de la solution S obtenue vaut 10,6. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques présentes dans la solution. En déduire le  $pK_A$  du couple.

### 2 Détermination de la concentration en ammoniac de la solution commerciale

#### 2.1 Dilution de la solution commerciale

Afin de déterminer la concentration  $C_0$  de la solution commerciale, on propose de réaliser un titrage acido-basique de la solution commerciale. Celle-ci étant très concentrée, on fabrique par dilution, une solution  $S_1$  de concentration  $C_1$  mille fois plus petite.

Parmi les lots de verrerie proposés, choisir, en justifiant, celui que l'on doit utiliser pour réaliser au mieux cette dilution.

Lot 1	Lot 2	Lot 3
Pipette jaugée 1 mL	Pipette graduée 10 mL	Pipette jaugée 1 mL Fiole jaugée 1 L
Becher 100 mL	Fiole jaugée 1 L	Becher 50 mL
Becher 50 mL	Becher 50 mL	Becher 50 mL

Titrage acido-basique de la solution diluée.

On réalise un titrage pH-métrique de  $V_1 = 20,0 \text{ mL}$  de solution diluée  $S_1$  par une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Pour obtenir l'équivalence il a fallu verser un volume  $V_{AE} = 14,3 \text{ mL}$  d'acide chlorhydrique. On note que le pH à l'équivalence vaut 5,7.

Ecrire l'équation de la réaction de ce dosage.

Définir l'équivalence d'un titrage. En déduire  $C_1$  puis  $C_0$ .

Parmi les indicateurs colorés suivants, choisir, en justifiant, celui qui pourrait être utilisé pour réaliser ce titrage de façon colorimétrique.

Indicateur colore	Couleur forme acide	Zone de virage	Couleur forme basique
Rouge de chlorophénol	jaune	5,2 – 6,8	rouge
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
Phénolphthaleïne	incolore	8,2 – 10	Rouge violacé

## 1. L'étude de la solution NH<sub>3</sub>

1.1 Une base selon Bronsted est une espèce chimique capable de capter un proton H<sup>+</sup>.

L'équation de la réaction de dissolution : NH<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O ⇌ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>

1.2 Les espèces chimiques dans la solution : H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>; OH<sup>-</sup>; H<sub>2</sub>O; NH<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Calcul des concentrations :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10,6} = 2,5 \times 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1} ; [\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{-3,4} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

L'électroneutralité :  $[\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-]$

Soit  $[\text{NH}_4^+] = [\text{OH}^-] - [\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{OH}^-] = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

Conservation de la matière:  $C = [\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+] \Rightarrow [\text{NH}_3] = C - [\text{NH}_4^+]$

$$C = \frac{n}{V} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \text{ soit } [\text{NH}_3] = 0,96 \cdot 10^2 \text{ mol/L}$$

$$\text{pK}_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 10,6 - \log \frac{0,96 \cdot 10^2}{4 \cdot 10^{-4}} = 9,2$$

Déduction du pK<sub>a</sub> :

## 2 Détermination de la concentration en ammoniac de la solution commerciale

### 2.1 Dilution de la solution commerciale

Solution mère: C<sub>0</sub> et Solution fille: C<sub>1</sub> = C<sub>0</sub>/1000

V<sub>0</sub> volume à prélever et V<sub>1</sub> volume préparé

Au cours d'une dilution la quantité de matière de soluté se conserve,

$$\frac{C_0}{1000} \times V_1$$

Soit n<sub>0</sub> = n<sub>1</sub> ⇔ C<sub>0</sub> × V<sub>0</sub> = C<sub>1</sub> × V<sub>1</sub> ⇔ C<sub>0</sub> × V<sub>0</sub> =  $\frac{C_0}{1000} \times V_1$

$$\frac{V_1}{1000}$$

Soit V<sub>0</sub> =  $\frac{1}{1000}$ , il faut prélever un volume 1000 fois plus petit que le volume de solution à préparer.

Les volumes doivent mesurés très précisément, il faut utiliser de la verrerie jaugée.

Seul le lot 3 permet de respecter les proportions entre V<sub>0</sub> et V<sub>1</sub>.

### 2.2 Dosage acido-basique de la solution diluée

2.2.1 L'équation de la réaction de dosage : NH<sub>3</sub> + H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> → NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + H<sub>2</sub>O

2.2.2 L'équivalence correspond à l'égalité du nombre de mole de l'acide et de la base (n<sub>A</sub>=n<sub>B</sub>).

2.2.3 D'après l'équation chimique de la réaction support du titrage,

à l'équivalence: n<sub>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup></sub> versée = n<sub>NH<sub>3</sub></sub> initiale.

$$C_A \times V_{AE} = C_1 \times V_1 \Rightarrow C_1 = \frac{C_A \times V_{AE}}{V_1} \text{ soit } C_1 = 1,07 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{Or } C_0 = 1000 \times C_1 \Leftrightarrow C_0 = 10,7 \text{ mol.L}^{-1}$$

2.2.4 Le pH à l'équivalence vaut 5,7 ; or la zone de virage de l'indicateur coloré doit contenir cette valeur du pH, c'est le rouge de chlorophénol qui convient.

### **EXERCICE 13**

A la température de 25°C et par dissolution de deux acides A<sub>1</sub>H et A<sub>2</sub>H séparément dans l'eau, on prépare deux solutions (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) de même concentration C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub> de pH respectivement PH<sub>1</sub>= 2,9 et pH<sub>2</sub> = 2.

On prélève 50 cm<sup>3</sup> de chacune des deux solutions (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) et on lui ajoute 450 cm<sup>3</sup> d'eau distillée Les pH des nouvelles solutions sont respectivement pH<sub>1'</sub> = 3,4 et pH<sub>2'</sub> = 3.

**1.1 Etablir l'expression du pH d'une solution aqueuse d'un monoacide fort en fonction de la concentration C de la solution,**

**1.2 En déduire la variation du pH qui accompagne la dilution 10 fois d'une solution de monoacide fort.**

**2.1 Comparer les forces relatives des acides A<sub>1</sub>H et A<sub>2</sub>H et déduire que l'un est fort et l'autre est faible**

**2.2 Calculer la valeur commune à C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>.**

**3 On considère la solution de l'acide faible.**

**3.1 Etablir l'expression du pH de la solution d'acide faible en supposant que ce dernier est faiblement dissocié,**

**3.2 Calculer le pKa de l'acide.**

**4. A 20mL de la solution de cet acide on ajoute un volume d'eau V<sub>e</sub>, on remarque que le pH varie de 0,2.**

**4.1 Dire si cette variation est une augmentation ou une diminution. Justifier votre réponse.**

**4.2 calculer V<sub>e</sub>.**

### **Corrigé**

**1.1. Le pH d'un monoacide fort est: pH = -Log[H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] ; C = [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] alors pH = -Log C**

**1.2 Après une dilution 10 fois : C' =  $\frac{C}{10}$  ⇒ pH' = -Log  $\frac{C}{10}$  = -Log C + Log 10 = pH + 1 donc ΔpH = 1**

**2.1. Suite à la dilution 10 fois de l'acide A<sub>1</sub>H : ΔpH<sub>1</sub> = pH<sub>1'</sub> - pH<sub>1</sub> = 3,4 - 2,9 = 0,5 ≠ 1 : l'acide A<sub>1</sub>H est un acide faible.**

Pour l'acide A<sub>2</sub>H la variation de pH est : ΔpH<sub>2</sub> = pH<sub>2'</sub> - pH<sub>2</sub> = 3 - 2 = 1.

A<sub>2</sub>H est un acide fort.

**2.2. Les concentrations des deux acides sont identiques.**

pH<sub>2</sub> = -Log C alors C = 10<sup>-pH<sub>2</sub></sup> = 10<sup>-2</sup> mol/L

C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub> = C = 10<sup>-2</sup> mol/L

**3.1. Le pH de la solution de l'acide faible est : pH =  $\frac{1}{2}(pKa - Log C)$**

**3.2. Le pKa du couple de cet acide : pKa = 2pH + Log C = 2. 2,9 + Log 10<sup>-2</sup> = 3,8**

**4. la dilution entraîne une diminution de la concentration. pH =  $\frac{1}{2}(pKa - Log C)$**

**Si la concentration C diminue, -Log C augmente le pH augmente donc la variation est une augmentation.**

**4-1) Le pH varie de 0,2 alors  $\text{pH}'=2,9 + 0,2= 3,1$**

**4-2)  $\text{Log}C' = -2\text{pH}' + \text{pK}_a = 3,98 \cdot 10^{-3} \text{mol/L}$ , or  $C'(V + V_e) = C \cdot V$**

$$\Rightarrow V_e = \frac{CV}{C'} - V = \frac{10^{-2} \cdot 20}{3,98 \cdot 10^{-3}} - 20 = 30,25 \text{ mL}$$

### EXERCICE 14

**L'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  est un acide fort.**

**1.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction de dissolution de l'acide nitrique dans l'eau.**

**1.2 Un flacon commercial de 1L d'acide nitrique de densité 1,2 contient en masse 76% de  $\text{HNO}_3$ .**

**Quelle est la concentration C de l'acide nitrique ?**

**1.3 On veut préparer deux litres de solution d'acide nitrique de  $\text{pH}=1,5$ . Quel volume de solution commerciale faut-il utiliser pour cela ?**

**2 On dissout 2,46g de cristaux d'éthanoate de sodium  $\text{CH}_3\text{COONa}$  dans 0,3L d'eau distillée.**

**2.1 Calculer la concentration de la solution ainsi obtenue.**

**2.2 Le pH de cette solution vaut 8,9 à 25°C, l'éthanoate de sodium est-il une base faible ? Justifier la réponse.**

**2.3 Ecrire l'équation de la réaction entre l'éthanoate de sodium et l'eau. Préciser les couples acide-base mis en jeu dans la réaction.**

**2.4 Calculer les concertations des espèces chimiques présentes dans la solution.**

**2.5 Calculer la constante d'acidité  $K_a$  et en déduire le  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ .**

Données : H : 1g/mol ; O : 16g/mol ; N : 14g/mol ;  $\rho_{\text{eau}}=1\text{g/cm}^3$  ; Na : 23g/mol.

### Corrigé

**1.1 L'équation bilan :  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_3^-$**

**1.2 Calcul de la concentration C :  $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$  avec  $m = \frac{76}{100} \rho V = \frac{76}{100} V \rho_{\text{eau}}$**

**Soit  $C = \frac{76V\rho_{\text{eau}}}{100MV} \Leftrightarrow C = \frac{76\rho_{\text{eau}}}{100M}$  A.N :  $C = 14,5\text{mol/L}$ .**

**1.3 Le volume de la solution commerciale utilisée :**

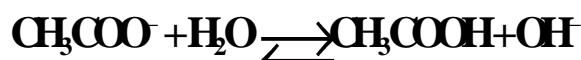
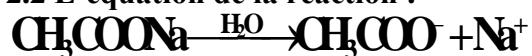
$\text{CV}_i = \text{C}_f \text{V}_f \Rightarrow \text{V}_i = \frac{\text{C}_f \text{V}_f}{\text{C}}$  avec  $\text{C}_f = 10^{\text{pH}}$  Soit  $\text{V}_i = 4,36 \cdot 10^{-3}\text{L}$ .

**La concentration de la solution basique  $C_b$  :**

$C_b = \frac{n}{V}$  or  $n = \frac{m}{M} \Rightarrow C_b = \frac{m}{MV}$  Avec  $M = 82\text{g/mol}$  Soit  $C_b = 10^{-1}\text{mol/L}$ .

**2.1 Nature de la solution basique :  $\text{pH}=8,9$  on a  $\text{pH} \neq 14 + \log C_b = 13$  donc la base est faible.**

**2.2 L'équation de la réaction :**



**Les couples mis en jeux sont :**



### EXERCICE 15

Par dissolution de chacun des deux acides  $A_1H$  et  $A_2H$  séparément dans l'eau, on prépare deux solutions  $S_1$  et  $S_2$  de concentrations molaires respectives  $C_1 = 10^{-3} \text{ mol/L}$  et  $C_2 = 72,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$  mais de même  $\text{pH}=3$  à la température  $25^\circ\text{C}$ .

1.1 Déterminer la molarité de chacune des solutions  $S_1$  et  $S_2$  en ions hydroniums.

1.2 L'un de ces deux acides est fort; lequel? Justifier.

1.3 Ecrire pour chacun des acides  $A_1H$  et  $A_2H$  l'équation de la réaction accompagnant sa dissolution dans l'eau.

2 Déterminer le  $\text{pK}_a$  du couple acide-base auquel appartient l'acide  $A_2H$  et en déduire le nom et la formule semi développée de cet acide (voir tableau).

3.1 A  $50\text{cm}^3$  de la solution  $S_2$ , on ajoute une solution diluée de soude de concentration molaire  $C$ .

- Déterminer  $C$  sachant que pour atteindre l'équivalence, il a fallu ajouter progressivement  $40\text{cm}^3$  de cette solution basique.

- Bien que l'on soit à l'équivalence, la solution contient encore des molécules  $A_2H$ .

Expliquer leur présence et en déduire le caractère de la solution obtenue à l'équivalence.

3.2 On utilise maintenant  $100\text{cm}^3$  de la solution  $S_2$  auxquels on ajoute progressivement  $40\text{cm}^3$  de la solution de soude utilisée précédemment. Déterminer le  $\text{pH}$  de la solution obtenue.

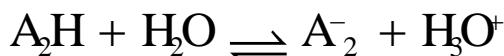
Couple acid/base	$\text{pK}_a$
$\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$	3,75
$\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$	4,75
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$	4,86

#### Corrigé

1.1 Les molarités des solutions  $S_1$  et  $S_2$  en ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  sont :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L} \text{ et } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

1.2 L'acide  $A_1H$  est fort car  $\text{pH} = -\log C_1 = 3$



2. Les espèces chimiques présentes dans la solution  $A_2H$  sont :  $\text{A}_2^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{A}_2\text{H}$

$$\text{Calcul des concentrations : } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}, [\text{OH}^-] = 10^{\frac{\text{pH}-14}{1}} = 10^{-11} \text{ mol/L}$$

Electroneutralité :

$$[\text{A}_2^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{A}_2^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Conservation de la matière :

$$[\text{A}_2\text{H}] + [\text{A}_2^-] = C_2 \Rightarrow [\text{A}_2\text{H}] = C_2 - [\text{A}_2^-] = 72,4 \cdot 10^{-3} - 10^{-3} = 71,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}_2^-]}{[\text{A}_2\text{H}]} = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{71,4 \cdot 10^{-3}} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pK}_a = -\log 1,4 \cdot 10^{-5} = 5 - \log 1,4 = 4,86$$

La formule brute de l'acide est donc :  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$

$$3.1 \text{ à l'équivalence : } na = nb \Leftrightarrow CaVa = CvB \Rightarrow C = \frac{CaVa}{Vb} = \frac{72,4 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{40 \cdot 10^{-3}} = 90,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

La présence des molécules  $\text{A}_2\text{H}$  à l'équivalence est justifiée par une réaction :

$[\text{A}_2^-] + [\text{H}_2\text{O}] \rightarrow [\text{A}_2\text{H}] + [\text{OH}^-]$  qui produit une quantité très limitée d'ions  $\text{OH}^-$  responsable du caractère basique du milieu à l'équivalence.

$$3.2 \quad V_a = 100 \text{ cm}^3 \text{ et } V_b = 40 \text{ cm}^3 \text{ donc } nb = \frac{na}{2}$$

la solution ainsi obtenue est tampon de  $\text{pH} = \text{pK}_a = 4,8$ .

## EXERCICE 16

Toutes les solutions aqueuses envisagées sont à la température 25°C.

1°) Soit une solution aqueuse S<sub>0</sub> d'acide méthanoïque HCOOH, de concentration 0,2mol/L.

Ecrire la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau, et donner la définition d'un acide faible.

2°) Le pK<sub>A</sub> du couple acide méthanoïque/ion méthanoate a pour valeur 3,8.

On dissout, sans variation de volume, dans un litre de solution S<sub>0</sub>, une certaine quantité d'hydroxyde de sodium jusqu'à ce que le pH devienne égal à 3,8. On obtient ainsi un litre d'une nouvelle solution appelée S<sub>1</sub>.

a) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'hydroxyde de sodium.

On admettra que cette réaction est pratiquement totale..

b) Déterminer, dans la solution S<sub>1</sub>, le rapport des concentrations des ions méthanoate et des molécules d'acide méthanoïque :  $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$  ; en déduire la concentration des ions méthanoate dans S<sub>1</sub>.

c) Calculer les quantités (en moles) de tous les ions présents dans le litre de solution S<sub>1</sub>.

3°) On ajoute, dans ce litre de solution S<sub>1</sub>, un volume V (litres) d'acide chlorhydrique de concentration 0,1mol/L, jusqu'à ce que le pH devienne égal à 3,5. On obtient alors une solution S<sub>2</sub> dont le volume mesuré en litres, vaut : 1+V.

a) Faire le bilan des espèces chimiques présentes dans la solution S<sub>2</sub>.

b) En utilisant la même méthode que dans la question 2° b), exprimer, en fonction de V, la concentration des ions méthanoate dans la solution S<sub>2</sub>.

c) Déterminer numériquement ou en fonction de V, selon le cas, les concentrations des autres ions présents dans la solution S<sub>2</sub>.

d) Calculer la valeur de V.

e) Indiquer la propriété remarquable de la solution S<sub>1</sub> qui est ainsi vérifiée.

### Corrigé

1°) L'équation de la réaction :  $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$ .

L'acide est une espèce chimique capable de libérer un proton H<sup>+</sup> et l'acide faible c'est un acide qui réagit partiellement avec l'eau.

2°.a) L'équation de la réaction :  $HCOOH + OH^- \rightarrow HCOO^- + H_2O$ .

b) Le rapport  $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$  :

D'après la relation de Henderson  $pH = pK_A + \log\left(\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}\right) \Rightarrow \log\left(\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}\right) = pH - pK_A$

$$\Rightarrow \log\left(\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}\right) = 3,8 - 3,8 = 0 \Rightarrow \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 1.$$

La concentration de HCOO<sup>-</sup>.

D'après la conservation de la matière :  $[HCOOH] + [HCOO^-] = C_A$

$$\Rightarrow 2[HCOO^-] = C_A \Rightarrow [HCOO^-] = \frac{C_A}{2} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ mol/L}$$

c) Les quantités de matière de tous les ions présents dans la solution S<sub>1</sub>.

$$n(H_3O^+) = [H_3O^+] \times V = 10^{-pH} \cdot V = 10^{-3,8} \times 1 = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol} ;$$

$$n(OH^-) = [OH^-] \times V = 10^{pH-14} \cdot V = 10^{-14+3,8} \times 1 = 6,3 \cdot 10^{-11} \text{ mol} ;$$

$$n(HCOO^-) = [HCOO^-] \times V = 0,1 \times 1 = 0,1 \text{ mol} ;$$

D'après l'électroneutralité :

$$[Na^+] + [H_3O^+] = [OH^-] + [HCOO^-] \Rightarrow [Na^+] = [HCOO^-] + [OH^-] - [H_3O^+]$$

négligeable

$$\Rightarrow [Na^+] = [HCOO^-] \Rightarrow [Na^+] = 0,1 \text{ mol/L} \quad n(Na^+) = [Na^+] \times V = 0,1 \times 1 = 0,1 \text{ mol} ;$$

3°.a) Les espèces présentes sont : HCOOH ; HCOO<sup>-</sup> ; Na<sup>+</sup> ; Cl<sup>-</sup> ; H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ; OH<sup>-</sup> ; H<sub>2</sub>O.

b) L'expression de la concentration de HCOO<sup>-</sup>.

D'après la question (2°.b) :  $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 10^{pH-pK_a} = 10^{3,5-3,8} = 0,5 \Rightarrow [HCOOH] = 2 \times [HCOO^-]$  et

d'après la conservation de la matière :  $[HCOOH] + [HCOO^-] = \frac{C_A \times 1}{1+V}$

$$\Rightarrow 2 \times [HCOO^-] + [HCOO^-] = \frac{C_A \times 1}{1+V} \Rightarrow [HCOO^-] = \frac{0,2 \times 1}{3 \times (1+V)} = \frac{0,2}{1+V}$$

c) les concentrations des autres ions présents dans la solution S<sub>2</sub>.

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,5} \times 1 = 3,16 \cdot 10^{-4} mol/L ;$$

$$[OH^-] = 10^{pH-14} = 10^{-14+3,5} \times 1 = 3,16 \cdot 10^{-11} mol/L ;$$

$$[Na^+] = \frac{n(Na^+)}{1+V} = \frac{0,1}{1+V} ; [Cl^-] = \frac{n(Cl^-)}{1+V} = \frac{0,1 \times V}{1+V}.$$

d) La valeur de V : D'après l'électroneutralité :  $[Na^+] + [H_3O^+] = [Cl^-] + [HCOO^-] + [OH^-]$

$$\Rightarrow [Na^+] = [HCOO^-] + [Cl^-] + [OH^-] - [H_3O^+]$$

$$\Rightarrow [Na^+] = [HCOO^-] + [Cl^-] \Rightarrow \frac{0,1}{1+V} = \frac{0,2}{3 \times (1+V)} + \frac{0,1 \times V}{1+V}$$

$$\Rightarrow \frac{3 \times 0,1}{3(1+V)} = \frac{0,2}{3 \times (1+V)} + \frac{3 \times 0,1 \times V}{3(1+V)}$$

$$\Rightarrow 0,3 = 0,2 + 0,3V \Rightarrow 0,3V = 0,3 - 0,2 = 0,1 \Rightarrow V = \frac{0,1}{0,3} = 0,33 L.$$

e) La solution S<sub>1</sub> est une solution tampon, sa propriété remarquable qui est vérifiée ici, le pH varie peu en ajoutant une quantité modérée de l'acide fort.

### EXERCICE 17

On dispose de trois solutions aqueuses de même concentration molaire C.

(S<sub>1</sub>) : Une solution d'acide chlorhydrique (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>) (acide fort).

(S<sub>2</sub>) : Une solution d'acide éthanoïque CH<sub>3</sub>COOH (acide faible).

(S<sub>3</sub>) : Une solution d'hydroxyde de sodium (Na<sup>+</sup> + OH<sup>-</sup>) (base forte).

1 La mesure du pH des trois solutions a donné les valeurs suivantes : 3,4 ; 12 et 2.

1.1 Accorder avec justification la valeur du pH correspondant à chacune des trois solutions.

1.2 Déterminer la concentration molaire C commune à ces trois solutions.

1.3 On admet que l'acide éthanoïque est faiblement ionisé dans (S<sub>2</sub>). Calculer les concentrations et déterminer la valeur du pKa du couple acide-base correspondant à cet acide faible.

2 On réalise séparément les dosages pH-métriques d'un volume V<sub>1</sub> = 10 mL de la solution (S<sub>1</sub>) et d'un volume V<sub>2</sub> = V<sub>1</sub> de la solution (S<sub>2</sub>) par la solution (S<sub>3</sub>). On obtient les courbes représentées sur les figures ci-contre.

2.1 Ecrire les équations bilans des deux réactions de dosage. (0,5pt)

2.2 D'après l'allure des courbes, indiquer en le justifiant, celle qui correspond au dosage de (S<sub>1</sub>) et celle qui correspond au dosage de (S<sub>2</sub>). (0,5pt)

2.3 Définir l'équivalence acido-basique et déterminer les volumes V<sub>E</sub> et V<sub>E'</sub>.

Calculer pH<sub>E'</sub> du mélange obtenu à l'équivalence sachant que le pH dans ces conditions s'écrit :

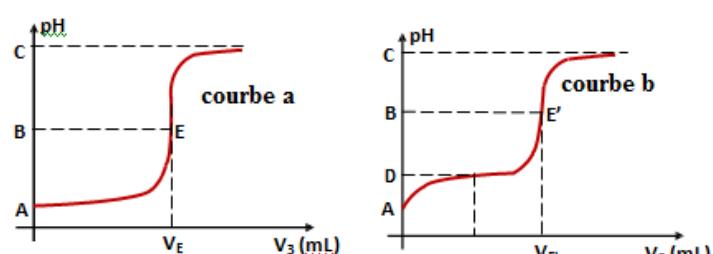
$$pH = \frac{1}{2}(pK_a + 14 + \log C_b) ;$$

Où C<sub>b</sub> est la concentration de la base conjuguée à l'équivalence ( $C_b = \frac{CV_2}{V_E + V_2}$ ).

2.4 Reproduire et compléter le tableau ci-dessous en précisant les valeurs de pH.

Courbe a	pH <sub>A</sub> =....	pH <sub>B</sub> =....	pH <sub>C</sub> =....
Courbe b	pH <sub>A</sub> =....	pH <sub>C</sub> =....	pH <sub>D</sub> =....

2.5 Qu'appelle-t-on la solution obtenue au point D.



**2.6** On dispose de trois indicateurs colorés de pH dont les zones de virage sont consignées dans le tableau ci-contre et on désire effectuer ces dosages en présence de l'un d'eux. Le quel des trois indicateurs est le mieux approprié pour le dosage de chacun des deux acides étudiés.

### Corrigé

**1.1** pH=12 correspond à une solution basique, il s'agit de l'hydroxyde de sodium.

Pour deux acide de même concentration le plus fort est celui dont le pH est le plus petit.

Donc pH=2 correspond à l'acide chlorhydrique et pH=3,4 correspond à l'acide éthanoïque.

#### 1.2 Calcul de la concentration C

Pour un acide fort  $C_a = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2} \text{ mol/L}$  pour une base forte  $C_b = [OH^-] = 10^{pH-14} = 10^{12-14} = 10^{-2} \text{ mol/L}$

Donc  $C = C_a = C_b = 10^{-2} \text{ mol/L}$ .

#### 1.3 Calcul des concentrations dans S<sub>2</sub>:

Bilan qualitatif et quantitatif des espèces dans le mélange :  $H_3O^+$ ,  $OH^-$ ,  $H_2O$ ,  $CH_3COOH$  et  $CH_3COO^-$

Calcul des concentrations :  $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,4} = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \approx 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

$[OH^-] = 10^{pH-14} = 10^{-10,6} = 2,51 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L} \approx 2,5 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$

D'après l'électroneutralité :  $[H_3O^+] = [OH^-] + [CH_3COO^-]$

En négligeant  $[OH^-]$  il vient :  $[CH_3COO^-] \approx [H_3O^+] = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$

D'après la conservation de la matière :  $C = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$

Soit  $[CH_3COOH] = C - [CH_3COO^-] \approx 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

Calcul du pKa :

La relation d'Henderson donne :  $pKa = pH - \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 4,78$

**2.1** L'équation de la réaction de dosage de S<sub>1</sub> :  $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

L'équation de la réaction de dosage de S<sub>2</sub> :  $CH_3COOH + OH^- \rightarrow H_2O + CH_3COO^-$

**2.2** La courbe a correspond au dosage de l'acide fort car la 1<sup>er</sup> partie est presque rectiligne et le saut du pH est important.

La courbe b correspond au dosage de l'acide faible car la 1<sup>er</sup> partie est incurvée et le saut du pH est moins important.

indicateur	hélianthine	BBT	phénolphtaléine
Zone de virage	3,1.....4,4	6.....7,6	8.....10

**2.3** L'équivalence acido-basique correspond à la disparition du dosé

$$n_a = n_b \Leftrightarrow C_a V_a = C V_{b\text{éq}}$$

Calcul des volumes à l'équivalence :  $n_a = n_b \Leftrightarrow C V_1 = C V_E \Leftrightarrow V_E = V_1$

$$n_a = n_b \Leftrightarrow C V_2 = C V_E \Leftrightarrow V_E = V_2$$

Calcul de pHe :

$pH = \frac{1}{2} (pK_a + 14 + \log C_b)$  ; avec  $C_b = \frac{C V_2}{V_E + V_2} = 5 \cdot 10^{-3}$  soit  $pHe = \frac{1}{2} (4,78 + 14 - 3 + \log 5) = 8,24$

**2.4** On complète le tableau.

Courbe a	pH <sub>A</sub> =2	pH <sub>B</sub> =7	pH <sub>C</sub> =12
Courbe b	pH <sub>A</sub> =3,4	pH <sub>C</sub> =12	pH <sub>D</sub> =pKa=4,78

**2.5** La solution obtenue en D est une solution tampon.

**2.6** L'indicateur coloré approprié est celui dont la zone de virage contient pHe.

L'indicateur convenable pour le 1<sup>er</sup> dosage est le BBT et pour le 2<sup>ème</sup> la phénolphtaléine.

### EXERCICE 18

**1. Les ions peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-}$  oxydent lentement les ions iodures  $I^-$ .**

Établir l'équation bilan de cette réaction. On donne les couples :  $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$  et  $I_2/I^-$

**2. A la date  $t=0$ , et à une température constante, on réalise un mélange de volume total  $V=40mL$  en versant dans un erlenmeyer un volume  $V_1$  d'une solution aqueuse de peroxydisulfate d'ammonium  $(NH_4)_2S_2O_8$  de concentration molaire  $C_1$ , un volume  $V_2=V_1$  d'une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration molaire  $C_2 = 3C_1$  et quelques gouttes d'une solution d'empois d'amidon. (On rappelle que l'empois d'amidon colore en bleu une solution contenant du diiode  $I_2$  même en faible quantité).**

**2.1. Exprimer les concentrations molaires initiales  $[S_2O_8^{2-}]_0$  des ions peroxydisulfates et  $[I^-]_0$  des ions iodures en fonction de  $C_1$  dans le mélange réactionnel. Préciser le réactif limitant.**

**2.2. Dresser le tableau d'avancement volumique de la réaction.**

**3. A différentes dates  $t$ , on prélève, du mélange réactionnel, un volume  $V_0$  auquel on ajoute de l'eau glacée et on dose la quantité de diiode  $I_2$  formée par une solution de thiosulfate de sodium  $Na_2S_2O_3$  selon une réaction rapide et totale. Les résultats des dosages ont permis de tracer la courbe d'avancement volumique  $y=f(t)$  ci-contre (voir figure).**

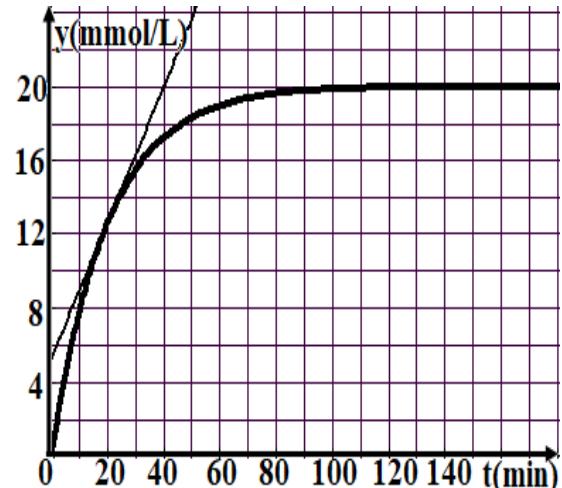
**3.1. Préciser comment peut-on reconnaître expérimentalement le point d'équivalence ?**

**3.2. Déterminer, à partir de la courbe, la valeur de la concentration  $[S_2O_8^{2-}]_0$  et déduire les valeurs de  $C_1$  et  $C_2$ .**

**3.3. Définir la vitesse volumique d'une réaction chimique.**

Déterminer graphiquement sa valeur à la date  $t=20min$ .

Déduire à cette date la vitesse instantanée de la réaction et celle de la disparition de  $I^-$ .



**Corrigé**

**1.1. L'équation-bilan :  $2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$**

**2 .1. Expressions des concentrations initiales :**

$$[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2} = \frac{C_1 V_1}{2V_1} = \frac{C_1}{2}$$

$$[I^-]_0 = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{3C_1 V_2}{2V_2} = \frac{3C_1}{2}$$

$$\text{Le réactif limitant : } \frac{[S_2O_8^{2-}]_0}{1} = \frac{C_1}{2} < \frac{[I^-]_0}{2} = \frac{3C_1}{4}$$

Le réactif limitant est  $S_2O_8^{2-}$

## 2.2. Le tableau d'avancement volumique :

Etat de la réaction	Avancement volumique	Concentration			
		$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$			
Etat initial	0	$[I^-]_0 = \frac{3C_1}{2}$	$[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{C_1}{2}$	0	0
Etat intermédiaire	y	$\frac{3C_1}{2} - 2y$	$\frac{C_1}{2} - y$	$2y$	y
Etat final	$y_f$	$\frac{3C_1}{2} - 2y_f$	$\frac{C_1}{2} - y_f$	$2y_f$	$y_f$

3.1. On reconnaît l'équivalence grâce à la disparition de la teinte bleue.

3.2. Détermination de  $[S_2O_8^{2-}]_0$  :

Graphiquement  $y_f=20\text{mmol/L}$  et comme  $S_2O_8^{2-}$  est le réactif limitant, on a :

$$[S_2O_8^{2-}]_0 - y_f = 0 \Rightarrow [S_2O_8^{2-}]_0 = y_f = 2 \cdot 10^{-2}\text{mol/L}$$

Déduction de  $C_1$  et de  $C_2$  :  $[S_2O_8^{2-}]_0 = \frac{C_1}{2} \Rightarrow C_1 = 2[S_2O_8^{2-}]_0 = 4 \cdot 10^{-2}\text{mol/L}$  et  $C_2 = 3C_1 = 1,2 \cdot 10^{-1}\text{mol/L}$

3.3. La vitesse volumique est la dérivée de l'avancement volumique par rapport au temps

( $V_v = \frac{dy(t)}{dt}$ ) ; elle correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t considéré. On utilise les deux points A (0 ;  $5 \cdot 10^{-3}$ ) et

B (40 ;  $20 \cdot 10^{-3}$ ) d'abscisses  $t_1$  et  $t_2$  de la tangente, on obtient :

$$V_v = \frac{dy(t)}{dt} = \frac{20 - 5}{40 - 0} \cdot 10^{-3} = 3,75 \cdot 10^{-4}\text{mol/L/min}$$

La vitesse instantanée :  $V = V_v \cdot V_d = 15 \cdot 10^{-6}\text{mol/min}$

La vitesse de disparition de  $I^-$  :  $V = \frac{V_{I^-}}{2} \Rightarrow V_{I^-} = 2V = 3 \cdot 10^{-5}\text{mol/min}$

### EXERCICE 19

1. Dans un ballon, on mélange, à la température ordinaire, une mole d'acide éthanoïque, une mole de propan-2-ol en présence d'acide sulfurique pur.

1.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide éthanoïque et le propan-2-ol et donner le nom du produit organique obtenu.

1.2. Donner le nom de cette réaction et préciser ses caractéristiques.

1.3. L'acide éthanoïque réagit avec le chlorure de thionyle  $SOCl_2$  pour donner un composé organique B en déduire la formule semi-développée (f.s.d) et le nom du composé B.

1.4. On prépare un amide monosubstitué E de formule  $C_4H_9ON$  en faisant réagir le composé B avec une amine D.

**1.4.1. Quelle est la classe de l'amine D.**

**1.4.2. Donner les noms et les f.s.d des composés D et E.**

**2. On dispose d'une solution d'acide éthanoïque de concentration molaire 0,1 mol/L.**

**Le pH de la solution est 2,9.**

**2.1. Montrer que cet acide est un acide faible et écrire l'équation de sa réaction avec l'eau.**

**2.2. Calculer le coefficient d'ionisation  $\alpha$  de l'acide éthanoïque.**

**2.3. Déterminer la valeur du pKa du couple acide éthanoïque-ion éthanoate.**

### **Corrigé**

**1.1. L'équation de la réaction :**



**L'ester obtenu est l'éthanoate de méthyl-éthyle**

**1.2. Cette réaction est une estérification lente, limitée et athermique.**

**1.3. Le produit obtenu B est le chlorure d'éthanoyle  $\text{CH}_3\text{-COCl}$**

**1.4.1. L'amine D qui a donné un amide monosubstitué est une amine primaire.**

**1.4.2. Noms de D et E :**

**L'amine a apporté 2 carbones à l'amide et le chlorure 2 carbones :**

**D'où la f.s.d de D :  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$  son nom est l'éthylamine.**

**La f.s.d de l'amide E:  $\text{CH}_3\text{-CONH-CH}_2\text{-CH}_3$  et son nom est N-éthyl-éthanamide.**

**2.1. Nature de l'acide : Comme  $\text{pH} \neq -\log C$ , l'acide est faible ou bien  $C \neq 10^{-\text{pH}}$  l'acide est faible**



$$2.2. \text{Calcul de } \alpha : \alpha = \frac{[\text{CH}_3\text{-COO}^-]}{C} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C} = 1,26 \cdot 10^{-2} = 1,26\%$$

**2.3. La valeur du pKa**

$$\text{pKa} = 2\text{pH}\alpha + \log C = 2 \times 2,9 + \log 10^{-2} = 4,8$$

**Autre méthode : calcul des concentrations**

**Bilan qualitatif et quantitatif des espèces dans le mélange :**

**$\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  Calcul des concentrations :**

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,9} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \text{ et } [\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14} = 10^{-11,1} = 7,94 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$$

**D'après l'électroneutralité :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{CH}_3\text{COO}^-]$  Comme  $[\text{OH}^-]$  est négligeable devant  $[\text{H}_3\text{O}^+]$**

$$\text{Il vient : } [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

**D'après la conservation de la matière :**

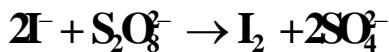


$$pK_a = pH - \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \approx 4,8$$

### EXERCICE 20

A un instant  $t = 0$ , on réalise, dans un bêcher, un mélange réactionnel (S) constitué d'un volume  $V_1 = 10 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration molaire  $C_1 = 5 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  et d'un volume  $V_2 = 10 \text{ mL}$  d'une solution aqueuse de peroxydisulfate de potassium  $K_2S_2O_8$  de concentration molaire  $C_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Les ions iodure  $I^-$  réagissent avec les ions peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-}$  selon l'équation:



Au cours de l'expérience la température du mélange reste constante.

1. On note  $x$  l'avancement de la réaction à l'instant  $t$ .

1.1. Dresser le tableau d'avancement du système.

1.2. Déterminer le réactif limitant. En déduire l'avancement maximal  $x_{\max}$  de la réaction et la quantité de matière maximale du diiode formé.

2. A partir des résultats des mesures de l'avancement en fonction du temps on obtient la courbe traduisant l'évolution de  $x$  en fonction du temps (voir figure).

2.1. Déterminer graphiquement l'avancement final  $x_f$ .

2.2. Comparer les valeurs de l'avancement maximal  $x_{\max}$  et de l'avancement final  $x_f$  de la réaction. La réaction est elle limitée ?

3.1. Définir la vitesse de la réaction. Déterminer sa valeur à l'instant  $t = 10 \text{ min}$ .

3.2. Déduire la vitesse de disparition de  $I^-$  à cet instant.

3.3. Décrire l'évolution de la vitesse de la réaction au cours du temps.

### Corrigé

1. 1. Le tableau d'avancement :

Etat de la réaction	Avancement	Quantités de matière			
		$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$			
Etat initial $t=0$	0	$n_{01} = C_1 V_1$	$n_{02} = C_2 V_2$	0	0
Etat en cours	$x$	$n_{01}-2x$	$n_{02}-x$	$x$	$2x$
Etat final $t_f$	$x_f$	$n_{01}-2x_f$	$n_{02}-x_f$	$x_f$	$2x_f$

1.2. Détermination du réactif limitant.

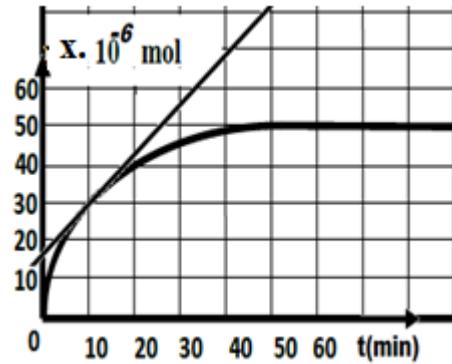
$\frac{n_{01}}{2} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  et  $\frac{n_{02}}{1} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ ; Comme  $\frac{n_{01}}{2} > \frac{n_{02}}{1}$  le réactif limitant est  $S_2O_8^{2-}$

Déduction de l'avancement maximal :  $n_{02}-x_f=0 \Rightarrow x_f=n_{02}=5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Déduction de  $(n_{I_2})_{\max}$  : D'après le tableau  $n_{I_2}=x$  d'où  $(n_{I_2})_{\max}=x_f=5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

2.1. Graphiquement  $x_f=50 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

2.2. Comparaison :  $x_m=x_f$  la réaction est totale



3. C'est la dérivée de l'avancement par rapport au temps :  $V(t) = \frac{dx}{dt}$

Elle correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t considéré

Calcul de la vitesse à t=10min :  $V(t) = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{80.10^{-6} - 15.10^{-6}}{50 - 0} = 1,3.10^{-6} \text{ mol/min}$

### EXERCICE 21

L'hydratation d'un alcène A dont la molécule contient 4 atomes de carbones donne deux alcools B et B'.

L'oxydation ménagée de B donne un produit C qui précipite avec la 2,4-DNPH et réagit avec le réactif de Schiff.

L'oxydation ménagée de B' par le dichromate de potassium en milieu acide n'est pas possible.

1. Préciser la fonction du composé C et les classes des alcools B et B'.
2. En déduire les formules semi-développées des composés B', A, B et C.
3. Etablir l'équation bilan de la réaction qui transforme l'alcool B en C.

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

4.2. Le produit D obtenu, isolé, est dissout dans l'eau et donne 0,5L d'une solution S. Il faut un volume  $V_B = 8\text{cm}^3$  d'une solution de soude de concentration molaire  $C_B = 10^{-2}\text{mol/L}$  pour doser 20cm<sup>3</sup> de la solution S. Calculer le nombre de moles de D contenu dans 0,5L de la solution S.

### Corrigé

1.1. Le composé C précipite avec la D.N.P.H et réagit avec le réactif de Schiff est un aldéhyde B qui donne par oxydation ménagée le composé C est un alcool primaire.

B' qui ne s'oxyde pas est un alcool tertiaire.

1.2. Déduction des formules semi-développées :

L'alcool tertiaire B' a pour f.s.d :



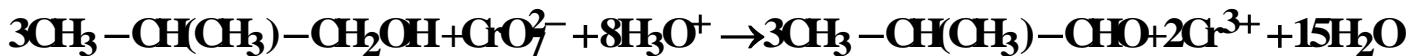
L'alcène A a pour f.s.d :  $CH_3-C(CH_3)=CH_2$

L'alcool primaire B a pour f.s.d:  $CH_3-CH(CH_3)-CH_2OH$

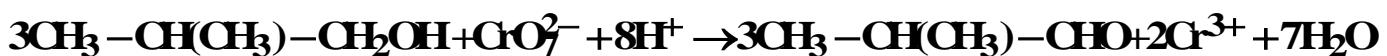
L'aldéhyde C a pour f.s.d :  $CH_3-CH(CH_3)-CHO$

2.1. La f.s.d du compose D obtenu par oxydation de l'aldéhyde C est l'acide méthyl-propanoïque de f.s.d  $CH_3-CH(CH_3)-COOH$

2.2. L'équations :



On admet l'équation



# PHYSIQUE

## EXERCICE 1

Un tracteur de masse  $M = 1450\text{kg}$  part d'un point A d'une ligne de plus grande pente avec une vitesse initiale nulle pour atteindre en B une vitesse  $V_B$  au bout d'un parcours lisse

$$AB = L = 1200\text{m}.$$

1°) Représenter les forces exercées sur ce tracteur.

2°) Déterminer la nature du mouvement sur le trajet AB.

3°) En déduire la valeur de la réaction  $R$  du plan incliné.

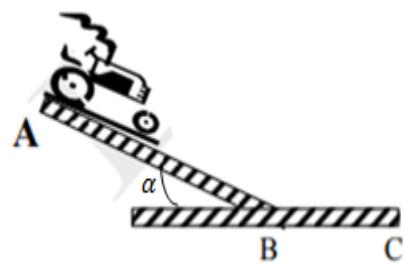
4°) Le parcours BC est boueux ce qui oblige le tracteur à s'arrêter au bout de 200m.

a) Quelle est la nature du mouvement sur le trajet BC.

b) Quelle est l'expression et la valeur de la force de frottement  $F$  supposée constante opposée au mouvement

On donne  $g=10\text{N/kg}$ . AB faisant un angle  $\alpha = 12^\circ$  avec l'horizontale.

**Corrigé**



1°) La représentation des forces exercées sur le tracteur :

Les forces appliquées sur le tracteur sont :

le poids du tracteur  $\vec{P}$  et la réaction de la piste  $\vec{R}$

2°) Nature du mouvement sur AB : D'après la R.F.D.  $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$ .

Par projection suivant l'axe du mouvement (AB)  $\Rightarrow P \sin \alpha = ma$

$\Rightarrow mgs \sin \alpha = ma \Rightarrow a = g \sin \alpha = \text{Cste} \Rightarrow$  Le mouvement est un M.R.U.V.

D'après la relation indépendante de temps :

$$V_B^2 - V_A^2 = 2a \cdot AB = 2gs \sin \alpha \cdot AB \Rightarrow V_B^2 = 2gs \sin \alpha \cdot AB$$

3°) La valeur de la réaction du plan incliné :

Par projection suivant la normale :

$$-P \cos \alpha + R = 0 \Rightarrow R = mg \cos \alpha$$

$$\Rightarrow R = 1450 \times 10 \times \cos(12) = 14183,14\text{N}.$$

4°.a) La nature du mouvement sur BC :

D'après la R.F.D.  $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} = m\vec{a}$

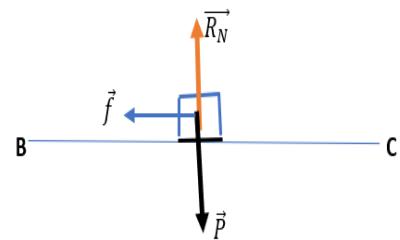
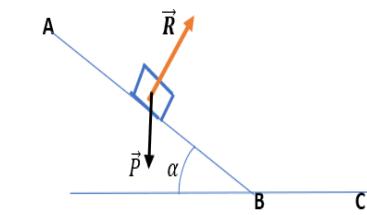
Par projection suivant l'axe du mouvement :

$$-f = ma \Rightarrow a = -\frac{f}{m} = \text{Cste} \Rightarrow$$
 Le mouvement est un M.R.U.V.

b) L'expression de la force de frottement :

D'après la relation indépendante de temps :  $V_C^2 - V_B^2 = 2a \cdot BC = 2 \times -\frac{f}{m} \times BC$

$$\Rightarrow f = \frac{mV_B^2}{2BC} = \frac{2mgs \sin \alpha \cdot AB}{2BC} = \frac{mgs \sin \alpha \cdot AB}{BC} = \frac{1450 \times 10 \times \sin(12) \times 1200}{200} = 18088,3\text{N}.$$



## EXERCICE 2

1. Un champ électrique est créé par un condensateur plan constitué de deux plaques parallèles et horizontales  $P_1$  et  $P_2$  très longues reliées à un générateur de tension constante  $U=250\text{ V}$  et séparées d'une distance  $d$ , comme l'indique la figure ci-contre.

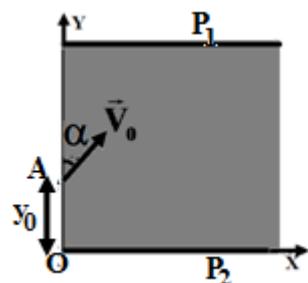
Tous les électrons pénètrent dans le champ, supposé uniforme, au point A

et sont animés de la même vitesse  $\vec{V}_0$ .

1.1 Montrer, par un calcul, qu'il est légitime de négliger la force de pesanteur par rapport à la force électrique pour l'électron.

1.2 On veut que le faisceau soit dévié vers le bas.

Reproduire la figure et représenter (sans souci d'échelle) la force qui s'exerce sur la particule à son entrée dans le champ ainsi que le champ



électrique et les signes des plaques.

1.3 Etablir l'expression de l'équation cartésienne de la trajectoire.

1.4 Déterminer la valeur max de  $y_0$  pour que l'électrons ne touche pas la plaque  $P_1$

A. N :  $m=9.10^{-31} \text{ kg}$  ;  $v_0 = 1.10^7 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $d=0,04 \text{ m}$  ;  $e=1,6.10^{-19} \text{ C}$ .

1.5 Déterminer l'abscisse du point P d'impact de l'électron sur la plaque inférieure si  $y_0$  prend la valeur calculée précédemment.

2 Une bille homogène de masse m est lancée horizontalement avec une vitesse initiale  $v_0 = 14 \text{ m.s}^{-1}$ . A l'instant initial, son altitude par rapport au sol est comme l'indique la figure

2.1 Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire.

2.2 Au moment du lancement, la bille est au point A au dessus du sol. Elle touche le sol au point S. Quelle est la valeur de la distance OA si OS=7,67m.

3 Dans chaque cas, quelle est l'influence de la masse du corps sur :

- La force subie par ce corps ?
- L'accélération du mouvement ?

**Corrigé**

1.1 Vérification

$$P=mg=9.10^{-30} \text{ N. et } F=eU/d=1.10^{-15} \text{ N.} \Rightarrow \frac{F}{P}=\frac{1}{9.10^{15}} \Rightarrow P \ll F$$

1.2 Signes des plaques :

Les ions étant déviés vers le bas (vers la plaque  $P_2$ ) la force électrique est dirigée vers le bas.

Comme  $q < 0$ ,  $F$  est opposé à  $E$  et  $E$  est dirigé vers les potentiels décroissants c'est-à-dire de la plaque  $P_2$  qui est chargée positivement vers la plaque  $P_1$  qui est chargée négativement.

1.3 Etude du mouvement entre  $P_1$  et  $P_2$  :

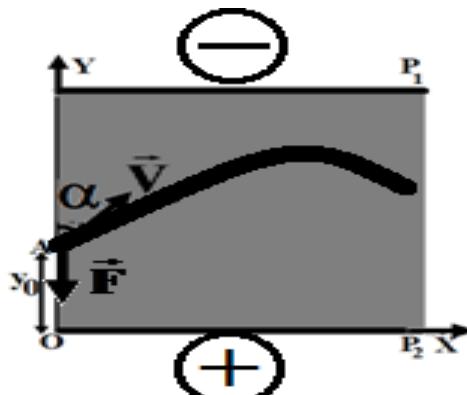
- Conditions initiales :

$$\text{OA} \begin{cases} x_A = x_0 = 0 \\ y_A = y_0 \end{cases} \text{ et } V_0 \begin{cases} V_{0x} = V_0 \sin \alpha \\ V_{0y} = V_0 \cos \alpha \end{cases}$$

• Étude dynamique :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m \vec{a} \Rightarrow a = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$\begin{aligned} a \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{F}{m} = \frac{V}{m} \end{cases} \quad V \begin{cases} V_x = V_0 \sin \alpha \\ V_y = -\frac{F}{m} t + V_0 \cos \alpha \end{cases} \\ \text{OG} \begin{cases} x = (V_0 \sin \alpha) t \\ y = -\frac{F}{2m} t^2 + (V_0 \cos \alpha) t + y_0 \end{cases} \end{aligned}$$



L'équation de la trajectoire :

(1)  $\Rightarrow t = x / (v_0 \sin \alpha)$ ; en remplaçant t dans (2), on obtient :

$$y = -\frac{F}{2mV_0^2 \sin^2 \alpha} x^2 + x \cot \alpha + y_0$$

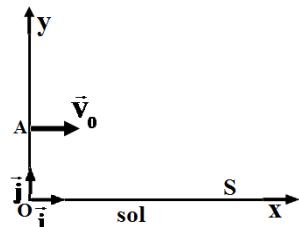
$$y = -\frac{1}{2} x^2 + x + y_0$$

1.4 L'ordonnée du point S le plus haut de la trajectoire :

$$V_{Sy}^2 - V_{0y}^2 = 2a_y(y_S - y_0)$$

$$\Rightarrow y_S = \frac{-V_{0y}^2}{2a_y} + y_0 = \frac{-V_0^2 \cos^2 \alpha}{-2 \frac{F}{m}} + y_0$$

$$y_S = \frac{mV_0^2 \cos^2 \alpha}{2F} + y_0$$



Pour que l'électron ne touche pas la plaque P il faut que

$$y_S < d \Leftrightarrow \frac{mV_0^2 \cos^2 \alpha}{2F} + y_0 < d$$

$$\Rightarrow y_0 < d - \frac{mV_0^2 \cos^2 \alpha}{2F}$$

$$y_0 < 4.10^{-2} - \frac{9.10^{-31} \cdot (10^7)^2 \frac{1}{2}}{2.10^{-15}} \Leftrightarrow y_0 < 1,75 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

La valeur max pour que l'électron ne touche pas la plaque P est  $y_0 = 1,75 \text{ cm}$

1.5 L'abscisse du point d'impact P : L'ordonnée du point P est nulle

$$0 = -11x^2 + x + 1,75 \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta = 1 + 4 \cdot 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot 11 = 1,77 \quad \text{soit } x_P = 0,11 \text{ m}$$

2.1 Les équations horaires du mouvement

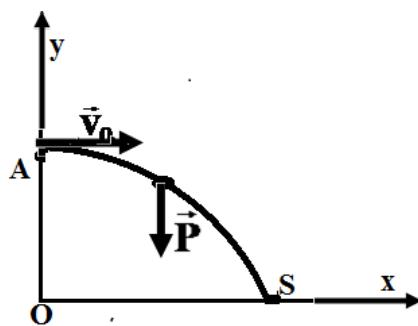
Conditions initiales :

$$A \begin{cases} x_0 = x_A = 0 \\ y_0 = y_A \end{cases} \quad V_0 \begin{cases} V_{0x} = V_0 \\ V_{0y} = 0 \end{cases}$$

En appliquant la R.F.D, on obtient :

$$\sum F_{\text{ext}} = ma \Leftrightarrow P = ma$$

$$a \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \Rightarrow V \begin{cases} V_x = V_0 \\ V_y = -gt \end{cases} \Rightarrow AM \begin{cases} x = V_0 t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0 \end{cases} \quad (1) \quad (2)$$



L'équation de la trajectoire : (1) donne  $t = \frac{x}{V_0}$  en remplaçant dans (2), on trouve :

$$y = -\frac{g}{2V_0^2} x^2 + y_0 \quad (3)$$

2.2 L'abscisse du point S : au point  $y_S = 0$  en remplaçant dans (3), on trouve :

$$0 = -\frac{g}{2V_0^2} x^2 + y_0 \Rightarrow y_0 = \frac{g}{2V_0^2} x^2 = \frac{10}{2 \cdot 14} 7,67^2 = 1,5 \text{ m}$$

3 L'influence de la masse :

- sur la force : la masse n'a pas d'influence sur la force électrique car elle est indépendante de la masse par contre le poids est proportionnelle à la masse.
- sur l'accélération : l'accélération du mouvement dans le champ est inversement proportionnelle à la masse par contre l'accélération dans le champ de pesanteur est indépendante de la masse.

### EXERCICE 3

Entre deux plaques A et B, distantes de  $d = 5 \text{ cm}$  on établit une tension de valeur absolue  $U = 1000 \text{ V}$ .

La plaque A comporte un orifice  $O_1$  et la plaque B un orifice  $O_2$  tels que la droite  $(O_1 O_2)$  soit parallèle au champ électrique  $\vec{E}$ .

Un électron de masse  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  et de charge  $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  est émis en mouvement rectiligne uniformément accéléré à partir de l'orifice  $O_1$  où sa vitesse est supposée nulle.

1.a) Montrer que la valeur du poids  $\vec{P}$  de l'électron est négligeable devant celle de la force électrique  $\vec{F}_e$  qui s'exerce sur l'électron.

b) Préciser, en le justifiant, le signe de  $U_{AB}$ .

2) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer la valeur de la vitesse  $\vec{V}_0$  de l'électron à sa sortie en  $O_2$ .

3) A la sortie de  $O_2$ , à  $t = 0$ , l'électron pénètre entre les deux plaques P et N distantes de  $l = 2 \text{ cm}$  avec une vitesse  $\vec{V}_0$ ; entre ces deux plaques de longueur  $l = 1 \text{ cm}$  est appliquée une tension  $U_{PN} = 100 \text{ V}$ .

a) Etablir les équations horaires du mouvement.

b) Déduire l'équation de la trajectoire.

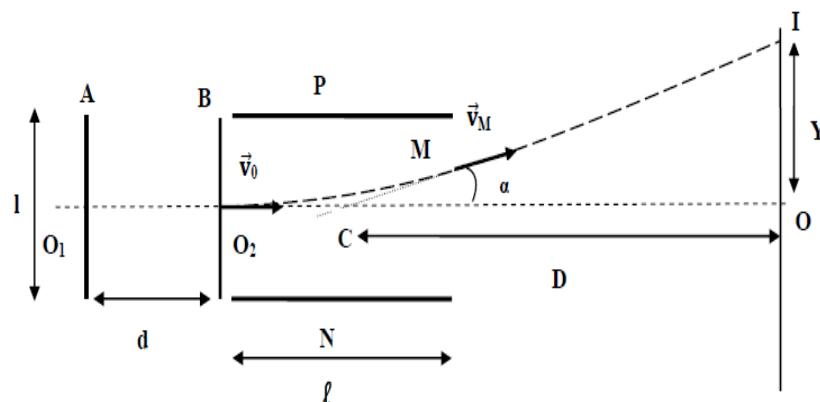
4) A la deuxième sortie, au point M, l'électron entre dans une région où il n'y a pas de champ.

a) Calculer la vitesse  $V_M$  de la sortie au point M.

b) Calculer par deux méthodes la déviation angulaire  $\alpha$  de l'électron.

c) Déterminer la nature du mouvement de l'électron après la sortie en M.

d) Déduire la déflection Y sur l'écran. Sachant que  $D = 50 \text{ cm}$ .



**Corrigé**

1°.a) Montrons que P est négligeable devant  $F_e$  :

$$P = mg = 9,1 \cdot 10^{-31} \times 10 = 9,1 \cdot 10^{-30} \text{ N}.$$

$F_e = |q|E = e \frac{U}{d} = 1,6 \cdot 10^{-19} \times \frac{1000}{5 \cdot 10^{-2}} = 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ N} \Rightarrow F_e \gg P$ , alors le poids est négligeables devant la force électrique appliquée sur l'électron.

b) Le signe de  $U_{AB}$  : Comme l'électron de  $q < 0$  et il est accéléré de A vers B

$$\Rightarrow A(-) \text{ et } B(+) \Rightarrow V_A - V_B < 0 \Rightarrow U_{AB} < 0.$$

2°) La vitesse à l'orifice  $O_2$ .

le T.E.C entre  $O_1$  et  $O_2$  :  $\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_{ex})$

$$\Rightarrow E_{C_{O_2}} - E_{C_{O_1}} = W\vec{F}_e \Rightarrow \frac{1}{2}mV_0^2 = qU_{AB} = -e \times (-U) = eU$$

$$\Rightarrow V_0^2 = \frac{2eU}{m} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 1000}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,875 \cdot 10^7 \text{ m/s.}$$

3°.a) Les équations horaires : Les conditions initiales :  $\vec{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = V_0 \\ V_{0y} = 0 \end{cases}$  et  $\vec{OM}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$

D'après la R.F.D.  $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_e = m\vec{a} \Rightarrow q\vec{E} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$  :

- Suyant ox :  $a_x = 0 \Rightarrow \text{M.R.U.} \Rightarrow x = V_0 t \dots \dots \dots (1)$

- Suyant oy :  $a_y = \frac{|q|E}{m} = \text{Cste} \Rightarrow \text{M.R.U.V} \Rightarrow y = \frac{1}{2} \times \frac{|q|E}{m} \times t^2 \dots \dots \dots (2)$  et  $V_y = \frac{|q|E}{m} t \dots \dots \dots (3)$

b) L'équation de la trajectoire : de (1)  $\Rightarrow t = \frac{x}{V_0}$

dans (2)  $y = \frac{1}{2} \times \frac{|q|E}{m} \times \left(\frac{x}{V_0}\right)^2 \Rightarrow y = \frac{|q|E}{2mV_0^2} x^2$  c'est l'équation d'une parabole, d'où la trajectoire est une branche de parabole.

4°.a) La vitesse au point de sortie M :  $V_M = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ , avec  $V_x = V_0$  et  $V_y = \frac{|q|E}{m} t \Rightarrow V_y = \frac{|q|E}{m} \times \frac{l}{V_0}$

$$V_M = \sqrt{V_0^2 + \left(\frac{eU_{PN}l}{mdV_0}\right)^2} = \sqrt{(1,875 \cdot 10^7)^2 + \left(\frac{1,6 \cdot 10^{-19} \times 1000 \times 1,10^{-2}}{9,1 \cdot 10^{-31} \times 2,10^{-2} \times 1,875 \cdot 10^7}\right)^2} \Rightarrow V_M = 1,93 \cdot 10^7 \text{ m/s.}$$

b) La déviation angulaire  $\alpha$  :

$$1^{\text{ère}} \text{ méthode : } \tan \alpha = \frac{V_y}{V_x} = \frac{eU_{PN}l}{mdV_0^2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \times 1000 \times 1,10^{-2}}{9,1 \cdot 10^{-31} \times 2,10^{-2} \times (1,875 \cdot 10^7)^2} = 0,25 \Rightarrow \alpha = 14^\circ.$$

$$2^{\text{ème}} \text{ méthode : } \tan \alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{y_s}{x_s/2} = \frac{2y_s}{x_s} = \frac{eU_{PN}l}{mdV_0^2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \times 1000 \times 1,10^{-2}}{9,1 \cdot 10^{-31} \times 2 \cdot 10^{-2} \times (1,875 \cdot 10^7)^2} = 0,25 \Rightarrow \alpha = 14^\circ.$$

c) La nature du mouvement après la sortie en M :

D'après la R.F.D.  $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$ , après la sortie en M  $\Rightarrow E = 0 \Rightarrow F_e = 0 \Rightarrow ma = 0 / m \neq 0 \Rightarrow a = 0$   
Le mouvement est un M.R.U.

#### EXERCICE 4

1 On étudie d'abord la déviation d'un faisceau d'électrons par des plaques déflectrices P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> horizontales dans un tube cathodique où règne le vide. Les électrons pénètrent en O entre les plaques P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> à la vitesse  $\vec{V}_0$  et ressortent en S. Le point O est à la même distance  $d_0 = 3\text{cm}$  des deux plaques et  $V_0 = 10^7 \text{m.s}^{-1}$ .

1.1 On établit entre les plaques la tension  $U_{P1P2} = U_0 = 600\text{V}$

Déterminer la direction, le sens et l'intensité du champ  $E$  supposé uniforme qui règne entre les plaques.

1.2 Donner les caractéristiques (direction, sens et intensité) de la force électrostatique  $F$  qui agit sur l'électron.

- la comparer à son poids et conclure.
- justifier le sens de la déviation observée.

1.3 L'axe x'Ox pénètre dans le champ électrostatique en O et en H ; sachant que la ddp entre O et H est nulle.

Calculer la ddp  $V_S - V_H$  si  $HS = 1,3\text{cm}$ . En déduire la valeur de la ddp  $V_0 - V_S$ .

1.4 En appliquant le théorème de l'énergie cinétique montrer que la vitesse acquise par l'électron à la sortie par S est  $V_S = 1,2 \cdot 10^7 \text{m/s}$  puis en déduire l'angle  $\alpha$  que fait ce vecteur avec l'horizontale.

1.5 Déterminer la nature du mouvement entre S et O'.

2 Le mouvement du faisceau d'électrons est maintenant étudié lorsqu'il pénètre après sa sortie du premier champ entre les plaques horizontales A et B d'un condensateur à la vitesse de valeur  $V_S$  dont la direction fait l'angle  $\alpha$  avec l'horizontale. La longueur de l'armature est  $l = 10 \text{ cm}$  ; la distance les séparant est  $d = 4 \text{ cm}$  ; la tension entre les armatures est  $U$ .

2.1. Etablir les équations horaires du mouvement entre les armatures du condensateur et établir l'expression de l'équation de la trajectoire entre les armatures du condensateur dans le repère (O'XY).

2.2. Déterminer la valeur de  $U$  pour que le faisceau sorte des armatures au point O'.

Masse électron

#### Corrigé

1.1 Déterminons la direction, le sens et l'intensité du champ  $E$  supposé uniforme qui règne entre les plaques

- Direction : verticale car plaques horizontales
- Sens : De P<sub>1</sub> vers P<sub>2</sub> car  $V_{P1} > V_{P2}$  parce que  $U_{P1P2} > 0$
- L'intensité du champ  $E = \frac{U_0}{d} = \frac{U_0}{2d_0} = 10^4 \text{V/m}$

1.2 Les caractéristiques de  $F$

Direction : verticale car  $F \parallel E$

Sens : De P<sub>2</sub> vers P<sub>1</sub> car  $q < 0$

Norme :  $F = eE = 1,6 \cdot 10^{-19} \times 10^4 ; F = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

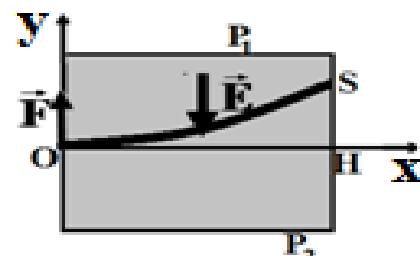
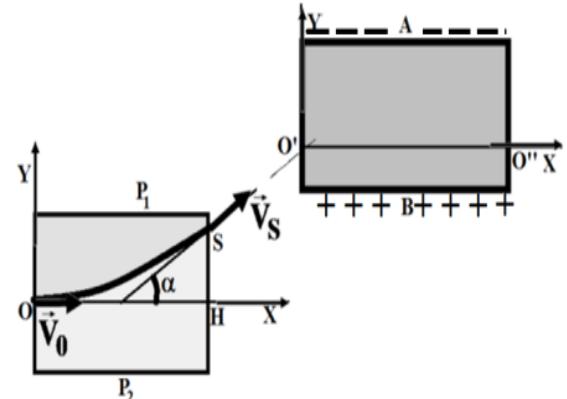
- comparaison avec le poids :  $\frac{F}{P} = \frac{1,6 \cdot 10^{-15}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,76 \cdot 10^{14} \Rightarrow P \ll F$

Conclusion : on peut négliger le poids devant F.

- Justification du sens de la déviation :

Les électrons sont attirés par la plaque positive (P<sub>1</sub>) car deux corps de signes contraires s'attirent d'où la déviation se fera vers le haut.

1.3 Comme la ddp entre O et H est nulle ( $V_0 - V_H = 0$ ) :



- Calcul  $V_S - V_H$  :  $V_S - V_H = E \cdot SH = 10^4 \times 1,3 \cdot 10^{-2} \Leftrightarrow V_S - V_H = 130V$
- Déduction de  $V_O - V_S$  :  $V_O - V_S = (V_O - V_H) + (V_H - V_S) = 0 - 130$   
Donc  $V_O - V_S = -130V$

#### 1.4 calculons la vitesse $V_S$

Par application du théorème de l'énergie cinétique entre S et O

$$\Delta E_C = \sum W_F$$

$$E_{CS} - E_{C0} = W_F = \frac{1}{2} m V_S^2 - \frac{1}{2} m V_0^2 = Fx(HS)$$

$$\Rightarrow V_S = \sqrt{\frac{2Fx(HS)}{m} + V_0^2} = 1,2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\text{Calcul de l'angle } \alpha : \cos \alpha = \frac{V_0}{V_S} = 0,83 \Rightarrow \alpha = 33,6^\circ$$

#### 1.5. Nature du mouvement entre S et O'

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{0} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{0} = \vec{a} \Rightarrow m \cdot r.u$$

#### 2.1 Etude du mouvement entre A et B :

$$O \begin{cases} x_0 = x_0 = 0 \\ y_0 = y_0 = 0 \end{cases} \quad \text{et} \quad V_S \begin{cases} V_{sx} = V_S \cos \alpha \\ V_{sy} = V_S \sin \alpha \end{cases}$$

- Conditions initiales
- Étude dynamique ;

- Bilan des forces : la particule est soumise à la force électrique  $\vec{F}$ .

On néglige le poids

- Le PFD (Théorème du centre d'inertie) :  $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{F} = m \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

L'équation de la trajectoire :

(1)  $\Rightarrow t = x / (V_S \cos \alpha)$  ; en remplaçant t dans (2), on obtient :

$$y = -\frac{F}{2mV_S^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha = -\frac{eU}{2mV_S^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha$$

#### 2.2 Calcul de U pour que l'électron sorte par le point O''

$$0 = -\frac{eU}{2mV_S^2 \cos^2 \alpha} l^2 + l \tan \alpha$$

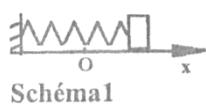
$$\Leftrightarrow \frac{eU}{2mV_S^2 \cos^2 \alpha} l = \tan \alpha$$

$$\Rightarrow U = \frac{m d V_S^2 \sin 2\alpha}{e l} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \times 4 \cdot 10^{-2} \times (1,2 \cdot 10^7)^2 \sin 67,2}{1,6 \cdot 10^{-19} \times 10} = 302V$$

#### EXERCICE 5

Dans toute la suite on se place dans le cas où les frottements sont négligeables.

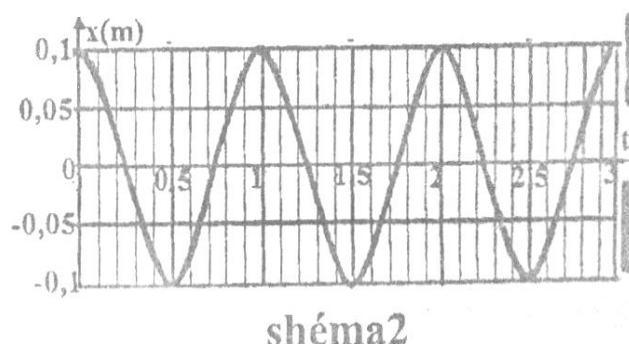
- 1 Un oscillateur est constitué d'un solide S de masse  $m = 100 \text{ g}$ , accroché à un ressort à spires non jointives de constante de raideur  $k$ . La position du centre d'inertie G du solide est repérée par son abscisse  $x$  dans le repère  $(O, \vec{i})$  (voir le schéma 1).



- 2 A l'équilibre, le centre d'inertie G coïncide avec l'origine O du repère. On réalise l'enregistrement du schéma 2

- 1.1 En appliquant la RFD, établir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie G du solide S .

- 1.2 La solution analytique de l'équation différentielle est de la forme :  $x = x_0 \cos(\frac{2\pi t}{T_0} + \phi)$



Comment nomme-t-on les constantes  $x_m$  et  $\Phi$ ? Déterminer leurs valeurs à partir de l'enregistrement de la courbe 1 (Schéma2).

1.3 Déterminer la période propre  $T_0$  de l'oscillateur en utilisant la courbe 1.

1.4 Déterminer l'expression de la période propre  $T_0$ .

En déduire la valeur numérique de la constante de raideur  $k$  du ressort.

1 On étudie maintenant les différentes formes d'énergie de cet oscillateur.

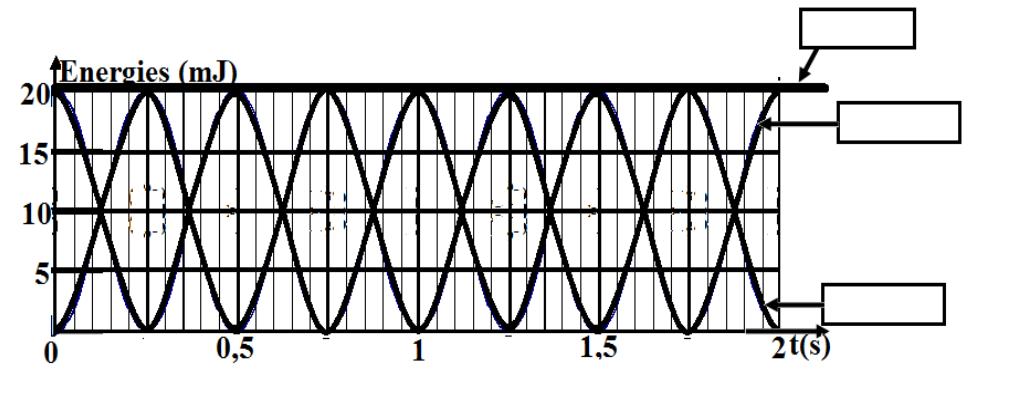
2.1 Exprimer pour le système (ressort-solide S) à une date  $t$ , l'énergie potentielle élastique  $E_p$  et l'énergie cinétique  $E_c$ . En déduire l'expression de l'énergie mécanique  $E$  en fonction de  $k$ ,  $m$ ,  $x$  et  $v$

2.2 Montrer que cette énergie mécanique est constante au cours du mouvement. La calculer à  $t = 0$ .

En déduire la vitesse de S au passage par sa position d'équilibre.

2-3- Les figures données sur le schéma ci contre

Schéma 3



représentent les variations au cours du temps des différentes énergies  $E$ ,  $E_p$  et  $E_c$ . Compléter le schéma en identifiant chacune des courbes. Justifier.

**Corrigé**

$$\sum F = P + R + T = ma$$

$$1.1 \text{ proj/ox: } -T = ma \Leftrightarrow Kx = ma \Rightarrow a + \frac{K}{m}x = 0 \Leftrightarrow a + \omega_0^2 x = 0 \text{ avec } \omega_0^2 = \frac{K}{m}$$

$$1.2 \quad x = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

D'après le graphe  $X_m = 0,1 \text{ m}$

$$\text{à } t=0 ; x_0 = X_m \Rightarrow V_0 \text{ donc } \begin{cases} X_m \cos \varphi = X_m \\ -\omega X_m \sin \varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 1 \\ \sin \varphi = 0 \end{cases} \therefore \varphi = 0$$

1.3  $T = 1s$  d'après la courbe.

$$1.4 \quad T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$T_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{K} \Leftrightarrow K = 4\pi^2 \frac{m}{T_0^2} \approx 4 \text{ N/m}$$

2-1- L'énergie potentielle élastique du système (ressort+solide) à un instant  $t$  est :

$$E_{pe} = \frac{1}{2} Kx^2. \text{ L'énergie cinétique du même système est : } E_c = \frac{1}{2} mV^2$$

$$E_m = \frac{1}{2} Kx^2 + \frac{1}{2} mV^2$$

L'énergie mécanique est :

2-2- Comme le mvt est un mvtr.s alors :

$$x = X_m \cos(\omega t + \phi) \quad \text{et} \quad V = -\omega X_m \sin(\omega t + \phi)$$

$$E_m = \frac{1}{2} K X_m^2 m \cos^2(\omega t + \phi) + \frac{1}{2} m \omega^2 X_m^2 \sin^2(\omega t + \phi) \text{ or } K = m \omega^2$$

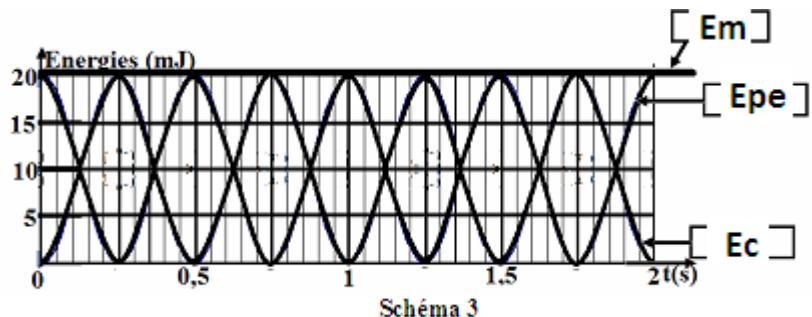
$$= \frac{1}{2} K X_m^2 [ \cos^2(\omega t + \phi) + \sin^2(\omega t + \phi) ] = \frac{1}{2} K X_m^2 m = \text{Cte}$$

au passage par la position d'équilibre :  $x = 0$ ;  $E_{pe} = 0$

$$E_m = E_{cmax} = \frac{1}{2} m V_{max}^2 \Rightarrow V_{max} = \sqrt{\frac{2E_m}{m}} = \sqrt{\frac{22 \cdot 10^{-2}}{0,1}} = 0,63 \text{ m/s}$$

2-3-

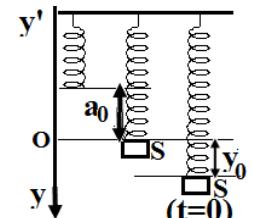
$$at=0 \begin{cases} E_{pemax} = E_m \\ E_t = 0 \\ E_m = 20 \text{ mJ} \end{cases}$$



### EXERCICE 6

On considère le système ci-contre constitué d'un solide S de masse  $m$  accroché à l'extrémité inférieure d'un ressort R vertical à spire non jointives, de masse négligeable et de raideur  $K$  dont l'extrémité supérieure est fixe. Soit  $a_0$  l'allongement du ressort à l'équilibre. On écarte le solide S de sa position d'équilibre vers le bas d'une distance  $y_0$  et on l'abandonne sans vitesse à un instant pris comme origine des instants.

On néglige les frottements et on étudie le mouvement du solide S relativement à un repère galiléen ( $O; \vec{j}$ ) d'origine O, la position du centre d'inertie de S à

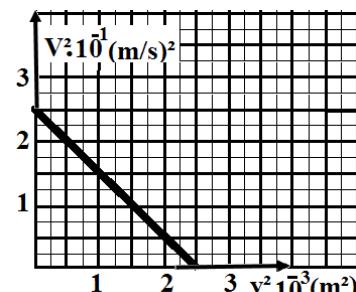


l'équilibre et d'axe  $Oy$ , un axe vertical dirigé vers le bas.

1 A une date  $t$  quelconque, le centre d'inertie G de S a une elongation  $y$  et sa vitesse instantanée est  $V$ .

1.1 Etablir l'expression de l'énergie mécanique E du système {solide+ressort+terre} en fonction de  $y$ ,  $V$ ,  $a_0$ ,  $m$  et  $K$ .

On prend comme origine des énergies potentielles de pesanteur le plan horizontal passant par la position d'équilibre et comme origine des énergies potentielles élastiques la position du ressort lorsqu'il n'est ni allongé ni comprimé



1.2 Montrer que cette énergie est constante et l'exprimer en fonction de  $K$ ,  $y_0$  et  $a_0$ .

1.3 Déduire la nature du mouvement.

2 Un dispositif approprié permet de mesurer la vitesse  $V$  en fonction de  $y$ . Les résultats ont permis de tracer la courbe représentative de  $V^2 = f(y^2)$  voir le graphe.

2.1 Justifier théoriquement l'allure de la courbe en établissant l'expression de  $V^2$ .

2.2 En déduire les valeurs de :

- La pulsation  $\omega_0$  et l'amplitude  $y_0$  du mouvement.
- L'allongement  $a_0$  du ressort à l'équilibre.

2.3 Etablir l'équation horaire du mouvement.

2.4 Sachant que l'énergie mécanique du système vaut  $0,625$  joule, calculer les valeurs de la raideur  $K$  du ressort et de la masse  $m$  du solide. On prendra :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

### Corrigé

1.1 Expression de l'énergie potentielle de pesanteur :  $E_{pp} = -mgy$

Expression de l'énergie potentielle élastique du ressort :

$$E_{pe} = \frac{1}{2}K(a_0 + y)^2$$

Expression de l'énergie mécanique :  $E_m = E_c + E_{pp} + E_{pe}$

$$\begin{aligned} \text{Soit } E_m &= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}K(x+a_0)^2 - mgy \\ &= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}K(y^2 + a_0^2) \end{aligned}$$

1.2 Pour le système {solide + ressort + terre} les forces **P** et **T** sont des forces intérieures conservatives et **R** est une force extérieure dont le travail est nul car elle est toujours perpendiculaire au déplacement.

La variation de l'énergie mécanique donne :  $\Delta E_m = \sum W(F_{nc}) = 0$

L'énergie mécanique du système est constante et ce système est alors conservatif.

Comme l'énergie mécanique est toujours constante alors lorsque  $x=x_0$ , la vitesse est nulle et l'énergie mécanique devient :  $E_m = \frac{1}{2}K(y_0^2 + a_0^2)$

1.3 Nature du mouvement.

Le système étant conservatif  $E_m = \text{cte} \Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0$

$$\Rightarrow my''V + KVy = 0 \Rightarrow y'' + \frac{K}{m}y = 0$$

Cette équation différentielle montre que le mouvement est rectiligne sinusoïdal.

2.1 L'expression de  $E_c$  :

$$E_m = E_0 \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}K(y^2 + a_0^2) = \frac{1}{2}K(y_0^2 + a_0^2) \Rightarrow V^2 = \frac{K}{m}(y_0^2 - y^2) = -\omega^2y^2 + \omega^2y_0^2$$

2.2 graphiquement :

$V^2 = f(y^2)$  il s'agit d'une fonction affine :  $V^2 = a.y^2 + b$

$$y^2 = 0 \Rightarrow V^2 = b = 0,25$$

$$y^2 = 2,510^{-3} \text{ et } V^2 = 0 \Rightarrow 0 = 2,510^{-3}a + 0,25 = 0$$

$$\Rightarrow a = -100$$

$$\boxed{V^2 = -100y^2 + 0,25}$$

2.3 Déduction de  $\omega$  et  $y_0$  :

Par identification :

$$-100x^2 + 0,25 = -\omega^2y^2 + \omega^2a_0^2$$

On obtient

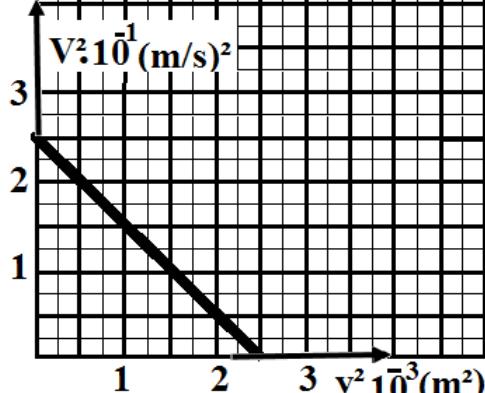
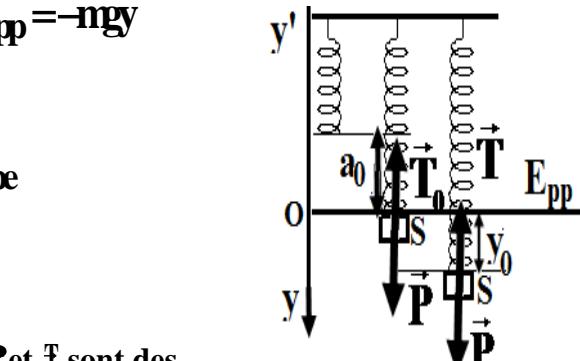
- $-\omega^2 = -100 \Rightarrow \omega = 10 \text{ rad/s}$

- $\omega^2 y_0^2 = 0,25 \Rightarrow y_0^2 = \frac{0,25}{100}$  soit  $y_0 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

- D'après la condition d'équilibre, on a :

$$a_0 = \frac{mg}{K} \text{ or } K = \omega^2 m$$

$$\Rightarrow a_0 = \frac{mg}{\omega^2 m} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ m}$$



2.3 L'équation horaire du mouvement :

$$y = y_m \cos(\omega t + \phi)$$

Conditions initiales :  $\begin{cases} y_0 = y_m \cos \phi & (1) \\ V_0 = -y_m \omega \sin \phi & (2) \end{cases}$

à  $t = 0$   $y_0 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  et  $V_0 = 0$

$$V_0^2 = \omega^2(y_m^2 - y_0^2) \Rightarrow y_m = y_0 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Calcul de la phase initial  $\Phi$

$$(1) \Rightarrow \cos \Phi = \frac{y_0}{y_m} = 1 \Rightarrow \Phi = 0$$

D'où l'équation horaire :  $y = 5 \cdot 10^{-2} \cos(10t)$

$$2.4 \text{ Calcul de } K : E_m = \frac{1}{2} K (y_0^2 + a_0^2) \Rightarrow K = \frac{2E_m}{(y_0^2 + a_0^2)} = \frac{2 \times 0,625}{0,1^2 + (5 \cdot 10^{-2})^2} = 100 \text{ N/m}$$

$$\text{Calcul de } m : \omega^2 = \frac{K}{m} \Rightarrow m = \frac{K}{\omega^2} = 1 \text{ kg}$$

### EXERCICE 7

Un jouet est constitué pour l'essentiel d'un palet P de très petites dimensions, assimilable à un point, de masse  $m=100 \text{ g}$ , lancé à l'aide d'un ressort sur un plateau AB horizontal de longueur  $AB=L=1 \text{ m}$  sur lequel il peut glisser.

1 Lorsque P est en A, le ressort a sa longueur naturelle  $OA=l_0=10 \text{ cm}$ . La raideur du ressort est  $K=250 \text{ N/m}$ . On comprime le ressort de telle sorte qu'il ait la longueur  $OA'=l=3,6 \text{ cm}$ , P restant en contact avec le ressort. Puis on lâche, le palet sans vitesse initiale (fig 1).

1.1 Quelle est l'énergie mécanique du système palet-ressort au moment où on lâche? Faire l'application numérique.

1.2 On néglige les frottements du palet sur le trajet A'A.

On peut montrer et on admettra que le ressort reste en contact avec le palet jusqu'au moment où celui-ci arrive en A. Utiliser la conservation de l'énergie pour trouver l'expression de la vitesse  $V_A$  du palet en fonction de  $K$ ,  $l$ ,  $l_0$  et  $m$ . Faire l'application numérique.

1.3 A l'aide d'un système approprié, on a mesuré les vitesses  $V_A$  et  $V_B$  et on a trouvé  $V_A=3,2 \text{ m/s}$  et  $V_B=3,0 \text{ m/s}$ . On admet que l'ensemble des forces de frottement qu'exerce le plateau sur le palet pendant le trajet AB est réductible à une force unique  $\vec{f}$  constante opposée à la vitesse du palet. Calculer l'intensité  $f$  de  $\vec{f}$ .

2 Arrivé en B, le palet quitte le plateau avec le vecteur vitesse  $\vec{V}_B$  pour tomber 1m plus bas.

2.1 Etablir l'équation de la trajectoire du palet dans le repère (Bx ; By) après passage en B (fig 2).

2.2 Le palet heurte en D le plan horizontal situé à la distance

$BC=h=1 \text{ m}$  au dessous du plateau AB. Quelles sont les coordonnées de D?

2.3 Quelles sont les composantes du vecteur vitesse  $\vec{V}_D$  du palet quand il arrive en D? Quelle est la valeur de  $V_D$ ?

### Corrigé

1.1 Calcul de l'énergie mécanique à l'instant où on lâche le palet

L'expression de l'énergie mécanique :  $E_m = E_c + E_{pp} + E_{pe}$  Or  $E_{pp}=0$

$$\text{à } t=0, E_c=0, E_{pe}=\frac{1}{2} K l^2 \text{ soit } E_m=E_p=\frac{1}{2} K l^2 = \frac{1}{2} K (l-l_0)^2 \quad (1)$$

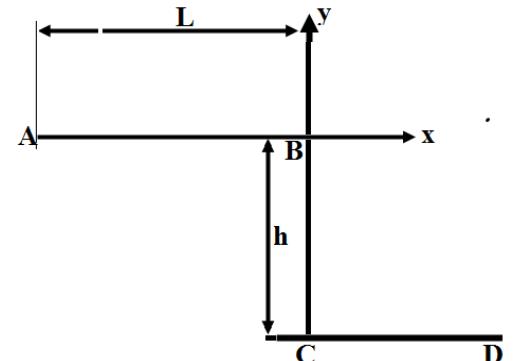
AN :  $E_m=0,512 \text{ J}$

$$1.2 \text{ Au point A pas d'allongement } E_A=\frac{1}{2} m V_A^2$$

$$\text{Comme l'énergie mécanique est toujours constante : } E_m=\frac{1}{2} m V_A^2 = \frac{1}{2} K l^2 \Rightarrow V_A = \sqrt{\frac{K}{m}} (l_0 - l)$$

A.N :  $V_A = 3,2 \text{ m/s}$ .

1.3 Calcul de f :



$$\Delta \mathbf{F}_C = \sum \mathbf{W}_F \Rightarrow \mathbf{F}_{CB} - \mathbf{F}_{CA} = \underset{0}{\mathbf{W}_P} + \underset{0}{\mathbf{W}_f} + \mathbf{W}_{Rn}$$

$$\frac{1}{2}m\mathbf{V}_B^2 - \frac{1}{2}m\mathbf{V}_A^2 = -\mathbf{f} \cdot \mathbf{L} \Rightarrow \mathbf{f} = \frac{m}{2L}(\mathbf{V}_A^2 - \mathbf{V}_B^2) \quad \text{AN} \cdot \mathbf{f} = 0,062 \text{ N}$$

2 Conditions initiales :  $\begin{cases} x_B = x_0 = 0 \\ y_B = y_0 = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} V_{Bx} = V_B \\ V_{By} = 0 \end{cases}$

En appliquant la R.F.D, on obtient :

$$\sum \mathbf{F}_{ext} = m\mathbf{a} \Leftrightarrow \mathbf{P} = m\mathbf{a}$$

$$\mathbf{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \Rightarrow \mathbf{v} \begin{cases} V_x = V_B \\ V_y = -gt \end{cases} \Rightarrow \mathbf{BM} \begin{cases} x = V_B t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

L'équation de la trajectoire

$$(1) \Rightarrow t = \frac{x}{V_B}$$

On remplace t dans y

$$y = -\frac{g}{2V_B^2} x^2$$

2.2 Lorsque le palet touche le sol au point au point D nous aurons  $y_D = -h$

$$y_D = -\frac{g}{2V_B^2} x_D^2 = -h \Leftrightarrow x_D = \sqrt{\frac{2h}{g}} V_B = 1,36 \text{ m}$$

L'instant  $t_D$  correspondant est  $t_D = \frac{x_D}{V_B} = 0,45 \text{ s}$

2.3 Les composantes  $V_D$  :  $\begin{cases} V_{Dx} = V_B = 3 \\ V_{Dy} = -gt_D = -4,45 \end{cases}$  D'où la valeur  $V_D = \sqrt{V_{Dx}^2 + V_{Dy}^2} = 5,37 \text{ m/s}$

### EXERCICE 8

On suppose que la terre est un corps sphérique, homogène de rayon R et de masse M. On désigne par G la constante de gravitation universelle.

1. On rappelle que l'action attractive d'un corps de masse M à symétrie sphérique sur un objet de masse m placé à une distance  $r \geq R$  de son centre est équivalente à celle exercée par une masse ponctuelle M qui serait placée au centre O du corps.

1.1. Donner les caractéristiques de la force de gravitation exercée par la terre sur l'objet de masse m situé à la distance r de son centre C.

1.2. En déduire les caractéristiques du champ de gravitation g en ce point.

1.3. Retrouver la valeur  $g_0$  de g au sol.

AN :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$  ;  $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;  $R = 6400 \text{ km}$ .

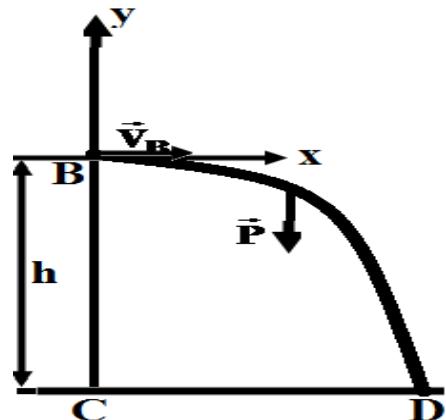
2. Le référentiel géocentrique est considéré comme galiléen; il a son origine au centre O de la terre, et ses axes sont dirigés vers des étoiles fixes.

2.1. On considère un satellite ayant par rapport au référentiel géocentrique, une trajectoire circulaire. Montrer que le mouvement est uniforme.

2.2. Établir l'expression de la période de révolution T du satellite. Montrer que  $\frac{T^2}{r^3} = \text{constante}$ .

2.3. Calculer T lorsque le satellite gravite à l'altitude  $h = 300 \text{ km}$ .

3. L'énergie potentielle du satellite dans le champ de gravitation est  $E_p = -G \frac{M \cdot m}{r}$



### 3.1 .Où a-t-on choisi la référence de l'énergie potentielle ?

### 3.2. Donner l'expression de l'énergie mécanique totale du satellite dans le champ de gravitation.

**Corrigé**

1)

**1.1) Les caractéristiques de la force de gravitation**  $\vec{F} = \frac{G.m.M}{r^2} \vec{n}$

- Origine : le centre du satellite

- Direction : normale

- Sens : centripète

- Intensité :  $F = \frac{G.m.M}{r^2}$

**1.2) Les caractéristiques du champ de gravitation g en ce point**

Expression de  $\vec{g}$  :  $\vec{g} = \frac{G.M}{r^2} \vec{n}$

$\vec{g}$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{Direction: normale} \\ \text{Sens: centripète} \\ \text{Intensité: } g = \frac{G.M}{r^2} \end{array} \right.$

**1.3) La valeur g<sub>0</sub> de g au sol : R = r  $\Rightarrow g_0 = \frac{G.M}{R^2}$**

$$\text{A.N: } g_0 = \frac{6,67 \times 10^{11} \times 6 \times 10^{24}}{(6400000)^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

2)

### 2.1) Montrons que le mouvement est circulaire

Appliquons la relation fondamentale de la dynamique :  $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}$  ;  $\vec{F} = m \vec{a}$

Projection sur  $\vec{t}$  :  $0 = m \cdot a_t a_t = 0 \Rightarrow a_t = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow V = cte$

Projection sur  $\vec{n}$  :  $F = \frac{G.m.M}{r^2} = ma_n = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{GM}{v^2} = cte$

Donc le mouvement est circulaire uniforme

### 2.2) Expression de la période de révolution T du satellite avec r = R + h

Période : C'est le temps mis par le satellite pour effectuer un tour

Distance parcourue :  $d = 2\pi(R + h)$  or  $d = V \cdot T$

$$T = \frac{d}{V} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{(R + h)^3}{GM}}$$

Montrons que  $\frac{T^2}{r^3} = \text{constante} : T^2 = 4\pi^2 \times \frac{r^3}{GM} \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$

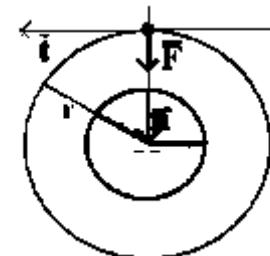
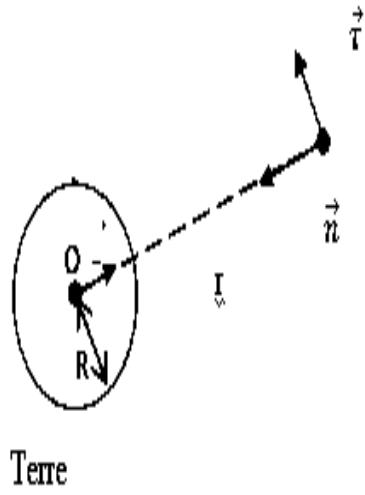
$$2.3) \text{ Calcul de la période : } T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{(6400000+300000)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6 \cdot 10^{24}}} = 5447 \text{ s}$$

3)

### 3.1) La référence de E<sub>p</sub> :

$$E_p = -\frac{GMm}{r} = cte \text{ le choix se fait à l'infini, } E_{p_\infty} = 0 \Rightarrow cte = 0 \quad d'où \quad E_p = -\frac{GMm}{r}$$

### 3.2) Expression de l'énergie mécanique totale du satellite :



$$E_M = E_C + E_P \quad \text{avec} \quad E_C = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{or} \quad v^2 = \frac{GM}{r} \Rightarrow E_C = \frac{GmM}{2r}$$

$$E_M = \frac{GmM}{2r} - \frac{GmM}{r} = -\frac{GmM}{2r}$$

### EXERCICE 9

Deux rails parallèles en cuivre sont inclinés d'un angle  $\alpha$  sur l'horizontale. Une tige MN de poids  $P$  peut glisser sans frottement sur ces rails. Deux butées situées à la base des rails empêchent la tige de quitter le circuit.

Un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$  perpendiculaire aux rails, dont le module reste constant, s'exerce entre les deux rails sur une zone de longueur  $d$ . Un générateur G impose un courant d'intensité  $I$ , constante dans le circuit GMN.

1. La tige est posée sans vitesse initiale sur les rails dans la zone d'action du champ magnétique. Quelle est la valeur de l'intensité I

débitée par le générateur pour que la tige reste en équilibre? Quel est le sens de  $\vec{B}$ .

2. Maintenant la tige, lâchée sans vitesse initiale aux extrémités supérieures des rails, commence à subir l'effet du champ magnétique après avoir glissé sur une distance  $D$  réglable par déplacement de l'aimant source du champ. L'intensité du courant étant supposée indépendante de la position de la tige MN sur les rails vaut alors  $20A$ .

2.1. Exprimer la vitesse  $V_0$  de la tige lorsqu'elle pénètre dans le champ.

2.2. Quelle est la valeur minimale de  $D$  pour que la tige traverse toute la zone du champ ?

3. On remplace le générateur par un conducteur ohmique et on rend l'angle nul.

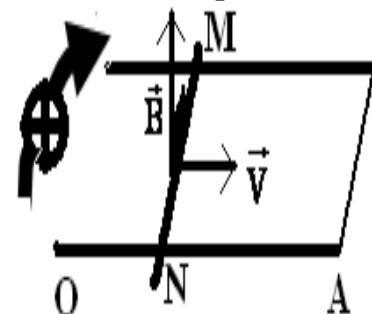
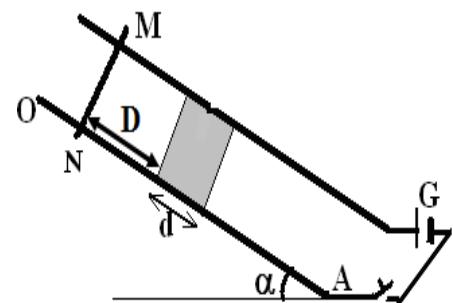
Le dispositif est totalement plongé dans le champ magnétique dont le vecteur reste perpendiculaire aux rails comme l'indique la figure.

La tige se déplace sur les rails avec une vitesse constante  $V$  tout en restant perpendiculaire aux rails.

3.1. Indiquer sur le schéma en le justifiant le sens du courant induit qui traverse la tige et calculer sa valeur.

3.2. Déterminer les caractéristiques de la force électromagnétique qui s'exerce sur la tige.

A.N :  $l = 5\text{cm}$ ;  $\alpha = 10^\circ$ ; Poids de la tige :  $P = 0,05\text{N}$ ; la longueur  $d$  de la zone d'action du champ est :  $d = 5\text{cm}$ ;  $B = 0,02\text{T}$ ; résistance du circuit ;  $r = 2 \cdot 10^{-3}\Omega$ ; Vitesse  $V = 2\text{m/s}$



### Corrigé

1. Calcul de I à l'équilibre :

Pour que la tige soit en équilibre il faut que  $F$  s'oppose à  $P_x$  :  $\sum F_{ext} = ma \Leftrightarrow P + R + F = 0$

Par projection sur xx' :

$$P \sin \alpha - F = 0 \Rightarrow I/B = P \sin \alpha \Rightarrow I = \frac{P \sin \alpha}{B} = 8,5\text{A}$$

La règle de la main droite montre que  $B$  est descendant

2.1 L'expression de  $V_0$

$$\Delta E_C = \sum W_F \Leftrightarrow \frac{1}{2}mV_0^2 = mgh = mgD \sin \alpha \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gD \sin \alpha}$$

2.2 La valeur minimale de  $D$



$$\Delta E_C = \sum W_F \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2 = mgh - F_d$$

$$\frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2 = mgdsin\alpha - F_d$$

$$\Rightarrow V^2 = V_0^2 + 2gdsin\alpha - 2\frac{F_d}{m}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + 2gdsin\alpha - 2\frac{F_d}{m}}$$

$$\text{or } V_0 = \sqrt{2gDsin\alpha}$$

$$V = \sqrt{2gDsin\alpha + 2gdsin\alpha - 2\frac{F_d}{m}}$$

Pour traverser toute la zone il faut que

$$V \geq 0 \Leftrightarrow \sqrt{2gDsin\alpha + 2gdsin\alpha - 2\frac{F_d}{m}} \geq 0$$

$$2gDsin\alpha + 2gdsin\alpha - 2\frac{F_d}{m} \geq 0$$

$$\Leftrightarrow 2gDsin\alpha \geq -2gdsin\alpha + 2\frac{F_d}{m}$$

$$\Leftrightarrow D \geq -d + \frac{F_d}{mgsin\alpha} \Leftrightarrow D \geq d(\frac{F}{mgsin\alpha} - 1)$$

La valeur minimale de D

$$D = d(\frac{F}{mgsin\alpha} - 1) = d(\frac{IB}{mgsin\alpha} - 1)$$

$$D = 5 \cdot 10^{-2} (\frac{20 \times 0,05 \times 0,02}{0,05 \times 0,17} - 1) = 6,75 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

3.1 Le déplacement de la tige fait varier la surface ce qui entraîne une variation du flux qui crée une f.e.m induite qui fait apparaître un courant induit parce que le circuit de la bobine est fermé.

D'après la loi de Lenz le courant induit circule dans la tige de M vers N.

Expression du flux :  $\Phi = (S_0 - x\ell)B \cos\theta$

Avec  $x = Vt$  et  $\theta = \pi$

soit  $\Phi = -S_0B + xB$

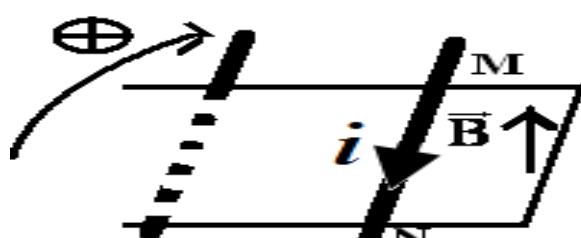
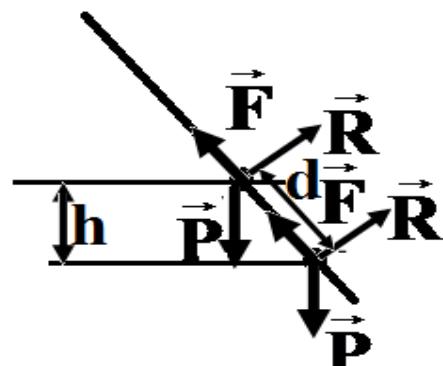
Déduction de la f.e.m induite :  $e = -\frac{d\Phi}{dt} = -VB$

et  $i = \frac{e}{r} = -\frac{BV}{r}$  soit  $i = -1 \text{ A}$

Comme  $i < 0$  le sens de  $i$  est le sens contraire de celui choisi.

3.2 Les caractéristiques de la force de Laplace  $F_l$  induite qui s'exercent sur la tige sont :

- Direction horizontale.
- Origine milieu de (M, N).
- Sens :  $F_l$  est dirigé vers la gauche.
- valeur  $F_l = iB$  soit  $F_l = 10^{-3} \text{ N}$ .



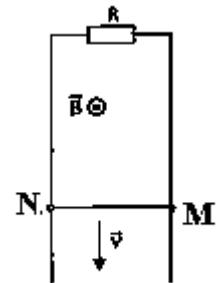
### EXERCICE 10

Une barre conductrice MN horizontale de masse  $m$  et de longueur  $\ell$  de résistance négligeable est lâchée sans vitesse à l'instant initial  $t=0$ . elle tombe en restant parallèle à elle-même dans une région de l'espace où règne un champ magnétique uniforme  $B$  horizontal et perpendiculaire à la barre.

La chute de la barre est guidée par deux fils verticaux conducteurs de résistance négligeable (voir figure).

On suppose les forces de frottement nulles, bien que MN soit à chaque instant en contact électrique avec les fils. Les extrémités supérieures des fils sont reliées à un résistor de résistance  $R=25\Omega$ . On donne :  $B=0,5T$ ,  $\ell=20cm$  et  $m=10mg$ .

Les rails sont métalliques.



1. Préciser le sens du courant induit. Donner l'expression de la f.e.m induite qui apparaît dans la tige en fonction de  $B$ ,  $\ell$  et  $V$ .

2. Sachant que le circuit est orienté dans le sens du courant induit. Donner l'expression du courant induit.

3. Appliquer le principe d'inertie à la tige puis montrer que la tige atteint une vitesse limite  $V_L$  que l'on exprimera en fonction de  $B$ ,  $\ell$ ,  $g$ , et  $R$ . Calculer  $V_L$ .

### Corrigé

1. Pour que la tige reste en équilibre, il faut que le poids et la force électromagnétique soient opposées.

Condition d'équilibre de la tige :

$\vec{P} + \vec{f} = \vec{0}$ , du fait que le poids est dirigé vers le bas la force électromagnétique est alors dirigée vers le haut le champ magnétique est sortant, le courant induit selon la règle de la main droite est orienté de M vers N.

L'expression de la f.e.m. induite est :

$e = -\frac{d\Phi}{dt}$ ,  $\Phi = -BS$  le vecteur  $\vec{n}$  normal sur la surface S est orienté selon la règle de la main droite dans le sens opposé à  $\vec{B}$ .

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(-BS)}{dt} \text{ avec } S = (S_0 + \Delta S), \Delta S = x\ell$$

la tige se déplace à vitesse constante, son mouvement est alors r.u d'équation :  $x = Vt$ , l'expression de la f.e.m. est :  $e = -\frac{d(-BS_0 - B\cdot\ell\cdot v\cdot t)}{dt} = B\cdot\ell\cdot v$

1. L'expression du courant induit en fonction de  $B$ ,  $V$ ,  $\ell$  et  $R$  :  $i = \frac{e}{R} = \frac{B\cdot\ell\cdot v}{R}$

2. Condition d'équilibre de la tige

$$\vec{P} + \vec{f} = \vec{0}, \text{ par projection de cette relation suivant la verticale}$$

$$P - f = 0 \Rightarrow P = f \text{ or } P = m\cdot g \text{ et } f = i\ell B$$

$$m\cdot g = i\ell B \text{ et } i = \frac{B\cdot\ell\cdot v}{R}; m\cdot g = \frac{B^2\ell^2 V}{R} \Rightarrow V = \frac{m\cdot g\cdot R}{B^2\ell^2} = \frac{10\cdot 10^{-6}\cdot 10\cdot 25}{0,5^2\cdot 0,2^2} = 0,25 \text{ m/s}$$

### EXERCICE 11

Dans tout l'exercice le poids sera négligeable devant les autres forces.

1 Une particule de charge  $q=-e$  et de masse  $m$  est émise sans vitesse par une cathode C et accélérée par une anode A à l'aide d'une différence de potentiel  $U_0 = V_A - V_C = 300V$ . Calculer la vitesse  $V_0$  de la particule lorsqu'elle arrive en A.

On donne :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

2 La particule décrit un mouvement rectiligne uniforme entre les points O' et O.

2.1 En O, la particule pénètre avec la vitesse  $\vec{V}_0$  dans une zone où règne un champ électrique dû à une tension U existant entre des plaques P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> de longueur l et distantes de d.

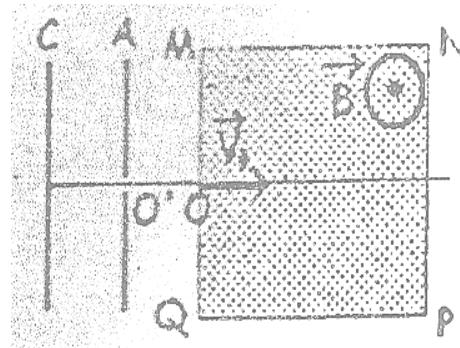
2.1.1 Déterminer l'équation de la trajectoire de la particule entre les plaques et préciser sa nature.

2.1.2 Déterminer la valeur de la déviation angulaire électrique  $\alpha$ . On donne : U = 50V, d = 4cm l=10cm.

2.2 On remplace le champ électrique  $\vec{E}$  par un champ

magnétique  $\vec{B}$  créé dans une zone carrée MNPQ de côté a=6cm.

La particule pénètre dans cette zone au point O avec la même vitesse  $\vec{V}_0$ .



2.2.1 Déterminer la nature du mouvement de la particule dans le champ magnétique  $\vec{B}$  et donner l'expression du rayon de la trajectoire en fonction de e, m, B et  $U_0$ .

2.2.2 Déterminer la valeur de la déviation angulaire magnétique  $\alpha$  si la particule sort entre P et N. On donne: B = 1,5.10<sup>-4</sup>T.

2.2.3 Quelle est la valeur minimale à donner au champ magnétique  $B$  pour que la particule décrive un demi-cercle.

### Corrigé

1. La vitesse avec laquelle arrive la particule au A :

L'application de TEC donne :

$$\frac{1}{2}mV_0^2 - 0 = q \cdot E \cdot d \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$$

$$AN: V_0 = 10,3 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

### 2.1.1

L'application de la R.F.D donne :

$$\vec{F}_e + \vec{P} = m\vec{a} \quad (P \ll Fe) \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m} \Rightarrow \vec{a} = \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{|q| \cdot E}{m} = \frac{|q| \cdot U}{md} = Cte \end{cases}$$

$$\text{et les équations horaires sont : } \begin{cases} x = V_0 t \\ y = \frac{1}{2} \frac{|q| \cdot U}{md} t^2 \end{cases}$$

$$\text{L'équation de la trajectoire : } y = \frac{1}{2} \frac{|q| \cdot U}{md} \frac{x^2}{V_0^2} ; y = 0,01x^2$$

$$2.1.2 \operatorname{tg} \alpha = \frac{2y_s}{d} = 2 \cdot 10^{-3} (\text{avec } y_s = 0,01 \ell^2) \Rightarrow \alpha = 0,11^\circ$$

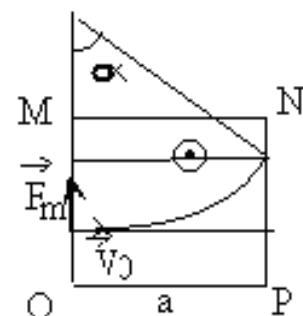
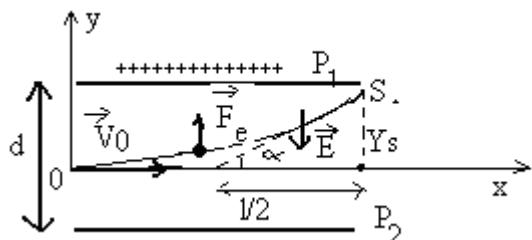
2.2.1- Démontrons que le mvt est C.U

L'application la relation fondamentale de la dynamique donne:

$$\sum F_{ex} = \vec{F} + \vec{P}_{(négigable)} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{q}{m} \vec{V} \wedge \vec{B}$$

$\vec{a} \perp \vec{V}$  comme  $\vec{V} // t$  donc  $a_t = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = cte = V_0$  donc le MVT est uniforme

$\vec{a} = a_t + a_n$ . Or,  $a_t = 0$ , donc  $\vec{a} = a_n \Rightarrow \vec{a} = a_n \Leftrightarrow \frac{q \cdot V_0 \cdot B}{m} = \frac{V_0^2}{r}$ , où r est le rayon de la trajectoire,



alors  $r = \frac{mv_0}{|q|B} = \text{cte}$ . Donc la trajectoire est circulaire et le mouvement est circulaire uniforme.

$$R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU_0}{|q|}}$$

$$2.2.2. \sin\alpha' = \frac{a}{R} = 0,15 \Rightarrow \alpha' = 9^\circ$$

$$223 R \leq \frac{a}{4} \Rightarrow \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU_0}{|q|}} \leq \frac{a}{4} \Rightarrow B \geq \frac{4}{a} \sqrt{\frac{2mU_0}{|q|}} \Rightarrow B_{\min} = 0,38 \cdot 10^{-4} T$$

### EXERCICE 12

L'extrémité S d'une corde élastique, tendue horizontalement, est mise en mouvement vibratoire vertical et sinusoïdal à l'aide d'un vibreur. La corde est alors le siège d'une onde progressive sinusoïdale.

Le mouvement de l'extrémité S débute à l'origine du temps ( $t = 0s$ ) et est caractérisé par une fréquence  $N$  et une amplitude  $a$ . On suppose absent tout phénomène d'amortissement ou de réflexion des ondes.

L'analyse du mouvement d'un point A de la corde, situé à la distance  $x_A = 3\text{cm}$  de la source d'onde S, a fourni le diagramme de la figure 1.

1. Déterminer, en se référant à la figure 1:

1.1. La période temporelle  $T$  et la fréquence  $N$  de l'onde progressive se propageant le long de la corde.

1.2. La date  $\theta$  à laquelle le point A a commencé son mouvement vibratoire et son amplitude  $a$ . (0,75pt)

1.3. La vitesse  $V$  de propagation de l'onde. En déduire sa longueur d'onde  $\lambda$ .

2. On éclaire la corde avec un stroboscope de fréquence réglable  $N_e$ . Qu'observe-t-on pour  $N_e = 49 \text{ Hz}$ ;  $N_e = 100 \text{ Hz}$ ?

3. On relie le vibreur précédent à une fourche ayant deux pointes  $S_1$  et  $S_2$  distantes de  $d = 3,5\text{cm}$ .

Le vibreur provoque en deux points  $O_1$  et  $O_2$  de la surface de l'eau des vibrations en phase de fréquence  $f = 50\text{Hz}$  et d'amplitude  $a = 2\text{mm}$ . On donne  $y_{O1} = y_{O2} = a \cos \omega t$

3.1. Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau situé au voisinage de  $O_1$  et  $O_2$  et se trouvant respectivement à des distances  $d_1$  et  $d_2$  de ces deux points.

3.2. Déterminer le nombre de points de la surface de l'eau qui se trouvent sur le segment  $[O_1, O_2]$  et qui vibrent avec une amplitude maximale.

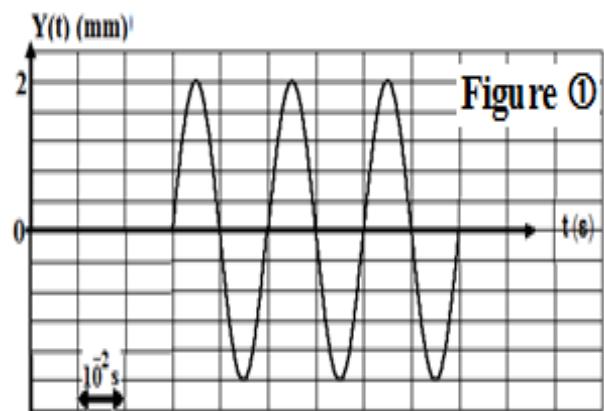


Figure ①

### Corrigé

1.1. La période  $T$  et la fréquence  $N$  :

$$T = 2 \cdot 10^{-2} \text{ s} \quad \text{et} \quad N = 1/T = 50 \text{ Hz}$$

1.2. La date  $t$

Le mouvement de A est en retard de  $t = 3 \cdot 10^{-2} \text{ s}$  et son amplitude  $a = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ .

1.3. La vitesse  $V$  de propagation de l'onde :

$$V = x/t = 1 \text{ m/s} \quad \text{Deduction de } \lambda = VT = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m.}$$

2. Les observations :

➤ Si  $N_e = 49 \text{ Hz}$

$N = N_e + 1$  la corde apparaît en mouvement ralenti dans le sens direct.

➤ Si  $N_e = 100 \text{ Hz}$

$N = N_e/2$  deux cordes immobiles apparaissent.

3. .1 L'équation du mouvement d'un point M situé à  $d_1$  de  $O_1$  et à  $d_2$  de  $O_2$  :

- Si la source  $O_1$  agissait seule l'élongation serait :  $y_{1M} = a \cos \left[ \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi d_1}{\lambda} \right]$
- Si la source  $O_2$  agissait seule l'élongation serait :  $y_{2M} = a \cos \left[ \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi d_2}{\lambda} \right]$
- Comme  $O_1$  et  $O_2$  agissent ensemble l'élongation est  
 $y_M = y_{1M} + y_{2M}$   
 $y_M = 2a \cos \left[ \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \right] \cdot \cos \left[ \frac{2\pi t}{T} - \frac{\pi}{\lambda} (d_2 + d_1) \right]$

3.2 Les points d'amplitude maximale sont caractérisés par la différence de marche

$$2a \cos \left[ \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \right] = \pm 2a \Leftrightarrow \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) = k\pi \quad \text{d'où} \quad \delta = d_2 - d_1 = k\lambda$$

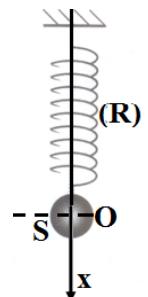
Le nombre de ces points :  $-d \leq d_2 - d_1 \leq d \Leftrightarrow -d/\lambda \leq k \leq d/\lambda \Leftrightarrow -1,75 \leq k \leq 1,75 \Rightarrow k = \{-1 ; 0 ; 1\}$   
Alors on a 3 points d'amplitude maximale

### EXERCICE 13

Les frottements sont supposés négligeables. On prendra  $g=10m/s^2$

Le pendule élastique représenté par la figure est constitué de :

- Un ressort ( $R$ ) à spires non jointives, d'axe vertical, de masse négligeable et de raideur  $k=60N/m$ .
- Un solide ( $S$ ) de centre d'inertie  $G$  et de masse  $M$ . La position de  $G$  est, à chaque instant, donnée par son abscisse  $x$  dans le repère  $(O, \vec{i})$ ;  $O$  étant la position de  $G$  à l'équilibre.

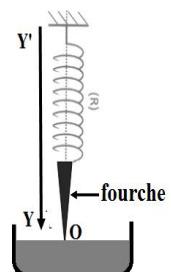


Le solide ( $S$ ) est écarté verticalement vers le bas de sa position d'équilibre d'une distance  $x_m=2cm$ , puis abandonné à lui-même sans vitesse initiale à la date  $t=0$ .

1 Après avoir étudié l'équilibre du solide  $S$  calculer sa masse  $M$  sachant que l'allongement à l'équilibre  $\Delta l=4cm$

2 Montrer que le mouvement de  $S$  est rectiligne sinusoïdal et trouver son équation horaire.

3 On prendra le plan horizontal passant par  $O$  comme plan de référence de l'énergie potentielle de pesanteur du système (ressort, solide, Terre).



3.1 Exprimer l'énergie potentielle du système à une date  $t$  quelconque, en fonction de  $k$ ,  $x$  et  $\Delta l$ .

3.2 Donner l'expression de l'énergie mécanique du système en fonction de  $k$ ,  $\Delta l$  et  $x_m$ .

3.3 Déduire l'expression de l'énergie cinétique du système en fonction de  $k$ ,  $x$  et  $x_m$ .

4-On retire le solide  $S$  et on le remplace par une pointe qui trempe légèrement à la surface d'une cuve à eau peu profonde en un point  $O$ . Cette pointe imprime au point  $O$  un nouveau mouvement sinusoïdal de fréquence  $N=10Hz$  et d'amplitude  $3mm$ . On considère l'origine des temps l'instant du passage de  $O$  par la position d'elongation  $1,5mm$ , dans le sens négatif.

La célérité des ondes  $C=10cm/s$ ; on suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde.

4.1 Calculer la longueur d'onde.

4.2 Trouver l'équation du mouvement de la source  $O$  ainsi que celle du mouvement d'un point  $M$  de la surface du liquide situé à la distance  $x$  de  $O$ .

4.3 On considère que le point  $M$  est situé à  $10,5cm$  de la source  $O$ .

### Corrigé

1 Etude de l'équilibre : A l'équilibre :  $\sum F_{ext} = 0$

$$\Leftrightarrow P + T_0 = \Theta P - T_0 = 0 \Rightarrow M = \frac{K \Delta l}{g} \text{ Soit } M = 0,24kg$$

2 Nature du mouvement :  $\sum F = ma \Leftrightarrow P + T = ma$

En projetant suivant l'axe  $x'$  :  $P - T = ma \Leftrightarrow P - K(\Delta l + x) = ma \Leftrightarrow Kx = ma \Rightarrow a + \frac{K}{m}x = 0$

C'est l'équation différentielle caractérisant un mouvement rectiligne sinusoïdal de pulsation

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{60}{0,24}} = 15,8 \text{ rad/s}$$

L'équation horaire du mouvement :  $X = X_m \cos(\omega t + \phi)$

La pulsation :  $\omega = 15,8 \text{ rad/s}$  et l'amplitude  $x_m = 2\text{cm}$ .

Calcul de la phase initial  $\Phi$  :  $\cos \phi = \frac{x_0}{x_m} = 1 \Rightarrow \phi = 0$

D'où l'équation horaire :

$$x = 2 \cdot 10^{-2} \cos(15,8 t)$$

### 3.1 Expression de l'énergie potentielle

$$3.2 E_p = E_{pp} + E_{pe} \text{ avec } E_{pp} = mgx \text{ et } E_{pe} = \frac{1}{2} K(\Delta x)^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} K(\Delta x^2 + x^2)$$

3.3 En remplaçant, on obtient :

### 3.2 Expression de l'énergie mécanique :

$$E_m = E_c + E_p \text{ Soit}$$

$$E_m = \frac{1}{2} mV^2 + \frac{1}{2} K(x^2 + \Delta x^2)$$

$$= \frac{1}{2} m\omega^2(x_m^2 - x^2) + \frac{1}{2} K(x^2 + \Delta x^2) \text{ avec } m\omega^2 = k$$

$$= \frac{1}{2} k(x_m^2 - x^2) + \frac{1}{2} K(x^2 + \Delta x^2) = \frac{1}{2} K(x_m^2 + \Delta x^2)$$

Déduction de l'expression de  $E_C$  :

$$\begin{aligned} E_C &= E_m - E_p \\ &= \frac{1}{2} K(x_m^2 + \Delta x^2) - \frac{1}{2} K(x^2 + \Delta x^2) \\ &= \frac{1}{2} K(x_m^2 - x^2) \end{aligned}$$

4.1 Calcul de la longueur d'onde  $\lambda$  :  $\lambda = \frac{C}{N} = 0,01\text{m}$

### 4.2 L'équation horaire du mouvement de la source O:

Le mouvement étant sinusoïdal son équation serait de la forme  $y_0 = a \cos(\omega t + \phi)$

Avec  $\omega = 2\pi N = 20\pi \text{ Hz}$  et  $a = 3 \cdot 10^{-3}\text{m}$

$$\text{à } t=0 \cos \phi = \frac{y_0}{a} = 0,5 \text{ avec } V_0 < 0 \text{ soit } \phi = \frac{\pi}{3}$$

d'où l'équation  $y_0 = 3 \cdot 10^{-3} \cos(20\pi t + \pi/3)$

L'équation horaire du mouvement d'un point M situé à la distance  $x$  de la source O :

$$y_M = y_0(t - \theta) \text{ avec } \theta = x/c$$

$$y_M = 3 \cdot 10^{-3} \cos(20\pi t + \pi/3 - 2\pi x/\lambda)$$

### 4.3 L'état vibratoire du point M d'abscisse $x = 10,5\text{cm}$ par rapport à O :

$$Y_M = 3 \cdot 10^{-3} \cos(20\pi t + \pi/3 - 2\pi \cdot 0,105/0,01) = 3 \cdot 10^{-3} \cos(20\pi t + \pi/3 - 21\pi)$$

$$\Delta\phi = \phi_O - \phi_M = \pi/3 - \pi/3 + 21\pi = 21\pi = (2k+1)\lambda$$

Le point M vibre en opposition de phase avec O car le déphasage est un multiple impair de  $\lambda$  :

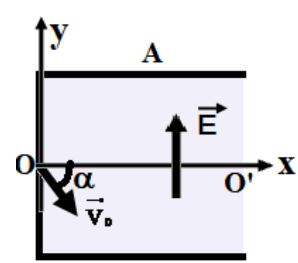
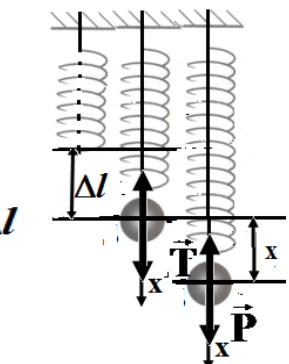
Autre méthode :  $\Delta x = 10,5\text{cm}$  et  $\lambda = 1\text{cm}$

$$\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{21}{2} \Leftrightarrow \Delta x = \frac{21}{2} \lambda = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$$

### EXERCICE 14

Les deux questions 1 et 2 de l'exercice sont indépendantes

- Une particule X de charge  $q = 3,2 \cdot 10^{-19}\text{C}$  et de masse  $m = 6,68 \cdot 10^{-27}\text{kg}$  pénètre entre les armatures d'un condensateur constitué de 2 plaques parallèles métalliques rectangulaires horizontales A et B de longueur  $l = 10\text{cm}$ , séparées



par une distance  $d=6$  cm comme le montre la figure.

Le point O est équidistant des deux plaques. La particule entre au point O avec une vitesse  $\bar{V}_0$  formant un angle  $\alpha$  avec l'axe horizontal.

1.1. Préciser les signes des armatures et de la tension  $U_{BA}$ .

1.2. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire de la particule.

1.3. Déterminer la valeur de l'angle  $\alpha$  pour que la particule passe par le point O'.

1.4. Déterminer les coordonnées du point le plus bas de la trajectoire.

Données :  $E = 8350 \text{ V/m}$  ;  $V_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ .

2. La désintégration du nucléide  $^{232}\text{U}$  donne la particule X précédente avec le nucléide  $^{228}\text{Th}$ .

2.1. Ecrire l'équation de la réaction de désintégration, préciser le type de radioactivité et la nature de la particule X.

2.2. Calculer, en MeV, l'énergie émise lors de cette désintégration.

2.3. Calculer la valeur de la constante de désintégration  $\lambda$  de l'uranium 232 si sa période est 69,8 ans.

Données :  $m_U = 232,0371548 \text{ u}$  ;  $m_{Th} = 228,0287411 \text{ u}$  ;  $m_X = 4,0026 \text{ u}$  ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV/c}^2$ . (0,25pt)

### Corrigé

#### 1.1. Le signe des armatures

Comme  $E$  est dirigé vers A c'est que A est chargé négativement alors que B est chargée positivement.

Signe de la tension  $U_{BA} > 0$

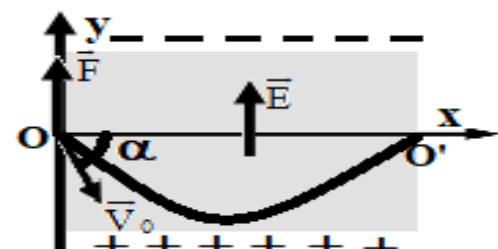
1.2. Etude du mouvement entre A et B : Conditions initiales  $O \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$  et  $\bar{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = V_0 \cos \alpha \\ V_{0y} = -V_0 \sin \alpha \end{cases}$

$$\sum F = ma \Leftrightarrow F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$$

$$a \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{F}{m} \end{cases} \quad \bar{V} \begin{cases} V_x = V_0 \cos \alpha \\ V_y = \frac{F}{m} t - V_0 \sin \alpha \end{cases} \quad OG \begin{cases} x = (V_0 \cos \alpha)t \\ y = \frac{F}{2m} t^2 - (V_0 \sin \alpha)t \end{cases} \quad (1) \quad (2)$$

L'équation de la trajectoire :

$$(1) \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}; \quad \text{En remplaçant } t \text{ dans (2), on obtient : } y = \frac{F}{2mV_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 - x \tan \alpha$$



1.3. Détermination de l'angle  $\alpha$  : Au point O'  $y_O' = 0$  et  $x_O' = l$

$$0 = \frac{F}{2mV_0^2 \cos^2 \alpha} l^2 - l \tan \alpha = \frac{qE}{2mV_0^2 \cos^2 \alpha} l^2 - l \tan \alpha \Leftrightarrow \sin 2\alpha = \frac{qE}{mV_0^2} l = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

1.4. Les coordonnées du point le plus bas

➤ 1<sup>ère</sup> méthode : Au point le plus bas S :  $\frac{dy}{dx} = 0$  soit  $x_s = \frac{mV_0^2 \sin 2\alpha}{2qE} = 0,05$  m et  $y_s = -0,025$  m

➤ 2<sup>ème</sup> méthode : Au point le plus bas :

$$V_{sy} = 0 \Leftrightarrow \frac{F}{m} t - V_0 \sin \alpha = 0 \Rightarrow t_s = \frac{mV_0 \sin \alpha}{qE} = 25\sqrt{2} \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\Rightarrow x_s = (V_0 \cos \alpha) t_s = 50 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad \text{et} \quad y_s = \frac{F}{2m} t_s^2 - (V_0 \sin \alpha) t_s = -2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

➤ On admettra également la constatation que  $x_s = l/2$  et on remplace dans l'équation de la trajectoire.

2.1. L'équation de la réaction nucléaire :  $^{232}_{92}\text{U} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{228}_{90}\text{Th}$

La désintégration est de type  $\alpha$  et la particule est un noyau d'hélium  $^4_2\text{He}$

2.2. Calcul de l'énergie :  $\Delta E = \Delta mc^2 = (m_{\text{He}} + m_X - m_{\text{U}})c^2$

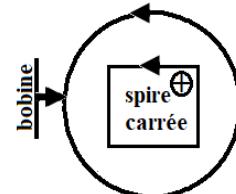
$$\Delta E = \Delta mc^2 = (m_{\text{He}} + m_X - m_{\text{U}})c^2 \approx -5,94 \text{ MeV}$$

2.3. Calcul de  $\lambda$  :  $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 3,15 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$

### EXERCICE 15

Les deux questions 1 et 2 de l'exercice sont indépendantes

1. On place à l'intérieur d'une bobine longue une spire carré de côté  $a = 10 \text{ cm}$ .

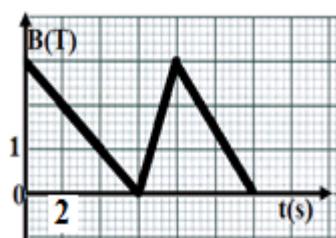


1.1. La bobine est traversée par un courant d'intensité constante qui crée un champ magnétique  $B = 2 \text{ T}$ . Exprimer le flux magnétique  $\Phi$  à travers la spire en fonction de  $B$  et de  $a$  et calculer sa valeur.

1.2. La bobine est maintenant traversée par un courant dont l'intensité crée un champ magnétique  $B$  variant comme l'indique la courbe.

1.2.1. Quel phénomène apparaît dans la spire? Justifier la réponse.

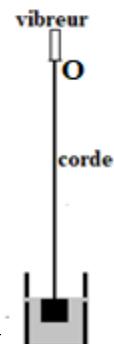
1.2.2. Exprimer les valeurs de  $B$  puis de la force électromotrice induite qui apparaît dans la spire dans les différents intervalles de temps.



2. Un vibreur est formé d'une lame vibrante attirée par un électro-aimant alimenté par un courant sinusoïdal.

La lame vibre avec une fréquence  $N = 100 \text{ Hz}$

On fixe à la lame du vibreur l'extrémité supérieure O d'une corde élastique placée verticalement. L'extrémité inférieure de la corde porte un solide immergé dans l'eau pour empêcher la réflexion des ondes. Le vibreur impose au point O un mouvement sinusoïdal d'amplitude  $a = 2 \text{ mm}$ . La célérité des ondes le long de la corde est  $C = 40 \text{ m/s}$ .



2.1. Écrire l'équation horaire du mouvement du point O en supposant qu'il passe par sa position d'équilibre dans le sens des élongations positives à l'instant  $t = 0$ .

**2.2. Écrire l'équation du mouvement d'un point M situé à x=30cm de O et calculer sa vitesse maximale.**

**2.3. Comparer les mouvements du point M et d'un point N situé à 50cm de O.**

**2.4. La corde est éclairée par un stroboscope. Qu'observe-t-on si la fréquence Ne du stroboscope prend les valeurs: Ne =200Hz, Ne = 99Hz et Ne = 50Hz.**

### Corrigé

**1.1. Expression du flux :  $\Phi = SB\cos\theta$  avec  $\theta=0$  et  $S=a^2$  Soit  $\Phi = Sa^2 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$**

**1.2.1. La spire est le siège d'un phénomène d'induction électrique dû à la variation du flux à cause de la variation du champ magnétique B.**

**1.2.2.**

- ❖ Les expressions de B
  - Sur [0 ; 6s] :  $a = \frac{0-3}{6-0} = -\frac{1}{2}$  et  $b = 3$  d'où  $B_1 = -\frac{1}{2}t + 3$
  - [6s ; 8s] :  $a' = \frac{3-0}{8-6} = \frac{3}{2}$  et  $b = -9$  d'où  $B_2 = \frac{3}{2}t - 9$
  - [8s ; 12s] :  $a'' = \frac{0-3}{12-8} = -\frac{3}{4}$  et  $b'' = 9$  d'où  $B_3 = -\frac{3}{4}t + 9$
  - $e = -\frac{d\Phi}{dt} = -a^2 \cdot \frac{dB}{dt}$
- ❖ Les expressions de la f.e.m. induite :
  - Sur [0 ; 6s] :  $e_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -a^2 \cdot \frac{dB_1}{dt} = \frac{a^2}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$
  - [6s ; 8s] :  $e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -a^2 \cdot \frac{dB_2}{dt} = -\frac{3a^2}{2} = -15 \cdot 10^{-3} \text{ V}$
  - [8s ; 12s] :  $e_3 = -\frac{d\Phi_3}{dt} = -a^2 \cdot \frac{dB_3}{dt} = \frac{3a^2}{4} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$

**2.1 L'équation horaire du mouvement de la source O: Le mouvement étant sinusoïdal son équation 46586900 serait de la forme  $y_0 = a \cos(\omega t + \phi)$**

Avec  $\omega = 2\pi N = 200\pi$  et  $a = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

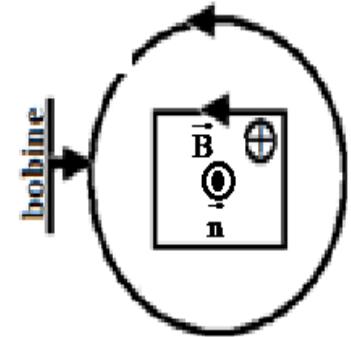
à  $t=0$  :  $\cos\phi = \frac{y_0}{a} = 0 \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{2}$  car  $V_0 > 0$  d'où l'équation  $y_0 = 2 \cdot 10^{-3} \cos(200\pi t - \frac{\pi}{2})$

**2.2. L'équation du mouvement d'un point M situé à la distance x**

$$y_M = y_O(t-\theta) = 2 \cdot 10^{-3} \cos(200\pi t - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

Pour  $x = 0,3 \text{ m}$  et  $\lambda = 0,4 \text{ m}$  on trouve :  $y_M = 2 \cdot 10^{-3} \cos(200\pi t)$

Calcul de la vitesse max :  $V = \left( \frac{dy}{dt} \right)_{\max} = a\omega = 0,4 \text{ m/s}$



2.3. Comparaison des mouvements de M et de N :  $\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{x_N - x_M}{\lambda} = \frac{0,2}{0,4} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda}{2}$

M et N vibrent en opposition de phase.

Autre méthode :  $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(x_N - x_M) = \frac{2\pi}{\lambda}(50 - 30) \cdot 10^{-2} = \pi$

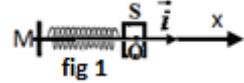
#### 2.4. Les observations :

- Si  $N_e = 200 \text{ Hz} \Leftrightarrow N = \frac{N_e}{2}$  On observe 2 cordes  $\Rightarrow N_e = \frac{N}{k}$
- Si  $N_e = 99 \text{ Hz} \Leftrightarrow N = N_e + 1$  ; On observe un mouvement ralenti dans le sens réel du mouvement
- Si  $N_e = 50 \text{ Hz} \Leftrightarrow N = 2N_e$  ; On observe une seule corde immobile

#### EXERCICE 16

On dispose d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K.

A l'une des extrémités du ressort, on accroche un solide S cylindrique creux de masse m et on fixe l'autre extrémité. L'ensemble (ressort-solide) peut glisser sans frottement sur une tige horizontale.



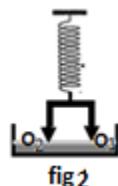
On étudie le mouvement du centre d'inertie G du solide S dans le repère  $(O\vec{r})$  ; O étant la position de G à l'équilibre. A l'instant  $t_0$  choisi comme origine des temps, l'abscisse de G est  $x_0$  et sa vitesse  $V_0$ . On donne :  $m=0,2 \text{ kg}$ ,  $K=5 \text{ N/m}$ ,  $x_0=3 \text{ cm}$  et  $V_0=-\pi/10 \text{ m/s}$ . On prendra  $\pi^2=10$ .

1. Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur à l'instant  $t_0$ .

On considérera que l'énergie potentielle de pesanteur du solide est nulle sur l'axe Ox.

2. Etablir l'équation différentielle du mouvement de G. En déduire l'équation horaire de ce mouvement en considérant les conditions initiales précisées plus haut.

3. Le ressort est maintenant suspendu verticalement. Son extrémité supérieure est fixée en A. L'autre extrémité est fixée à une fourche ayant 2 pointes qui trempent légèrement en  $O_1$  et  $O_2$  à la surface d'une eau de faible profondeur comme le montre la figure 2.



La fourche, imprime aux points  $O_1$  et  $O_2$  un mouvement rectiligne sinusoïdal vertical d'amplitude  $a=3 \text{ cm}$  d'équation :  $y_{o1} = y_{o2} = a \cos(100\pi t + \pi)$

3.1. Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau situé à la distance  $d_1$  de  $O_1$  et à la distance  $d_2$  de  $O_2$ .

Faire l'application numérique pour  $d_1=2 \text{ cm}$ ,  $d_2=14 \text{ cm}$  et une célérité des ondes  $C=2 \text{ m/s}$ .

3.2. Déterminer le nombre de franges d'amplitude maximale entre  $O_1$  et  $O_2$  si la distance  $O_1O_2=12 \text{ cm}$ ?

#### Corrigé

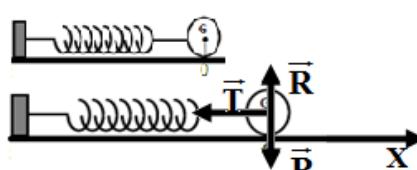
1. Calcul de  $E_{m0}$  :  $E_{m0} = \frac{1}{2}mV_0^2 + \frac{1}{2}Kx_0^2 = 12,25 \cdot 10^3 \text{ J}$

2. L'équation différentielle du mouvement :

Soit x l'abscisse du solide par rapport à l'origine

$$P + T + R = ma$$

Projection sur Ox :  $-T = ma \Leftrightarrow -Kx = ma \Rightarrow a + \frac{K}{m}x = 0$



C'est une équation différentielle du second degré dont la solution est de la forme :  $x = x_m \cos(\omega t + \phi)$

Calcul des constantes :

- $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = 5 \text{ rad/s}$

- Calcul de  $x_m$

Les conditions initiales :  $V_0=0$  et  $x_0=-(l-l_0)=-6,4 \text{ cm}$

$$x_m = \sqrt{\frac{V_0^2}{\omega^2} + x_0^2} = 7.10^2 \text{ m}$$

La phase initiale se calcule à partir des conditions initiales :  $\cos\phi = \frac{x_0}{X_m} = \frac{3}{7} \Rightarrow \phi = 1,128 \text{ rad}$

L'équation horaire du mouvement est :  $x = 7.10^2 \cos(5t + 1,128)$

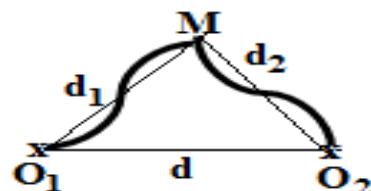
3.1 L'équation du mouvement d'un point M situé à  $d_1$  de  $O_1$  et à  $d_2$  de  $O_2$  :

- Si la source  $O_1$  agissait seule l'élongation serait :

$$y_{IM} = a \cos \left[ \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi d_1}{\lambda} + \pi \right]$$

- Si la source  $O_2$  agissait seule l'élongation serait :

$$y_{IM} = a \cos \left[ \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi d_2}{\lambda} + \pi \right]$$



- Comme  $O_1$  et  $O_2$  agissent ensemble l'élongation est :  $y_M = y_{1M} + y_{2M}$

$$y_M = 2a \cos \left[ \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \right] \cdot \cos \left[ \frac{2\pi}{T} t - \frac{\pi}{\lambda} (d_2 + d_1) + \pi \right]$$

$$y_M = 2 * 3.10^2 \cos \left[ \frac{\pi}{4.10^2} (14 - 2) \cdot 10^2 \right] \cdot \cos \left[ 100\pi t - \frac{\pi}{4.10^2} (14 + 2) \cdot 10^2 + \pi \right] \Rightarrow$$

$$y_M = -6.10^2 \cos [100\pi t - \pi]$$

3.2. Les points d'amplitude maximale sont caractérisés par :

$$2a \cos \left[ \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) \right] = \pm 2a \Leftrightarrow \frac{\pi}{\lambda} (d_2 - d_1) = k\pi$$

d'où la différence de marche  $\delta = d_2 - d_1 = k\lambda$

Le nombre de ces points :  $-d \leq d_2 - d_1 \leq d \Leftrightarrow -d/\lambda \leq k \leq d/\lambda \Leftrightarrow -3 \leq k \leq 3 \Rightarrow k = \{-3, -2, -1; 0; 1, 2, 3\}$   
Alors on a 7 points d'amplitude maximale

### EXERCICE 17

Des ions chargés positivement de masse  $m$  sont émis sans vitesse au trou  $F_1$  par une source S. On applique dans l'espace situé entre deux plaques  $P_1$  et  $P_2$  parallèles distante de  $d$ , une tension constante  $U = V_{P1} - V_{P2}$  telle que  $|U| = 10^3 \text{ V}$ . (Voir la figure ci-contre).

- Déterminer le signe de la tension U pour que les ions atteignent la plaque  $P_2$  avec une vitesse V.
- Trouver l'expression de la vitesse V au point  $F_2$  en fonction de  $m$ ,  $q$  et  $U$ .
- La source S émet deux sortes d'ions  $^{200}\text{Hg}^{2+}$  et  $^{202}\text{Hg}^{2+}$ .

Calculer les vitesses d'arrivée de ces deux ions au point  $F_2$ .

On donne :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ; masse du nucléon  $m_N = m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

- Après la traversée du trou  $F_2$  les ions pénètrent dans l'espace délimité par les plaques  $P_2$  et  $P_3$  où règnent un champ électrique  $E_1$  et un champ magnétique  $B_1$ .

Montrer que seuls les ions dont la vitesse vérifie la relation  $V = E_1 / B_1$  atteignent le trou  $F_3$ .

Est-ce que les valeurs des vitesses calculées à la question 3 vérifient cette relation?

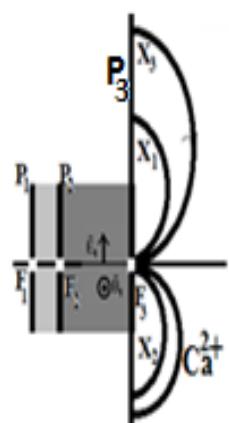
On prendra  $E_1 = 6 \cdot 10^4 \text{ V/m}$  et  $B_1 = 1 \text{ T}$ .

- La source S émet à présent des ions  $X_1$ ,  $X_2$  et  $X_3$  de masses respectives  $m_1$ ,  $m_2$  et  $m_3$  et de même charge  $q$  telle que  $|q| = e$ .

Ces ions arrivent au trou  $F_3$  avec la vitesse  $V = E_1 / B_1$  et sont déviés après  $F_3$  comme l'indique la figure par un autre champ magnétique  $B$  de même valeur que  $B_1$ .

- Sachant que B fait dévier des ions  $\text{Ca}^{2+}$  comme l'indique la figure, déterminer le sens de B et en déduire le signe de la charge de chacun des ions  $X_1$ ,  $X_2$  et  $X_3$ .

- Calculer les masses  $m_1$ ,  $m_2$  et  $m_3$  sachant que les rayons des trajectoires circulaires sont  $r_1 = 2,2 \text{ cm}$ ,  $r_2 = 1,44 \text{ cm}$  et  $r_3 = 1,2 \text{ cm}$ .



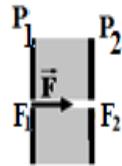
### **1. Le signe de $U = V_{P1} - V_{P2}$**

**Les ions atteignent la plaque  $P_2$  sous l'action de la force électrique  $F$**

Comme  $q > 0$   $E$  a le même sens que  $F$  donc  $E$  est dirigé de  $P_1 (+)$  vers  $P_2 (-)$  alors  $V_{P1} > V_{P2}$  soit  $U > 0$

### **2. L'expression de $V$ :**

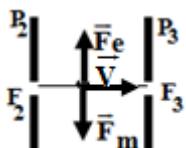
$$\Delta E_C = \sum W_F \Leftrightarrow \frac{1}{2} mV^2 = Fd = qU \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$



### **3. Calcul des vitesses**

$$V_1 = \sqrt{\frac{2qU}{m_1}} = \sqrt{\frac{4eU}{m_1}} = 4,38 \cdot 10^4 \text{ m/s} \quad \text{et} \quad V_2 = \sqrt{\frac{2qU}{m_2}} = \sqrt{\frac{4eU}{m_2}} = 4,36 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

### **4. La relation entre $E_1$ et $B_1$**



$$\sum F = 0 \Leftrightarrow F_e + F_m = 0 \Leftrightarrow F_m = F_e \Leftrightarrow qVB_1 = qE_1 \Rightarrow V = \frac{E_1}{B_1} = 6 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

Les ions  $^{200}\text{Hg}^{2+}$  et  $^{202}\text{Hg}^{2+}$  ne vérifient pas la relation précédente de la vitesse  $V$ .

**5.1. Comme les ions  $\text{Ca}^{2+}$  sont déviés vers le bas d'après la règle de la main droite  $B$  est sortant.**

**Le signe des ions :**

$X_2$  a le même signe que  $\text{Ca}^{2+}$  (positif) alors que  $X_1$  et  $X_3$  sont chargés négativement.

### **5.2. Calcul des masses :**

$\sum F = ma \Leftrightarrow F_m = ma$ , Après projection suivant  $n$ , on obtient l'expression du rayon:

$$r = \frac{mv}{eB} \Rightarrow m = \frac{r \cdot e \cdot B}{V} \Rightarrow \left( \begin{array}{l} m_1 = \frac{r_1 \cdot e \cdot B}{V} = 5,9 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \\ m_2 = \frac{r_2 \cdot e \cdot B}{V} = 3,84 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \\ m_3 = \frac{r_3 \cdot e \cdot B}{V} = 3,2 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \end{array} \right)$$

