

## L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES AU BACCALAURÉAT S

### ☛ NATURE DE L'ÉPREUVE

L'épreuve comporte cinq exercices :

- deux exercices de **CHIMIE**, notés au total sur **6** points en  $S_1$  et  $S_3$  et **8** points en  $S_2$  ;
- trois exercices de **PHYSIQUE**, notés au total sur **14** points en  $S_1$  et  $S_3$  et **12** points en  $S_2$ .

Le **coefficient** des Sciences physiques au **BAC** est de **8** en **TERMINALES  $S_1$  et  $S_3$**  et de **6** en **TERMINALES  $S_2$** .

### ☛ DURÉE DE L'ÉPREUVE : 4 HEURES

Le temps consacré à chaque exercice doit être approximativement proportionnel au nombre de points affectés à l'exercice.

### ☛ POUR RÉUSSIR L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES, IL FAUT :

① LIRE LA TOTALITÉ DU SUJET AVANT DE COMMENCER ;

② TRAITER EN PREMIER L'EXERCICE QUI SEMBLE LE PLUS FACILE  
(il n'est pas obligatoire de suivre l'ordre des exercices) ;

③ ÉVITER DE PASSER TROP DE TEMPS SUR UN EXERCICE QUI SEMBLE DIFFICILE ;

④ UTILISER, DANS LA LIMITE DU POSSIBLE UNE FEUILLE SÉPARÉE (INTERCALAIRE) PAR EXERCICE ; CELA PERMET DE PASSER D'UN EXERCICE À L'AUTRE FACILEMENT ;

⑤ BIEN PRÉSENTER SA COPIE, C'EST À DIRE :

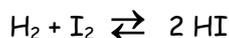
- ne pas recopier l'énoncé ;
- écrire lisiblement ;
- respecter les notations de l'énoncé. Si les notations ne sont pas précisées par le texte, les préciser ;
- respecter la numérotation de l'énoncé ;
- rappeler le but de la question posée ;
- faire des schémas clairs (on peut employer des couleurs sauf le rouge sans tomber dans le dessin d'art ...) ;
- indiquer clairement la méthode ou le théorème utilisé. Tout résultat doit être démontré ;
- éviter les calculs numériques intermédiaires ;
- encadrer le résultat littéral
- souligner le résultat numérique . Ne pas oublier l'unité (l'oubli des unités annule les points prévus pour l'application numérique) ;
- respecter le nombre de chiffres significatifs dans le résultat numérique.

## BAC S1-S3 98

N.B : les calculatrices réglementaires sont autorisées.

### EXERCICE 1 : (03 points)

On se propose d'étudier la réaction de synthèse de l'iodure d'hydrogène



Pour ce faire, quatre ballons de 1L contenant respectivement  $0,5 \cdot 10^{-3}$  mole de diiode et  $5 \cdot 10^{-3}$  mole de dihydrogène sont maintenues à  $350^\circ \text{C}$  dans une étuve. A différents instants, les ballons sont retirés puis refroidis aussitôt ; on dose alors le diiode restant dans chaque ballon par une solution de thiosulfate de sodium de concentration molaire  $C_1 = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$  en présence d'empois d'amidon.

1.1- Pourquoi utilise-t-on dans ce dosage de l'empois d'amidon ? (0,25 point)

1.2- Les résultats des différents dosages sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Ballon	n°1	n°2	n°3	n°4
t (min)	50	100	150	200
Volume de solution de Thiosulfate versé (V) (mL)	16,6	13,7	11,4	9,4
Nombre de mole(s) d'Iodure d'hydrogène formé : ( n ) mol				

1.2.1- Ecrire l'équation bilan de la réaction du dosage du diiode par le thiosulfate.

On donne :  $\text{I}_2 / \text{I}^- E^\circ = 0,53 \text{ V}$  ;  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-} E^\circ = 0,08 \text{ V}$  (0,25 point)

1.2.2- Exprimer le nombre de mole d'iodure d'hydrogène en fonction de la concentration C et du volume V de la solution de thiosulfate versée. Compléter le tableau précédent. (0,75 point)

1.3-

1.3.1 - Tracer la courbe donnant les variations du nombre de mole d'iodure d'hydrogène formé en fonction du temps. On donne 2,5 cm pour 50 min et 2 cm pour  $10^{-4}$  mol.

1.3.2 - Déterminer la vitesse instantanée de formation de l'iodure d'hydrogène (0,5 point)

a) A la date  $t = 100 \text{ min}$

b) Au temps de demi réaction :  $t_{1/2}$  (0,25 point)

c) Comparer les valeurs trouvées. Interpréter.

### EXERCICE 2 (03 points) $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ ; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ; $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

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

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

2.1 - Tracer la courbe donnant les variations du pH en fonction du volume  $v_B$  de base versé.

Echelle : 1 cm pour 5 mL d'hydroxyde de sodium versé

1 cm pour 1 unité pH (01 point)

2.2 - Déduire graphiquement :

2.2.1- Une valeur approchée de la concentration molaire volumique  $C$  de la solution aqueuse d'acide. En déduire la formule semi-développée et le nom de l'acide. (0,75 point)

2.2.2- Le  $pK_a$  du couple acide-base correspondant à l'acide carboxylique considéré. (0,25 point)

2.3 - Calculer les concentrations molaires des diverses espèces chimiques présentes dans le bécher lorsqu'on a ajouté un volume  $v_B = 28$  mL de solution d'hydroxyde de sodium. (0,5 point)

2.4 - On désire réaliser une solution tampon de  $pH = 4$  et de volume  $V$  à partir de l'acide considéré.

2.4.1- Rappeler les caractéristiques d'une solution tampon. (0,25 point)

2.4.2- Proposer une méthode pour obtenir cette solution tampon. (0,25 point)

### EXERCICE 3 (03,5 points)

Un skieur glisse sur une piste horizontale  $DA$ , à vitesse constante. En  $A$ , il aborde une portion de piste circulaire de rayon  $r = BA$  ( $B$  est sur la verticale de  $A$ ) ; voir figure. Les frottements sont négligeables et on admet que le skieur est assimilable à un point matériel  $M$  dont la trajectoire suit la forme de la piste.

3.1 - Établir l'expression littérale de la vitesse du skieur en fonction de l'angle  $\theta = ABM$  et de la vitesse  $v_A$ . (0,75 point)

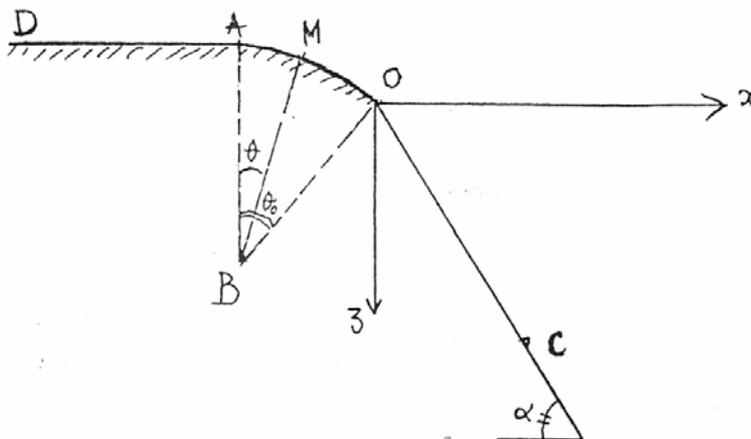
3.2 - Le skieur quitte la piste en un point  $O$  tel que  $\theta_0 = ABO$ . Calculer l'angle  $\theta_0$ . (0,75 point)

A.N. :  $v_A = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  ;  $BA = R = 20 \text{ m}$  ;  $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

3.3 - Au même point  $O$  commence une troisième portion de piste rectiligne faisant un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec la verticale.

3.3.1 - Donner l'équation de la trajectoire de  $M$  dans le repère  $Oxz$ . (01,5 pt)

3.3.2 - Le skieur arrive sur la piste de réception au point  $C$  distance  $OC$ . (0,5 point)



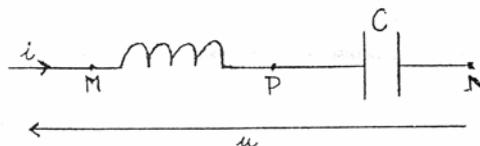
### EXERCICE 4 (05 points)

Une portion de circuit  $MN$  comprenant en série une bobine de résistance  $r$  et d'auto-inductance  $\mathcal{L}$  et un condensateur de capacité  $C$ , est soumise à une tension  $u = 10\sqrt{2}\cos(2500t)$ . On mesure les valeurs efficaces ci dessous :

$$I = 150 \text{ mA} ; \quad U_{MP} = 19 \text{ V} ; \quad U_{PN} = 12 \text{ V}.$$

4.1 - Faire la construction de Fresnel en prenant l'échelle suivante : 1 cm pour 2 volts. (01,5 point)

4.2.1 - Déterminer graphiquement l'avance algébrique de phase de  $u$  par rapport à l'intensité instantanée  $i$ . Donner l'expression de  $i$  en fonction du temps. (01 point)



2.2 - Donner les expressions des tensions instantanées  $U_{MP}$  et  $U_{PN}$  en fonction du temps.

(01 point)

4.3 - Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle MN. (0,5 point)

### EXERCICE 5 (05,5 points)

5.1 - L'uranium 238 est le précurseur d'une famille radioactive aboutissant au plomb 206 par une série de désintégrations  $\alpha$  et de désintégrations  $\beta^-$ .

5.1.1 - Écrire l'équation-bilan générale de la désintégration  $\alpha$ . (0,25 point)

5.1.2 - Écrire l'équation-bilan générale de la désintégration  $\beta^-$ . (0,25 point)

5.1.3 - Déterminer le nombre de désintégrations  $\alpha$  et le nombre de désintégrations  $\beta^-$  pour passer

de  ${}_{92}^{238}\text{U}$  à  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ . (01 point)

5.2 - La dernière désintégration est de type  $\alpha$  et provient d'un noyau père de polonium (Po).

5.2.1 - Calculer, en MeV l'énergie libérée par cette désintégration. (01 point)

5.2.2 - En admettant que cette énergie se retrouve intégralement en énergie cinétique pour la particule  $\alpha$ , calculer sa vitesse. (0,5 point)

5.2.3 - L'atome de polonium étant initialement immobile, en déduire la vitesse de recul du noyau fils. Justifier l'approximation faite à la question 5.2.2. (01 point)

5.3 - En considérant qu'au moment de la formation du minerai d'uranium 238, il n'y avait aucune trace de plomb 206 et que les durées de vie des noyaux intermédiaires sont suffisamment courtes pour être négligées durant la période radioactive la plus longue ( $T = 4,5.10$  ans), déterminer l'âge d'un échantillon contenant à présent 15,00 g d'uranium et 150 mg de plomb. (01,5 point)

Données : \* Les masses atomiques sont les suivantes :  ${}_{82}^{206}\text{Pb} : 205,9745 \text{ u}$

NB : En dehors du calcul du défaut de masse, pour  $\text{Po} : 209,9829 \text{ u}$

les autres questions où l'on aura des masses molaires, on prendra pour chaque élément la valeur entière la plus proche.  $\alpha : 4,0015 \text{ u}$

\* Les constantes ou valeurs de conversion sont :

$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ; célérité de la lumière dans le vide  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

$1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$  ;  $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;  $M_U = 238 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

\*  $\ln 2 \approx 0,693$  et si  $\varepsilon \ll 1$ ,  $\ln(1 + \varepsilon) \approx \varepsilon$

**FIN DU SUJET**

[cissdorosp.e-mosite.com](http://cissdorosp.e-mosite.com)

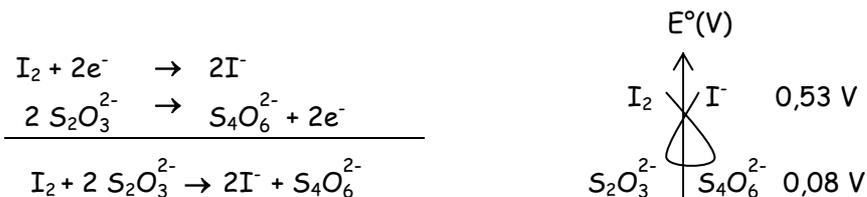
## CORRIGE BAC S1-S3 98

### Exercice 1

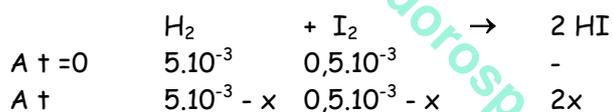
#### 1.1- Justification de l'utilisation de l'empois d'amidon

L'empois d'amidon sert de d'indicateur de fin de réaction. En présence d'empois d'amidon, le diiode prend une coloration bleue. Lorsque tout le diiode est dosé, cette coloration bleue disparaît.

#### 1.2.1- Equation de la réaction du dosage

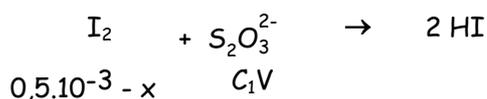


#### 1.2.2- Expression du nombre de mole(s) de HI



$$N(\text{HI}) = 2x \quad (1)$$

On dose le diiode restant par  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  soit  $(0,5 \cdot 10^{-3} - x)$  mole



$$\text{A l'équivalence : } n(\text{I}_2) = \frac{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{2} \text{ soit } 0,5 \cdot 10^{-3} - x = \frac{C_1V}{2} \quad (2)$$

$$\begin{cases}
 n(\text{HI}) = 2x & (1) \\
 0,5 \cdot 10^{-3} - x = \frac{C_1V}{2} & (2)
 \end{cases}$$

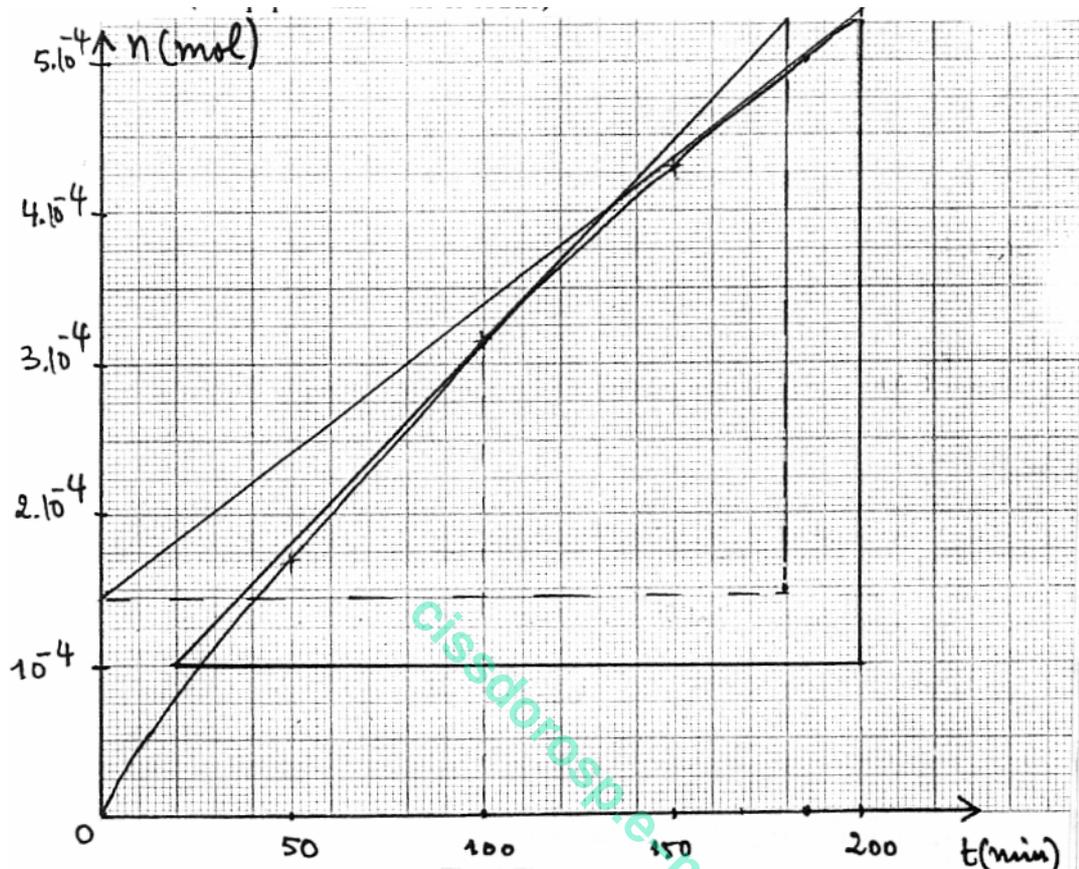
(1) et (2) donnent  $n = n(\text{HI}) = 10 \cdot 10^{-4} - 0,05V$

On obtient le tableau suivant :

t(min)	50	100	150	200
n(mol)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$

### 1.3.1- Tracé de la courbe $n = f(t)$

(voir papier millimétré)



### 1.3.2- a Vitesse de formation de HI à $t = 100$ min

$$v(\text{HI})_{100 \text{ min}} = \frac{4,9 \cdot 10^{-4}}{180} = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

### 1.3.2- b Vitesse de formation de HI à $t = t_{1/2}$

Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  correspond au temps au bout duquel la moitié de  $\text{I}_2$  (réactif limitant) initialement présent a réagi.

$$\text{A } t = t_{1/2} : n(\text{I}_2) = \frac{n_0(\text{I}_2)}{2} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol soit } n(\text{HI})_{t_{1/2}} = 2n(\text{I}_2)_{t_{1/2}} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

On trouve sur le graphe  $t_{1/2} = 186 \text{ min}$

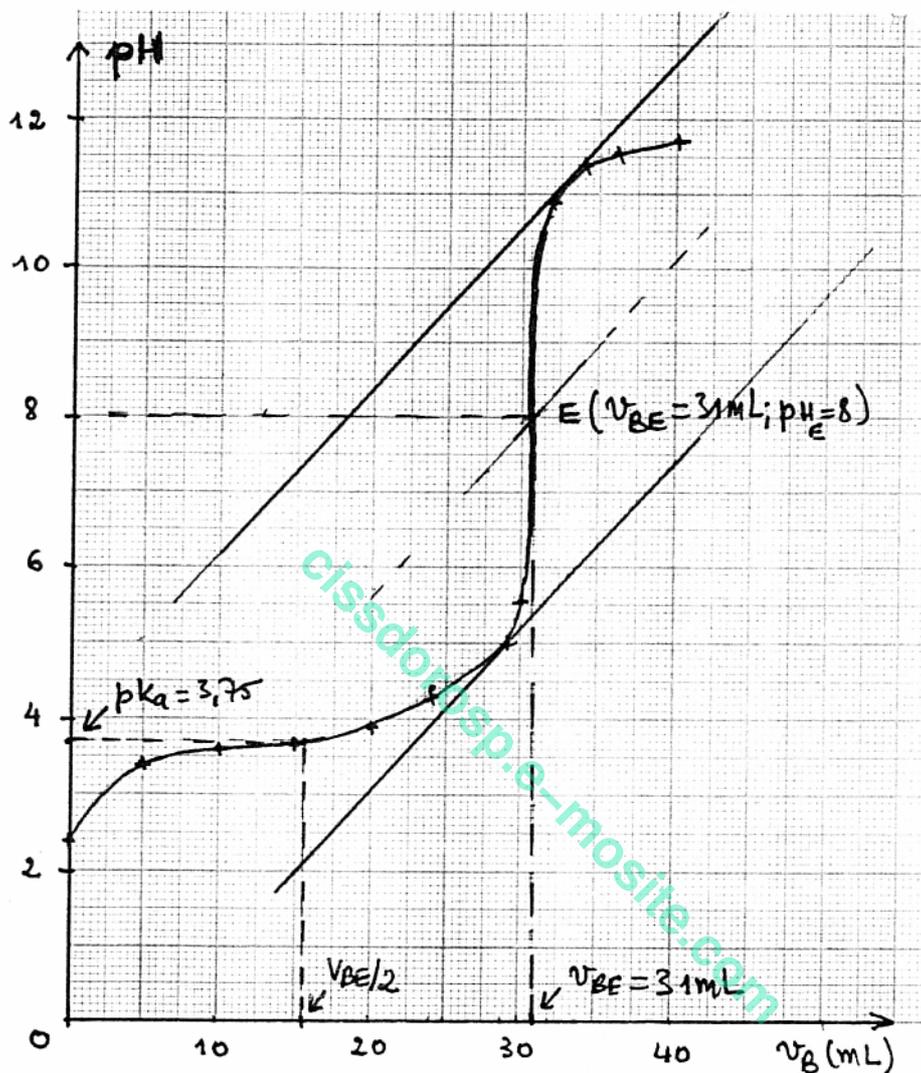
$$v(\text{HI})_{186 \text{ min}} = \frac{3,85 \cdot 10^{-4}}{180} = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

### 1.3.2- b Comparaison des deux vitesses

Les deux vitesses sont voisines. Entre  $t = 100 \text{ min}$  et  $t = t_{1/2} = 186 \text{ min}$ , la réaction n'évolue pratiquement pas.

## Exercice 2

2.1- Tracer de la courbe  $\text{pH} = f(V_B)$   
(voir papier millimétré)



2.1- Valeur approchée de la concentration  $C_A$  de la solution acide

$$C_A V_A = C_B V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$$

$$\text{A.N. : } C_A = \frac{10^{-1} \times 31}{30} \quad C_A \approx 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

- Formule de l'acide

$$C_A = \frac{n_A}{V_{\text{sol}}} \text{ avec } n_A = \frac{m_A}{M_A} \Rightarrow C_A = \frac{m_A}{M_A \cdot V_{\text{sol}}} \text{ or } M_A = 14n + 46$$

$$\text{donc } 14n + 46 = \frac{m_A}{C_A \cdot V_{\text{sol}}} = \frac{4,83}{10^{-1} \times 1} \approx 46,7 \Rightarrow n = 0$$

d'où la formule HCOOH : acide méthanoïque

## 2.2- Valeur du pK<sub>a</sub>

On trouve pK<sub>a</sub> = 3,75

## 2.3 - Concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution

- Inventaire des espèces chimiques : H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup>, HCOOH, HCOO<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, H<sub>2</sub>O (solvant)

- Exploitation de la mesure du pH : [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] = 10<sup>-pH</sup>

$$\text{pH} = 5 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{- Produit ionique de l'eau : } [\text{H}_3\text{O}^+].[\text{OH}^-] &= 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \\ &\Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{- concentration de Na}^+, \text{ ion indifférent : } [\text{Na}^+] = \frac{C_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{10^{-1} \times 28}{28 + 30}$$

$$[\text{Na}^+] = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

-Electroneutralité de la solution : [HCOO<sup>-</sup>] + [OH<sup>-</sup>] = [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] + [Na<sup>+</sup>]

$$\Leftrightarrow [\text{HCOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+] - [\text{OH}^-]$$

$$\Leftrightarrow [\text{HCOO}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+]$$

car [OH<sup>-</sup>] est négligeable devant [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] et [Na<sup>+</sup>].

$$[\text{HCOO}^-] \approx 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} \Leftrightarrow \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = 10^{\text{pH} - \text{pK}_a}$$

$$\Leftrightarrow [\text{HCOOH}] = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}; [\text{OH}^-] = 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}; [\text{Na}^+] = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{HCOO}^-] \approx 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}; [\text{HCOOH}] = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

### 2.4.1 - Caractéristiques d'une solution tampon

Une solution tampon :

- est peu sensible à une dilution modérée ;
- est peu sensible à une addition modérée d'acide fort ou de base forte.

### 2.4.2 - Proposition d'une méthode de préparation d'une solution tampon

- mélanger des quantités équimolaires d'un acide faible et de sa base conjuguée ;
- ou mélanger n moles d'un acide faible et  $\frac{n}{2}$  de monobase forte ;
- ou mélanger n moles d'une base faible et  $\frac{n}{2}$  de monoacide fort ;

### Exercice 3

### 3.1- Expression de la vitesse du skieur

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique au skieur entre les points A et M.

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext}) .$$

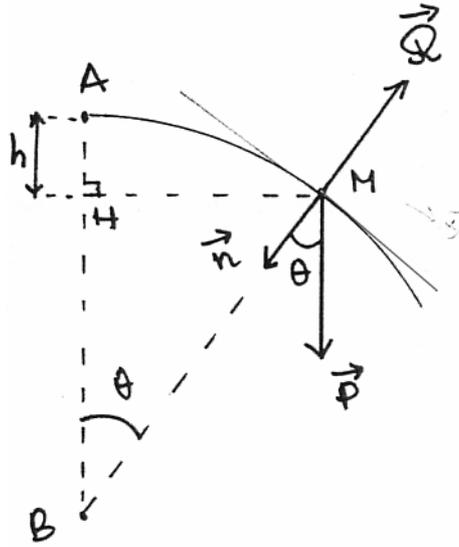
Ici, la seule force qui travaille est le poids du skieur

$$\text{donc } \Delta E_c = W(\vec{P})_{AM}$$

$$\text{avec } W(\vec{P})_{AM} = mgh = mgR(1-\cos\theta)$$

$$\frac{1}{2} mV_M^2 - \frac{1}{2} mV_A^2 = mgR(1-\cos\theta)$$

$$\Leftrightarrow \boxed{V_M = \sqrt{V_A^2 + 2gR(1-\cos\theta)}}$$



### 3.2- valeur de l'angle $\theta_0$

Le skieur quitte la piste lorsque la réaction  $\vec{R}$  de la piste sur lui est s'annule.

D'après le théorème du centre d'inertie :  $\vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}$

suivant  $\vec{n}$  :  $P\cos\theta - R = ma_n$  avec  $a_n = \frac{V_M^2}{R}$

$$\Leftrightarrow mg\cos\theta - R = m \frac{V_M^2}{R} \text{ avec } V_M^2 = V_A^2 + 2gR(1-\cos\theta)$$

Lorsque  $R = 0$ ,  $\theta = \theta_0$

$$\text{soit : } mg\cos\theta_0 - 0 = m \left[ \frac{V_A^2}{R} + 2g(1-\cos\theta_0) \right]$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\cos\theta_0 = \frac{V_A^2}{3gR} + \frac{2}{3}}$$

$$\text{A.N.: } \cos\theta_0 = 0,83 \Rightarrow \theta_0 = 33,6^\circ$$

### 3.3.1 - Équation de la trajectoire de M dans le repère $Oxz$

Dans le repère  $Oxz$ , le skieur n'est soumis qu'à son poids.

$$\vec{P} = m \vec{a}$$

$$\vec{a} = \vec{g} \Leftrightarrow \vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = g \end{cases} \Leftrightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = V_0 \cos\theta_0 \\ v_z = gt + V_0 \sin\theta_0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \vec{OM} \begin{cases} x = V_0 t \cos \theta_0 \\ z = \frac{1}{2} g t^2 + V_0 t \sin \theta_0 \end{cases}$$

éliminons t entre x et z :

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \theta_0} \Rightarrow z = \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \theta_0} x^2 + x \tan \theta_0$$

La trajectoire est un arc de parabole.

### 3.3.2 - valeur de la distance OC

Le point C est tel que  $x_C = z_C$  puisque  $\alpha = 45^\circ$  ( $\tan \alpha = \frac{z_C}{x_C} = 1$ )

$$x_C = z_C \Leftrightarrow x_C = \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \theta_0} x_C^2 + x_C \tan \theta_0$$

$$\Leftrightarrow 1 = \frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \theta_0} x_C + \tan \theta_0$$

$$\Leftrightarrow x_C = 2(1 - \tan \theta_0) \cos^2 \theta_0 \left[ \frac{V_A^2}{g} + 2R(1 - \cos \theta_0) \right]$$

donc  $OC = x_C \sqrt{2}$  puisque  $OC = \sqrt{x_C^2 + z_C^2} = x_C \sqrt{2}$

$$OC = 2\sqrt{2} \cos^2 \theta_0 (1 - \tan \theta_0) \left[ \frac{V_A^2}{g} + 2R(1 - \cos \theta_0) \right]$$

$$OC = 2\sqrt{2} \cos^2 \theta_0 (1 - \tan \theta_0) \left[ \frac{V_A^2}{g} + 2R(1 - \cos \theta_0) \right]$$

A.N.:  $OC = 11 \text{ m}$

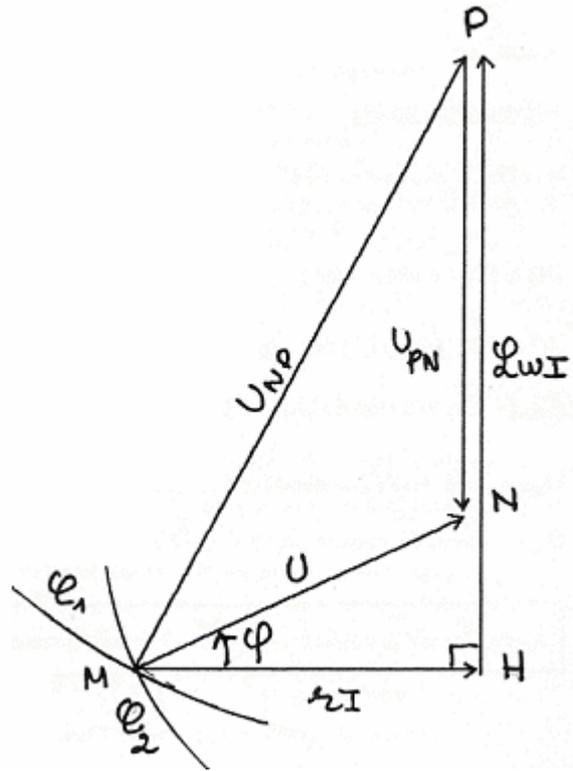
### Exercice 4

#### 4.1- Construction de Fresnel

L'échelle imposée nous permet de faire les correspondances suivantes :

$$U_{MP} \leftrightarrow 9,5 \text{ cm} ; U_{PN} \leftrightarrow 6 \text{ cm} ; U = U_{MN} \leftrightarrow 5 \text{ cm}.$$

- on trace une verticale et on place le point P sur cette verticale ;
- on place le point N sur cette verticale de sorte que  $PN = 6 \text{ cm}$  ;
- à partir de P, on trace le cercle  $C_1(P, MP)$  avec  $MP = 9,5 \text{ cm}$  ;
- à partir de N, on trace le cercle  $C_2(N, NM)$  avec  $NM = 5 \text{ cm}$  ;
- le point M est le point d'intersection des cercles  $C_1$  et  $C_2$ .
- pour avoir la valeur de  $rI$ , on trace la perpendiculaire à la verticale passant par M.



#### 4.2- Valeurs de $r$ et $L$

$$rI \leftrightarrow 4,5 \text{ cm} \Rightarrow rI = 9 \text{ V} \text{ soit } r = \frac{9}{150 \cdot 10^{-3}} = 60 \Omega$$

$$L \omega I \leftrightarrow 8,2 \text{ cm} \Rightarrow L \omega I = 16,4 \text{ V} \text{ soit } L = \frac{16,4}{2500 \times 150 \cdot 10^{-3}} = 43,7 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

$$\underline{r = 60 \Omega ; L = 43,7 \text{ mH}}$$

##### 4.2.1- Valeur de la phase $\varphi$

- par le calcul :  $\tan \varphi = \frac{2,2}{4,5} \Rightarrow \varphi = 26^\circ$
- avec un rapporteur, on trouve :  $\varphi \approx 26^\circ$

##### - Expression de $i(t)$

$u$  est en avance de  $\varphi = 26^\circ = 0,45 \text{ rad}$  sur  $i$  ou autrement  $i$  est en retard de  $\varphi = 0,45 \text{ rad}$  sur  $u$ , donc :

$$i(t) = I \sqrt{2} \cos(\omega t - |\varphi|)$$

$$i(t) = 150 \sqrt{2} \cos(2500t - 0,45) \text{ (en mA)}$$

##### 4.2.2- Expressions de $U_{MP}$ et $U_{PN}$

$$U_{MP} = \mathcal{L} \frac{di}{dt} + rI \sqrt{2} i \text{ avec } i = I \sqrt{2} \cos(\omega t - |\varphi|)$$

$$U_{MP} = - \mathcal{L} \omega I \sqrt{2} \sin(\omega t - |\varphi|) + rI \sqrt{2} \cos(\omega t - |\varphi|) \text{ avec } i = I \sqrt{2} \cos(\omega t - |\varphi|)$$

$$U_{MP} = L \omega I \sqrt{2} \cos(\omega t - |\varphi| + \frac{\pi}{2}) + rI \sqrt{2} \cos(\omega t - |\varphi|)$$

$$U_{MP} = 16,4 \sqrt{2} \cos(2500t - 1,12) + 9 \sqrt{2} \cos(2500t - 0,45)$$

$$U_{PN} = \frac{q}{C} = \frac{1}{C} \int i dt = \frac{I\sqrt{2}}{C\omega} \sin(\omega t - |\varphi|)$$

$$U_{PN} = \frac{I\sqrt{2}}{C\omega} \cos(\omega t - |\varphi| - \frac{\pi}{2})$$

$$U_{PN} = 12\sqrt{2} \cos(2500t - 2,03)$$

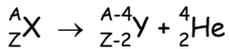
#### 4.3- Puissance moyenne consommée par le dipôle MN

$$P_m = rI^2 \text{ (effet joule)}$$

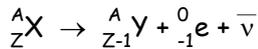
A.N. :  $P_m = 1,23 \text{ W}$

#### Exercice 5

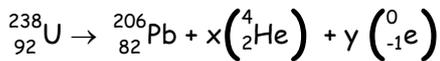
##### 5.1.1- Equation-bilan générale de la désintégration $\alpha$



##### 5.1.2- Equation-bilan générale de la désintégration $\beta^-$



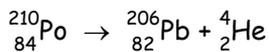
##### 5.1.2- Nombre de désintégrations de type $\alpha$ et de type $\beta^-$



$$\{ 238 = 206 + 4x, 92 = 82 + 2x - y \Rightarrow x = 8 \text{ et } y = 6$$

**Il se produit 8 désintégrations de type  $\alpha$  et 6 désintégrations de type  $\beta^-$ .**

##### 5.2.1- Valeur de l'énergie libérée par la désintégration



$$E = \Delta mc^2 \text{ avec } \Delta m = m_{\text{Po}} - m_{\text{Pb}} - m_{\text{He}}$$

$$\Delta m = 209,9829 - 205,9745 - 4,0015 = 0,0069 \text{ u}$$

$$\Delta m = 0,0069 \times 931,5 = 6,43 \text{ Mev}/c^2$$

$$\mathbf{E = 6,43 \text{ Mev}}$$

##### 5.2.2-Vitesse de la particule $\alpha$ émise

$$E = E(\alpha) \text{ soit } \frac{1}{2} m_{\alpha} V^2 = E \Rightarrow \mathbf{V = \sqrt{\frac{2E}{m_{\alpha}}}}$$

avec  $E = 6,43 \text{ MeV}$  et  $m_\alpha = 4,0015 \text{ u} = 3727,39 \text{ MeV}/c^2$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 6,43}{3727,4}} \quad \underline{V = 1,76 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}}$$

### 5.2.3-Vitesse de recul du noyau fils

La désintégration du noyau de polonium peut être étudiée comme l'éclatement d'un solide.

• conservation de la quantité de mouvement :  $\vec{p}_{\text{avant}} = \vec{p}_{\text{après}}$

d'après l'énoncé, le noyau de polonium est initialement immobile  $\Rightarrow \vec{p}_{\text{avant}} = \vec{0}$

ainsi :  $\vec{0} = \vec{p}_{\text{Pb}} + \vec{p}_\alpha \Leftrightarrow m_{\text{Pb}} \vec{V}_{\text{Pb}} = -m_\alpha \vec{V}_\alpha \Leftrightarrow m_{\text{Pb}} V_{\text{Pb}} = m_\alpha V_\alpha \quad (1)$

• conservation de l'énergie :

L'énergie totale du système (E) est égale à la somme des de l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  et du noyau de plomb.

$$E = E_c(\alpha) + E_c(\text{Pb}) \Leftrightarrow E = \frac{1}{2} m_\alpha V_\alpha^2 + \frac{1}{2} m_{\text{Pb}} V_{\text{Pb}}^2 \quad (2)$$

$$\begin{cases} m_{\text{Pb}} V_{\text{Pb}} = m_\alpha V_\alpha & (1) \\ \frac{1}{2} m_\alpha V_\alpha^2 + \frac{1}{2} m_{\text{Pb}} V_{\text{Pb}}^2 = E & (2) \end{cases}$$

(1) et (2) donnent  $V_{\text{Pb}} = \sqrt{\frac{2 m_\alpha E}{(m_\alpha + m_{\text{Pb}}) m_{\text{Pb}}}}$

A.N. :  $V_{\text{Pb}} = 3.10^8 \sqrt{\frac{2 \times 4,0015 \times 6,43}{(4,0015 + 205,9745) \times 205,9745 \times 931,5}}$

$V_{\text{Pb}} = 3,39 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$

La vitesse de recul du noyau fils (Pb) est très faible par rapport à la vitesse de la particule  $\alpha$  ( $V_\alpha \approx 52 V_{\text{pb}}$ ). L'énergie libérée se trouve donc presque intégralement sous la forme d'énergie cinétique pour la particule  $\alpha$ . L'approximation faite à la question 5.2.2- est justifiée.

### 5.3- Détermination de l'âge de l'échantillon

A  $t = 0$ , on a  $N_0$  noyaux de  $^{238}\text{U}$

A  $t$ , il reste  $N$  noyaux de  $^{238}\text{U}$

A  $t$ , le nombre de noyaux  $N(\text{Pb})$  de plomb formés = nombre de noyaux de  $^{238}\text{U}$  désintégrés soit :

$$N(\text{Pb}) = N_0 - N \text{ avec } N = N_0 e^{-\lambda t} \text{ et } \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

Calculons le rapport des masses :  $\frac{m(\text{Pb})}{m(\text{U})}$

$$\frac{m(\text{Pb})}{m(\text{U})} = \frac{\frac{N(\text{Pb})}{N} M(\text{Pb})}{\frac{N(\text{U})}{N} M(\text{U})} = \frac{N(\text{Pb})}{M(\text{U})} \times \frac{N(\text{Pb})}{M(\text{U})} \quad \text{or } N(\text{Pb}) = N_0 - N \text{ avec } N = N_0 e^{-\lambda t} \text{ et } \lambda = \frac{\ln 2}{T}$$

on en déduit  $t = \frac{T}{\ln 2} \ln \left[ 1 + \frac{m(\text{Pb})}{m(\text{U})} \frac{M(\text{U})}{M(\text{Pb})} \right]$

A.N.:  $t = 7,5 \cdot 10^7 \text{ ans}$

[cissdorosp.e-mosite.com](http://cissdorosp.e-mosite.com)

N.B : les calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (04 points)**

**1.1** - A l'aide de formules générales écrire l'équation-bilan de la réaction entre un acide carboxylique et un alcool. (0,5 point)

**1.2** - Préciser les caractères de cette réaction. (0,5 point)

**1.3** - Pour réaliser l'étude cinétique de ce type de réaction on part d'éthanol et d'acide méthanoïque de même concentration :  $0,6 \text{ mol.L}^{-1}$ . On en mélange des volumes égaux et l'on fait deux parts égales A et B :

- à A on ajoute  $0,5 \text{ mL}$  d'acide sulfurique à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
- à B on ajoute  $0,5 \text{ mL}$  d'acide sulfurique à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$

A différentes dates ( $t$ ) on détermine la concentration de l'ester formé. Les courbes (1) et (2) représentent, en fonction du temps, les variations de la concentration de l'ester formé respectivement pour A et B.

a) - Pour chaque cas envisagé déterminer la vitesse instantanée de formation de l'ester à la date  $t = 200 \text{ s}$ . (01 point)

On expliquera la méthode utilisée. Il n'est pas demandé de rendre les courbes 1 et 2.

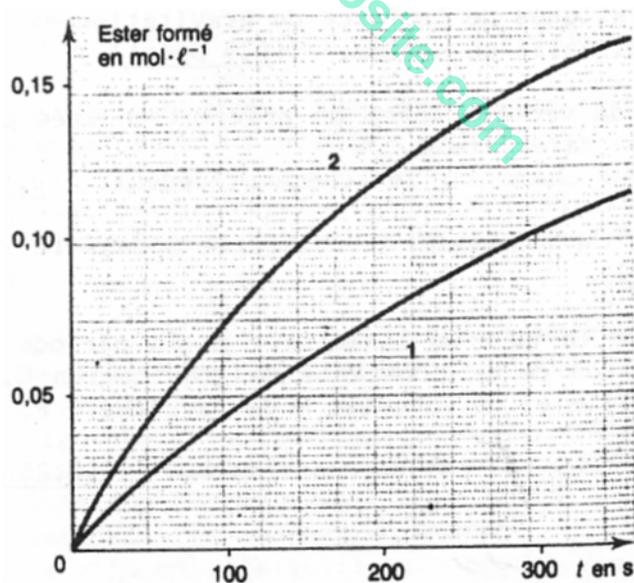
b) - Comparer ces valeurs et indiquer le rôle joué par l'acide sulfurique. (0,5 point)

c) - Déterminer les concentrations, en  $\text{mol.L}^{-1}$  de l'acide méthanoïque, de l'alcool et de l'ester à la date  $t = 300 \text{ s}$  pour chaque cas. (01 point)

d) - Les deux essais tendent-ils vers la même limite ?

Justifier la réponse. (0,5 point)

**NB :** Le volume de l'acide sulfurique ajouté est négligeable par rapport à celui des échantillons A et B.



**EXERCICE 2 (04 points)**

**Données :**  $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$        $M(\text{N}) ; 14 \text{ g.mol}^{-1}$

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

L'acétanilide est un principe actif qui a été utilisé pour lutter contre les douleurs et la fièvre sous le nom antifébrine, de formule semi-développée :  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH} - \text{CO} - \text{CH}_3$

2.1 - Retrouver les formules semi-développées et nommer l'acide carboxylique et l'amine dont il est issu. (01 point)

2.2 - Proposer une méthode de synthèse rapide et efficace de l'acétanilide et écrire l'équation-bilan correspondante (on envisagera deux possibilités). (01 point)

2.3 - Dans un réacteur on introduit un volume  $V_1 = 15$  mL d'anhydride éthanóique et un volume  $V = 10$  mL d'aniline  $C_6H_5-NH_2$  et un solvant approprié.

Après expérience la masse d'acétanilide pur isolé est de  $m = 12,7$  grammes.

a) - Rappeler l'équation-bilan de la synthèse. (0,25 point)

b) - Calculer les quantités de matière des réactifs et montrer que l'un de ces réactifs est en excès. (0,75 point)

c) - Déterminer le rendement de la synthèse par rapport au réactif limitant. (01 point)

### EXERCICE 3 (04 points)

La constante de gravitation universelle est  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  S.I.

On considère une planète P de masse M. Le mouvement de l'un de ses satellites S, assimilé à un point matériel de masse m, est étudié dans un référentiel considéré comme galiléen, muni d'un repère dont 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.

3.1 - Donner les caractéristiques de la force de gravitation exercée par la planète P sur le satellite S. Faire un schéma. (0,5 point)

3.2 - Donner l'expression du vecteur champ de gravitation créé par la planète P au point où se trouve le satellite S.

Représenter ce vecteur champ sur le schéma précédent. (0,5 point)

3.3 - Déterminer la nature du mouvement du satellite S dans le référentiel d'étude précisé. (01 point)

3.4 - 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.

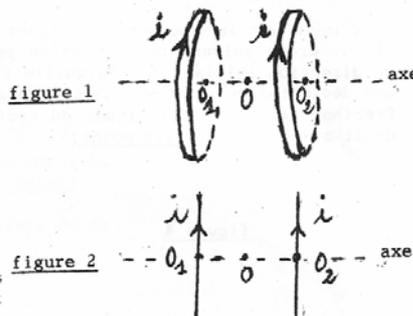
Montrer que le rapport  $\frac{T^2}{r^3}$  est une constante. (01,25 point)

3.5 - Sachant que l'orbite du satellite S a un rayon  $r = 185\,500$  km et que sa période de révolution vaut  $T = 22,6$  heures, déterminer la masse M de la planète P.

3.6 - Un autre satellite S' de la planète P a une période de révolution  $T' = 108,4$  heures. Déterminer le rayon r' de son orbite. (0,25 point)

### EXERCICE 4 (04 points)

On étudie le champ magnétique créé par les bobines de HELMOLTZ. Ce sont deux bobines plates circulaires, identiques, de même axe, de centres  $O_1$  et  $O_2$ , de rayon R, distantes l'une de l'autre de  $d = R$ , comportant chacune N spires. On désigne par O le milieu de  $O_1O_2$  (Voir fig. 1 et 2).



On donne  $R = 6,5$  cm ;  $N = 100$  spires.

4.1 - Les deux bobines sont traversées par des courants de même sens et de même intensité i.

4.1.1- Recopier la figure 2 et représenter le vecteur champ magnétique résultant  $\vec{B}$ , créé par les bobines au point O. Justifier cette représentation. (0,5 point)

4.1.2- On fait varier l'intensité du courant  $i$  et on mesure, à chaque fois, la valeur du champ magnétique  $B$  au point O. On obtient le tableau de mesures suivant :

$i$ (A)	0	0,2	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	2,8
$B$ (mT)	0	0,28	0,69	1,10	1,40	2,10	2,70	3,50	3,90

Tracer la courbe  $B = f(i)$  avec les échelles suivantes :  $\begin{cases} 1 \text{ cm pour } 0,25 \text{ A} \\ 1 \text{ cm pour } 0,4 \text{ mT} \end{cases}$

Déduire de l'allure de la courbe, la relation entre  $B$  et  $i$ . (01,25 point)

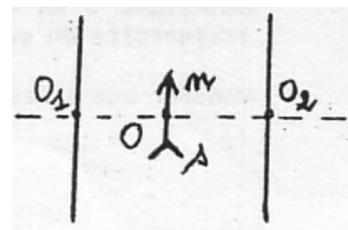
4.2 - Dans le vide, la valeur du champ magnétique résultant créé par les bobines, en O, est donnée par :

$$B = 0,72 \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{R} i$$

Dans cette relation,  $\mu_0$  représente la perméabilité magnétique du vide.

En utilisant la relation établie en 4.2.1 déterminer la valeur de  $\mu_0$ . (0,5 Point)

4.3 -Au point O, on place une aiguille aimantée, mobile autour d'un pivot vertical. En l'absence de courant dans les bobines, l'aiguille s'oriente comme l'indique la figure 3.



L'axe de l'aiguille est alors parallèle aux plans des bobines. La valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre vaut  $B_H = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ . On fait passer dans les bobines un courant d'intensité  $I = 50 \text{ mA}$ , l'aiguille aimantée dévie alors d'un angle  $\alpha$ .

4.3.1 - Faire un schéma indiquant clairement le sens du courant dans les bobines, les vecteurs champs magnétiques au point O et l'angle de rotation  $\alpha$  de l'aiguille aimantée. (0,5 point)

4.3.2 - Déterminer la valeur de l'angle de rotation  $\alpha$  de l'aiguille aimantée. (0,5point)

4.4 - Sans modifier le courant traversant les bobines ( $I = 50 \text{ mA}$ ) on place un aimant droit suivant une direction perpendiculaire à  $O_1O_2$  et confondue avec la direction initiale de l'aiguille (voir figure 4). L'aiguille accuse alors une déviation  $\alpha' = 45^\circ$  par rapport à sa position en l'absence de courant.

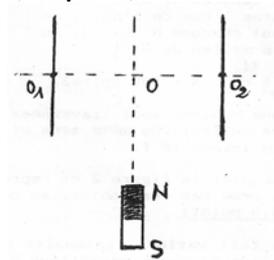


figure 4

Préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique créé par l'aimant droit au point O.

(0,75 point)

### EXERCICE 5 (04 points)

Tous les frottements sont négligeables ; on prendra  $g = 10 \text{ S.I.}$

Un solide ponctuel S de masse  $m$  est suspendu en un point O par l'intermédiaire d'un fil inextensible de longueur  $\ell = 50 \text{ cm}$ . (Figure 1). Le solide S étant initialement au repos en  $M_0$ , on lui communique une vitesse

horizontale  $\vec{V}_0$  de telle sorte qu'il décrive un mouvement circulaire autour de O, dans le plan vertical.

5.1.1- La position M du solide S au cours de son mouvement est repérée par l'angle  $\alpha = (\vec{OM}_0, \vec{OM})$ . (figure 2). (01 point)

Montrer que l'intensité de la tension du fil en fonction de la vitesse  $v$  du solide, de  $\alpha$ ,  $m$ ,  $g$  et  $\ell$  vérifie la

$$\text{relation } T = mg \cos \alpha + \frac{mv^2}{\ell}$$

5.1.2- En déduire la valeur minimale figure 1 de la vitesse  $v_H$  au point culminant H atteint par le solide, pour que le fil reste tendu. (0,5 point)

5.1.3 En déduire la valeur minimale de la vitesse  $v_0$  initialement communiquée au solide. (0,75 point)

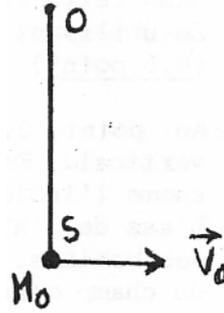


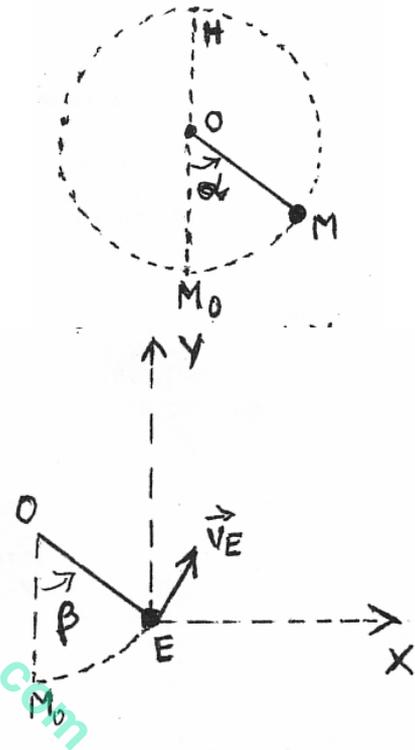
figure 4

La vitesse du solide S, en  $M_0$ , vaut  $V_0 = 5 \text{ m/s}$ . Il se détache, à partir du point E tel que  $(\vec{OM}_0, \vec{OE}) = 60^\circ$ ; sa vitesse est alors  $V_E$ . (figure 3)

5.2.1 - Déterminer le module V de la vitesse de S en E (0,5 point)

5.2.2 - En prenant comme origine des dates l'instant où le solide se détache en E, établir dans le repère  $(\vec{EX}, \vec{EY})$  du plan vertical, les équations horaires du mouvement du solide S. (01 point)

5.2.3 - En déduire l'équation et la nature de sa trajectoire. (0,25 point).



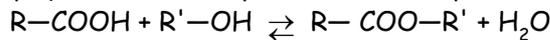
**FIN DU SUJET**

## CORRIGÉ BAC S2 98

### EXERCICE 1

#### 1.1- Equation-bilan de la réaction

La réaction entre un acide carboxylique et un alcool produit un ester par élimination d'une molécule d'eau.



où R- et R'- sont des groupements alkyles de formules respectives  $C_nH_{2n+1}-$  et  $C_{n'}H_{2n'+1}-$

#### 1.2- Caractères de la réaction

La réaction (estérification directe) est lente, réversible et limitée.

#### 1.3.a- Détermination de la vitesse instantanée de formation de l'ester à la date t = 200s

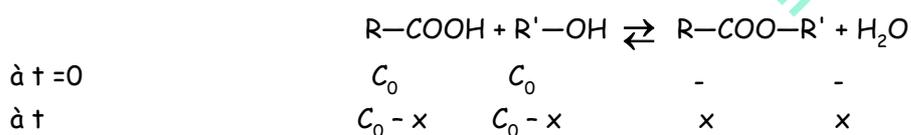
Pour déterminer la vitesse instantanée de formation de l'ester à la date t = 200s, on trace la tangente à la courbe [ester] = f(t) à la date t considérée puis on calcule le coefficient directeur de cette tangente. On trouve :

- Pour le mélange A :  $v_1(\text{ester})_{t=200s} \approx 3.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$
- Pour le mélange B :  $v_2(\text{ester})_{t=200s} \approx 4.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$

#### 1.3.b- Rôle de l'acide sulfurique

$v_2(\text{ester})_{t=200s} > v_1(\text{ester})_{t=200s}$  : l'acide sulfurique augmente la vitesse de formation de l'ester. L'acide sulfurique joue le rôle de catalyseur.

#### 1.3.c- Valeurs des concentrations des différentes espèces organiques à t = 300s



avec  $C_0$  concentration initiale de l'acide et de l'alcool dans le mélange.

$(C_0 = \frac{CV}{2V} = \frac{0,6}{2} = 0,30 \text{ mol.L}^{-1})$  et  $x = [\text{ester}]$ ; [ester] est fournie à la date t par les courbes

(1) et (2) ;  $[HCOOH] = [C_2H_5OH] = C_0 - [\text{ester}]$ .

- mélange A :  $[\text{ester}] = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  ;  $[HCOOH] = [C_2H_5OH] = 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$
- mélange B :  $[\text{ester}] = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$  ;  $[HCOOH] = [C_2H_5OH] = 0,15 \text{ mol.L}^{-1}$

#### 1.3.d- Limite d'estérification des deux essais

La composition initiale des deux essais étant la même, ceux-ci vont tendre vers la même limite. Par contre, cette limite sera plus rapidement atteinte pour le mélange B dont la concentration en catalyseur est plus élevée.

## EXERCICE 2

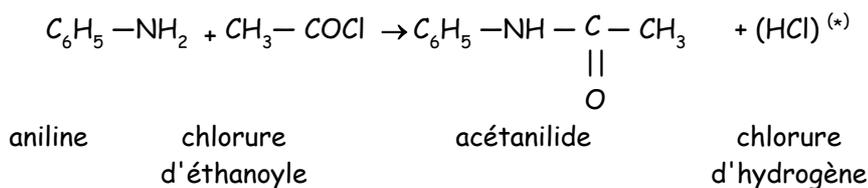
### 2.1- Formules semi-développées et noms de l'acide carboxylique et de l'amine

L'acétanilide de formule  $C_6H_5-NH-CO-CH_3$  est issu :

de l'amine  $C_6H_5-NH_2$  (aniline) et de l'acide carboxylique  $CH_3-COOH$  (acide éthanoïque).

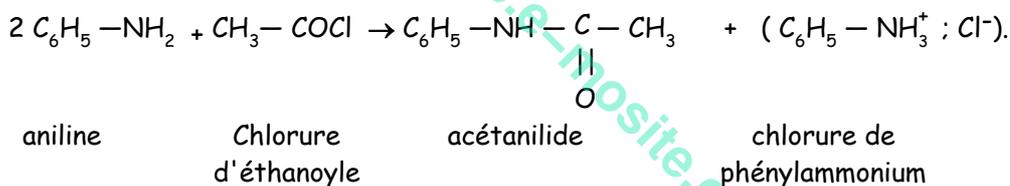
### 2.2- Proposition d'une méthode de synthèse rapide et efficace de l'acétanilide

Première méthode : Action de l'aniline sur le chlorure d'éthanoyle



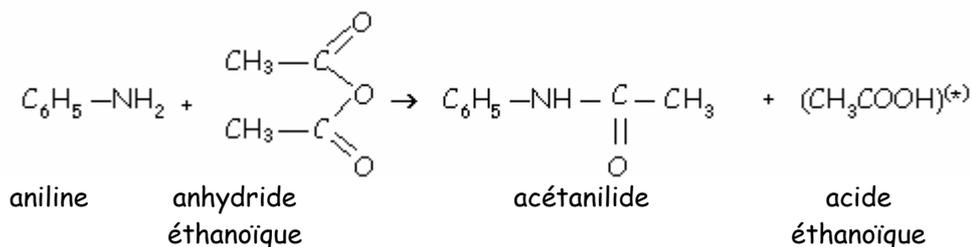
Remarque : (HCl) est écrit entre parenthèses car, en fait, il réagit dès qu'il se forme avec l'aniline pour donner le chlorure de phénylammonium ( $C_6H_5-NH_3^+ ; Cl^-$ ).

Il faut donc deux moles d'aniline par mole de chlorure d'éthanoyle. L'équation correcte s'écrit :



Cette réaction est rapide et totale.

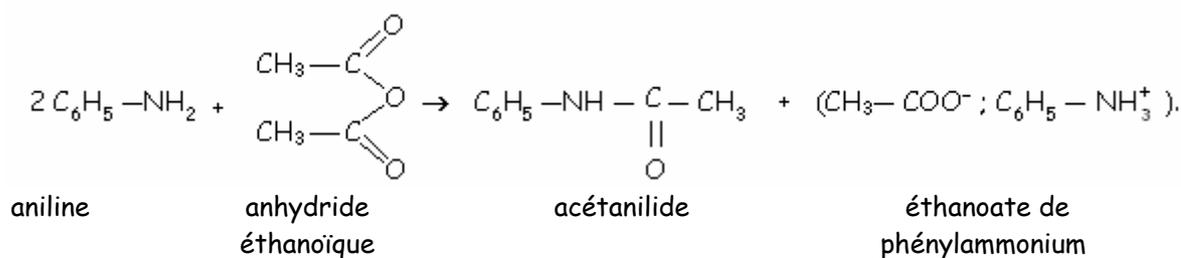
Deuxième méthode : Action de l'aniline sur l'anhydride éthanoïque



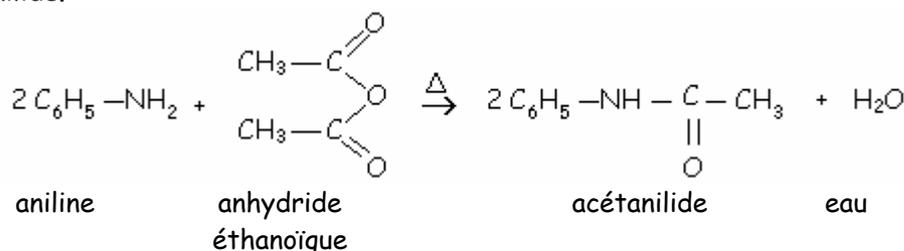
Cette réaction est relativement rapide et totale.

Remarque : ( $CH_3COOH$ ) est écrit entre parenthèses car, en fait, il réagit avec l'aniline dès qu'il se forme pour donner l'éthanoate de phénylammonium ( $CH_3-COO^- ; C_6H_5-NH_3^+$ ).

Il faut donc deux moles d'aniline par mole d'anhydride éthanoïque. L'équation correcte s'écrit :

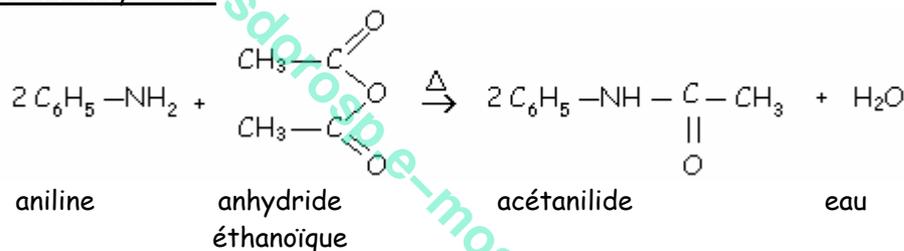


En chauffant (dans un réacteur par exemple), l'éthanoate de phénylammonium perd une molécule d'eau pour donner de l'acétanilide.



Le symbole  $\Delta$  sur la flèche indique que le système reçoit de la chaleur.

### 2.3.a- Equation-bilan de la synthèse



(La réaction se produit dans un réacteur.)

### 2.3.b- Calcul des quantités de matière des réactifs

Soit  $n_1$  le nombre mole(s) d'anhydride éthanoïque et  $n_2$  celui de l'aniline.

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{\rho_1 \cdot V_1}{M_1} \quad \text{avec } M_1 = 102 \text{ g.mol}^{-1} \text{ et}$$

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{\rho_2 \cdot V_2}{M_2} \quad \text{avec } M_2 = 93 \text{ g.mol}^{-1}$$

on trouve :  $n_1 = 0,16 \text{ mol}$  et  $n_2 = 0,11 \text{ mol}$  .

Comparons  $n_1$  et  $\frac{n_2}{2}$  compte tenu de la stœchiométrie :  $n_1 > \frac{n_2}{2}$

**L'anhydride éthanoïque est donc le réactif en excès. Par conséquent l'aniline est le réactif limitant.**

### 2.3.c- Rendement de la synthèse

$$r = \frac{\text{masse d'acétanilide pur isolé (m)}}{\text{masse d'acétanilide pur qu'on peut théoriquement isoler (m}_{\text{Th}})} \times 100$$

avec  $m = 12,7 \text{ g}$  et  $m_{\text{Th}} = n_{\text{Th}} \cdot M_{\text{acétanilide}}$  avec  $M_{\text{acétanilide}} = 135 \text{ g.mol}^{-1}$

et  $n_{Th} = n_2 = 0,11 \text{ mol}$  (nombre de mol d'aniline qui est le réactif limitant)

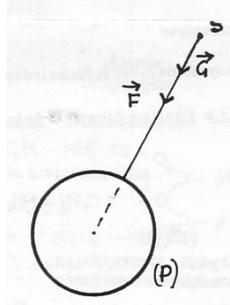
on a donc :  $r = \frac{12,7}{0,11 \times 135} \times 100$  soit  **$r = 85,8 \%$**

### EXERCICE 3

3.1- Caractéristiques de la force de gravitation exercée par la planète P sur le satellite S

$\vec{F}$  est dirigée vers le centre de la planète P.

$$\|\vec{F}\| = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$



3.2- Expression du vecteur champ de gravitation  $\vec{G}$

$$\vec{G} = \frac{\vec{F}}{m} = G \frac{M}{r^2} \vec{u} \quad (\vec{u} \text{ vecteur unitaire porté par } \vec{G})$$

3.3- Nature du mouvement du satellite S

Étudions le mouvement du satellite dans le repère de Frenet  $(S, \vec{T}, \vec{N})$  lié à S.  
Le théorème du centre d'inertie appliqué à S permet d'écrire :

$$\begin{aligned} \vec{F} &= m \vec{a} \\ \Leftrightarrow \vec{a} &= \frac{\vec{F}}{m} \end{aligned}$$

Dans le repère de Frenet  $(S, \vec{T}, \vec{N})$  lié à S, on a :

$$\vec{F} = \begin{pmatrix} F_T = 0 \\ F_N = G \frac{M \cdot m}{r^2} \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad \vec{a} = \begin{pmatrix} a_T = \frac{dv}{dt} \\ a_N = \frac{v^2}{r} \end{pmatrix}$$

On en déduit :  $\frac{dv}{dt} = 0$  soit  $v = \text{constante}$  : le mouvement est uniforme ;

et  $\frac{v^2}{r} = G \frac{M}{r^2}$  soit  $r = G \frac{M}{v^2} = \text{constante}$  : le mouvement est circulaire.

**Conclusion : le mouvement du satellite S est circulaire et uniforme.**

3.4- Expression de la vitesse v du satellite

Dans la question 3.3- on a montré que  $\frac{v^2}{r} = G \frac{M}{r^2}$

$$\Leftrightarrow \boxed{v = \sqrt{G \frac{M}{r}}}$$

- Expression de la période de révolution T du satellite

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad \text{avec } v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

donc  $T = \frac{2\pi r}{\sqrt{G \frac{M}{r}}}$  soit  $\boxed{T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM}}}$

- Montrons que  $\frac{r^3}{T^2} = \text{constante}$

A partir de la relation précédente, on tire :

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \quad \text{soit} \quad \boxed{\frac{r^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} = \text{cte}}$$

3.5- Détermination de la masse M de la planète P

$$\boxed{M = \frac{4\pi^2}{G} \cdot \frac{r^3}{T^2}}$$

A.N. :  $M = 5,71 \cdot 10^{26} \text{ kg}$

3.6- Valeur du rayon r' de l'orbite du satellite S'

Comme S et S' sont des satellites de la planète P alors :

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{r'^3}{T'^2} = \text{cte} \Leftrightarrow \boxed{r' = r \sqrt[3]{\frac{T'^2}{T^2}}}$$

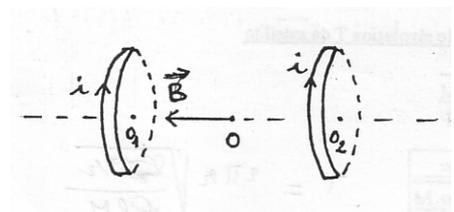
A.N. :  $r' = 527 \text{ 583 km}$

#### EXERCICE 4

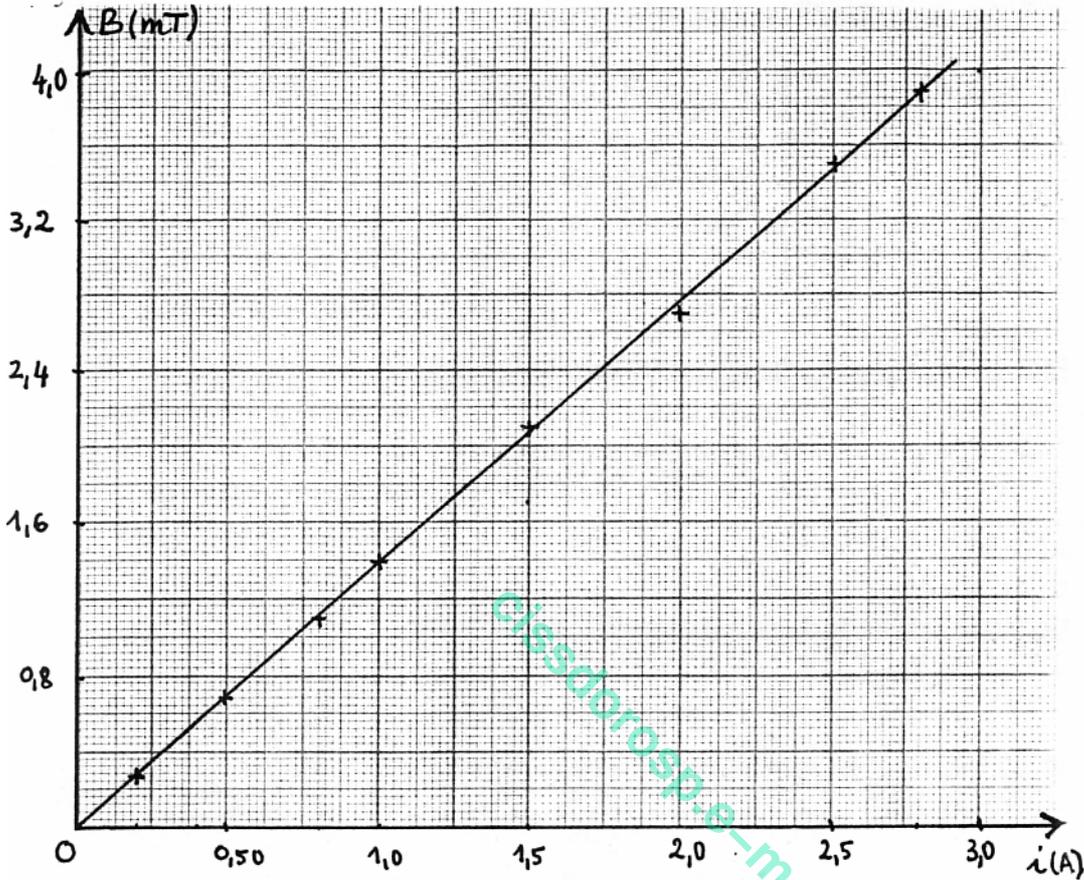
4.1.a- Représentation du champ magnétique résultant  $\vec{B}$

Les champs magnétiques  $\vec{B}_1$  et  $\vec{B}_2$  respectivement créés au point O par les bobines  $b_1$  et  $b_2$  ont le même module et le même sens.

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 2 \vec{B}_1 = 2 \vec{B}_2$$



4.1.b- Tracé de la courbe  $B = f(i)$   
(voir papier millimétré)



- Relation entre  $B$  et  $i$

$B = f(i)$  est une fonction linéaire.  $B$  peut donc se mettre sous la forme  $B = ki$   
avec  $k = \frac{\Delta B}{\Delta i} = 1,39 \cdot 10^{-3}$  S.I.

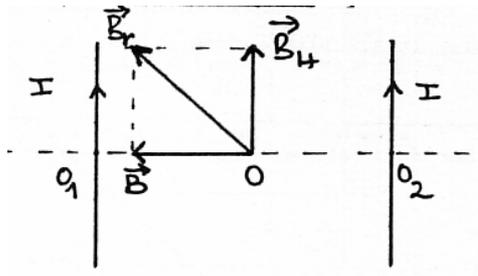
$$\boxed{B = 1,39 \cdot 10^{-3} i}$$

4.2 - Valeur de la perméabilité magnétique du vide  $\mu_0$

$$\begin{cases} B = 1,39 \cdot 10^{-3} i & (1) \\ B = 0,72 \mu_0 \frac{N}{R} i & (2) \end{cases}$$

Par identification, on trouve  $\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6}$  S.I.

4.3.a - Schéma indiquant les vecteurs champs magnétiques en  $O$ , l'angle  $\alpha$  et le sens de  $i$



4.3.b - Valeur de l'angle de rotation  $\alpha$  de l'aiguille aimantée

$$\tan \alpha = \frac{B}{B_H}$$

A.N.:  $\tan \alpha = 3,48$ . Ce qui donne :  $\alpha = 74^\circ$

4.4- Caractéristiques du champ magnétique  $\vec{B}_a$  créé par l'aimant

$$\vec{B}' = \vec{B}_a + \vec{B}_H$$

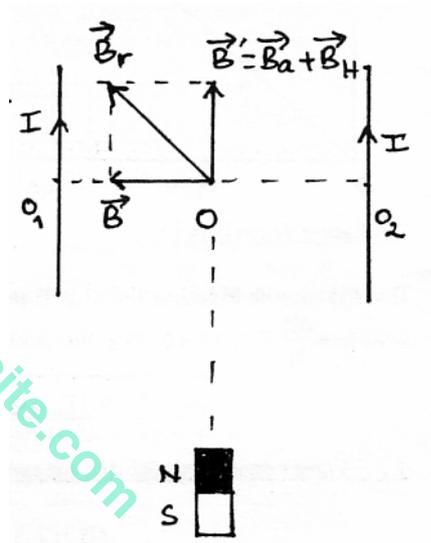
$\Leftrightarrow B' = B_a + B_H$  car  $\vec{B}_a$  et  $\vec{B}_H$  ont direction et même sens.

$$\Leftrightarrow B_a = B' - B_H$$

Or  $\tan \alpha' = \frac{B}{B'} = 1$  puisque  $\alpha' = 45^\circ$  donc  $B' = B$

ce qui donne :  $B_a = B - B_H$

A.N.:  $B_a = 6,95 \cdot 10^{-5} - 2,00 \cdot 10^{-5}$   
 $B_a \approx 5,00 \cdot 10^{-5} \text{ T}$



EXERCICE 5

5.1.a- Montrons que  $T = mg \cos \alpha + \frac{mv^2}{l}$

\* Système étudié : le solide S

\* Repère : le repère de Frenet (M ;  $\vec{t}$  ;  $\vec{n}$ ) lié à S.

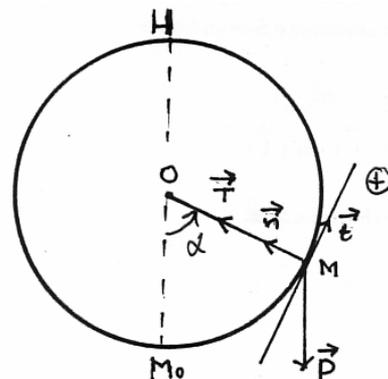
\* Bilan des forces appliquées à S : - son poids  $\vec{P} = m\vec{g}$  ;  
 - la tension  $\vec{T}$  du fil

\* Théorème du centre d'inertie appliqué à S :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

$$\Leftrightarrow \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$$

suivant  $\vec{n}$ , on a :  $-mg \cos \alpha + T = ma_n$  avec  $a_n = \frac{v^2}{l}$



$$\Leftrightarrow \boxed{T = mg \cos \alpha + m \frac{v^2}{l}}$$

### 5.1.b- Valeur minimale $v_H$ de la vitesse du solide

Pour que le fil passe au point H tout en restant tendu, il faut que  $T \geq 0$ .

La vitesse en H est minimale si  $T = 0$ .

$$v = v_H \text{ si } T = 0 \text{ et comme en H on a } \alpha = \pi, \text{ alors : } mg \cos \pi + m \frac{v_H^2}{l} = 0$$

$$\Leftrightarrow \boxed{v_H = \sqrt{gl}}$$

$$\text{A.N.: } \underline{v_H = 2,2 \text{ m.s}^{-1}}$$

### 5.1.c- Valeur minimale $v_0$ de la vitesse communiquée à S

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique à S entre les points  $M_0$  et H :

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{\text{ext}})$$

$$\Leftrightarrow \Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{T})$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} m v_H^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = -mgh \text{ avec } h = 2l.$$

$$\Leftrightarrow v_H^2 - v_0^2 = -4gl$$

$$\Leftrightarrow \boxed{v_0 = \sqrt{5gl}}$$

$$\text{A.N.: } \underline{v_0 = 5,0 \text{ m.s}^{-1}}$$

### 5.2.a- Valeur minimale $v_E$ de la vitesse de S au point E

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique à S entre les points  $M_0$  et E :

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{\text{ext}})$$

$$\Leftrightarrow \Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{T})$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} m v_E^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = -mgh \text{ avec } h = l (1 - \cos \beta)$$

⇔

$$v_E = \sqrt{v_0^2 - 2gl(1 - \cos\beta)}$$

A.N. :  $v_E = 4,5 \text{ m.s}^{-1}$

5.2.b- Equation du mouvement de S dans le repère  $(\vec{E}_X, \vec{E}_Y)$

Dans le repère  $(\vec{E}_X, \vec{E}_Y)$  le solide S n'est soumis qu'à son poids :

le théorème du centre d'inertie appliqué à S permet d'écrire :  $\vec{P} = m\vec{a}$

soit  $\vec{a} = \vec{g}$

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{pmatrix} \Rightarrow \vec{v} = \begin{pmatrix} v_x = v_E \cos\beta \\ v_y = -gt + v_E \sin\beta \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \vec{EM} = \begin{pmatrix} x = v_E t \cos\beta \\ v_y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_E t \sin\beta \end{pmatrix}$$

5.2.c- Equation de la trajectoire du solide S

Éliminons t entre x et y :  $t = \frac{x}{v_E \cos\beta}$

En introduisant cette dernière expression dans y on obtient :

$$y = -\frac{g}{2v_E^2 \cos^2\beta} x^2 + x \tan\beta$$

La trajectoire est un arc de parabole.

## BAC S1-S3 99

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

### EXERCICE 1 (03,5 points)

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

Le pentoxyde de diazote  $\text{N}_2\text{O}_5$  se décompose selon la réaction :



Dans un réacteur de volume constant, dont la température est maintenue à 300 K, on introduit du pentoxyde de diazote pur sous une pression  $P = 0,732 \text{ bar}$  et on déclenche le chronomètre. On relève les valeurs de la pression du mélange gazeux  $P_T$  au cours du temps.

1. 1	t (s)	10	20	30	60	90	120	150	180	210	240
On	$P_T$ (bar)	0,746	0,756	0,766	0,783	0,797	0,807	0,814	0,820	0,822	0,825
	$[\text{NO}_2]$ (mol.L <sup>-1</sup> )										

note  $n$  la quantité de matière de pentoxyde de diazote ayant disparu à l'instant  $t$ .

1.1.1- Exprimer en fonction de  $n$  les quantités de matière de dioxygène  $\text{O}_2$  et de dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  apparues au même instant. (0,5 point)

1.1.2- En déduire, en fonction de  $n$  la quantité de matière totale des gaz contenus dans le réacteur. (0,5 point)

1.2 - Le mélange est assimilé à un gaz parfait . On rappelle que dans ces conditions à température et à volume constants, la pression est proportionnelle à la quantité de matière gazeuse.

1.2.1- Exprimer alors  $n$  en fonction de  $P_T$  et  $P_0$  et  $n_0$  quantité de matière initiale en pentoxyde de diazote. (01,5 point)

1.2.2 - Compléter le tableau. (0,5 point)

1.2.3 - La courbe n°1 donne les variations de  $[\text{NO}_2]$  en fonction du temps.

a) Calculer la vitesse de disparition du pentoxyde de diazote à l'instant  $t = 2 \text{ min } 30 \text{ s}$  (0,25 point)

b) Déterminer la pression à la date de demi-réaction si on laisse la réaction évoluer au delà de la date  $t = 240 \text{ s}$  . (0,25 point)

### EXERCICE 2 (02,5 points)

On se propose d'effectuer le dosage d'une solution d'acide sulfurique de concentration molaire volumique inconnue  $C_a$  et de volume  $V_a = 50 \text{ cm}^3$  par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b$  également inconnue.

On relève le pH du mélange pour différentes valeurs du volume  $V$  de solution basique versée. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

V (cm <sup>3</sup> )	5	10	25	35	45	50	60
pH	2,04	2,12	2,42	2,67	3,16	4,03	10,77
N (H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> )							

1) Ecrire l'équation de la réaction et exprimer les concentrations molaires volumiques  $[\text{Na}^+]$  ;  $[\text{SO}_4^{2-}]$  et  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  du mélange en fonction de  $C_a$  ,  $C_b$  ,  $V$  et  $V_a$ . On se limitera à la partie du dosage avant l'équivalence. (0,5 point)

2) Définir l'équivalence acido-basique ; exprimer le volume à l'équivalence  $V_E$  en fonction de  $C_a$ ,  $C_b$  et  $V_a$ .  
Dédurre des résultats précédents la relation :

$$[H_3O^+](V_a + V) = C_b(V_E - V) \quad (0,5 \text{ point})$$

2) On pose  $N(H_3O^+) = [H_3O^+](V_a + V) = 10^{-pH}(V_a + V)$

3.1- Compléter le tableau ci-dessus et tracer la courbe  $N(H_3O^+) = f(V)$  (0, 75 point)

Echelle : abscisse  $5 \text{ cm}^3 \leftrightarrow 2 \text{ cm}$  ; ordonnée :  $0,041 \text{ mole} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$

3.2- Déterminer graphiquement la concentration  $C_b$  de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée et le volume à l'équivalence  $V_E$ . (0,5 point)

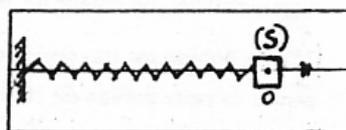
Calculer la concentration molaire volumique  $C_a$  de la solution sulfurique. (0,25 point)

### EXERCICE 3 (05 points)

Un solide (S) de masse  $m$  est fixé à l'extrémité d'un ressort de raideur  $K$  conformément au schéma ci-contre.

Un dispositif approprié crée une force excitatrice

$\vec{F} = (F_m \cdot \cos \omega t) \vec{i}$  assurant le mouvement de (S) sur l'axe  $x'ox$ .



Soit  $\vec{F} = -\lambda \vec{v}$  la résultante des forces de frottements que subit (S) lors de son mouvement de translation.

$\lambda$  est une constante positive,  $\vec{v} = v_x \vec{i}$  est le vecteur vitesse de (S) avec  $v_x = V_m(\cos \omega t + \varphi)$ .

1) En appliquant le principe fondamental de la dynamique au solide (S) établir l'équation différentielle qui régit son mouvement en fonction de  $m$ ,  $\frac{dv}{dt}$ ,  $v$ ,  $\int v dt$ ,  $\lambda$  et  $k$ . (0,5 point)

2) Après avoir établi l'équation différentielle d'un circuit (R, L, C) aux bornes duquel on a appliqué une tension  $u = U_m \cos \omega t$ , faire l'étude analogique entre les grandeurs mécaniques de l'oscillateur et les grandeurs électriques. (01,5 point)

3) A l'aide de ces analogies, faire la construction de Fresnel de l'oscillateur. (0,5 point)

4) A l'aide de la construction de Fresnel, déterminer  $F_m$  et  $\varphi$  en fonction de  $\lambda$ ,  $k$ ,  $\omega$ ,  $m$ . (0,5 point)

5) Etablir les expressions de l'impédance mécanique  $Z_{méc}$  et de l'amplitude  $X_m$  des oscillations mécaniques. (01,5 point)

6) Pour quelle valeur  $\omega_0$  de  $\omega$  a-t-on la résonance mécanique ? (0,5 point)

### EXERCICE 4 (04 points)

On se propose de déterminer la capacité un condensateur non polarisé. On charge le condensateur de capacité  $C$  inconnue à travers un conducteur ohmique de résistance  $R = 330 \text{ k}\Omega$  à l'aide d'un générateur délivrant une tension continue constante égale à  $U_0 = 12 \text{ V}$ . On relève la valeur de la tension  $U$  aux bornes du condensateur pour différentes dates données et on trace la courbe  $U_c = f(t)$  : courbe n° 2.

1) Quelle est la valeur de la tension  $U_c$  lorsque l'intensité du courant dans le circuit s'annule ? Justification par un calcul, à l'appui. (0,5 point)

2) On cherche à déterminer la capacité  $C$  du condensateur en calculant la constante de temps  $\tau = RC$  du dipôle (R,C).

a) Établir l'équation différentielle d'évolution de la tension  $U_c$  lorsque le dipôle (R,C) est soumis à une tension constante  $U_0$ . (01 point)

b) Montrer que  $U_c = U_0(1 - e^{-t/RC})$  est solution de l'équation différentielle. (01 point)

c) Une méthode de détermination de  $\tau$  fait appel au tracé de la tangente à la courbe  $U_c = f(t)$  à l'instant  $t = 0$ . Montrer que cette tangente coupe la droite  $U_c = U_0$  en un point d'abscisse  $t = \tau$ . En déduire la valeur numérique de cette constante de temps. (01 point)

d) Calculer la capacité du condensateur. (0,5 point)

### **EXERCICE 5 (05 points)**

On néglige le champ magnétique terrestre ;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  S.I.

On considère une bobine de longueur  $L = 50$  cm comportant  $n = 1000$  spires de rayon moyen  $r = 2$  cm.

1) La bobine est traversée par un courant d'intensité  $I$ . L'intensité  $B_b$  du vecteur champ magnétique au centre de cette bobine est  $10^{-2}$  T.

1.1- Peut-t-on utiliser la relation  $B_b = \mu_0 n I$  ? Justifier. Calculer  $I$ . (05 point)

1.2- Indiquer par un schéma clair comment se placerait une aiguille aimantée au centre de la bobine en choisissant un sens de parcours du courant ? (0,5 point)

2) Un aimant droit situé dans le plan horizontal est placé perpendiculairement à l'axe de la bobine horizontale, toujours traversée par le même courant.

2.1- Représenter au centre de la bobine les vecteurs champs  $\vec{B}_0$  créé par l'aimant droit et  $\vec{B}_b$  créé par la bobine en précisant les pôles de l'aimant et le sens du courant.  $B_0 = 10^{-2}$  T. (0,5 point)

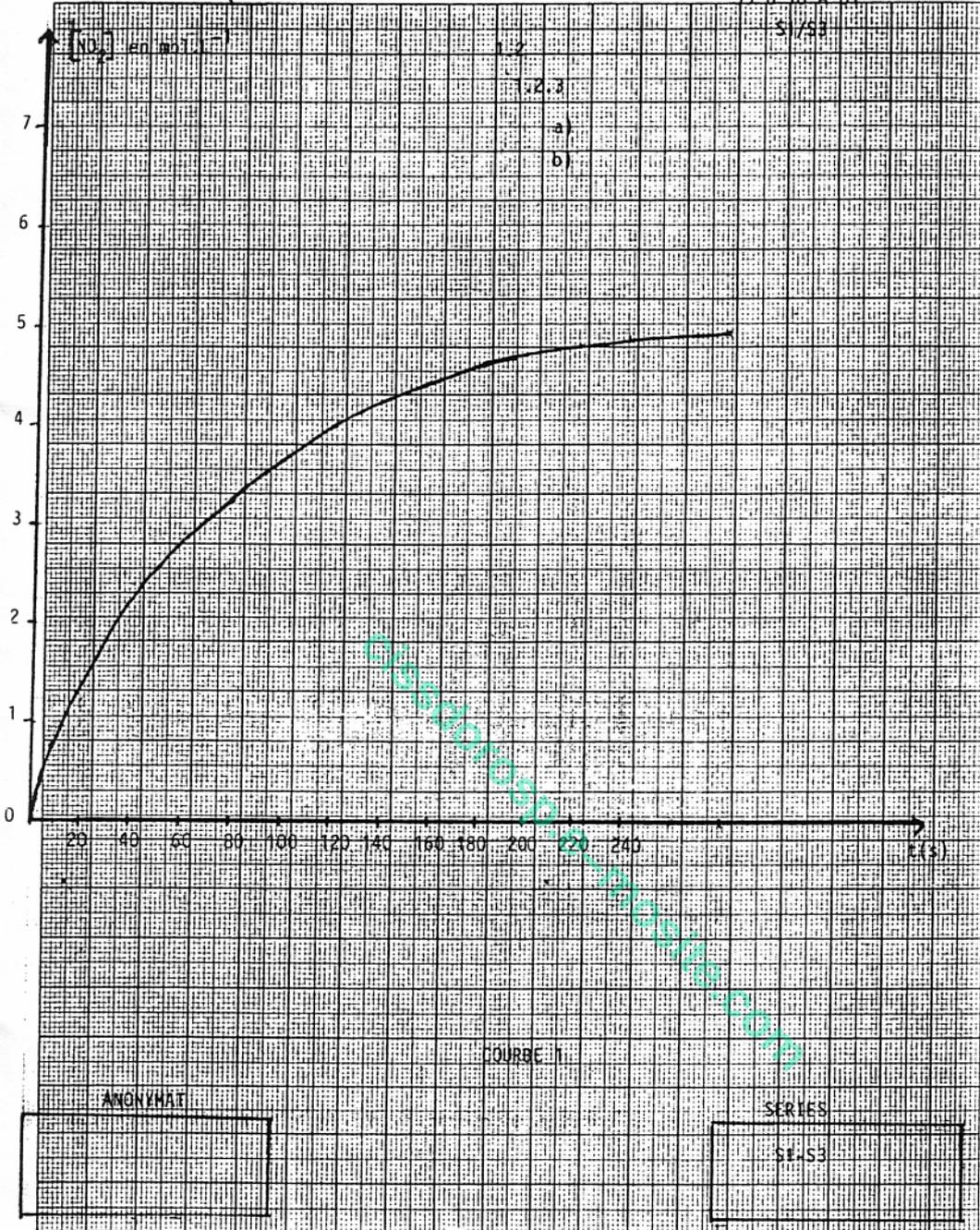
2.2- Préciser la nouvelle orientation de l'aiguille. Quelle est l'intensité  $B_r$  du champ résultant ? (0,5 point).

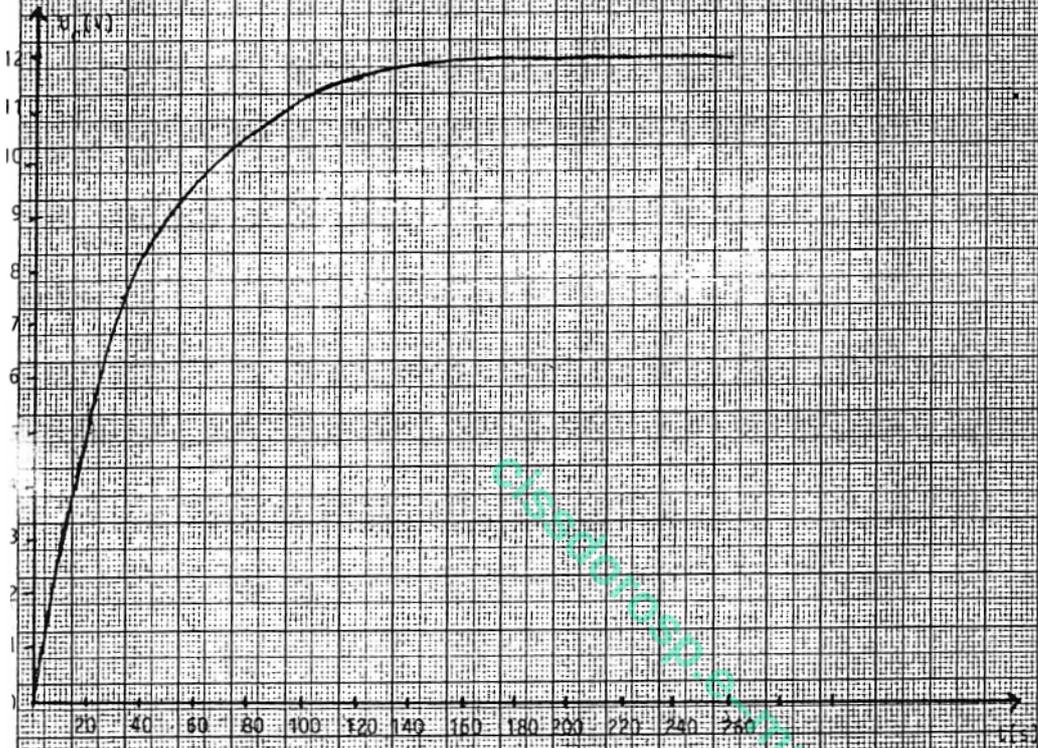
La bobine est maintenant en circuit ouvert. Dans le champ magnétique uniforme horizontal  $\vec{B}_0$ , un dispositif approprié permet de faire tourner librement la bobine autour d'un axe vertical passant par son centre avec une vitesse angulaire constante  $\omega = 4\pi$  rad/s.

3.1- A l'instant  $t = 0$ , l'axe de la bobine et  $\vec{B}_0$  sont parallèles. La normale aux spires étant orientée dans le sens de  $\vec{B}_0$ , calculer le flux  $\Phi_0$  de la bobine. (01 point)

3.2- A une date quelconque, la bobine a tourné de l'angle  $\theta = \omega t$ . Exprimer, en fonction des données, le flux magnétique  $\Phi(t)$  à travers la bobine. Le calculer à la date  $t = 0,25$  s (01 point)

3.3- Montrer que la bobine est le siège d'une force électromotrice d'induction  $e(t)$ . Calculer sa valeur maximale. (01 point)





COURBE 2

ANONYMAT

SERIES

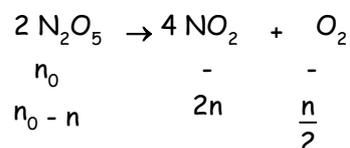
S1-S3

**FIN DU SUJET**

## CORRIGÉ BAC S1-S3 99

### Exercice 1

#### 1.1.1- Expressions de $n(\text{NO}_2)$ et de $n(\text{O}_2)$



$$\boxed{n(\text{NO}_2) = 2n ; n(\text{O}_2) = \frac{n}{2}}$$

#### 1.1.2- Expression du nombre total N de moles gazeuses

$$N = (n_0 - n) + 2n + \frac{n}{2}$$

$$N = n_0 + \frac{3n}{2}$$

#### 1.2.1 - Expression de n en fonction de $P_t$ , $P_0$ et $n_0$

$$A \text{ } t = 0, P_0 \cdot V = n_0 RT \quad (1)$$

$$A \text{ } t, P_t \cdot V = NRT \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \text{ donne : } \frac{P_t}{P_0} = \frac{n_0 + \frac{3n}{2}}{n_0} \quad \text{puisque } N = n_0 + \frac{3n}{2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{P_t}{P_0} = 1 + \frac{3n}{2n_0}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{n = \frac{2}{3} n_0 \left( \frac{P_t}{P_0} - 1 \right)}$$

#### 1.2.2 - Complétons le tableau

$$[\text{NO}_2] = \frac{2n}{V} \quad \text{avec } n = 2n_0 \left( \frac{P_t}{P_0} - 1 \right)$$

$$\text{donc } [\text{NO}_2] = \frac{2 \times \frac{2}{3} n_0 \left( \frac{P_t}{P_0} - 1 \right)}{V} \quad \text{soit } [\text{NO}_2] = \frac{4}{3} \left( \frac{P_t}{P_0} - 1 \right) \frac{n_0}{V}$$

$$\text{Or, } P_0.V = n_0RT \Rightarrow \frac{n_0}{V} = \frac{P_0}{RT}$$

$$\Rightarrow [\text{NO}_2] = \frac{4}{3} \left( \frac{P_t}{P_0} - 1 \right) \frac{P_0}{RT}$$

$$\Leftrightarrow [\text{NO}_2] = \frac{4}{3RT} (P_t - P_0)$$

$$\Leftrightarrow [\text{NO}_2] = \frac{4}{3 \times 0,082 \times 300} (P_t - 0,732)$$

$$\Leftrightarrow [\text{NO}_2] = 5,42 \cdot 10^{-2} (P_t - 0,732)$$

t(s)	10	20	30	60	90
[NO <sub>2</sub> ] (mol/L)	0,76.10 <sup>-3</sup>	1,30.10 <sup>-3</sup>	1,84.10 <sup>-3</sup>	2,76.10 <sup>-3</sup>	3,53.10 <sup>-3</sup>

t(s)	120	150	180	210	240
[NO <sub>2</sub> ] (mol/L)	4,07.10 <sup>-3</sup>	4,44.10 <sup>-3</sup>	4,77.10 <sup>-3</sup>	4,88.10 <sup>-3</sup>	5,04.10 <sup>-3</sup>

### 1.2.3 - a Valeur de la vitesse de disparition de N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à la date t = 2 min 30 s

$$v(\text{N}_2\text{O}_5)_t = - \left( \frac{d[\text{N}_2\text{O}_5]}{dt} \right)_t = - \left( \frac{d(n_0 - n)}{dt} \right)_t = \left( \frac{dn}{dt} \right)_t$$

$$\text{et } v(\text{NO}_2)_t = \left( \frac{d[\text{NO}_2]}{dt} \right)_t = \left( \frac{d(2n)}{dt} \right)_t = 2 \left( \frac{dn}{dt} \right)_t$$

$$\text{donc } v(\text{N}_2\text{O}_5)_t = \frac{1}{2} v(\text{NO}_2)_t$$

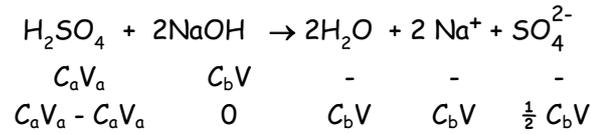
La vitesse de disparition de N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à la date t = 2 min 30 s est égale à la moitié du coefficient directeur de la tangente à la courbe [NO<sub>2</sub>] = f(t) à la date t = 2 min 30 s,

$$\underline{v(\text{NO}_2)_{2\text{min}30\text{s}} = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \text{ donc } v(\text{N}_2\text{O}_5)_{2\text{min}30\text{s}} = 4,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}$$



## Exercice 2

### 2.1- Equation-bilan de la réaction



- Expressions de  $[\text{Na}^+]$ ,  $[\text{SO}_4^{2-}]$  et  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  en fonction de  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $V$  et  $V_a$

$$[\text{Na}^+] = \frac{C_b V}{V_a + V} ; [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{C_b V}{2(V_a + V)}$$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2[\text{H}_2\text{SO}_4]$  puisque 1 mole de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  libère 2 moles de  $\text{H}_3\text{O}^+$

$$\text{donc } [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \frac{C_a V_a - \frac{1}{2} C_b V}{V_a + V} = \frac{2C_a V_a - C_b V}{V_a + V}$$

$$[\text{Na}^+] = \frac{C_b V}{V_a + V} ; [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{C_b V}{2(V_a + V)} ; [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{2C_a V_a - C_b V}{V_a + V}$$

### 2.2- Définition de l'équivalence acido-basique et expression de $V_E$ en fonction de $C_a$ , $C_b$ , et $V_a$

A l'équivalence acido-basique, l'acide sulfurique est totalement consommé ; le volume de solution basique alors versé vaut  $V = V_E$

$$\text{donc } [\text{H}_2\text{SO}_4] = 0 \Rightarrow C_a V_a - \frac{1}{2} C_b V_E = 0$$

$$\Leftrightarrow C_a V_a = \frac{1}{2} C_b V_E$$

$$\text{On en déduit } V_E = \frac{2C_a V_a}{C_b}$$

- Établissons la relation suivante :  $[\text{H}_3\text{O}^+](V_a + V) = C_b(V_E - V)$

$$\left\{ \begin{array}{l} [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{2C_a V_a - C_b V}{V_a + V} \quad (1) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_a V_a = \frac{1}{2} C_b V_E \quad (2) \end{array} \right.$$

$$(1) \text{ donne } [\text{H}_3\text{O}^+](V_a + V) = 2C_a V_a - C_b V$$

(2) dans cette dernière relation donne  $[\text{H}_3\text{O}^+](V_a + V) = C_b V_E - C_b V$

soit  $[\text{H}_3\text{O}^+](V_a + V) = C_b(V_E - V)$  Ce qu'il fallait établir.

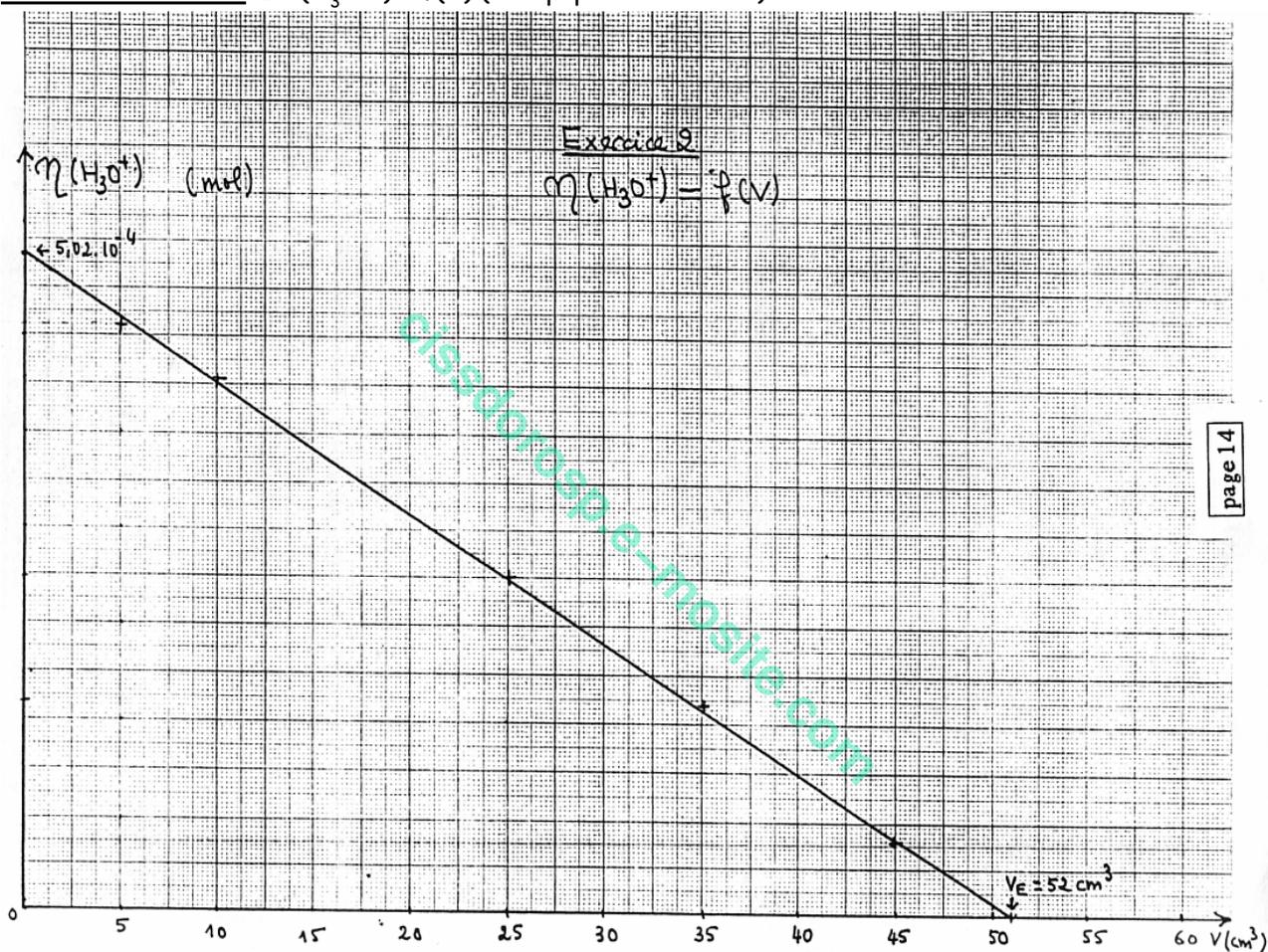
### 2.3.1- Complétons le tableau

$$N(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} (V_a + V)$$

$$N(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} (50 + V) \cdot 10^{-3} \quad \text{avec } V \text{ en cm}^3$$

$V(\text{cm}^3)$	5	10	25	35	45	50	60
$N(\text{H}_3\text{O}^+)$ (en mol)	$5,02 \cdot 10^{-3}$	$4,55 \cdot 10^{-3}$	$2,85 \cdot 10^{-3}$	$1,85 \cdot 10^{-3}$	$0,66 \cdot 10^{-3}$	$9,33 \cdot 10^{-6}$	$1,87 \cdot 10^{-12}$

-Tracé de la courbe  $N(\text{H}_3\text{O}^+) = f(V)$  (voir papier millimétré)



page 14

### 2.3.2- Détermination graphique de $C_b$ et $V_E$

$N(\text{H}_3\text{O}^+) = f(V)$  est une fonction affine.

- Pour  $V = 0$ ,  $N(\text{H}_3\text{O}^+) = C_b \cdot V_E$ , le graphe  $N(\text{H}_3\text{O}^+) = f(V)$  donne

$$C_b \cdot V_E = 5,66 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

- Pour  $N(\text{H}_3\text{O}^+) = 0$ , le graphe  $N(\text{H}_3\text{O}^+) = f(V)$  donne  $V = V_E = 52 \text{ cm}^3$

$$\text{On en déduit } C_b = \frac{5,66 \cdot 10^{-4}}{52 \cdot 10^{-3}}$$

$$\underline{C_b = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}$$

-Valeur de la concentration  $C_a$  de la solution sulfurique

$$2C_a V_a = C_b V_E \text{ (relation à l'équivalence)}$$

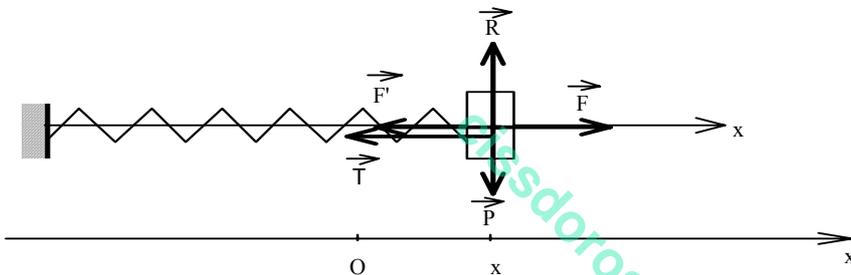
$$\Leftrightarrow C_a = \frac{C_b V_E}{2V_a}$$

$$\text{A.N.: } C_a = \frac{5,66 \cdot 10^{-4}}{2 \times 50 \cdot 10^{-3}} \quad C_a = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\underline{C_a = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}} ; \underline{C_b = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}} ; \underline{V_E = 52 \text{ cm}^3}$$

Exercice 3:

3.1- Equation différentielle du mouvement de (S)



La relation fondamentale de la dynamique permet d'écrire :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a}$$

$$\Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{F}' + \vec{T} = m \vec{a}$$

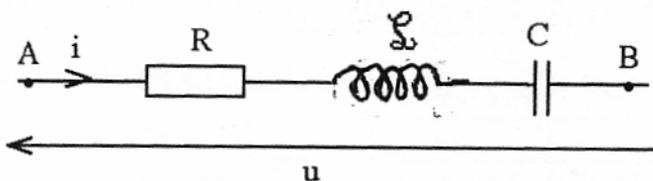
Suivant l'axe (Ox) :  $-F' - T + F = ma$

$$\Leftrightarrow -\lambda v_x - k \cdot OM + F_m \cos(\omega t) = ma$$

$$\Leftrightarrow -\lambda v_x - k \int v_x dt + F_m \cos(\omega t) = m \frac{dv_x}{dt}$$

$$\Leftrightarrow m \frac{dv_x}{dt} + \lambda v_x + k \int v_x dt = F_m \cos(\omega t)$$

2- Analogies entre grandeurs électriques et grandeurs mécaniques



$$u = Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt \quad \text{avec } i = I_m \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\Leftrightarrow u = RI_m \cos(\omega t + \varphi) + L \omega I_m \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) + \frac{I_m}{C\omega} \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$$

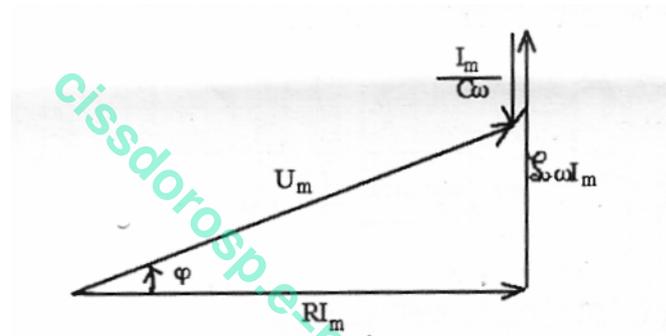
avec  $u = U_m \cos(\omega t)$

Pour l'oscillateur mécanique, on a :  $m \frac{dv_x}{dt} + \lambda v_x + k \int v_x dt = F_m \cos(\omega t)$

soit  $F_m \cos(\omega t) = \lambda V_m \cos(\omega t + \varphi) + m V_m \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) + \frac{k}{\omega} V_m \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$

Pour l'oscillateur électrique, on a :

$$U_m \cos(\omega t) = RI_m \cos(\omega t + \varphi) + L \omega I_m \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) + \frac{1}{C\omega} I_m \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$$



On a les analogies suivantes :

Oscillateur mécanique	$\omega$	$m$	$k$	$F_m$	$x$	$v_x$ ou $V_m$
Oscillateur électrique	$R$	$L$	$\frac{1}{C}$	$U_m$	$q$	$i$ ou $I_m$

### 3.3- Construction de Fresnel

Pour l'oscillateur électrique, on a :

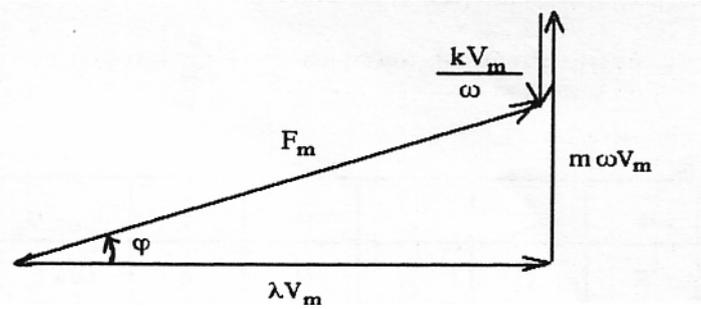
$$U_m \cos(\omega t) = RI_m \cos(\omega t + \varphi) + L \omega I_m \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) + \frac{1}{C\omega} I_m \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$$

Pour l'oscillateur mécanique, on a :

$$F_m \cos(\omega t) = \lambda V_m \cos(\omega t + \varphi) + m V_m \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) + \frac{k}{\omega} V_m \cos(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2})$$

Par analogie, on a :  $RI_m \leftrightarrow \lambda V_m$  ;  $L \omega I_m \leftrightarrow m V_m$  ;  $\frac{I_m}{C\omega} \leftrightarrow \frac{k V_m}{\omega}$

donc



### 3.4- Expressions de $F_m$ et de $\varphi$

$$F_m^2 = (\lambda V_m)^2 + (m\omega V_m - \frac{kV_m}{\omega})^2 \Rightarrow F_m = V_m \sqrt{\lambda^2 + (m\omega - \frac{k}{\omega})^2}$$

$$\tan\varphi = \frac{m\omega - \frac{k}{\omega}}{\lambda} \Rightarrow \varphi = \arctan\left(\frac{m\omega - \frac{k}{\omega}}{\lambda}\right)$$

$$\text{ou } \varphi = \arctan\left(\frac{m\omega^2 - k}{\lambda\omega}\right)$$

### 3.5- Expression de l'impédance mécanique $Z_{méc}$

$$\text{Par analogie : } Z_{\text{élect}} = \frac{U_m}{I_m} \leftrightarrow Z_{méc} = \frac{F_m}{V_m}$$

$$\text{or } F_m = V_m \sqrt{\lambda^2 + (m\omega - \frac{k}{\omega})^2}$$

$$\text{donc } Z_{méc} = \sqrt{\lambda^2 + (m\omega - \frac{k}{\omega})^2}$$

### -Expression de l'amplitude maximale $X_m$

$$x = \int v_x dt = \frac{V_m}{\omega} \sin(\omega t + \varphi) = X_m \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{donc } X_m = \frac{V_m}{\omega}$$

### 3.6- Valeur $\omega_0$ de $\omega$ pour laquelle il y a résonance

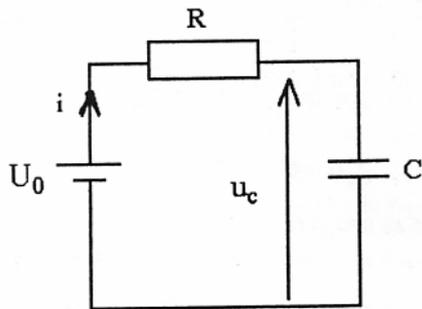
A la résonance  $v_x$  est maximale ou encore  $Z_{méc}$  est minimale.

$$Z_{\text{méc}} \text{ est minimale} \Leftrightarrow m\omega_0 - \frac{k}{\omega_0} = 0$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}}$$

#### Exercice 4

##### 4.1- Valeur de $u_C$ quand $i = 0$



$$u_C = U_0 - Ri$$

quand  $i = 0$ ,  $u_C = U_0$ .

##### 4.2.a- Equation différentielle d'évolution de la tension $u_C(t)$

Elle est déterminée à partir des 3 équations suivantes

$$\begin{cases} u_C = \frac{q}{C} & (1) \\ u_C = U_0 - Ri & (2) \\ i = \frac{dq}{dt} & (3) \end{cases}$$

et de la condition initiale : A  $t = 0$ ,  $u_C = 0$ .

(1) et (3) donnent :  $i = C \frac{du_C}{dt}$  cette dernière dans (2) donne :

$$u_C = U_0 - RC \frac{du_C}{dt} \Leftrightarrow \boxed{\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC} u_C = \frac{U_0}{RC}} \quad (E)$$

(E) est l'équation différentielle d'évolution de la tension  $u_C(t)$ .

##### 4.2.b- Montrons que $u_C = U_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right)$ est solution de (E)

$u_C = U_0 \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right)$  doit donc vérifier (E).

$$\frac{U_0}{RC} \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) + \frac{U_0}{RC} \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right) = \frac{U_0}{RC}$$

$$\Leftrightarrow \frac{U_0}{RC} = \frac{U_0}{RC}$$

donc  $u_c = U_0 \left( 1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \right)$  est solution de (E)

4.2.b- Montrons que la tangente (T) à  $u_c = f(t)$  à  $t = 0$  coupe la droite  $u_c = U_0$  à la date  $t = \tau$

Equation de la tangente (T) :  $u_c - u_c(t=0) = u'_c(t=0)(t - 0)$

avec  $u'_c = \frac{du_c}{dt}$  (dérivée de  $u_c(t)$  par rapport au temps  $t$ )

donc :  $u_c - 0 = \frac{U_0}{RC} t$

d'où l'équation de la tangente (T) :  $u_c = \frac{U_0}{RC} t$

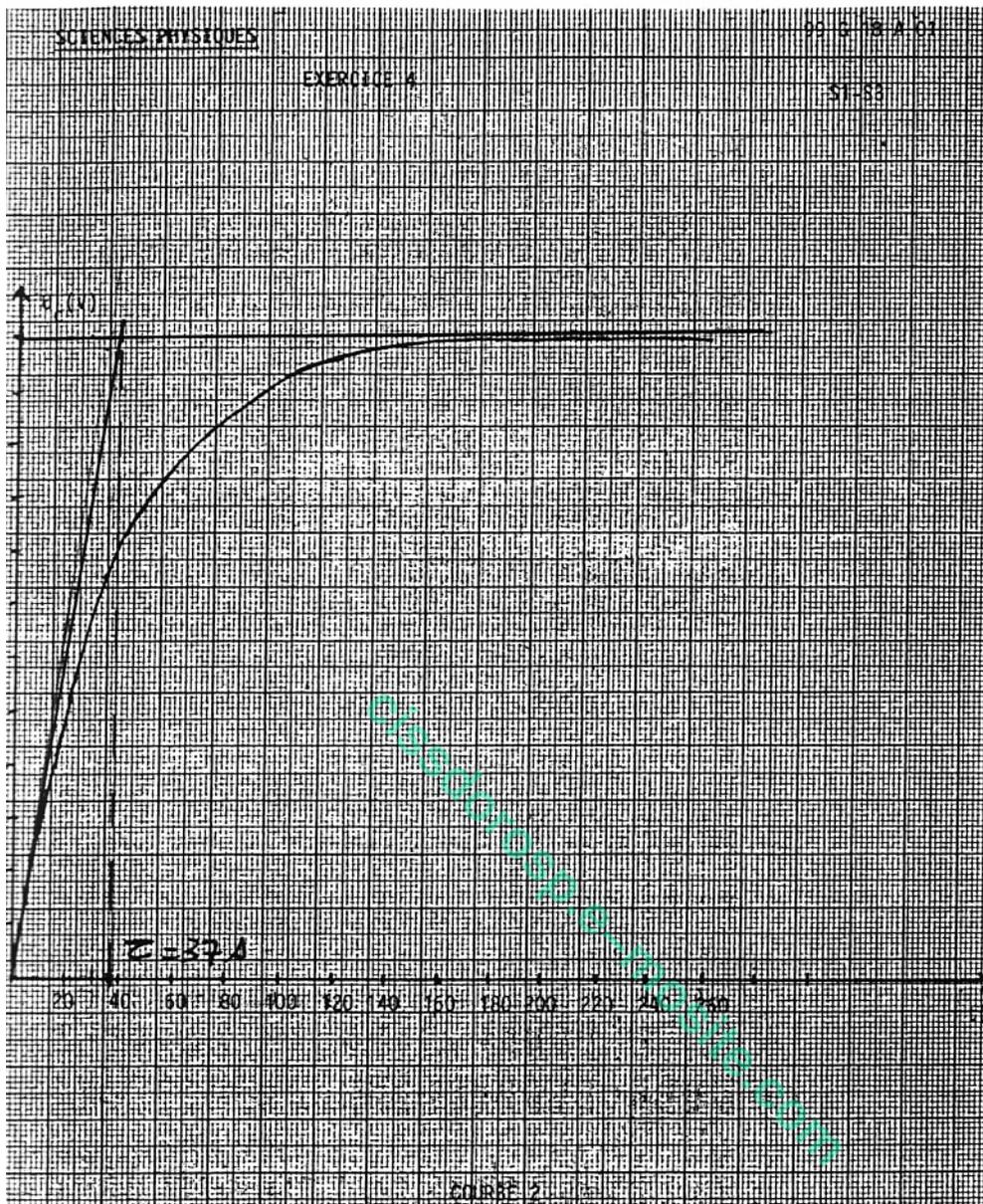
la droite (D) :  $u_c = U_0$  et la tangente (T) :  $u_c = \frac{U_0}{RC} t$  se coupent quand  $t = \tau$ ,

donc  $\frac{U_0}{RC} \tau = U_0 \Leftrightarrow \boxed{\tau = RC}$

A.N. :  $\tau = 37 \text{ s}$

cissdorosp.e-mosite.com

### Détermination graphique de $\tau$



#### 4.2.c- Valeur de la capacité $C$ du condensateur

$$\tau = RC \Leftrightarrow C = \frac{\tau}{R}$$

$$\text{A.N. : } C = \frac{37}{330 \cdot 10^3} \quad C = 112 \mu\text{F}$$

#### Exercice 5

##### 5.1.1- Utilisation de la relation $B_b = \mu_0 NI$

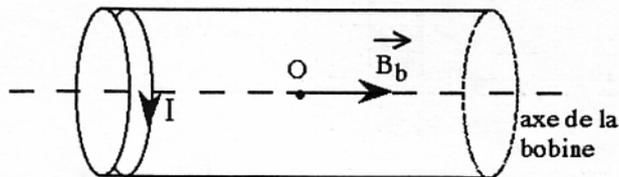
Si  $N$  représente le nombre de spires par longueur soit  $N = \frac{n}{L}$ , alors la relation  $B_b = \mu_0 NI$  peut être utilisée.

$$B_b = \mu_0 \frac{n}{L} I \Leftrightarrow \boxed{I = \frac{B_b \cdot L}{n \mu_0}}$$

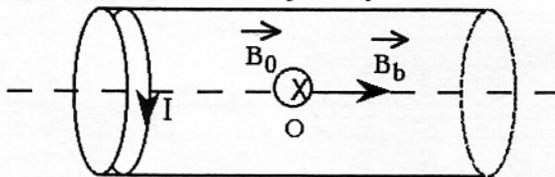
$$\text{A.N. : } I = \frac{10^{-2} \times 50 \cdot 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 100}$$

$$\underline{I = 4,0 \text{ A}}$$

### 5.1.2- Schémas de la bobine

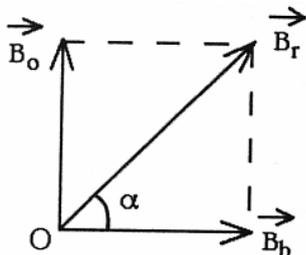


5.2.1- Représentation de  $\vec{B}_0$  et  $\vec{B}_b$



vue de face  
(le pôle nord fait face à la bobine)

### 5.2.2- Nouvelle orientation de la bobine

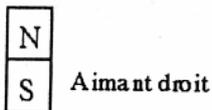


$$B_r = \sqrt{B_0^2 + B_b^2}$$

$$\text{or, l'aiguille dévie de } 45^\circ \Rightarrow \tan \alpha = \frac{B_0}{B_b} = 1$$

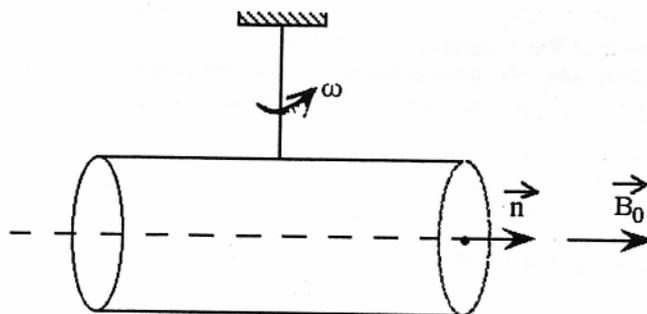
$$\text{soit } B_0 = B_b$$

$$\text{donc } \boxed{B_r = \sqrt{2} B_0 = \sqrt{2} B_b}$$



$$\text{A.N. : } \underline{B_r = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ T}}$$

### 5.3.2 - Valeur de $\Phi_0$



$$\Phi_0 = n B_0 S \text{ avec } S = r^2 \pi \Leftrightarrow \boxed{F_0 = n B_0 r^2 \pi}$$

$$\text{A.N. : } \Phi_0 = 1000 \times 10^{-2} \times (2 \cdot 10^{-2})^2 \quad \underline{\Phi_0 = 1,26 \cdot 10^{-2} \text{ Wb}}$$

### 5.3.3 - Expression de e(t)

$$e(t) = - \frac{d\Phi}{dt} = - nB_0 S \omega \sin(\omega t) \text{ avec } S = r^2 \pi$$

$$\Leftrightarrow \boxed{e_{\max} = nB_0 r^2 \pi \omega}$$

$$\text{A.N. : } \underline{e_{\max} = 0,16 \text{ V}}$$

cissdorosp.e-mosite.com

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**EXERCICE 1 (4 points)**

Les expériences sont réalisées à 25°C

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

1.1- Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes en solution. (0,5 point)

1.2- Cet acide est-il fort ou faible ? Justifier la réponse. Écrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide avec l'eau. (0,5 point)

1.3- Donner la définition selon Bronstéd d'un acide. (0,25 point)

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

- Écrire l'équation-bilan de la réaction. (0,5 point)
- Calculer le volume  $V_E$  d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour obtenir l'équivalence acido-basique. Le pH de solution vaut alors 8,3. Justifier, simplement, le caractère basique de la solution. (0,5 point)

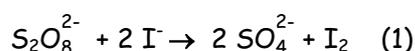
1.5- A la demi-équivalence le pH vaut 3,8. Montrer, en utilisant les approximations habituelles que cette valeur du pH est égale à celle du  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ . (0,5 point)

1.6- Quand  $V_b$  devient très grand, largement supérieur à  $V_E$ , quelle est, alors, la valeur limite du pH de la solution ? (0,25 point)

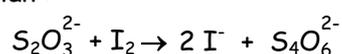
1.7- En tenant compte des points remarquables rencontrés précédemment, tracer l'allure de la courbe de variation du pH en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé dans le bécher. (01 point)

**EXERCICE 2 (04 points)**

Les ions peroxydisulfate sont lentement réduits par les ions iodures selon l'équation-bilan :



Si on verse à l'avance une quantité de thiosulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dans le milieu réactionnel, il réagit avec le diiode formé selon l'équation-bilan :



Cette réaction empêche l'apparition de la couleur brune du diiode et régénère les ions iodures instantanément. On peut déterminer, alors, le temps nécessaire pour qu'il se forme  $n$  mole(s) de diiode dans la réaction (1). On prépare pour cela une solution contenant :

- 10 mL de solution d'iodure de potassium de concentration molaire volumique  $1 \text{ mol.L}^{-1}$
- Assez d'eau pour considérer le volume constant.
- 2 mL de thiosulfate de sodium de même concentration molaire volumique que la solution d'iodure de potassium.

A l'instant de date  $t = 0$ , on ajoute 2 mL de peroxydisulfate à  $5 \text{ mol.L}^{-1}$  ; à l'instant de date  $t_1 = 52 \text{ s}$  apparaît la coloration du diiode, on ajoute alors 2 mL de thiosulfate qui fait disparaître la coloration

brune ; elle réapparaît à la date  $t_2 = 147$  s. On ajoute encore 2 mL de solution de thiosulfate ; ainsi de suite. Ce qui permet de dresser le tableau de mesures ci-dessous :

Temps $t$ (s)	0	52	147	246	355	494	650	852	1082	1508
$n$ ( $10^{-3}$ mol.L $^{-1}$ )	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2.1- Expliquer comment cette méthode permet d'obtenir  $n$  et tracer le graphe représentant les variations de  $n$  en fonction de  $t$ . (02 points)

**Échelles :** 1 cm  $\leftrightarrow$  100 s ; 1 cm  $\leftrightarrow$   $10^{-3}$  mol.L $^{-1}$

2.2- Déterminer la vitesse de formation  $v$  du diiode au cours de la réaction (1), aux dates  $t = 200$  s et  $t = 1000$  s. (01 point)

Comment varie la vitesse ? Quel est le facteur cinétique qui fait varier  $v$  ? (0,5 point)

2.3- Quelle sera la quantité de diiode formé par la réaction au bout d'un temps infini ? (0,5 point)

### EXERCICE 3 (4 points)

On néglige la résistance de l'air sur les gouttes d'eau ;  $g = 9,81$  m.s $^{-2}$ .

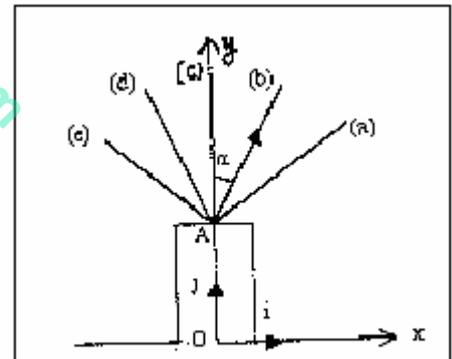
Votre lycée ayant décidé d'installer une fontaine ornementale, il s'agit d'en déterminer les caractéristiques afin d'évaluer son encombrement spatial, à l'entrée de l'établissement. L'eau sera lancée d'une hauteur de 2 m par rapport au sol, par un ajutage\* multiple, dans cinq directions formant chacune un angle  $\alpha$  avec l'axe vertical Oy, et situées dans un même plan vertical :

On donne pour  $\alpha$  les valeurs suivantes:  $-60^\circ$ ;  $-30^\circ$ ;  $0^\circ$ ;  $+30^\circ$ ;  $+60^\circ$ .

L'eau sort de chaque ajutage avec la même valeur  $v_0$  de la vitesse que l'on déterminera dans la suite.

3.1- Le jet vertical (c) lance l'eau à la hauteur  $h = 12$  m par rapport au sol. Après avoir énoncé le théorème de l'énergie cinétique, déterminer  $v_0$ , vitesse de sortie de l'eau de chaque ajutage. (0,5 point)

3.2- Exprimer l'équation cartésienne de la trajectoire moyenne des gouttes d'eau éjectées en A à la vitesse  $\vec{v}_0$  formant un angle  $\alpha$  avec l'axe Oy, dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ . (01,5 point)



3.3- Quel diamètre minimum devra avoir le bassin supposé circulaire, recevant l'eau des cinq jets ? (01 point)

3.4- Pour le jet (a), déterminer le temps mis par une goutte d'eau pour atteindre le bassin, et donner les caractéristiques du vecteur vitesse à l'arrivée au sol. (01 point)

(On précisera, en particulier, l'angle  $\beta$  formé par le vecteur vitesse avec la verticale ascendante)

**NB :** Un ajutage est un orifice percé dans la paroi d'un réservoir ou d'une canalisation pour permettre l'écoulement de l'eau.

### EXERCICE 4 (4 points)

Un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace constante

$U = 10,0 \text{ V}$ , est utilisé pour alimenter un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$ , un condensateur de capacité  $C = 0,5 \mu\text{F}$  et une bobine de résistance  $R_b = 100 \Omega$  et d'inductance  $L = 50 \text{ mH}$ .

Ces trois dipôles étant montés en série :

**4.1-** Pour la fréquence  $f = f_1 = 318 \text{ Hz}$  du GBF, calculer :

**4.1.1-** L'impédance  $Z$  du montage. (0,5 point)

**4.1.2-** La valeur efficace  $I_1$  du courant  $i(t)$  débité par le GBF. (0,5 point)

**4.1.3-** La puissance  $P_1$  consommée par le montage. (0,5 point)

**4.1.4-** La phase  $\varphi$  de la tension  $u(t)$  délivrée par le GBF par rapport au courant  $i(t)$  qu'il débite. Préciser laquelle de ces deux grandeurs (tension ou courant) est en avance sur l'autre (0,5 point)

**4.2-** Pour la fréquence  $f_1$ , tracer à l'échelle le diagramme de Fresnel du montage en utilisant les résultats des questions précédentes. (01 point)

**4.3-** Calculer la valeur  $f_0$  de la fréquence propre du montage. Que deviennent les différentes valeurs calculées à la question (4. 1) si on alimente le montage avec la fréquence  $f$  ? Comment s'appelle le phénomène particulier qui se produit quand  $f = f_0$  ? (01 point)

### **EXERCICE 5 (4 points)**

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$

avec  $E_0 = 13,6 \text{ eV}$  et avec  $n \in \mathbb{N}$

L'atome d'hydrogène est dans son état fondamental.

**5.1-** Déterminer l'énergie minimale nécessaire pour ioniser l'atome d'hydrogène. En déduire la longueur d'onde du seuil ( $\lambda_0$ ) correspondante. (0,5 point)

**5.2-** a) Dire dans quel(s) cas la lumière de longueur d'onde  $\lambda_i$  est capable

- d'ioniser l'atome d'hydrogène (0,5 point)

- d'exciter l'atome d'hydrogène sans l'ioniser. (0,5 point)

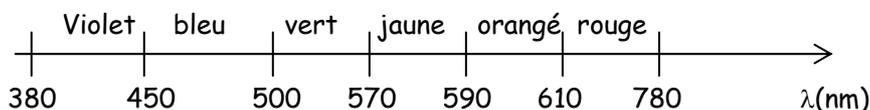
b) Parmi les longueurs d'onde  $\lambda_i$  suivantes lesquelles sont susceptibles d'ioniser l'atome ? en déduire l'énergie cinétique de l'électron éjecté :

$$\lambda_1 = 88 \text{ nm} ; \lambda_2 = 121 \text{ nm} ; \lambda_3 = 146 \text{ nm} \quad (0,5 \text{ point})$$

c) Quelles sont les longueurs d'onde absorbables par l'atome parmi les longueurs d'onde  $\lambda_1, \lambda_2$  et  $\lambda_3$  ? (01 point)

**5.3-** La lumière émise par certaines nébuleuses contenant beaucoup d'hydrogène gazeux chauffé mais à basse pression, est due à la transition électronique entre les niveaux 2 et 3. Déterminer la couleur d'une telle nébuleuse. (01 point)

On donne :



**FIN DU SUJET**

## CORRIGÉ BAC S2 99

### Exercice 1

#### 1.1- Concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution

- Inventaire des espèces chimiques :  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{HCOO}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  (solvant)

- Exploitation de la mesure du pH :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

$$\text{pH} = 2,4 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,4} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{- Produit ionique de l'eau : } [\text{H}_3\text{O}^+].[\text{OH}^-] &= 10^{-14} \Rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} \\ &\Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 2,5 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

Electroneutralité de la solution :  $[\text{HCOO}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\Leftrightarrow [\text{HCOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-]$$

$$\Leftrightarrow [\text{HCOO}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ car } [\text{OH}^-] \text{ négligeable devant } [\text{H}_3\text{O}^+].$$

$$[\text{HCOO}^-] \approx 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

-conservation de la matière :  $[\text{HCOOH}] + [\text{HCOO}^-] = C_a$

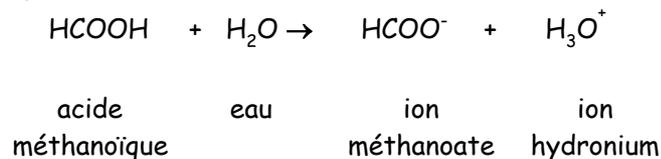
$$\Leftrightarrow [\text{HCOOH}] = C_a - [\text{HCOO}^-]$$

$$\Leftrightarrow [\text{HCOOH}] = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}; [\text{OH}^-] = 2,5 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} \\ [\text{HCOO}^-] &\approx 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}; [\text{HCOOH}] = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$
---

#### 1.2- Nature de l'acide

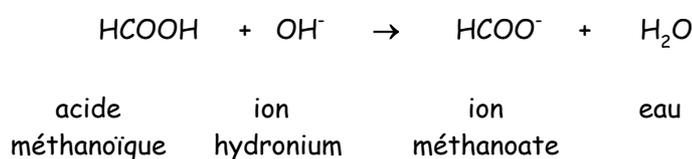
L'acide méthanoïque  $\text{HCOOH}$  est un acide faible parce qu'il est partiellement dissocié dans l'eau ( $[\text{HCOOH}] \neq 0$  après dissociation) d'où l'équation :



#### 1.3- Définition d'un acide selon Bronstéd

selon Bronstéd, un acide est une espèce chimique susceptible de céder un ou plusieurs protons  $\text{H}^+$ .

#### 1.4 - Équation-Bilan de la réaction



### -Valeur de $V_E$

A l'équivalence :  $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_E \Rightarrow \boxed{V_E = \frac{C_a \cdot V_a}{C_b}}$      A.N. :  $V_E = 8 \text{ mL}$

A l'équivalence, on obtient une solution de méthanoate de sodium qui est une base faible ( $\text{pH} > 7$ ).

### 1.5 - Montrons qu'à la demi-équivalence $\text{pH} = \text{pK}_a$

La mesure du pH entraîne  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,8} = 1,56 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

le produit ionique de l'eau donne  $[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 6,31 \cdot 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$

L'électroneutralité de la solution impose :  $[\text{HCOO}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+]$

avec  $[\text{Na}^+] = \frac{C_b V_{E/2}}{V_a + V_{E/2}}$

$$[\text{HCOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{Na}^+] - [\text{OH}^-]$$

$$[\text{HCOO}^-] = 1,58 \cdot 10^{-4} - \frac{0,25 \times 4}{24} - 6,21 \cdot 10^{-11}$$

$$[\text{HCOO}^-] = 4,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

La conservation de la matière permet d'écrire :  $[\text{HCOOH}] + [\text{HCOO}^-] = \frac{C_a V_a}{V_a + V_{E/2}}$

$$[\text{HCOOH}] = \frac{C_a V_a}{V_a + V_{E/2}} - [\text{HCOO}^-] = 4,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Or,  $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$      donc  $\text{pH} = \text{pK}_a$  puisque  $[\text{HCOOH}] = [\text{HCOO}^-]$ .

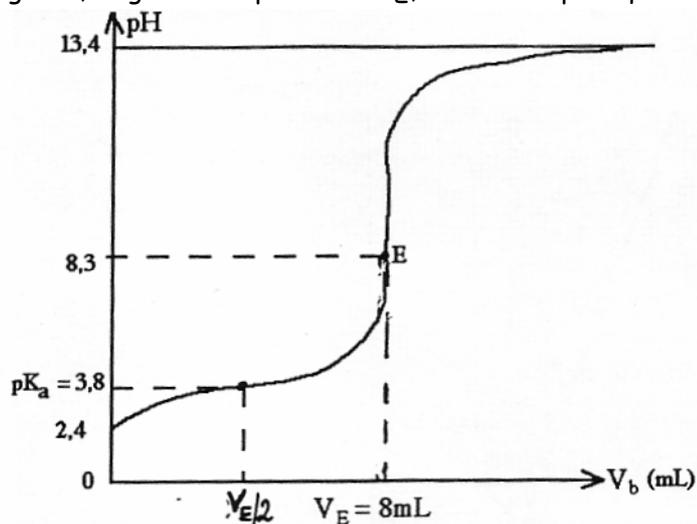
### 1.6 - Limite du pH de la solution

Quand le volume  $V_b$  de soude versé devient très grand, largement supérieur à  $V_E$ , on obtient pratiquement une solution de soude de concentration  $C'_b$  avec  $C'_b$  :

$$\left( \lim_{V_b \rightarrow +\infty} C'_b = C_b \right)$$

le pH de la solution tend vers  $\text{pH} = 14 + \log C_b = 13,4$ .

### 1.7 - Allure de courbe $\text{pH} = f(V_b)$



## Exercice 2

### 2.1- Explication de la méthode permettant d'obtenir la quantité $n_{I_2}$ de formé

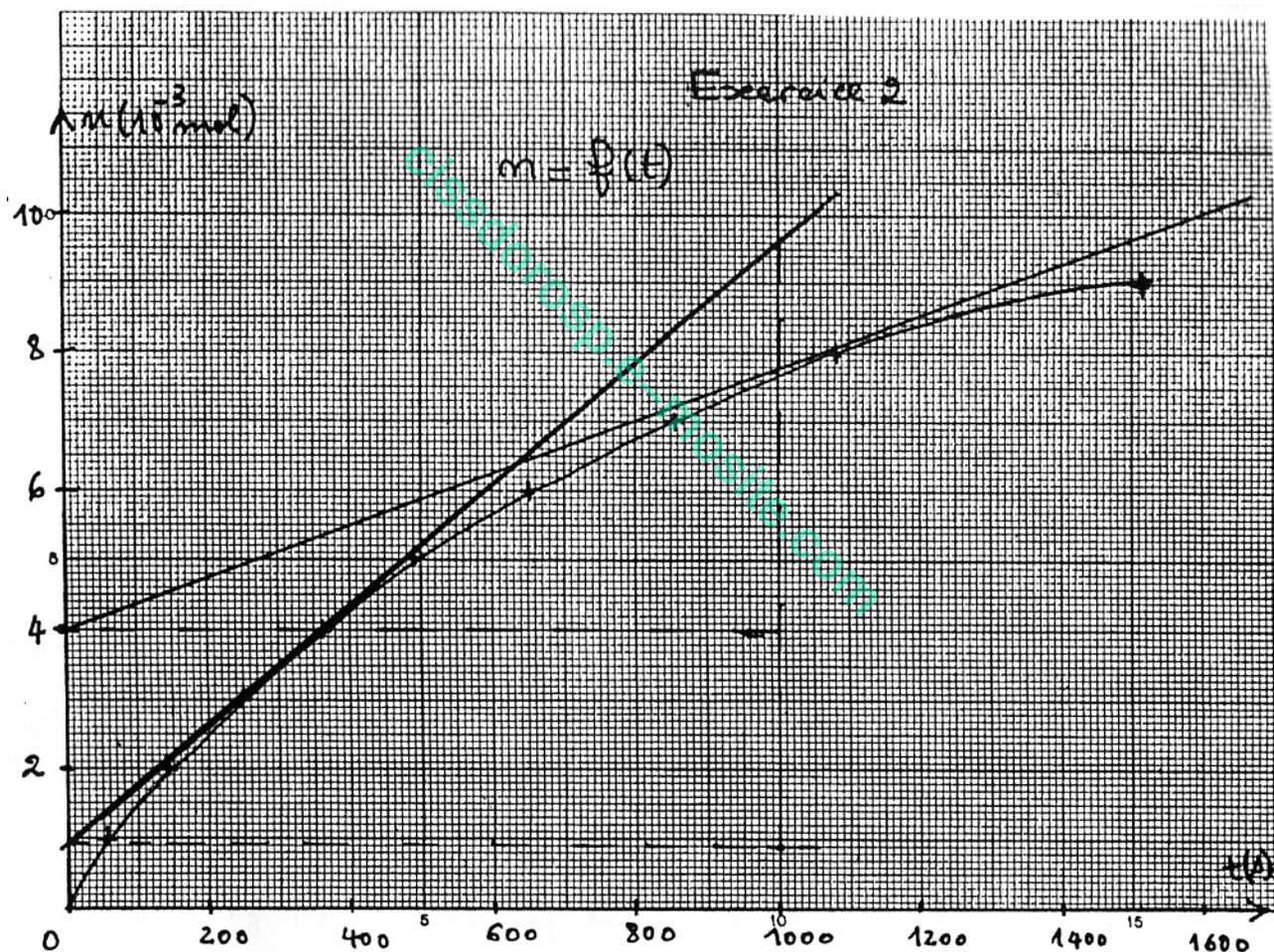
En dosant le diiode formé au cours de la réaction (1) par le thiosulfate de sodium  $Na_2S_2O_3$ , on obtient la quantité  $n$ .

### 2.2- Détermination de $v(I_2)_t$ aux dates $t_1 = 200$ s et $t_2 = 1000$ s

$$v(I_2)_{200s} = 8,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot s^{-1}$$

$$v(I_2)_{1000s} = 3,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot s^{-1}$$

### Tracé de la courbe $n = f(t)$



### 2.2- Détermination de $v(I_2)_t$ aux dates $t_1 = 200$ s et $t_2 = 1000$ s

$$v(I_2)_{200s} = 9,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot s^{-1} \text{ et } v(I_2)_{1000s} = 4,0 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot s^{-1}$$

$v(I_2)_{1000s} < v(I_2)_{200s}$  : la vitesse de formation de  $I_2$  diminue au cours du temps.

Le facteur cinétique qui fait varier  $v$  est la concentration de  $S_2O_3^{2-}$ .

### 2.3 - Quantité de $I_2$ au bout d'un temps infini

$$n(I_2)_\infty = n(S_2O_3^{2-}) = CV$$

$$\text{A.N. : } n(I_2)_\infty = 5 \times 2 \cdot 10^{-3} = 10^{-3} \text{ mol.}$$

### Exercice 3

#### 3.1- Énoncé du théorème de l'énergie cinétique

La variation d'énergie cinétique d'un système entre l'état initial et l'état final est égale à la somme des travaux des forces extérieures qui lui sont appliquées.

$$E_{cf} - E_{ci} = \sum W(\vec{F}_{ext})$$

#### - Détermination de $v_0$

$$E_{cf} - E_{ci} = W(\vec{P})$$

$$\frac{1}{2} mV^2 - \frac{1}{2} mv_0^2 = W(\vec{P}) \text{ avec } W(\vec{P}) = -mg(h-OA) \text{ et } OA = 2 \text{ m}$$

au sommet de la trajectoire  $V = 0$

$$\text{donc } -\frac{1}{2} mv_0^2 = -mg(h-OA)$$

$$v_0 = \sqrt{2g(h-2)}$$

$$\text{A.N. : } v_0 = \sqrt{2 \times 9,8(12-2)} \quad \underline{v_0 = 14,0 \text{ m.s}^{-1}}$$

#### 3.2- Expression de l'équation de la trajectoire moyenne

La goutte est soumise à son poids  $\vec{P} = m\vec{g}$

$$\begin{aligned} \text{D'après le théorème du centre d'inertie } \vec{P} = m\vec{a} &\Leftrightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \\ &\Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g} \end{aligned}$$

Dans le repère  $(O, x, y)$

$$\vec{a} \begin{cases} ax = 0 \\ ay = -g \end{cases} \Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \sin \alpha \\ v_y = -gt + v_0 \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow \vec{AM} \begin{cases} x = v_0 \sin \alpha t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \cos \alpha t \end{cases}$$

Éliminons  $t$  entre  $x$  et  $y$

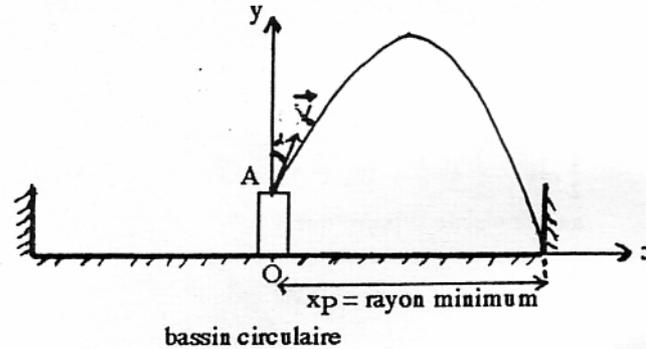
$$t = \frac{x}{v_0 \sin \alpha} \Rightarrow y = -\frac{1}{2}g \frac{x^2}{v_0^2 \sin^2 \alpha} + x \cot \alpha + 2$$

$$y = -\frac{g}{2v_0^2 \sin^2 \alpha} x^2 + x \cot \alpha + 2$$

La trajectoire est un arc de parabole.

### 3.3- Valeur du diamètre minimum $D_m$ du reservoir

Le diamètre minimum  $D_m$  du reservoir doit correspondre à la portée la plus grande ou encore l'angle  $\alpha$  le plus grand. Ici  $|\alpha| = 60^\circ$ .



Au sol,  $y = 0$

$$\text{Soit } -\frac{9,81}{2 \times 14^2 \sin^2 60^\circ} x_p^2 + 0,577 x_p + 2 = 0 \Leftrightarrow -3,34 \cdot 10^{-2} x_p^2 + 0,577 x_p + 2 = 0$$

les racines de cette équation sont :  $x = 20,2$  m et  $x = -2,96$  m.  
Pour  $\alpha = 60^\circ$ , seule  $x = 20,2$  m est satisfaisante.

$$\underline{D_m = 2x_p = 40,4 \text{ m}}$$

### 3.4- Temps mis par une goutte d'eau pour atteindre le bassin

$$x_p = v_0 t \cdot \sin \alpha \quad \text{soit} \quad t = \frac{x_p}{v_0 \cdot \sin \alpha}$$

$$\text{A.N. : } t = \frac{20,2}{14 \times \sin 60^\circ} \quad \underline{t = 1,7 \text{ s}}$$

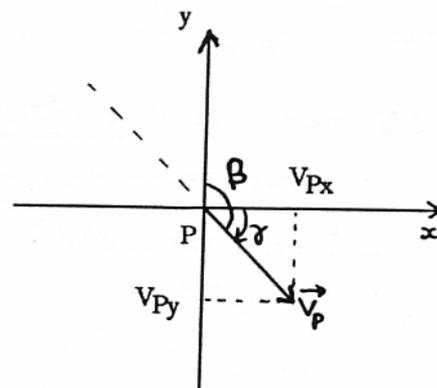
#### - Caractéristiques de $\vec{V}$

$$\vec{V}_P \begin{cases} v_{Px} = 14 \sin 60^\circ = 12,1 \\ v_{Py} = -9,81 \times 1,7 + 14 \cos 60^\circ = -9,33 \end{cases}$$

$$\underline{V_p = 15,3 \text{ m.s}^{-1}}$$

$$\tan |\gamma| = \frac{|v_{Py}|}{|v_{Px}|} = \frac{9,38}{12,1} = 0,775$$

$$\underline{\gamma = 37,8^\circ ; \quad \beta = 90^\circ + \gamma = 127,8^\circ}$$



## Exercice 4

### 4.1.1- Impédance $Z_1$ du montage

$$Z_1 = \sqrt{(R+R_b)^2 + \left(2\pi f_1 L - \frac{1}{2\pi f_1 C}\right)^2}$$

A.N.:  $Z_1 = 923 \Omega$

### 4.1.2- Valeur de $I_1$

$$I_1 = \frac{U}{Z_1}$$

A.N.:  $I_1 = \frac{10,0}{923}$

$I_1 = 10,8 \text{ mA}$

### 4.1.3- Puissance $P_1$ consommée par le montage

$$P_1 = (R + R_b) \cdot I_1^2$$

A.N.:  $P_1 = 0,023 \text{ W}$

### 4.1.4- Phase $\varphi_1$ de la tension $u(t)$ par rapport à $i(t)$

$$\tan \varphi_1 = \frac{2\pi f_1 L - \frac{1}{2\pi f_1 C}}{R+R_b}$$

A.N.:  $\tan \varphi_1 = -4,5 \Leftrightarrow \varphi_1 = -77,5^\circ$  ou  $\varphi_1 = -1,35 \text{ rad}$

$\varphi_1 < 0$  :  $i(t)$  est en avance sur  $u(t)$ .

### 4.2- Tracé du diagramme de Fresnel

$$\left. \begin{array}{l} 2\pi f_1 L = 99,9 \Omega \\ \frac{1}{2\pi f_1 C} = 1000,97 \Omega \end{array} \right\} \Rightarrow \left| 2\pi f_1 L - \frac{1}{2\pi f_1 C} \right| = 901,1 \Omega$$

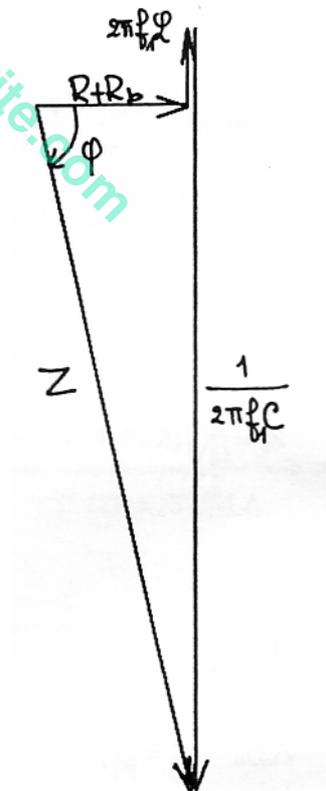
$R+R_b = 200 \Omega$

$1 \text{ cm} \leftrightarrow 100 \Omega$

$2\pi f_1 L \leftrightarrow 1 \text{ cm}$

$\frac{1}{2\pi f_1 C} \leftrightarrow 10 \text{ cm}$

$R+R_b \leftrightarrow 2 \text{ cm}$



#### 4.3- Valeur de la fréquence $f_0$

$f_0$  est telle que  $Z = R + R_b$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C}}$$

A.N. :  $f_0 = 1007 \text{ Hz}$

- Nouvelle valeur de l'impédance :  $Z_0 = R + R_b = 200 \Omega$
- Nouvelle valeur de l'intensité du courant :  $I = I_0 = \frac{U}{Z_0} = 5.10^{-2} \text{ A}$
- Nouvelle valeur de la puissance consommée :  $P_0 = (R+R_b)I_0^2 = 0,5 \text{ W}$
- Nouvelle valeur de la phase de  $u(t)$  par rapport à  $i(t)$  :  $\varphi_0 = 0$ .

**Le phénomène qui se produit est la résonance d'intensité.**

( la tension  $u(t)$  et l'intensité  $i(t)$  sont en phase)

#### Exercice 5

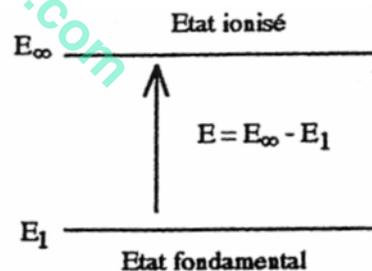
##### 5.1- Energie d'ionisation de l'atome d'hydrogène

C'est l'énergie nécessaire qu'il faut fournir à l'atome d'hydrogène dans son état fondamental pour lui arracher son (unique) électron.

L'énergie d'ionisation correspond à la transition de  $n = 1$  à  $n = \infty$ .

$$E_I = E_\infty - E_1 \text{ avec } E_\infty = 0 \text{ et } E_1 = -E_0 \text{ car } n = 1$$

$$E_I = E_0 = 13,6 \text{ eV} = 2,18.10^{-18} \text{ J}$$



- Longueur d'onde seuil  $\lambda_0$  correspondante

$$E_I = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{E_I}$$

A.N. :  $\lambda_0 = 9,14.10^{-8} \text{ m}$  ou  $\lambda_0 = 91,4 \text{ nm}$

- 5.2.a-
- L'atome d'hydrogène est ionisé si  $\lambda \leq \lambda_0$
  - L'atome d'hydrogène est excité si  $\lambda > \lambda_0$ ,  $n \in \mathbb{N}^*$ ,  $n \neq 1$  et  $n \neq \infty$

5.2.b - seul le rayonnement de longueur d'onde  $\lambda_1$  (puisque  $\lambda_1 < \lambda_0$ ) permet l'ionisation de l'atome d'hydrogène.

$$E_c = hc \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

$$\text{A.N. : } E_c = 0,53 \text{ eV} = 8,41 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

5.2.c -  $\lambda_2$  est absorbé ;  $\lambda_3$  n'est pas absorbé.

### 5.3 - Couleur de la nébuleuse

$$\lambda = \frac{hc}{E_3 - E_2}$$

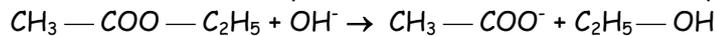
A.N. :  $\lambda = 658 \text{ nm}$  : la nébuleuse est rouge.

cissdorosp.e-mosite.com

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (03 points)**

On considère l'équation-bilan de la réaction de saponification de l'éthanoate d'éthyle :



A l'instant de date  $t = 0$ , le mélange réactionnel contient  $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  de chacun des réactifs. Il est maintenu à  $30^\circ \text{C}$ , et des prises d'essai de  $V_B = 10 \text{ mL}$  sont effectuées de temps en temps et les ions  $\text{OH}^-$  restants, de concentration molaire volumique  $C_B$  sont dosés et neutralisés quantitativement par un volume  $x$  (en mL) d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique  $C_A = 10 \text{ mol.L}^{-1}$

1.1 - Montrer que la concentration molaire volumique de l'éthanol peut s'exprimer par la relation

$[ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} ] = 10^{-3} (50 - x)$ (en $\text{mol.L}^{-1}$ ) Avec $x$ en mL	<b>(0,75 point)</b>
--	---------------------

1.2- Compléter le tableau ci-dessous et tracer la courbe donnant  $[ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} ]$  en fonction du temps.

Echelle : 1 cm  $\leftrightarrow$  10 minutes en abscisses.

1 cm  $\leftrightarrow$   $2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  en ordonnées. **(01 point)**

$t$ (min)	4	9	15	24	37	53	83	143
$x$ (mL)	44,1	38,6	33,7	27,9	22,9	18,5	13,6	8,9
$[ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} ]$ ( $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ )								

1.3 - A quel instant de date la vitesse de formation de l'éthanol est-elle la plus grande ? **(0,25 point)**

1.4 - Calculer le temps de demi-réaction. **(0,25 point)**

1.5 - Calculer la vitesse moyenne de formation de l'éthanol entre les dates 9 min et 15 min. **(0,25 point)**

1.6 - On reprend la même étude à  $50^\circ \text{C}$ . Les valeurs du volume  $x$  mesurées pour les mêmes valeurs de date  $t$  seront-elles plus grandes ou plus faibles qu'à  $30^\circ \text{C}$ . Justifier la réponse. **(0,5 point)**

**EXERCICE 2 (02,75 points)**

Soit une solution d'acide benzoïque  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$  de concentration molaire volumique  $C_1$ . La constante d'acidité du couple  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5 - \text{COO}^-$  est  $K_A = 6,3 \cdot 10^{-5}$ . Soit  $\alpha$  le coefficient de dissociation de cet acide.

2.1 - Etablir l'expression de  $K_A$  en fonction de  $\alpha$  et  $C_1$ . **(0,75 point)**

**N.B.** : On pourra utiliser avantageusement l'équation de conservation de la matière et l'équation d'électroneutralité. Dans cette dernière on négligera  $[ \text{OH}^- ]$  devant  $[ \text{H}_3\text{O}^+ ]$ .

2.2 - Calculer  $\alpha$  pour :

a)  $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$  **(0,25 point)**

b)  $C_2 = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$  **(0,25 point)**

2.3 - A un volume  $V$  de cette solution acide de concentration molaire volumique  $C_1 = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ , on ajoute un même volume  $V$  d'acide chlorhydrique  $\text{HCl}$  de concentration molaire volumique  $C_2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . Soit  $\bar{\alpha}$  le nouveau coefficient de dissociation de  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  dans le mélange.

2.3.1 - Etablir l'expression de  $K_A$  (la constante d'acidité) en fonction de  $\bar{C}_1$ ,  $\bar{C}_2$  et  $\bar{\alpha}$ ;  $\bar{C}_1$  et  $\bar{C}_2$  étant respectivement les concentrations de  $C_6H_5COOH$  et  $Cl^-$  dans le mélange de volume  $V_T = 2 V$ .

**N.B.** : Même indication que pour la question 2. 1). (01 point)

2.3.2 - Calculer  $\bar{\alpha}$ . (0,5 point)

### **EXERCICE 3 (04,5 points)**

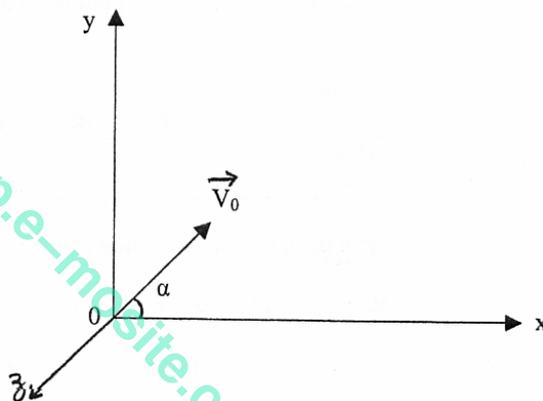
**N.B.** : - L'accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$   
 - Toutes les forces de frottement sont négligées.

Un projectile de masse  $m = 100$  grammes est tiré à partir d'un point  $O$  du plan horizontal du sol avec une vitesse  $\vec{V}_0$  appartenant au plan  $(O, x, y)$  et faisant un angle  $\alpha$  avec le plan horizontal. La norme de  $\vec{V}_0$  est  $200 \text{ m/s}$ .

3.1 - Etablir l'équation cartésienne du mouvement du projectile dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ . (01 point)

3.2 - On désire atteindre un point  $A$  de coordonnées  $A(x_A, y_A, 0)$  avec ce projectile.

3.2.1 - Montrer que le point  $A$  doit se trouver dans une région de l'espace limitée par une parabole. On donnera l'équation de la parabole et on indiquera la région accessible sur un schéma. (01,75 point)



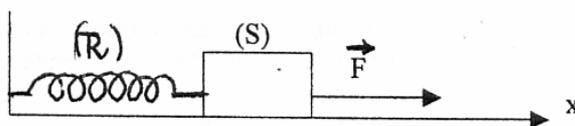
3.2.2 - On donne les points  $A_1(1000 \text{ m}, 2000 \text{ m}, 0)$  et  $A_2(2000 \text{ m}, 1000 \text{ m}, 0)$ . Lequel de ces deux points peut être atteint ? Déterminer alors les angles de tir permettant d'atteindre ce point. Quelle est la norme de la vitesse du projectile au moment où il atteint le point ? (01,75 point)

### **EXERCICE 4 (04,5 points)**

Un ressort (R) à spires non jointives, parfaitement élastique et de masse négligeable, a une constante de raideur  $k$ . Il est relié à un solide (S) de masse  $m$ , à l'une de ses extrémités, l'autre est fixe. Les oscillations de (S) sont entretenues grâce à une force  $F$  horizontale telle que  $F = F_m \cos(\omega t + \varphi)$ . Dans son mouvement, le

solide (S) est soumis à une force de frottement fluide  $\vec{F} = -\alpha \vec{V}$ ;  $\vec{V}$  étant le vecteur vitesse du solide (S) en translation et  $\alpha$  une constante positive appelée coefficient de frottement.

4.1 - En utilisant le théorème du centre d'inertie, montrer que l'élongation  $x$  vérifie l'équation différentielle (0,75 point)



$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \alpha \frac{dx}{dt} + kx = F_m \cos(\omega t + \varphi).$$

4.2 - On prendra comme solution d'une telle équation  $x = X_m \cos \omega t$ . A l'aide de la construction de Fresnel, déterminer les expressions de  $\tan \varphi$  et de  $X_m$  en fonction de  $F_m$ ,  $\alpha$ ,  $\omega$ ,  $k$  et  $m$ . (02,25 points)

4.3-

4.3.1 - Pour quelle valeur de  $\omega$  notée  $\omega_r$ , a-t-on la résonance d'amplitude. (C'est-à-dire que l'amplitude  $X$  est maximale). (01 point)

4.3.2 - Quelle condition doit vérifier  $\alpha$  pour que  $\omega_r$  existe ?

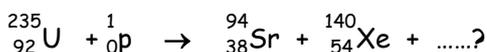
Calculer  $\omega_r$ , pour  $k = 150 \text{ N.m}^{-1}$ ;  $m = 500 \text{ grammes}$  et  $\alpha = 10 \text{ SI}$ . (0,5 point)

### EXERCICE 5 (05 points)

**N.B :** On utilisera exclusivement les données de l'énoncé.

5.1 - Définir ce qu'est la fission et la fusion. Illustrer chaque définition par un exemple. (01 point)

5.2 - Dans une centrale nucléaire, l'une des réactions de l'uranium 235 peut se résumer ainsi :



Compléter l'équation de la réaction. (0,5 point)

5.2.1 - Quelle est l'énergie libérée lorsqu'un noyau d'uranium est consommé ? L'exprimer en MeV et en J. (01,5 point)

On donne les énergies de liaison par nucléon ( $E_{1/A}$ )

${}^A_Z\text{X}$	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{38}^{94}\text{Sr}$	${}_{54}^{140}\text{Xe}$
$E_{1/A} \text{ (MeV / nucleon)}$	7,4	8,4	8,2

la masse d'un nucléon est  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

5.2.2 - Cette centrale nucléaire utilisant la fission de l'uranium 235 fournit une puissance électrique de 900 Mégawatt (900 MW). Le rendement de la transformation d'énergie nucléaire en énergie électrique est de 30 %.

En considérant qu'un atome d'uranium 235 dégage en moyenne une énergie de 200 MeV, calculer :

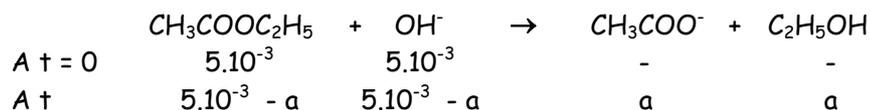
a) le nombre de fissions par seconde se produisant dans la centrale nucléaire. (01,25 point)

b) la masse d'uranium 235 qu'il faut utiliser pour faire fonctionner cette centrale durant une année.

(on l'exprimera en tonnes). (0,75 point)

**FIN DU SUJET**

## CORRIGE S1S3 2000

Exercice 11.1- Montrons que  $[C_2H_5OH] = 10^{-3}(50-x)$ 

$$[C_2H_5OH] = a \quad (1)$$

$$[OH^-] = 5.10^{-2} - a \quad (2)$$

$$(1) \text{ dans } (2) \text{ donne : } [OH^-] = 5.10^{-2} - [C_2H_5OH]$$

$$\text{Soit : } [C_2H_5OH] = 5.10^{-2} - [OH^-] \quad (3).$$

A la date  $t$ , on dose les ions  $OH^-$  restants dans un prélèvement de volume  $V_B = 10$  mL par  $x$  mL d'acide chlorhydrique de concentration  $C_A$ .

On peut donc écrire :  $n(OH^-)_{\text{restant}} = n(H_3O^+)_{\text{versé}}$

avec  $n(OH^-)_{\text{restant}} = [OH^-].V_B$  et  $n(H_3O^+)_{\text{versé}} = C_A.V_A = 10^{-3} C_A.x$  car  $V_A = 10^{-3}.x$

d'où :

$$\begin{aligned}
 [OH^-].V_B &= 10^{-3} C_A x \\
 \Leftrightarrow [OH^-] &= 10^{-3} \frac{10^{-2}.x}{10.10^{-3}}
 \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-3} x \quad (4)$$

(3) compte tenu de (4) donne :  $[C_2H_5OH] = 5.10^{-2} - 10^{-3}x$

$$\Leftrightarrow [C_2H_5OH] = 10^{-3}(50-x) \quad \text{c.q.f.m.}$$

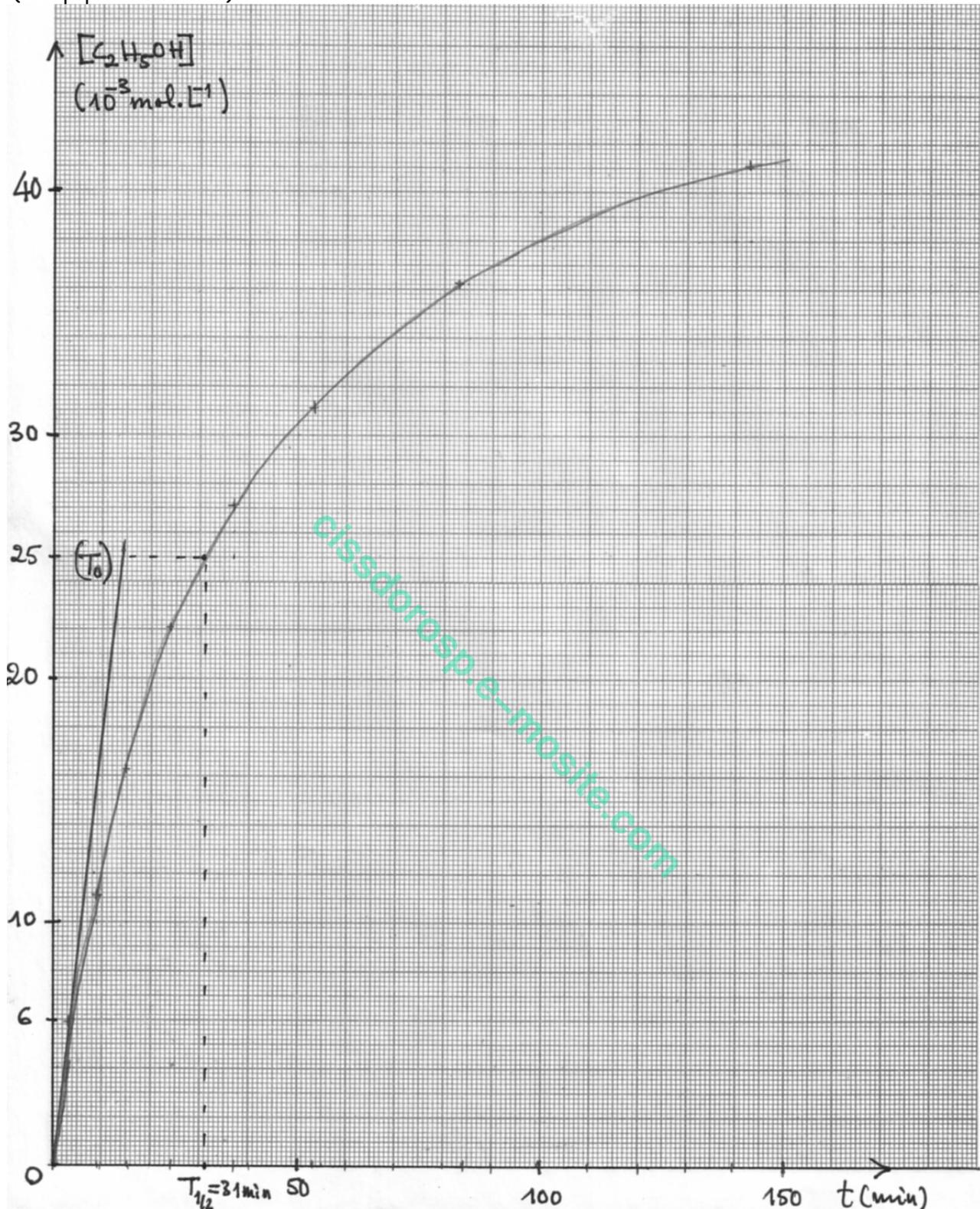
1.2- Complétons le tableau de mesure

$$[C_2H_5OH] = 10^{-3}(50-x)$$

t(min)	4	9	15	24	37	53	83	143
$[C_2H_5OH]$ ( $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ )	5,9	11,4	16,3	22,1	27,1	31,5	36,4	41,1

- Tracé de la courbe  $[C_2H_5OH] = f(t)$

(voir papier millimétré)



1.3- Date à laquelle la vitesse de formation de l'éthanol est la plus grande

La pente de la tangente à la courbe  $[C_2H_5OH] = f(t)$  est plus grande à la date  $t = 0$ .

En effet, la vitesse instantanée de formation de l'éthanol  $C_2H_5OH$  est égale à la pente de la tangente (T) au point M de la courbe  $[C_2H_5OH] = f(t)$ , M étant le point d'abscisse  $t$ .

On constate que la pente la plus grande correspond à celle de la tangente  $(T_0)$  à la date  $t = 0$ .

#### 1.4-Temps de demi-réaction

Le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  est le temps nécessaire pour consommer la moitié du **réactif limitant** initialement présent. Le réactif limitant ici est  $\text{OH}^-$ .

$$t = t_{1/2} \text{ correspond à } [\text{OH}^-] = \frac{C_0}{2} \text{ soit } [\text{OH}^-] = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Le volume  $x$  de soude versé est obtenu à partir de la relation (4) :  $[\text{OH}^-] = 10^{-3}x$

$$\text{Et comme à } t = t_{1/2} \text{ } [\text{OH}^-] = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{alors } 10^{-3}x = 2,5 \cdot 10^{-2}. \text{ On trouve : } x = 25 \text{ mL}$$

Pour  $x = 25 \text{ mL}$ , on a  $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] = 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . Pour cette concentration, on obtient à partir du graphe  $t_{1/2} = 31 \text{ min}$ .

#### 1.5-Vitesse moyenne de formation de l'éthanol entre $t_1 = 9 \text{ min}$ et $t_2 = 15 \text{ min}$

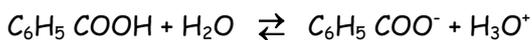
$$V_{\text{moy}} = \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_{t_2} - [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_{t_1}}{t_2 - t_1}$$

$$\text{A.N. : } V_{\text{moy}} = \frac{(16,3 - 11,4) \cdot 10^{-3}}{15 - 9} \quad \underline{V_{\text{moy}} = 8,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}$$

1.6- La concentration des ions  $\text{OH}^-$  diminue lorsque la température augmente. Les volumes  $x$  d'acide chlorhydrique nécessaires pour neutraliser les ions  $\text{OH}^-$  seront donc plus faibles.

#### Exercice 2

##### 2.1- Expression de $K_A$ en fonction de $\alpha$ et $C_1$



La constante d'acidité  $K_A$  associée au couple  $\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COOH}/\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COO}^-$  est définie par :

$$K_A = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COOH}]}$$

**Electroneutralité de la solution :**

$$[\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COO}^-] + [\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

soit  $[\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$  puisque  $[\text{OH}^-]$  est négligeable devant  $[\text{H}_3\text{O}^+]$

De plus, le coefficient de dissociation de l'acide benzoïque dans l'eau est donné par :

$$\alpha = \frac{\text{nombre de moles de } \text{C}_6\text{H}_5 \text{ COOH dissocié}}{\text{nombre de moles de } \text{C}_6\text{H}_5 \text{ COOH initialement présent}}$$

$$\text{avec } n(\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COOH})_{\text{diss}} = n(\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COO}^-)_{\text{formé}} = [\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COO}^-] \cdot V \quad \text{et } n(\text{C}_6\text{H}_5 \text{ COOH})_{\text{init}} = C_1 \cdot V$$

$$\text{soit } \alpha = \frac{[C_6H_5 COO^-]}{[C_6H_5 COOH]}$$

$$\text{ou encore } \alpha = \frac{[C_6H_5 COO^-]}{C_1}$$

$$\text{ce qui donne } [C_6H_5 COO^-] = C_1 \alpha$$

$$\text{Alors } [C_6H_5 COO^-] \approx [H_3O^+] = C_1 \alpha$$

**Conservation de la matière :**

$$C_1 = [C_6H_5 COO^-] + [C_6H_5 COOH]$$

$$\Rightarrow [C_6H_5 COOH] = C_1 - [C_6H_5 COO^-]$$

$$\Leftrightarrow [C_6H_5 COOH] = C_1 - C_1 \alpha = C_1(1 - \alpha)$$

$$\text{d'où } \boxed{K_A = \frac{C_1 \alpha^2}{1 - \alpha}}$$

## 2.2- Valeur de $\alpha$

### 2.2.a- $\alpha$ pour $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

$$6,3 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-1} \alpha^2}{1 - \alpha}$$

$$\text{soit } \alpha^2 + 6,3 \cdot 10^{-4} \alpha - 6,3 \cdot 10^{-4} = 0$$

$$\text{On trouve : } \alpha_1 = \underline{\underline{0,025}}$$

### 2.2.a- $\alpha$ pour $C_2 = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

$$6,3 \cdot 10^{-5} = \frac{10^{-4} \alpha^2}{1 - \alpha}$$

$$\text{soit } \alpha^2 + 0,63 \alpha - 0,63 = 0$$

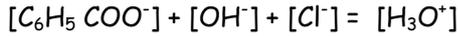
$$\text{On trouve : } \alpha_2 = \underline{\underline{0,54}}$$

### 2.3.1- Expression de $K_A$ en fonction de $\bar{C}_1, \bar{C}_2, \bar{\alpha}$

$$K_A = \frac{[C_6H_5 COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5 COOH]}$$

$$\Rightarrow \text{Avec } \bar{\alpha} = \frac{[C_6H_5 COO^-]}{\bar{C}_1} \Rightarrow [C_6H_5 COO^-] = \bar{C}_1 \cdot \bar{\alpha}$$

**Electroneutralité de la solution :**



Avec  $[Cl^-] = \bar{C}_2$  et  $[OH^-]$  est négligeable devant  $[H_3O^+]$

On obtient alors :  $[H_3O^+] = \bar{C}_1 \cdot \bar{\alpha} + \bar{C}_2$

$$\text{D'où } K_A = \frac{(\bar{C}_1 \cdot \bar{\alpha} + \bar{C}_2) \cdot \bar{C}_1 \cdot \bar{\alpha}}{\bar{C}_1}$$

Soit 
$$K_A = \bar{\alpha} (\bar{C}_1 \cdot \bar{\alpha} + \bar{C}_2)$$

### 2.3.2- Valeur de $\bar{\alpha}$

$$K_A = \bar{\alpha} (\bar{C}_1 \cdot \bar{\alpha} + \bar{C}_2)$$

En remplaçant  $K_A$ ,  $\bar{C}_1$  et  $\bar{C}_2$  par leurs valeurs respectives, on aboutit à l'équation du second degré :

$$\bar{\alpha}^2 + 20 \bar{\alpha} - 1,26 = 0$$

On trouve  $\bar{\alpha} = 0,063$

### Exercice 3

#### 3.1- Équation cartésienne du mouvement

- Système étudié : le projectile
- Repère  $(O, x, y, z)$  lié au référentiel terrestre supposé galiléen.
- Bilan des forces extérieures appliquées au projectile : - son poids :  $\vec{P} = m \vec{g}$
- Théorème du centre d'inertie appliqué au projectile :

$$\vec{P} = m \vec{a}$$

soit  $m \vec{g} = m \vec{a}$  ou encore  $\vec{a} = \vec{g}$

$$\Rightarrow \vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \\ a_z = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{V} \begin{cases} v_x = V_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + V_0 \sin \alpha \\ v_z = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{OM} \begin{cases} x = V_0 t \cos \alpha \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 t \sin \alpha \\ z = 0 \end{cases}$$

### 3.2.1- Équation cartésienne de la trajectoire

Éliminons  $t$  entre  $x$  et  $y$ .

$$\text{Il vient } x = V_0 t \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

On en tire

$$y = -\frac{1}{2} \frac{gx^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha$$

La trajectoire est un arc de parabole limité par :

$$0 \leq x \leq X_{\max} \quad \text{et} \quad 0 \leq y \leq Y_{\max}$$

La valeur maximale de l'abscisse  $x$  (ou portée du tir) est obtenue pour  $y = 0$

$$\text{Soit } x \left( -\frac{gx}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} + \tan \alpha \right) = 0$$

$$x = 0 \text{ (départ du projectile)} \quad \text{et} \quad x = \frac{2V_0^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g} \quad \text{or} \quad 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \sin 2\alpha$$

$$\text{donc } x = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad \text{avec } 0 \leq \alpha \leq 90^\circ$$

$$X_{\max} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{V_0^2}{g} \quad \sin 2\alpha = 1 \text{ soit } \alpha = 45^\circ$$

La portée est maximale lorsque  $\alpha = 45^\circ$ .

$$X_{\max} = \frac{V_0^2}{g}$$

**A.N. :**  $X_{\max} = 4000 \text{ m}$

$$\text{Au sommet de la trajectoire } v_y = 0 \Rightarrow t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

Et

$$Y_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

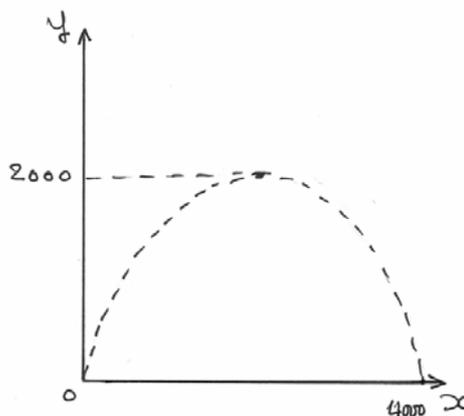
$$Y_{\max} = 2000 \sin^2 \alpha$$

La plus grande valeur de  $y$  correspond à un tir vertical ( $\alpha = 90^\circ$ ).

$$\text{Donc } Y_{\max} = 2000 \text{ m avec } x = 0.$$

Conclusion :

$$\begin{cases} 0 \leq x \leq 4000 \text{ m} \\ 0 \leq y \leq 2000 \text{ m} \\ 0 \leq \alpha \leq 90^\circ \end{cases}$$



**3.2.2- Points pouvant être atteints par le projectile**

- $y = 2000$  m correspond au tir vertical obtenu pour  $x = 0$ . Or l'abscisse du point  $A_1$  vaut  $x = 1000$  m. Le point  $A_1(1000 \text{ m}, 2000 \text{ m}, 0)$  ne peut être atteint par le projectile.

- On remarque que  $x = 2000$  m est égale à  $\frac{X_m}{2}$  pour un tir à  $45^\circ$ .

$x = \frac{X_{\max}}{2}$  correspond à la flèche du tir ; soit  $y = Y_{\max} = 2000\sin^2\alpha$  avec  $\alpha = 45^\circ$

$Y_{\max} = 1000$  m.

Le point  $A_2(2000, 1000, 0)$  peut être atteint par le projectile ; c'est la flèche du tir à  $45^\circ$ .

**- Valeur de la vitesse au moment où le projectile passe au point  $A_2$**

au point  $A_2$ , flèche du tir  $v_y = 0$  soit  $V_{A_2} = v_x = V_0\cos\alpha$

$$V_{A_2} = v_x = V_0\cos\alpha$$

**A.N. :**  $V_{A_2} = 141,4 \text{ m.s}^{-1}$

**Exercice 4**

4.1- Montrons que  $x$  vérifie l'équation différentielle  $m \frac{d^2x}{dt^2} + \alpha \frac{dx}{dt} + kx = F_m\cos(\omega t + \varphi)$

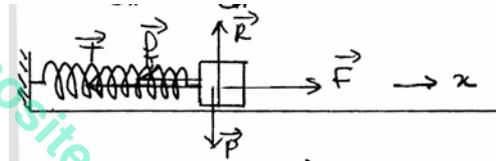
$$m\vec{a} = \vec{P} + \vec{T} + \vec{f} + \vec{F}$$

Suivant  $Ox$  :  $ma = -T - f + F$

Soit  $ma + f + T = F$

Avec  $a = \frac{d^2x}{dt^2}$  ;  $f = \alpha \frac{dx}{dt}$  et  $T = kx$

Donc  $m \frac{d^2x}{dt^2} + \alpha \frac{dx}{dt} + kx = F_m\cos(\omega t + \varphi)$  c.q.f.m



**4.2- Expression de  $\tan\varphi$  et de  $X_m$**

Associons à chaque grandeur trigonométrique son vecteur de Fresnel correspondant.

$$kx = kX_m\cos(\omega t) \rightarrow \vec{V}_1 \left| \begin{array}{l} X_m \\ (\vec{Ox}; \vec{V}_1)=0 \end{array} \right.$$

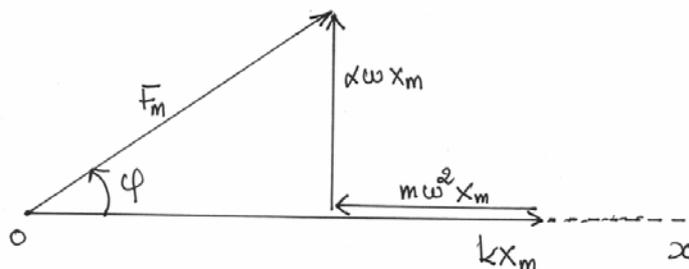
$$\alpha \frac{dx}{dt} = -\alpha\omega X_m\sin(\omega t) = \alpha\omega X_m\cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \rightarrow \vec{V}_2 \left| \begin{array}{l} \alpha X_m\omega^2 \\ (\vec{Ox}; \vec{V}_2)=\frac{\pi}{2} \end{array} \right.$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -mX_m\omega^2\cos(\omega t) = mX_m\omega^2\cos(\omega t + \pi) \rightarrow \vec{V}_3 \left| \begin{array}{l} mX_m\omega^2 \\ (\vec{Ox}; \vec{V}_3)=\pi \end{array} \right.$$

$$F = F_m \cos(\omega t + \varphi) \rightarrow \vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3$$

$$F = F_m \cos(\omega t + \varphi) \rightarrow \vec{V} \begin{cases} F_m \\ (\vec{Ox}; \vec{V}) = \varphi \end{cases}$$

D'où la construction de Fresnel ci-contre.



$$\tan \varphi = \frac{\alpha \omega}{k - m\omega^2}$$

D'après le théorème de Pythagore :  $F_m^2 + (k - m\omega^2)^2 X_m^2 + \alpha^2 \omega^2 X_m^2$

Ce qui donne :

$$X_m = \frac{F_m}{\sqrt{(k - m\omega^2)^2 + \alpha^2 \omega^2}}$$

#### 4.3.1- Valeur de $\omega_r$

L'amplitude est maximale lorsque  $k - m\omega^2 = 0$  soit  $\omega_r = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\omega_r = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{et} \quad X_m = \frac{F_m}{\alpha \omega}$$

#### 4.3.2- Condition que doit vérifier $\alpha$ pour que $\omega_r$ existe

Pour que  $\omega_r$  existe, il faut que :  $\alpha \neq 0$  puisque pour  $\omega = \omega_r$ , on a :  $X_m = \frac{F_m}{\alpha \omega}$

A.N. :  $\omega_r = \sqrt{\frac{150}{0,50}}$

$\omega_r = 17,3 \text{ rad.s}^{-1}$

### Exercice 5

#### 5.1- Définition de la fission

Fission. Du latin fissus, fendu.

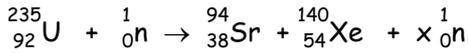
La fission est une réaction nucléaire provoquée au cours de laquelle un noyau lourd éclate sous l'impact d'un neutron.

*La première fission, celle de l'uranium, fut obtenue en 1938 par l'Allemand Otto Hahn (Francfort 1879 - Göttingen 1968). La fission des nucléides les plus lourds peut dégager de l'énergie. Cette énergie peut être produite de manière brutale dans une bombe (dite atomique ou A) ou de manière régulière dans un réacteur nucléaire.*

*Un nucléide est dit fissile si sa rupture peut être provoquée par un neutron d'énergie cinétique négligeable ou neutron thermique.*

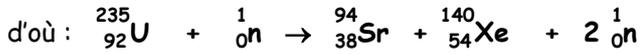
*Les nucléides fissiles les plus utilisés sont l'uranium 235, seul nucléide fissile naturel et le plutonium 239 qui se forme dans les réacteurs nucléaires à partir de l'uranium 238. Un nucléide naturel abondant tel que  $^{238}\text{U}$  qui, bombardé par des neutrons, peut engendrer des nucléides fissiles est dit fertile.*

## 5.2- Équation de la réaction



Équations de conservation :

$$235 + 1 = 94 + 140 + x \Rightarrow x = 2$$



### 5.2.1- Énergie libérée lorsqu'un noyau d'uranium est consommé

$$E = \sum A_i E_{//A}(\text{produits}) - \sum A_i E_{//A}(\text{réactifs})$$

$$E = 94E_{//A}(\text{Sr}) + 140E_{//A}(\text{Xe}) - 235E_{//A}(\text{U})$$

$$E = 94 \times 8,4 + 140 \times 8,2 - 235 \times 7,4$$

$$\mathbf{E = 198,6 \text{ MEV}}$$

$$\text{Or } 1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}, \text{ donc } \mathbf{E = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ J}}$$

### 5.2.2.a- Nombre de fissions qui se produisent par seconde dans la centrale

$$E_{\text{élect}} = \frac{30}{100} E_{\text{nucléaire}}$$

$$\Leftrightarrow \mathcal{P} \cdot t = \frac{30}{100} E_{\text{nucléaire}}$$

avec  $E_{\text{nucléaire}} = nE$  où  $n$  = nombre de fissions et  $E$  = énergie libérée par un noyau d'uranium

$$\text{on a : } \mathcal{P} \cdot t = \frac{30}{100} nE$$

$$\Leftrightarrow n = \frac{100}{30} \frac{\mathcal{P} \cdot t}{E} \quad (t = 1 \text{ s})$$

$$\Leftrightarrow n = \frac{100}{30} \frac{900 \cdot 10^6}{3,2 \cdot 10^{-11}} \quad \mathbf{n = 9,38 \cdot 10^{19} \text{ fissions/seconde}}$$

### 5.2.2.b- Masse d'uranium qu'il faut utiliser pour faire fonctionner la centrale pendant une année

$$1 \text{ an} = 365 \times 86400 \text{ s}$$

$$m = m_{\text{noyau}} \times n \times 365 \times 86400 \text{ avec } m_{\text{noyau}} = \frac{235}{\mathcal{N}}$$

$$\mathbf{m = 1,154 \cdot 10^6 \text{ g} = 1,154 \text{ tonne}}$$

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

### **EXERCICE 1 (04 points)**

1 - Un acide carboxylique saturé A réagit sur un monoalcool saturé B pour donner un ester E. Un certain volume de solution aqueuse contenant  $m = 0,40$  gramme de l'acide A est dosé par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $C_b = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ . Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour atteindre l'équivalence est de  $V_b = 17,4 \text{ mL}$ .

L'alcool B peut être obtenu par hydratation d'un alcène. L'hydratation de 5,6 grammes d'alcène produit 7,4 grammes d'alcool B.

L'oxydation de l'alcool B donne un composé organique qui réagit avec la D.N.P.H, mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling.

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

**(0,75 point)**

**1.2** - Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés A et B. **(0,25 point)**

**1.3** - A une température T, on prépare plusieurs tubes, au contenu identique. Dans chaque tube, on mélange  $4 \cdot 10^{-2}$  mole de l'acide A et  $4 \cdot 10^{-2}$  mole de l'alcool B, l'ensemble occupant un volume total de 5,9 mL. A une date t, on détermine par une méthode appropriée le nombre de mole(s) d'acide restant dans un tube et on obtient le tableau de valeurs ci-dessous :

t (min)	0	2	4	6	9	12	15	20	30	40	50
acide restant (mmol)	40,0	32,0	27,2	24,8	22,0	20,0	18,3	16,8	15,6	14,0	14,0
[Ester] mol.L <sup>-1</sup>											

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

Échelle : 1 cm  $\leftrightarrow$  0,5 mol.L<sup>-1</sup>

1 cm  $\leftrightarrow$  4 min

**(01 point)**

**1.3.2** - Définir la vitesse instantanée d'apparition de l'ester E. **(0,25 point)**

**1.3.3** - Déterminer la valeur de cette vitesse aux dates  $t_0 = 0$  et  $t_i = 20$  min. **(0,5 point)**

**1.3.4** - Interpréter l'évolution de la vitesse d'apparition de cet ester au cours du temps. **(0,25 point)**

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

**(0,5 point)**

**1.3.6** - Déterminer, alors, la composition du système final obtenu. **(0,5 point)**

### **EXERCICE 2 (04 points)**

Un composé organique B a pour formule brute  $C_2H_7N$ .

**2.1** - Donner les formules semi-développées possibles, les noms et classes de ces isomères. **(0,5 point)**

**2.2** - Une solution aqueuse (S) du composé B de concentration molaire volumique  $C_b = 6,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  a un pH égal à 11,8 à 25° C.

**2.2.1** - Le composé B est-il une base faible ou une base forte ? Pourquoi ? **(0,75 point)**

**2.2.2** - Déterminer théoriquement la valeur du  $pK_a$  du couple acide-base relatif au composé B.

**(0,75 point)**

**2.3** - Pour vérifier la valeur de ce  $pK_a$  on procède au dosage d'un volume  $V_b = 30 \text{ mL}$  de (S). Ce dosage est réalisé avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique  $C_a = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .

La courbe de variation du pH du milieu réactionnel est représentée sur une feuille de papier millimétré ci-jointe.

2.3.1 - Déterminer graphiquement le point d'équivalence et en déduire ses coordonnées. (0,5 point)

2.3.2 - En quoi la courbe  $pH = f(V.)$  confirme-t-elle la force de la base B, explicitée à la question 2.2.1 ? (0,5 point)

2.3.3 - Déterminer graphiquement la valeur du  $pK_a$  du couple acide-base relatif au composé B et la comparer à celle déterminée théoriquement à la question 2.2.2. (0,5 point)

2.4 - Lors du dosage de la solution (S), on peut repérer le point d'équivalence en utilisant un indicateur coloré. Parmi les indicateurs colorés suivants, quel est le plus approprié pour repérer le point d'équivalence ? (Justification à l'appui). (0,5 point)

Indicateur	Hélianthine	B.B.T	Phénolphthaléine
Zone de virage	3,1-4,4	6,0-7,6	8,2-10,0

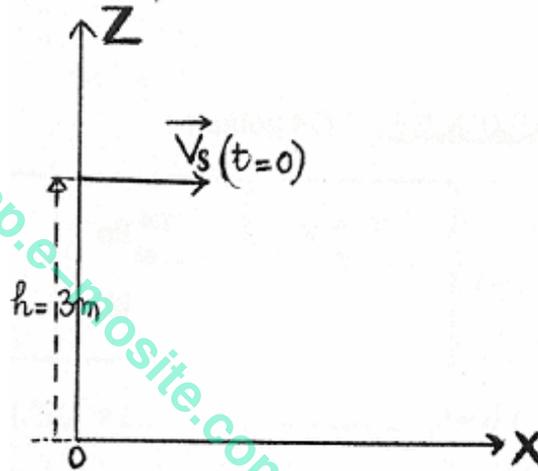
### EXERCICE 3 (04 points)

3.1 - Un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de constante de raideur  $k = 32 \text{ N.m}^{-1}$ , de longueur à vide  $l_0 = 18 \text{ cm}$ , retient un solide ponctuel S de masse  $m = 200 \text{ grammes}$ . L'ensemble est mis en mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical ( $\Delta$ ). Au cours du mouvement l'axe du ressort forme un angle constant  $\theta = 30^\circ$  avec la verticale. (On prendra  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ).

3.1.1 - Représenter les forces qui s'exercent sur le solide S en rotation et calculer leurs intensités respectives. (01 point)

3.1.2 - Évaluer la vitesse de rotation  $\omega$ , de l'ensemble autour de l'axe ( $\Delta$ ), et la vitesse linéaire  $v$  du solide ponctuel S. (0,75 point)

3.2 - A une date  $t = 0$  le solide S, passant par la verticale d'un point O se décroche. O est le point origine du repère  $(O, \vec{OX}, \vec{OY})$ ;  $\vec{OX}$  étant un axe horizontal, au niveau du sol.



3.2.1 - Établir l'équation cartésienne de la trajectoire du solide S sachant qu'à la date  $t = 0$ , il se trouve à la hauteur  $h = 3$  mètres du sol. (0,75 point)

3.2.2 - Représenter l'allure de cette trajectoire. (0,25 point)

3.3 - Au sol et sur l'axe  $\vec{OX}$ , on dispose convenablement un réceptacle circulaire de rayon  $R = 10 \text{ cm}$ . Le centre M du réceptacle se trouve à 80 cm de l'origine O du repère.

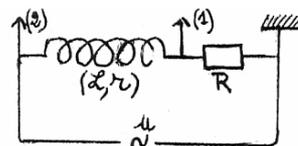
3.3.1 - Le solide S sera-t-il recueilli par le réceptacle ? (Réponse à justifier). (01 point)

3.3.2 - Si non, à quelle distance du centre M du réceptacle, le solide S tombe-t-il ? (0,25 point)

### EXERCICE 4 (04 points)

4.1 - Un dipôle D, comprend, en série, une bobine d'inductance  $\mathcal{L}$  et de résistance  $r$ , un résistor de résistance  $R = 20 \Omega$ . On applique aux bornes de cette association une tension sinusoïdale  $u = U_m \cos \omega t$ . Grâce à un oscillographe on observe les courbes de la figure (1).

Le balayage est réglé à  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ s/cm}$  et la sensibilité des voies (1) et (2) est de  $1 \text{ V/cm}$ .



4.1.1 - A partir des courbes, déterminer la période (T), la pulsation ( $\omega$ ) et la fréquence (N) de la tension sinusoïdale. (0,75 point)

4.1.2 - Déterminer l'amplitude ( $U_{\max}$ ) de la tension aux bornes du dipôle D et l'intensité maximale ( $I_{\max}$ ) du courant traversant l'association. (0,5 point)

4.1.3 - Déterminer la différence de phase entre la tension aux bornes du dipôle D et le courant qui le traverse. (0,25 point)

4.1.4 - Déterminer les valeurs de l'impédance Z, du dipôle D, de r et de L de la bobine inductive. (01 point)

4.2 - On insère dans le circuit précédent, et en série, un condensateur de capacité  $C = 112 \mu\text{F}$ . On observe sur l'écran de l'oscillographe les courbes de la figure (2). Les réglages du balayage et des sensibilités verticales ne sont pas modifiés.

4.2.1 - Préciser l'état de fonctionnement du nouveau circuit. Quel est le nouveau déphasage entre le courant et la tension aux bornes de ce circuit ? (0,25 point)

4.2.2 - L'état de fonctionnement de ce circuit est-il compatible avec la valeur de l'impédance Z trouvée à la question 4.1.4 ? (0,25 point)

4.2.3 - A partir des grandeurs visualisées, dans la figure 2, retrouver la valeur de la résistance (r) de la bobine. (0,75 point)

### EXERCICE 5 (04 points)

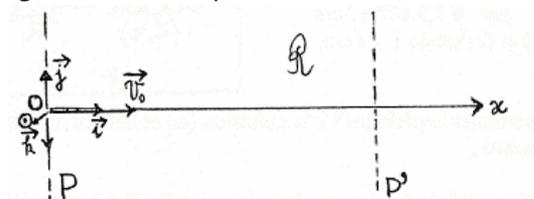
${}^A_ZX$	${}^{210}_{84}\text{Po}$	${}^{206}_{54}\text{Pb}$	${}^4_2\text{He}$	${}^{139}_{54}\text{Xe}$	${}^{95}_{38}\text{Sr}$
m (en u)	210,0482	206,0385	4,0039	138,9550	94,9450

Le polonium  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  est radioactif  $\alpha$  au cours de sa désintégration spontanée.

5.1 - Écrire l'équation de la réaction nucléaire ; rappeler les lois de conservation auxquelles elle obéit. (0, 75 point)

5.2 - En admettant que toute l'énergie libérée au cours de la réaction est transmise à la particule  $\alpha$  sous forme d'énergie cinétique, calculer la valeur de la vitesse d'émission  $v_{\alpha}$ , des particules  $\alpha$  en admettant qu'elles ne sont pas relativistes. (01 point)

5.3 - Une source munie de diaphragmes émet des particules  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ) de vitesses différentes.



Les particules  $\alpha$  de vitesse  $\vec{v}_0$  pénétrant en O dans la région d'espace R, comprise entre deux plaques P et P'. R est muni d'un repère orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

5.3.1 - Entre P et P' on établit un champ magnétique uniforme  $\vec{B} = B \cdot \vec{k}$  avec  $B = 10^{-3}$  T.

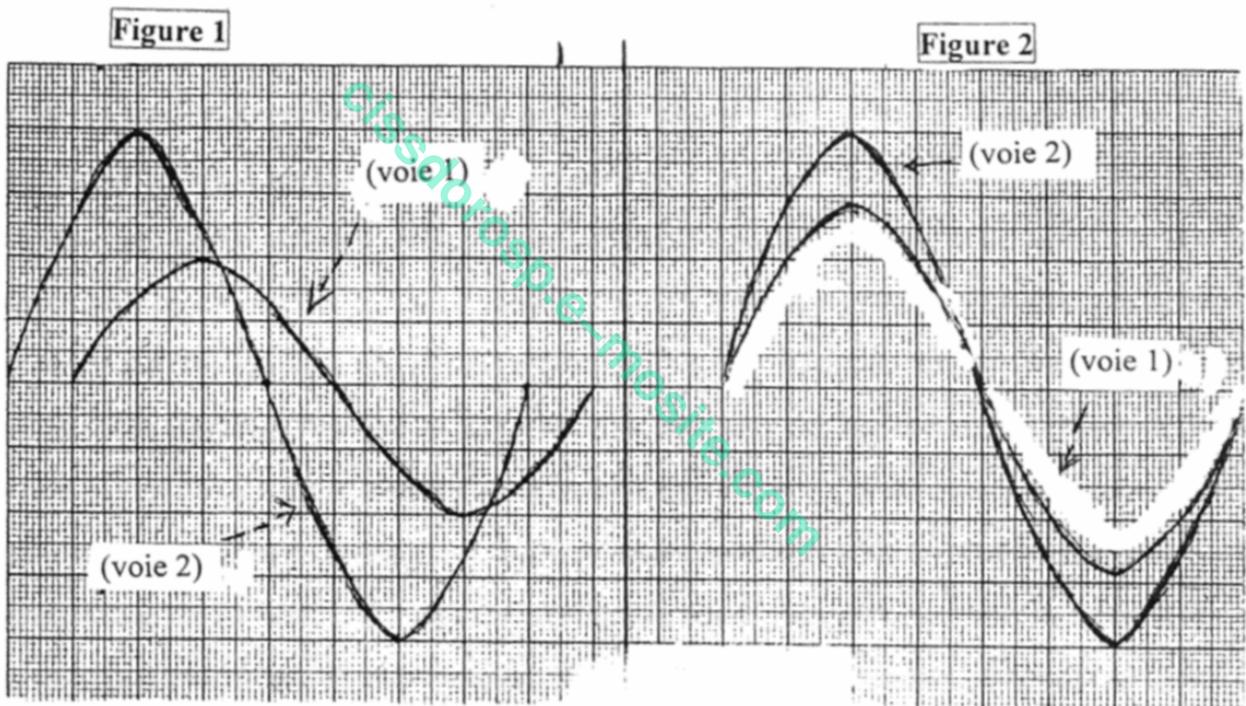
Étudier la nature du mouvement d'une particule  $\alpha$  pénétrant dans R, avec la vitesse  $\vec{v}_0 = v_0 \cdot \vec{i}$  en O.

Calculer la grandeur caractéristique de la trajectoire. (01 point)

On donne :  $v_0 = 10^7 \text{ m.s}^{-1}$  ; charge élémentaire :  $|e| = 1,6.10^{-19} \text{ C}$  ;  $1 \text{ u} = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$ .

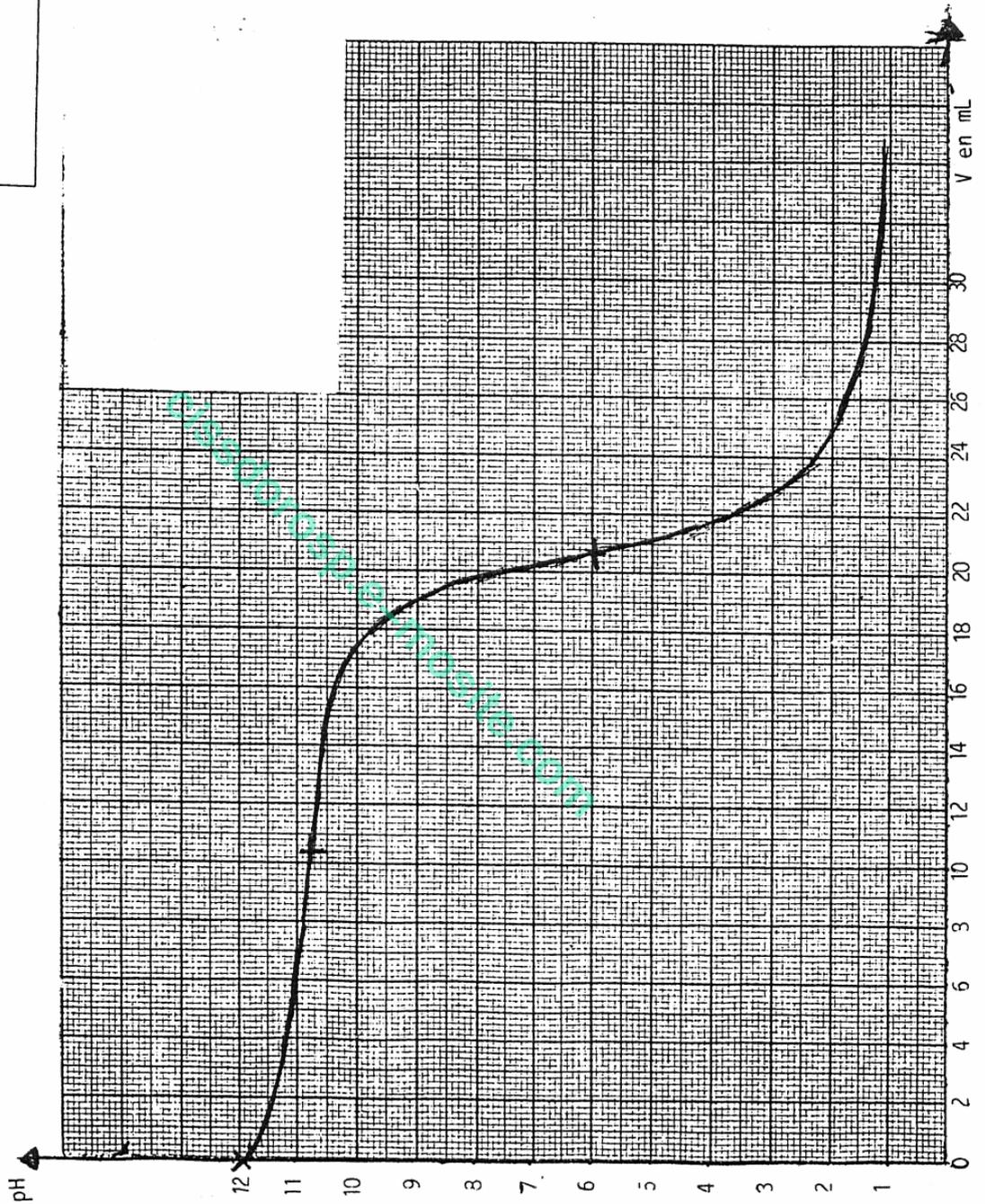
5.3.2 - Dans la même région  $\mathcal{R}$ , où règne déjà le champ magnétique  $\vec{B}$  précédent, on superpose un champ électrique uniforme  $\vec{E} = E \vec{j}$ .

- a) Déterminer la tension électrique  $U$  qu'il faut appliquer entre les plaques  $P$  et  $P'$  distantes de  $d = 1 \text{ cm}$  pour que les particules  $\alpha$  de vitesse  $\vec{v}_0$  ( $v_0 = 10^7 \text{ m.s}^{-1}$ ) ne soient pas déviées. (0,75 point)
- b) écrire comment seront déviées les particules de vitesse  $v < v_0$  et celles de vitesse  $v > v_0$ . (0,5 point)



Le candidat ne doit écrire sur cette  
feuille ni nom ni numéro de table.

N° Anonymat



**FIN DU SUJET**

Exercice 11.1- Formules sémi-développées de A, E et classe de B

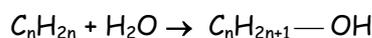
- A est un acide carboxylique saturé. Sa formule générale est donc  $C_nH_{2n+1}-COOH$ .

L'équivalence acido-basique est traduite par :  $n_A = n_B$  soit  $n_A = C_b \cdot V_b$  avec  $n_A = \frac{m_A}{M_A}$  et  $M_A = 14n + 46$

$$\text{D'où } \frac{m_A}{M_A} = C_b \cdot V_b \Leftrightarrow M_A = \frac{m_A}{C_b \cdot V_b}$$

On trouve  $n = 0$ . d'où la formule : **HCOOH. A est donc l'acide méthanoïque.**

- B est un alcool secondaire puisque le produit de son oxydation ménagée réagit avec la 2,4-DNPH et pas avec la liqueur de Fehling.



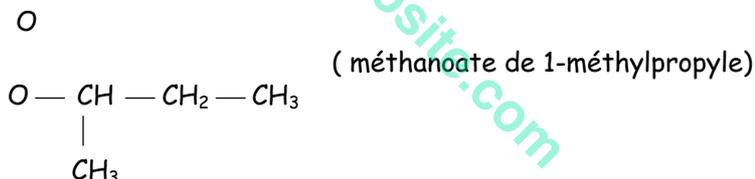
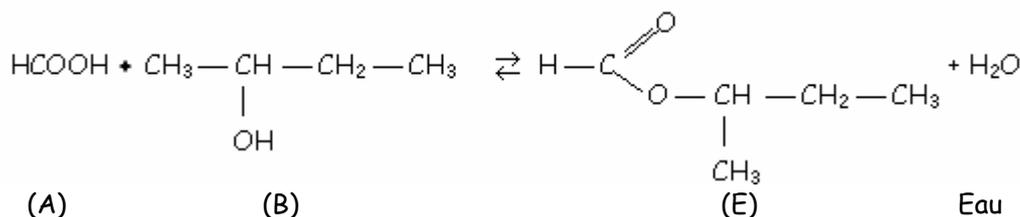
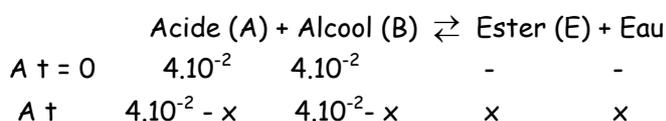
Posons  $n_{\text{alcène}} = n_1$  et  $n_{\text{alcool}} = n_2 \Leftrightarrow \frac{m_1}{M_1} = \frac{m_2}{M_2}$  avec  $M_1 = M_{\text{alcène}} = 14n$  et  $M_2 = M_{\text{alcool}} = 14n + 18$

$$\text{Soit } \frac{5,6}{14n} = \frac{7,4}{14n + 18} \Rightarrow n = 4$$

D'où la formule semi-développée de B :  $CH_3-CH-CH_2-CH_3$  (butan-2-ol)



- E est un ester :  $H-C$

1.2- Équation de la réaction entre A et B1.3- Tracé du graphe [ester] = f(t) (voir papier millimétré)

$$\left. \begin{array}{l} n(\text{acide}) = n = 4.10^{-2} - x \\ n(\text{ester}) = x \end{array} \right\} \Rightarrow n = 4.10^{-2} - n(\text{ester})$$

$$\Rightarrow n(\text{ester}) = 4.10^{-2} - n$$

$$\Rightarrow [\text{ester}] = \frac{n(\text{ester})}{V} = \frac{4.10^{-2} - n}{V}$$

$$[\text{ester}] = \frac{4.10^{-2} - n}{5,9.10^{-3}} = \frac{40 - n}{5,9}$$

temps (en minutes)	0	2	4	6	9	12	15	20	30	40	50
[Ester] (en mol/L)	0	1,4	2,2	2,6	3,1	3,4	3,7	3,9	4,1	4,4	4,4

### 1.3.2- Définition de la vitesse instantanée de formation de l'ester E

$$v_f(E)_t = \left( \frac{d[E]}{dt} \right)_t$$

$v_f(E)_t$  est égale au coefficient directeur de la tangente à la courbe  $[E] = f(t)$  à la date  $t$ .

### 1.3.3- Valeurs de $v_f(E)_t$ aux dates $t = 0$ et $t = 20$ min

On trouve  $v_f(E)_{t=0} = \frac{2,5}{2} = 1,3 \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

et  $v_f(E)_{t=20\text{min}} = \frac{0,5}{17,2} = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

### 1.3.4- Interprétation

La vitesse d'apparition de l'ester diminue au cours du temps et s'annule à partir de la date  $t = 40$  min.

1.3.5- Après  $t = 40$  min, la réaction entre A et B n'évolue plus alors que les réactifs ne sont pas encore totalement consommés : La réaction n'est donc pas totale.

### 1.3.6- Composition finale du système

$$n(A)_{\text{rest}} = n(B)_{\text{rest}} = 14.10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(E) = n(\text{H}_2\text{O}) = 26.10^{-3} \text{ mol}$$

Ou encore : A : 17,5 % ; B : 17,5 % ; E : 32,5 % ; H<sub>2</sub>O : 32,5 %

## Exercice 2

### 2.1- Formules semi-développées, noms et classes des amines de formule brute C<sub>2</sub>H<sub>7</sub>N

-

CH<sub>3</sub>—CH<sub>2</sub>—NH<sub>2</sub> éthylamine, amine primaire ou amine non substituée.

CH<sub>3</sub>—NH—CH<sub>3</sub> ; diméthylamine ou N-méthylméthanamine, amine secondaire ou amine N-substituée

### 2.2.1- Force de la base B

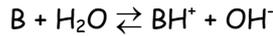
Raisonnons par l'absurde. Si B était une base forte, on aurait  $\text{pH} = 14 + \log C_b$

Soit  $\text{pH} = 14 + \log 6,93 \cdot 10^{-2} = 12,8$

Or on a  $\text{pH} = 11,8$  donc  $\text{pH} \neq 14 + \log C_b$

Le pH de la base B ne vérifie pas la relation  $\text{pH} = 14 + \log C_b$ . Donc B n'est pas une base forte. Autrement dit **B est une base faible.**

### 2.2.2- Valeur théorique du $\text{pK}_{\text{ath}}$



- Inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution

B,  $\text{BH}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  et  $\text{H}_2\text{O}$  (le solvant)

- Exploitation du pH et du produit ionique de l'eau

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-11,8} = 1,58 \cdot 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 6,31 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

- Équation d'électroneutralité de la solution

$$[\text{BH}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \quad ([\text{H}_3\text{O}^+] \text{ est négligeable devant } [\text{OH}^-])$$

$$\text{donc } [\text{BH}^+] \approx [\text{OH}^-] = 6,31 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

- Conservation de la matière

$$C_b = [\text{B}]_{\text{rest}} + [\text{B}]_{\text{ionisé}} = [\text{B}]_{\text{rest}} + [\text{BH}^+]$$

$$\Rightarrow [\text{B}]_{\text{rest}} = C_b - [\text{BH}^+] \text{ soit } [\text{B}]_{\text{rest}} = 6,30 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

on en tire le  $\text{pK}_{\text{ath}}$  :

$$\text{pH} = \text{pK}_{\text{ath}} + \log \frac{[\text{B}]}{[\text{BH}^+]}$$

$$\text{pK}_{\text{ath}} = \text{pH} - \log \frac{[\text{B}]}{[\text{BH}^+]}$$

$$\text{AN : } \text{pK}_{\text{ath}} = 11,8 - \log \frac{6,30 \cdot 10^{-2}}{6,3 \cdot 10^{-3}} = 10,8$$

$$\underline{\underline{\text{pK}_{\text{ath}} = 10,8}}$$

### 2.3.1- Détermination graphique du point équivalent ( voir graphe)

On utilise la méthode des tangentes.

On trouve E ( $V_{\text{aE}} = 20,6 \text{ mL}$ ;  $\text{pH}_E = 6$ ).

**2.3.2-** La courbe présente un point d'inflexion avant l'équivalence. La base est donc faible.

**2.3.3- Détermination graphique du  $pK_a$**

$V_{aE} = 20,6\text{ mL}$  ;  $V_{aE/2} = 10,3\text{ mL}$  à partir de la courbe  $\text{pH}_{E/2} = 10,8 = pK_{a\text{graph}}$ .

On remarque que  $pK_{a\text{th}} = pK_{a\text{graph}} = 10,8$ .

**2.4 - Choix de l'indicateur coloré**

L'indicateur coloré le plus approprié est celui dont la zone de virage contient le pH à l'équivalence : dans ce dosage, c'est le **bleu de bromothymol (B.B.T)**.

Exercice 3

**3.1.1- Représentation des forces et leurs valeurs**

Le solide (S) est soumis à : - son poids  $\vec{P} = m\vec{g}$   
 - la tension  $\vec{T}$  du ressort

Théorème du centre d'inertie :  $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

Projection suivant la normale  $\vec{N}$  :  $0 + T\sin\theta = ma_N$  (1)

Projection suivant la normale  $\vec{j}$  :  $T\cos\theta - mg = 0$  (2)

(2) donne  $T = \frac{mg}{\cos\theta}$

**A.N.** :  $P = 0,2 \times 9,8 = 1,96\text{ N}$  et  $T = \frac{1,96}{\cos 30^\circ} = 2,26\text{ N}$

**$P = 1,96\text{ N}$  et  $T = 2,26\text{ N}$**

**3.1.2- valeurs de  $\omega$  et V**

d'après (1)  $ma_N = T\sin\theta$  avec  $a_N = \omega^2 r$  et  $r = MH = l \sin\theta$   
 soit  $m\omega^2 l \sin\theta = T\sin\theta$  avec  $T = k(l - l_0)$

$\Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{T}{m(\frac{T}{k} + l_0)}}$

**A.N.** :  **$\omega = 6,71\text{ rad.s}^{-1}$**

La vitesse linéaire  $v = r\omega = l \sin\theta \omega$   **$v = l \omega \sin\theta$**

**A.N.** :  **$V = 0,84\text{ m.s}^{-1}$**

### 3.2.1- Équation cartésienne de la trajectoire

Le solide (S), projeté à la vitesse  $V_S = V$  n'est soumis qu'à son poids  $\vec{P} = m\vec{g}$ .

- Théorème du centre d'inertie appliqué à (S) :  
$$\vec{P} = m\vec{a}$$
$$m\vec{g} = m\vec{a}$$
$$\vec{a} = \vec{g}$$

ou encore  $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = \text{cte1} \\ a_z = -gt + \text{cte2} \end{cases}$

Les constantes cte1 et cte2 sont déterminées à partir des conditions initiales.

À  $t = 0$   $\vec{v} = V_S \cdot \vec{i} \Rightarrow \text{cte1} = V_S$  et  $\text{cte2} = 0$ . D'où :  $\vec{v} \begin{cases} v_x = V_S \\ v_z = -gt \end{cases}$

On en déduit le vecteur position  $\vec{OM}$ .

$$\vec{OM} \begin{cases} x = V_S \cdot t + \text{cte3} \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + \text{cte4} \end{cases} \Rightarrow \vec{OM} \begin{cases} X = V_S \cdot t \\ Z = -\frac{1}{2}gt^2 + h \end{cases} \quad \text{puisque à } t = 0 \text{ } x = 0 \text{ et } z = h.$$

Pour avoir l'équation de la trajectoire on élimine  $t$  entre  $x$  et  $z$ .

$$X = V_S \cdot t \Rightarrow t = \frac{X}{V_S} \quad \boxed{Z = -\frac{1}{2}g\frac{X^2}{V_S^2} + h} \quad (\text{la trajectoire est un arc de parabole})$$

$$\text{A.N. : } Z = -\frac{9,8}{2 \times 0,84^2} X^2 + 3 \quad \underline{\underline{Z = -6,94X^2 + 3}}$$

### 3.2.2- Allure de la trajectoire

#### 3.3.1- Le solide S sera-t-il recueilli par le réceptacle ?

Au sol :  $Z = 0$  et  $X \neq 0$

$Z = 0$  permet de calculer la portée du lancer.

$$-6,94X^2 + 3 = 0 \Rightarrow \underline{\underline{X = 65,7 \text{ m.}}}$$

$X = 65,7\text{cm}$  or le bord du réceptacle se trouve à  $70 \text{ cm}$  de l'origine  $O$  du repère. **Le solide ne sera donc pas recueilli par le réceptacle.**

### Exercice 4

#### 4.1.1- Période $T$ , la pulsation $\omega$ et fréquence $N$ de la tension

$$T = 2,5 \cdot 10^{-3} \times 8 = 20 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 20 \text{ ms}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{20 \cdot 10^{-3}} = 100\pi = 314 \text{ rad.s}^{-1}.$$

$$N = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = 50 \text{ Hz}.$$

$$\underline{T = 20 \text{ ms} ; \omega = 314 \text{ rad.s}^{-1} ; N = 50 \text{ Hz}.$$

#### 4.1.2- Valeurs de $I_{\max}$ et $U_{\max}$

$$U_{\max} = 1 \times 4 = 4 \text{ V}$$

$$I_{\max} = \frac{U_{R\max}}{R} = \frac{1 \times 2}{20} = 0,10 \text{ A}$$

$$\underline{\text{A.N. : } U_{\max} = 4 \text{ V} ; I_{\max} = 0,1 \text{ A}}$$

#### 4.1.3- Différence de phase entre $u(t)$ et $i(t)$

$$\varphi = 2\pi \frac{1}{L} = 2\pi \times \frac{1}{8} = \frac{\pi}{4} = 0,785 \text{ rad} \quad (\varphi > 0).$$

$u(t)$  est en avance sur  $i(t)$

#### 4.1.4- Valeurs de $L$ , $r$ et de l'impédance $Z$

$$Z = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = \frac{4}{0,10} = 40 \Omega.$$

$$\cos\varphi = \frac{R+r}{Z} \Rightarrow r = Z\cos\varphi - R = 8,3 \Omega.$$

$$\tan\varphi = \frac{L\omega}{R+r} = 1 \text{ puisque } \varphi = \frac{\pi}{4} \Rightarrow L = \frac{R+r}{\omega} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ H} = 90 \text{ mH}.$$

$$\underline{Z = 40 \Omega ; r = 8,3 \Omega ; L = 90 \text{ mH}.$$

#### 4.1.4- État de fonctionnement du nouveau circuit

La phase entre l'intensité et la tension est nulle : le nouveau circuit est à la résonance d'intensité.

#### 4.2.2- Impédance $Z'$ du nouveau circuit

$$Z' = \frac{U'_{\max}}{I'_{\max}} = \frac{U'_{\max}}{U'_{R\max}} R$$

$$\text{AN: } Z' = \frac{4}{2,8} \times 20 = 28,5 \Omega.$$

L'état de fonctionnement de ce circuit n'est pas compatible avec la valeur de Z, car Z est différent de Z'.

#### 4.2.3- Retrouvons la valeur de la résistance r de la bobine.

A la résonance  $Z' = R + r \Rightarrow r = Z' - R$

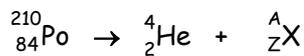
**A.N.** :  $r = 28,5 - 20 = 8,5 \Omega$ .

**r = 8,5 Ω.**

On retrouve pratiquement la même valeur.

### Exercice 5

#### 5.1- Équation de la réaction nucléaire et lois de conservation



- conservation du nombre de nucléons :  $210 = 4 + A \Rightarrow A = 206$
- conservation du nombre de protons :  $84 = 2 + Z \Rightarrow Z = 82$

d'où :  ${}_Z^A\text{X}$  est  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$



#### 5.2- Vitesse d'émission $V_\alpha$ des particules $\alpha$

Nous admettons que toute l'énergie libérée au cours de la réaction est transmise à la particule  $\alpha$  sous forme d'énergie cinétique.

Donc  $E_{c\alpha} = E$  avec  $E = \Delta m \cdot c^2$

$E = (210,0482 - 4,0039 - 206,0385) \times 931,5 = 5,4 \text{ MeV}$

$\frac{1}{2} m_\alpha V_\alpha^2 = E$

Soit  $V_\alpha = \sqrt{\frac{2E}{m_\alpha}}$

**A.N.** :  $V_\alpha = \sqrt{\frac{2 \times 5,4 \times 1,6 \cdot 10^{-13}}{4,0039 \times 1,67 \cdot 10^{-27}}}$        **$V_\alpha = 1,6 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$**

#### 5.3.1- Rayon de courbure de la trajectoire

La particule  $\alpha$  est soumise à la force de Lorentz  $\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$

Le théorème du centre d'inertie appliqué à la particule donne :  $\vec{F} = m \vec{a}$  soit  $q \vec{v} \wedge \vec{B} = m \vec{a}$

Dans la base de Frenet  $(\vec{T} ; \vec{N})$  :

$$\vec{F} \begin{cases} F_T = 0 \\ F_N = qV_0 \cdot B \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_T = 0 \\ a_N = \frac{V_0^2}{R} \end{cases}$$

$\Rightarrow a_T = 0 \Rightarrow V = \text{cte} = V_0$  : le mouvement est uniforme

$$\text{et } a_N = \frac{V_0^2}{R} \Rightarrow qV_0B = m \frac{V_0^2}{R} \Leftrightarrow R = \frac{mV_0}{qB} \text{ avec } q = 2e$$

$$\boxed{R = \frac{mV_0}{2eB}} \quad R = \text{cte} : \text{le mouvement est circulaire}$$

A.N. : R = 20,9 m

Les particules  $\alpha$  décrivent un mouvement circulaire uniforme de rayon R = 20,9 m

### 5.3.2.a- Valeur de la tension U qu'il faut appliquer pour que les particules $\alpha$ ne soient pas déviées

Pour que les particules  $\alpha$  ne soient pas déviées, il faut que la somme des forces qui s'appliquent sur elles soient nulle.

$$\vec{F}_m + \vec{F}_e = \vec{0} \Rightarrow F_m = F_e$$

$$\text{soit } qV_0B = qE \text{ avec } E = \frac{U}{d}$$

$$\Leftrightarrow \frac{U}{d} = V_0B$$

$$\Leftrightarrow \boxed{U = BdV_0}$$

A.N. :  $U = 10^{-2} \times 1.10^{-2} \times 10^7$

U = 1000 V

### 5.3.2.b-

- Si  $V < V_0$  alors  $F_m < F_e$  : les particules  $\alpha$  sont déviées vers le haut, au dessus de l'axe Ox.
- Si  $V > V_0$  alors  $F_m > F_e$  : les particules  $\alpha$  sont déviées vers le bas, au dessous de l'axe Ox.

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**EXERCICE 1 (03,5 points)**

On dissout  $10^{-2}$  mole de 2-méthylbutanoate de méthyle (méthyl-2 butanoate de méthyle) dans la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un litre de solution.

1.1 - Donner la formule semi-développée du 2-méthylbutanoate de méthyle. La molécule est-elle chirale ? Justifier la réponse. (0,5 point)

Donner les représentations spatiales des deux énantiomères. (0,5 point)

1.2 - Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse du 2-méthylbutanoate de méthyle. Préciser le nom et la fonction chimique de chaque produit obtenu. (0,5 point)

1.3 - On prélève 100 mL de la solution précédente qu'on répartit dans 10 tubes. A la date  $t = 0$ , tous les tubes contiennent le même volume de cette solution.

A une date  $t$ , on prélève un tube qu'on met dans la glace puis on dose l'acide formé à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $C_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  en présence d'un indicateur coloré. On obtient les résultats suivants :

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	90	120
$V_b$ (mL)	0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4

$V_b$  est le volume d'hydroxyde versé à l'instant de date considéré.

1.3.1 - Après avoir déterminé le nombre de mole d'ester restant à chaque instant, tracer la courbe représentative de la quantité d'ester restant au cours du temps  $n_E = f(t)$ .

Échelle : 1 cm  $\leftrightarrow$  10 min

1,5 cm  $\leftrightarrow$   $10^{-5}$  mole. (01 point)

1.3.2 - Définir le temps de demi-réaction - puis le déterminer graphiquement. (0,5 point)

1.3.3 - Définir la vitesse instantanée de disparition de l'ester, puis la déterminer à la date  $t = 40$  min.

(0,5 point).

**EXERCICE 2 (02,5 points)**

On dispose d'un flacon contenant une solution d'acide carboxylique  $C_nH_{2n+1}COOH$  dont la densité est  $d = 1,195$  et titrant en masse 77 % d'acide pur. Avec une pipette on prélève un volume de 5 mL de cette solution que l'on étend à un litre avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée de 1 litre. On prélève 20 mL de la solution ainsi diluée que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $C_b = 2,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Dans le document joint sont donnés quelques points de la courbe  $pH = f(V_b)$  où  $V_b$  le volume de base versé. On considérera que  $pH = 2$  pour  $V_b = 0$

2.1 - Compléter le tracé de la courbe et déduire de cette courbe la concentration molaire volumique  $C_a$  de la solution diluée ainsi dosée et le  $pK_a$  du couple  $C_nH_{2n+1}COOH / C_nH_{2n+1}COO^-$  (0,5 point)

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

(0,75 point)

2.3 - On désire préparer un volume  $V = 315 \text{ mL}$  de solution tampon de  $\text{pH} = 4$  en mélangeant un volume  $V_1$  de la solution acide de concentration  $C_a$  et un volume  $V_2$  de solution saline  $C_n\text{H}_{2n+1}\text{COONa}$  de concentration molaire volumique  $C'_b = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

2.3.1 - Qu'est-ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés ? (0,5 point)

2.3.2 - Déterminer les valeurs de  $V_1$  et  $V_2$ . (0,75 point)

### EXERCICE 3 (05 points)

3.1 - Calculer le champ de gravitation créé par la Lune à sa surface. (0,5 point)

3.2 - Calculer la force de gravitation qu'exerce la Lune sur la Terre. (0,5 point)

3.3 - En quel point du segment joignant les centres de la Lune et de la Terre la force de gravitation est-elle nulle ? (0,75 point)

3.4 - Démontrer que l'énergie potentielle de gravitation d'un corps de masse  $m$  situé à la distance  $r$  du centre d'une planète de masse  $M$ , vaut :  $E_p = -K \frac{m \cdot M}{r}$ . Prendre  $E_p = 0$  à l'infini. (0,75 point)

3.5 - Exprimer la vitesse de libération  $V_1$  ou première vitesse cosmique, d'un objet par rapport à une planète de masse  $M$  et rayon  $R$  en fonction de  $K$ ,  $M$  et  $R$ . Faire l'application numérique pour la Terre et pour la Lune. (01 point)

3.6 - Déterminer l'altitude à laquelle doit évoluer un satellite terrestre géostationnaire. (0,75 point)

3.7 - Un satellite passe tous les 26 jours au-dessus de la verticale d'un lieu terrestre après 370 révolutions son altitude est alors de 830 km. Ces données sont-elles compatibles avec le fait que le satellite a une trajectoire circulaire autour de la Terre ? Justifier la réponse. On admet que la période est mesurée à 1 % près. (0,75 point)

**Données :** La Terre et la Lune sont considérées comme des corps sphériques homogènes.

$$K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$$

$$\text{Masse de la Terre : } M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg ; Rayon } R_T = 6\,370 \text{ km}$$

$$\text{Masse de la Lune : } M_L = 7,34 \cdot 10^{22} \text{ kg ; } R_L = 1\,740 \text{ km}$$

$$\text{Distance des surfaces de la Terre et de la Lune } D = 384 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$\text{Durée du jour solaire : } T_1 = 86\,400 \text{ s ; Durée du jour sidéral } T_2 = 86\,164 \text{ s.}$$

### EXERCICE 4 (03 points)

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène H sont donnés par :  $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$ , avec  $n$  entier non nul.

4.1 - Représenter les cinq premiers niveaux sur un diagramme (échelle  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ eV}$ ). Quelle est l'énergie minimale de l'atome d'hydrogène ? A quoi correspond-elle ? (01 point)

4.2 - Donner l'expression littérale de la longueur d'onde  $\lambda_{p,m}$ , de la radiation émise lors de la transition électronique du niveau  $n = p$  au niveau  $n = m$  en expliquant pourquoi on a  $p > m$ . (0,5 point)

4.3 - L'analyse du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène montre la présence des radiations de longueurs d'onde :

$$H_\alpha = 656,28 \text{ nm}, \quad H_\beta = 486,13 \text{ nm} \quad \text{et} \quad H_\gamma = 434,05 \text{ nm.}$$

Ces radiations sont émises lorsque cet atome passe d'un état excité  $p > 2$  à l'état  $n = 2$ .

4.3.1 - Déterminer les valeurs correspondantes de  $p$ . (0,75 point)

4.3.2 - Balmer, en 1885, écrivait la loi de détermination de ces raies sous la forme :  $\lambda = \lambda_0 \frac{p^2}{p^2 - 4}$

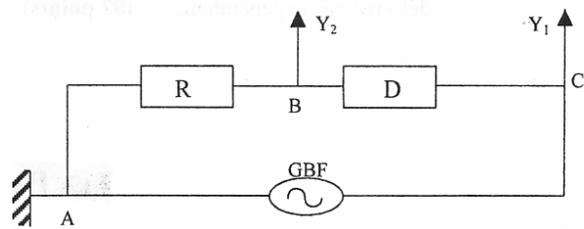
Retrouver cette loi et déterminer la valeur  $\lambda_0$ . (0,75 point)

**Données** : vitesse de la lumière  $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$     masse de l'électron  $m = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$   
 Constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ j.s}$   
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

**EXERCICE 5 (06 points)**

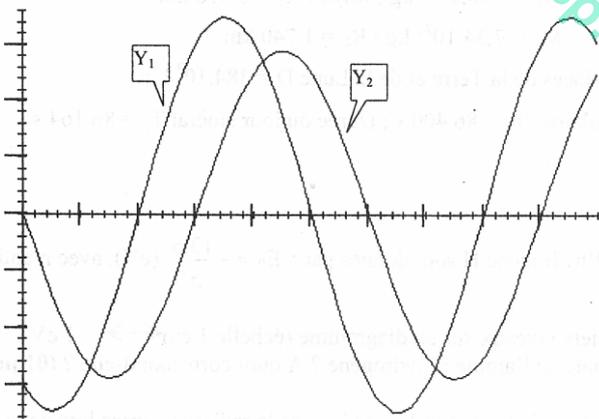
On considère un dipôle D pouvant être un conducteur ohmique, une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$  ou un condensateur.

Pour déterminer sa nature, on réalise le montage ci-contre.



- le générateur B.F délivre une tension alternative sinusoïdale  $u(t)$  de fréquence  $N$ .
- La résistance du conducteur ohmique est  $R = 205 \Omega$ .
- L'oscilloscope bicourbe, branché comme indiqué sur le schéma, possède les réglages suivants :

- balayage horizontal :  $3 \text{ ms.cm}^{-1}$
- sensibilité verticale de la voie  $Y_1$  :  $20 \text{ V.cm}^{-1}$
- sensibilité verticale de la voie  $Y_2$  :  $10 \text{ V.cm}^{-1}$



5.1 - On observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes ci-dessus.

5.1.1 - Montrer que le dipôle D est une bobine résistive, Déterminer ses caractéristiques  $r$  et  $L$ . (0,75 point)

5.1.2 - Établir les expressions de l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant et de la tension instantanée  $u(t)$  délivrée par le générateur. (02 points)

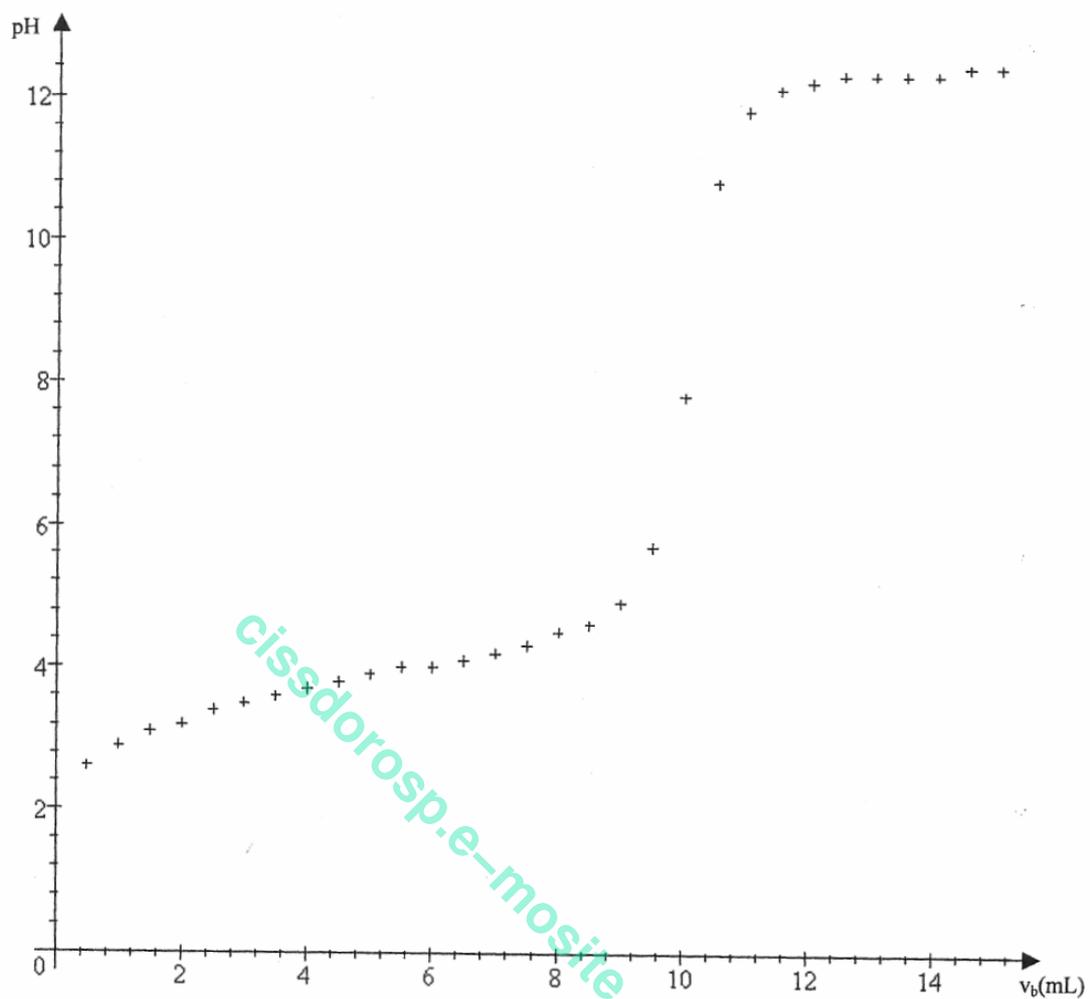
5.2 - La bobine précédente est montée en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R' = 340 \Omega$  et un condensateur de capacité  $C$ . L'ensemble est soumis à une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U' = 220 \text{ V}$  délivrée par un générateur basse fréquence réglée à la fréquence  $N' = 50,5 \text{ Hz}$ .

5.2.1 - Quelle doit être la valeur de la capacité  $C$  pour que le courant  $i'(t)$  parcourant le circuit soit en avance de phase de  $\frac{\pi}{6}$  sur la tension  $u'(t)$  délivrée par le générateur ? (01,25 point)

5.2.2 - Établir les expressions de l'intensité instantanée  $P(t)$  du courant et de la tension instantanée  $u'(t)$  délivrée par le générateur. (02 points)

**document joint (A RENDRE AVEC LA COPIE)**

## EXERCICE 2



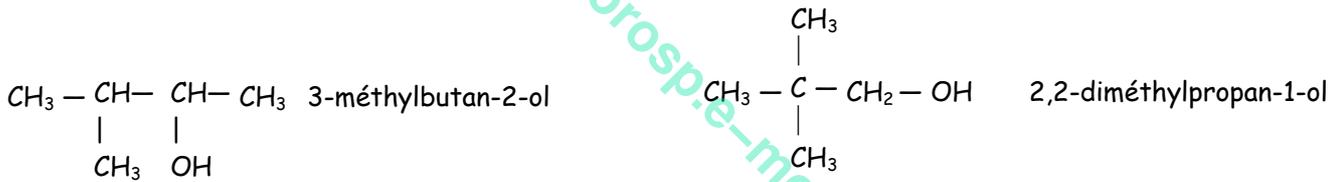
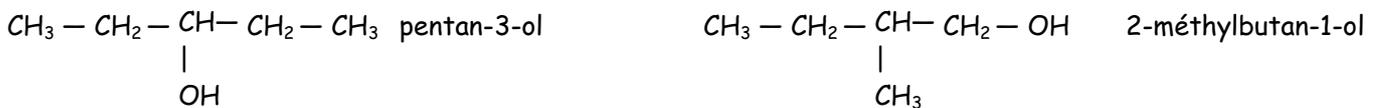
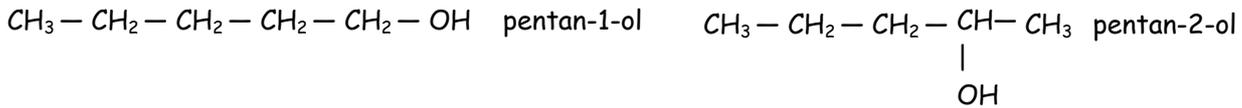
**NB** : le candidat ne doit mettre sur cette feuille ni nom ni n° de table, ni aucun signe distinctif.

## CORRIGÉ BAC S1S3 2002

### Exercice 1

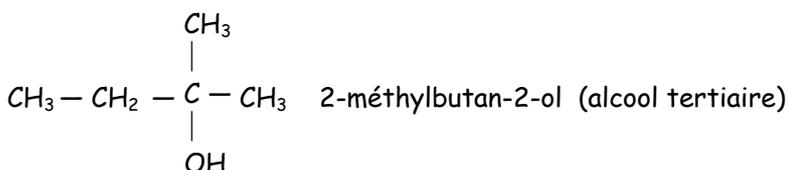
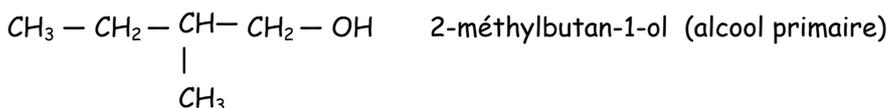
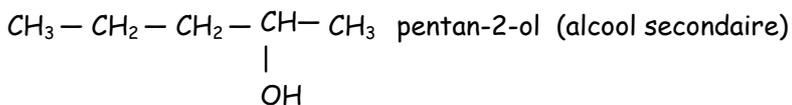
### Exercice 2

#### 2.1- Formules semi-développées et noms des 8 isomères des alcools de formule brute $C_5H_{12}O$

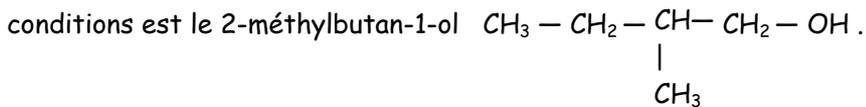


#### 2.2.1- Montrons que B est le 2-méthylbutan-1-ol

Les molécules chirales et ramifiées sont :



Seul un alcool primaire peut donner par oxydation ménagée un acide carboxylique. L'alcool qui remplit ces

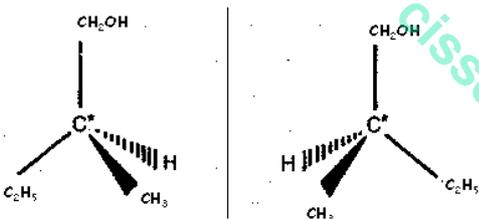


### 2.2.2- Définition de atome de carbone asymétrique

Un atome de carbone asymétrique est un atome de carbone tétraédrique, lié à 4 atomes ou groupes d'atomes tous différents.



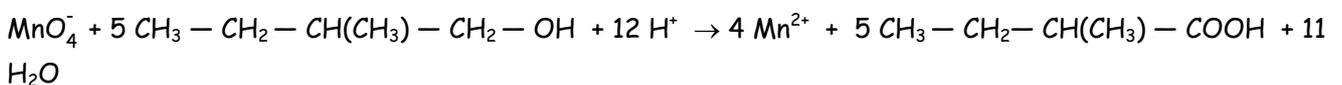
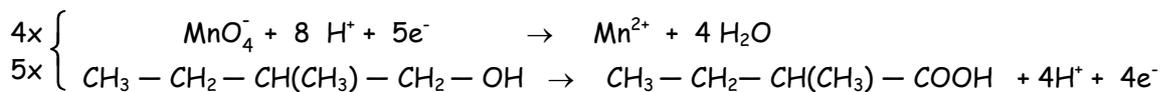
### 2.2.3- Représentation des énantiomères de B



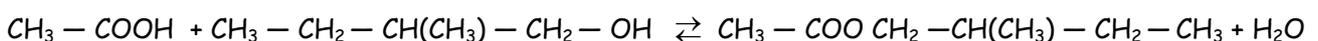
### 2.2.4- Formule semi-développée et nom de l'acide carboxylique obtenu par oxydation ménagée de B.

L'acide carboxylique obtenu est :  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$  ; il s'agit de l'**acide 2-méthylbutanoïque**.

### -Equation bilan de la réaction d'oxydation ménagée de l'alcool B par l'ion permanganate en milieu acide



### 2.3.1-Equation bilan de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'alcool B



Cette réaction est lente, limitée et athermique.

Nom de l'ester : Éthanoate de 2-méthylbutyle.

### 2.3.2- masse d'ester obtenu



État initial	$n_A$	$n_B$	-	-
État d'équilibre	$n_A - x$	$n_B - x$	$x$	$x$

avec  $n_A = \frac{m_A}{M_A} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ mol}$  et  $n_B = \frac{m_B}{M_B} = \frac{22}{88} = 0,25 \text{ mol}$

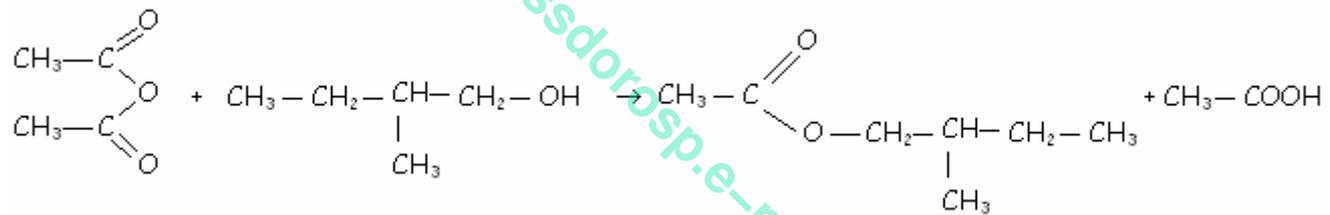
La réaction se produit dans les conditions stœchiométriques. Donc :  $x = \frac{66,7}{100} n_A = 0,17 \text{ mol} = n_{\text{Ester}}$

Or  $m_{\text{Ester}} = n_{\text{Ester}} M_{\text{Ester}}$  avec  $M_{\text{Ester}} = 130 \text{ g.mol}^{-1}$

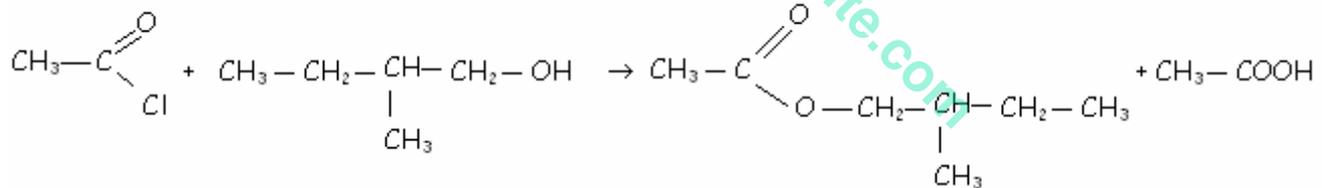
Donc  $m_{\text{Ester}} = 21,7 \text{ g}$

#### 2.4- Autres méthodes pour préparer efficacement l'ester

On peut faire réagir du chlorure d'éthanoyle sur l'alcool B ou de l'anhydride éthanóique sur l'alcool B. Les deux réactions citées sont rapides et totales contrairement à l'estérification de B par l'acide éthanóique.



ou



(On ne donnera que l'une de ces deux équations)

#### Exercice 3

#### Exercice 4

#### Exercice 5

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**EXERCICE 1 (04 points)**

Dans une enceinte de volume  $V$  invariable, maintenue à la température  $T = 2500 \text{ K}$  est introduite une quantité  $n_0$  moles de dioxyde de carbone. Il s'établit l'équilibre suivant



(2)

1.1 - Sachant qu'à cette température 15 % de la quantité initiale de dioxyde de carbone est dissociée à l'équilibre dans les conditions où la pression totale du mélange vaut  $P = 1 \text{ atm}$ , exprimer:

a) La composition molaire du mélange à l'équilibre en fonction de  $n_0$  et  $\alpha$  coefficient de dissociation de  $\text{CO}_2$  à 2500 K. (01 point)

b) Les pressions partielles des trois gaz participant à l'équilibre en fonction de  $P$  et  $\alpha$ . (0,5 point)

1.2 - Calculer la constante d'équilibre relative aux pressions partielles  $K_p$  à 2500 K.

1.3 - Etablir la relation entre  $K_p$  et la constante d'équilibre relative aux nombres de moles  $K$ , En déduire  $n_0$ . (01 point)

1

1.4 - Dans quel sens se déplace l'équilibre si on diminue la quantité de dioxyde de carbone ? Justifier. (01 point)

On donne  $V = 1 \text{ L}$  et  $R = 0,082 \text{ atm L.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

**EXERCICE 2 (04 points)**

**Données :** Masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M(\text{H}) = 1$      $M(\text{C}) = 12$      $M(\text{N}) = 14$ .

On prépare une solution aqueuse d'une monoamine saturée B en versant une masse  $m = 5,9 \text{ g}$  de cette amine dans de l'eau pure afin d'obtenir un volume  $V = 2 \text{ litres}$  de solution.

On dose ensuite un volume  $V_B = 20 \text{ mL}$  de cette solution (B) à l'aide d'une solution (A) d'acide sulfurique (diacide fort) de concentration  $C_A = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Le pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange au cours de ce dosage.

2.1-

2.1.1 - Donner l'allure de la courbe  $\text{pH} = f(V_A)$  avec  $V_A$  le volume de la solution (A) versé. (0,25 point)

2.1.2 - Cette courbe présente deux points remarquables :

- le point D de coordonnées  $V_D = 5 \text{ mL}$  et  $\text{pH}_D = 9,8$
- le point équivalent E de coordonnées :  $V_E = 10 \text{ mL}$  ;  $\text{pH}_E = 6,0$ .

a) Définir l'équivalence acido-basique. Déterminer la concentration molaire volumique  $C_B$  de la solution (B).

b) Déterminer alors la formule brute de l'amine B. (01 Point)

2.1.3 - On note  $\text{BH}^+$  l'acide conjugué de l'amine B. En justifiant brièvement, donner la valeur du  $\text{pK}_A$  de ce couple acide/base. Expliquer la valeur du pH à l'équivalence ( $\text{pH}_E$ ). (01 Point)

2.1.4 - On donne le tableau suivant :

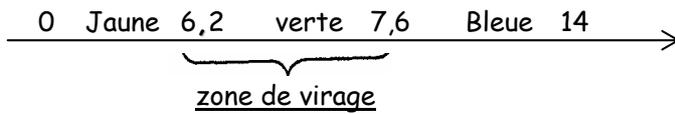
Amine	NH <sub>3</sub>	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> N	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
pK <sub>A</sub>	9,2	10,8	9,8	11,1	10,6	10,6

En déduire la formule semi-développée de l'amine B et son nom. (0,25 point)

2.2 - On revient au dosage de la question 1. Calculer les concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques présentes dans la solution lorsqu'on se trouve au point D (V<sub>D</sub> = 5 mL).

Quelles sont les propriétés caractéristiques de cette solution ? (01 point)

2.3 - On donne la zone de virage du bleu de bromothymol (BBT) :



Le bleu de bromothymol aurait-il pu être utilisé lors du dosage pour repérer l'équivalence ? Justifier la réponse. (0,5 point)

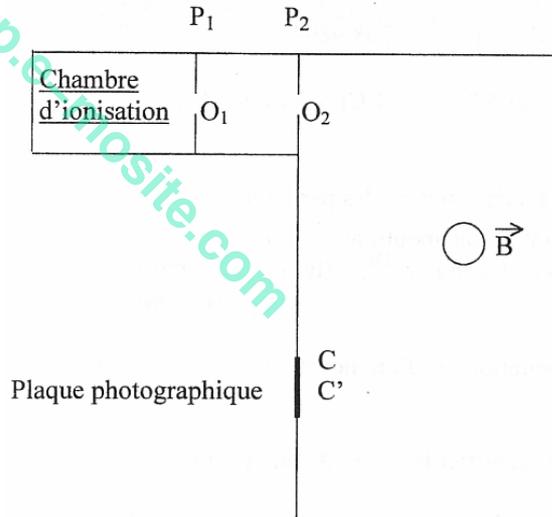
### EXERCICE 3 (04 points)

On donne :  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  On envisage la séparation des isotopes de l'uranium à l'aide d'un spectrographe de masse. On négligera le poids des ions devant les autres forces.

3.1 - Une chambre d'ionisation produit des ions  $^{238}\text{U}^+$  et  $^{\text{A}}\text{U}^+$ , de masses respectives  $m_1 = 238\text{u}$  et  $m_2 = \text{Au}$ .

Ces ions sont ensuite accélérés dans le vide entre deux plaques métalliques parallèles P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub>. La tension accélératrice a valeur U<sub>0</sub> = 4 kV.

On suppose que les ions sortent de la chambre d'ionisation en O<sub>1</sub> avec une vitesse nulle.



3.1.1 - Quelle est la plaque qui doit être portée au potentiel le plus élevé ? Justifier. (0,25 point)

3.1.2 - Montrer que l'énergie cinétique est la même pour les deux types d'ions arrivant en O<sub>2</sub>. En est-il de même pour les vitesses ? Justifier. (0,5 point)

3.1.3 - Calculer la vitesse V<sub>0</sub> des ions  $^{238}\text{U}^+$  lorsqu'ils sont en O<sub>2</sub>. (0,5 point)

3.1.4 - Exprimer en fonction de A et de V<sub>0</sub> la vitesse V'<sub>0</sub> des ions  $^{\text{A}}\text{U}^+$  en O<sub>2</sub>. (0,25 point)

3.2 - Les ions pénètrent ensuite dans une région où règne un champ magnétique uniforme orthogonal au plan de la figure, d'intensité B = 0,1 T.

3.2.1 - Indiquer sur un schéma le sens du vecteur  $\vec{B}$  pour que les ions  $^{238}\text{U}^+$  parviennent en C', et les ions  $^{\text{A}}\text{U}^+$  en C. Justifier la construction. (0,5 point)

3.2.2 - Montrer que les trajectoires des ions sont planes ; établir la nature du mouvement ainsi que la forme de ces trajectoires. (0,5 point)

**3.2.3** - Calculer le rayon de courbure  $R_1$  de la trajectoire des ions  $^{238}\text{U}^+$ .

Exprimer le rayon de courbure  $R_2$  de la trajectoire des ions  $^A\text{U}^+$  en fonction de  $R_1$  et de  $A$ .

On donne  $CC' = 1,77$  cm, calculer  $A$ . En déduire  $V_0$ . **(01 point)**

**3.3** - Le courant d'ions issu de la source correspond à une intensité de  $10 \mu\text{A}$ . sachant que l'uranium naturel contient en nombre d'atomes  $0,7\%$  d'isotope léger, calculer la masse de cet isotope recueilli en 24 h.

**(0,5 point)**

#### **EXERCICE 4 (03,5 points)**

On donne :

Nucléide X	$^{80}\text{Hg}$	$^{82}\text{Pb}$	$^{83}\text{Bi}$	$^{84}\text{Po}$
Masse du nucléide : $m_X$	203,9735 u	205,9745 u	208,9804 u	209,9829 u

$M_\alpha = 4,0026$  u ;  $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27}$  kg =  $931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;  $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10}$  Bq ;  
nombre d'Avogadro  $N = 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**4.1** - L'uranium  $^{238}_{92}\text{U}$  se désintègre avec ses «descendants» en émettant des particules  $\alpha$  ou  $\beta^-$ . Calculer le nombre de désintégrations  $\alpha$  et  $\beta^-$ , sachant qu'on aboutit au  $^{206}\text{Pb}$ . Comment appelle-t-on l'ensemble des noyaux issus de l'uranium  $^{238}\text{U}$  (lui même compris) ? **(01 point)**

**4.2** - Le plomb  $^{206}\text{Pb}$  peut être obtenu par une désintégration  $\alpha$  d'un noyau X avec une période  $T = 138$  jours.

**4.2.1** - Ecrire l'équation-bilan de cette désintégration et identifier le noyau X. **(0,5 point)**

**4.2.2** - Calculer en MeV puis en Joule l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau X. **(0,5 point)**

**4.3** - On part d'un échantillon de 4,2 g de X.

**4.3.1** - Calculer l'activité  $A_0$  de cet échantillon. L'exprimer en Becquerel puis en Curie. **(0,5 point)**

**4.3.2** - Quelle est l'activité de cet échantillon au bout de 69 jours ? **(0,5 point)**

**4.3.3** - Quelle masse de cet échantillon se désintègre-t-il au bout de 552 jours ? **(0,5 point)**

#### **EXERCICE 5 (04,5 points)**

N.B : On ne travaillera qu'avec les données de l'exercice.

La Terre est assimilée à une sphère de rayon  $R$ . Un satellite de masse  $m$ , supposé ponctuel décrit une orbite circulaire d'altitude  $h$  autour de la Terre.

**5.1** - Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. **(0,5 point)**

**5.2** - Donner l'expression du champ de gravitation  $g$  de la Terre en un point A à l'altitude  $h$  en fonction de sa valeur  $g_0$  au sol, de  $R$  et de  $h$ . **(0,25 point)**

5.3

5.3.1 - Déterminer pour le satellite l'expression de sa période et celle de son énergie cinétique en fonction de  $g_0$ ,  $R$ ,  $h$  et  $m$  éventuellement. (01 point)

5.3.2 - Application numérique:  $g_0 = 9,81 \text{ N/kg}$ ,  $R = 6400 \text{ km}$ ,  $h = 400 \text{ km}$ ,  $m = 1020 \text{ kg}$ . Calculer son énergie cinétique. (0,25 point)

5.3.3 - Donner la définition d'un satellite géostationnaire en précisant son lieu d'évolution. Déterminer la valeur de  $h$  pour un tel satellite. (01 point)

5.4 - La lune est un satellite « naturel » de la Terre qui gravite autour de cette dernière à une orbite de rayon  $r_L = 385000 \text{ km}$ .

5.4.1 - Déterminer sa période de révolution et vérifier que ce résultat est conforme à vos connaissances. (0,5 point)

5.4.2 - Sachant que le point d'équigravitation du système Terre-Lune (point où le champ gravitationnel terrestre est égal au champ gravitationnel lunaire) est à la distance  $x = 38287 \text{ km}$  de la Lune, déterminer la masse de la Lune. (01 point)

**FIN DU SUJET**

*cissdorosp.e-mosite.com*

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (03 points)**

Sur l'étiquette d'une bouteille contenant une solution aqueuse, on peut lire

- Acide benzoïque  $C_6H_5COOH$ .
- concentration molaire volumique  $C_a = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ . Afin de vérifier la concentration molaire de cette solution et de déterminer la constante d'acidité du couple  $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$ ; on prélève un volume  $V_a = 20 \text{ mL}$  de cette solution que l'on place dans un bécher. On y ajoute progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de calcium  $Ca(OH)_2$  de concentration molaire volumique  $C_b = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Un pH-mètre, préalablement étalonné, permet de suivre l'évolution du pH du mélange.

1.1- Faire un schéma annoté du dispositif de dosage. **(0,25 point)**

1.2- Ecrire l'équation-bilan responsable de la variation du pH. **(0,5 point)**

1.3- Les résultats obtenus permettent de placer quelques points de la courbe  $pH = f(V_b)$  (figure 1).  $V_b$  est le volume de la solution d'hydroxyde de calcium versé.

A partir de la courbe, que vous tracerez, vérifiez si la valeur de la concentration portée sur l'étiquette est exacte. On explicitera la méthode utilisée. (il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la feuille de copie). **(0,5 point)**

1.4- On s'intéresse à la partie de la courbe comprise entre  $V_b = 4 \text{ cm}^3$  et  $V_b = 8 \text{ cm}^3$ . On admettra que les concentrations  $[H_3O^+]$  et  $[OH^-]$  sont négligeables devant  $[C_6H_5COOH]$  et  $[C_6H_5COO^-]$ .

1.4.1- En utilisant les équations d'électroneutralité et de conservation de la matière, établir l'égalité suivante :

$$\frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{2C_b V_b}{C_a V_a - 2C_b V_b}$$

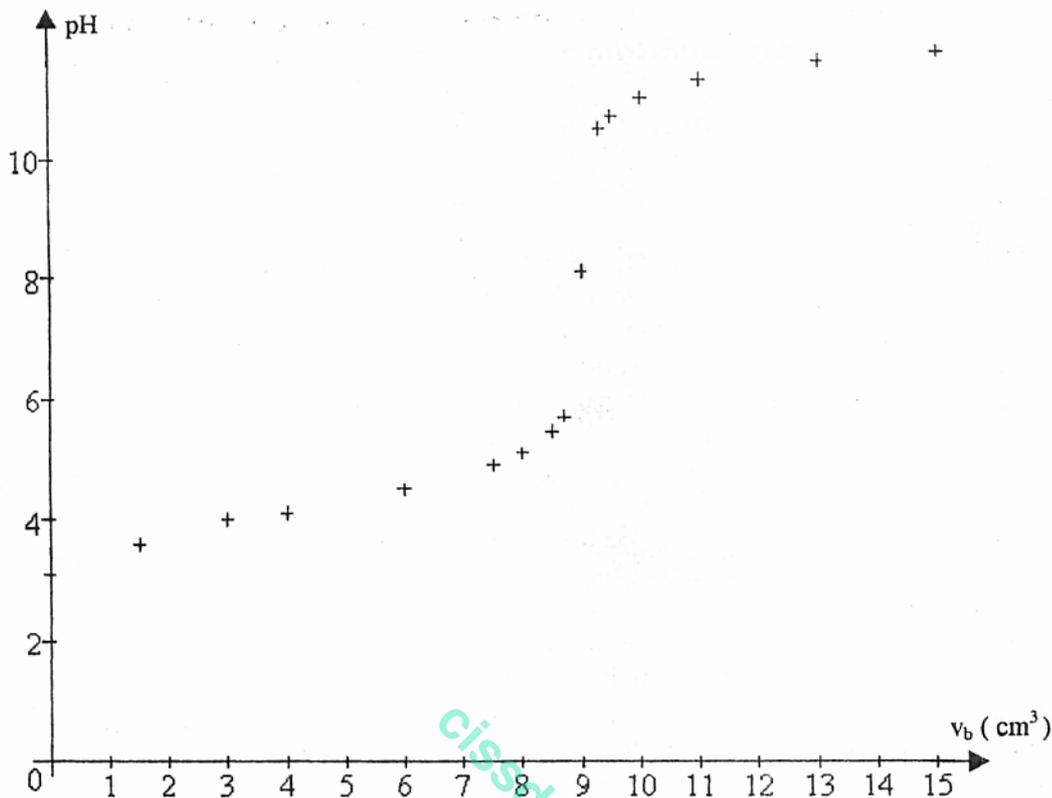
On prendra la valeur de  $C$  donnée par l'expérience. **(0,5 point)**

1.4.2- Le tableau de mesures ci-dessous indique les valeurs du pH lorsque le volume varie de 4 à 8  $\text{cm}^3$ . Avec une échelle convenable tracer la courbe :

$$pH = f \left( \log \frac{[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} \right) \text{ pour } 4 \text{ mL} \leq V_b \leq 8 \text{ mL.} \quad \text{(0,75 point)}$$

$V_b$ (mL)	4,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
pH	4,1	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7	4,9	5,1

1.4.3- En déduire la valeur du  $pK_A$  du couple  $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$ . **(0,5 point)**



**Figure 1**

**EXERCICE 2 (03 points)**

**Données :** Masses molaires en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  : H : 1 ; C : 12 ; O : 16

Soit un alcool noté B dont la formule brute est  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ .

**2.1-** Donner les 8 formules semi-développées des différents alcools ayant la formule brute  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$  et préciser leur nom. **(0,5 point)**

**2.2-** Des analyses montrent que la molécule de B est ramifiée et chirale. Aussi l'oxydation ménagée de B par le permanganate de potassium en milieu acide donne, entre autres, un acide carboxylique.

**2.2.1-** Montrer, en justifiant votre réponse, que B est le 2- méthylbutan-1-ol **(0,25 point)**

**2.2.2-** Qu'appelle-t-on atome de carbone asymétrique ?

Indiquer l'atome de carbone asymétrique dans la formule semi-développée de B. **(0,25 point)**

**2.2.3-** Représenter les énantiomères correspondant à B. **(0,25 point)**

**2.2.4-** Donner la formule semi-développée et le nom de l'acide carboxylique obtenu par oxydation ménagée de B. Ecrire les demi-équations puis l'équation-bilan de la réaction d'oxydation ménagée de l'alcool B par l'ion permanganate en milieu acide. **(0,5 point)**

**2.3** On fait réagir l'acide éthanoïque avec l'alcool B.

**2.3.1-** Ecrire l'équation bilan de la réaction et nommer le produit organique obtenu à la fin de la réaction. Préciser les caractères de cette réaction. **(0,25 point)**

2.3.2- Les masses utilisées de l'acide éthanóique et de l'alcool B sont respectivement  $m_A = 15 \text{ g}$  et  $m_B = 22 \text{ g}$ . Calculer la masse du produit organique obtenu à la fin de la réaction sachant que le rendement de la réaction est 66,7 %. (0,5 point)

2.4- Il existe des méthodes plus avantageuses pour préparer le produit organique obtenu à la question 2.3. Lesquelles ? En quoi sont-elles plus avantageuses ? Ecrire l'équation bilan de la réaction correspondant à l'une de ces méthodes. (0,5 point)

### **EXERCICE 3 (05 points)**

On négligera l'action de l'air sur le mouvement du ballon et on prendra  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

Lors d'un match de football, pour marquer un but, il faut que le ballon passe par un cadre rectangulaire. Ce cadre est constitué par deux montants verticaux réunis au sommet par une barre transversale qui est à une hauteur  $h = 2,44 \text{ m}$  du sol.

XOY est le plan vertical et XOZ est le plan horizontal. Pour simplifier, on remplacera le ballon par un point matériel dont la masse est  $m = 430 \text{ g}$ . Le ballon est posé en O sur le sol horizontal face au cadre à une distance  $d = 25 \text{ m}$ . (figure 2).

1<sup>er</sup> cas : tir sans obstacle.

3.1- Un joueur, non gêné par un adversaire, tire sur le ballon et lui communique une vitesse  $\vec{V}_0$  contenue dans le plan vertical XOY. Sa direction fait un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec le plan horizontal.

3.1.1- Montrer que la trajectoire du ballon est dans le plan vertical. (0,5 point)

3.1.2- Etablir l'équation de la trajectoire du ballon dans le système d'axes indiqué. (01 point)

3.1.3- Entre quelles valeurs doit se situer la norme de  $\vec{V}_0$  pour que le but soit réussi ? (01 point)

2<sup>ème</sup> cas : tir avec obstacle.

3.2- Le joueur effectue à nouveau le tir mais on place un mur en face du ballon à une distance  $d' = 9,15 \text{ m}$  du ballon. La direction du mur est parallèle à l'axe OZ et sa hauteur est  $h' = 1,75 \text{ m}$ .

Le joueur tire sur le ballon et lui communique une vitesse  $\vec{V}_0$  de valeur  $V_0 = 16,83 \text{ m/s}$  et faisant un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec le sol horizontal.

3.2.1- Montrer que :

a) le ballon n'est pas arrêté par le mur. (0,5 point)

b) Le point d'impact du ballon sur le sol est  $M_1(25 \text{ m} ; 0 ; 0)$ . (0,5 point)

3.2.2- Quelle est la durée du mouvement du ballon entre le mur et le but ? (0,5 point)

3.2.3- Le gardien de but est au point  $M_2(25 \text{ m} ; 0 ; 3,66 \text{ m})$ . Il voit le ballon lorsque ce dernier passe au dessus du mur.

A partir de cet instant, à quelle vitesse, supposée constante, doit-il se déplacer suivant une direction parallèle à OZ pour empêcher le ballon de rentrer dans le but ? (0,1 point)

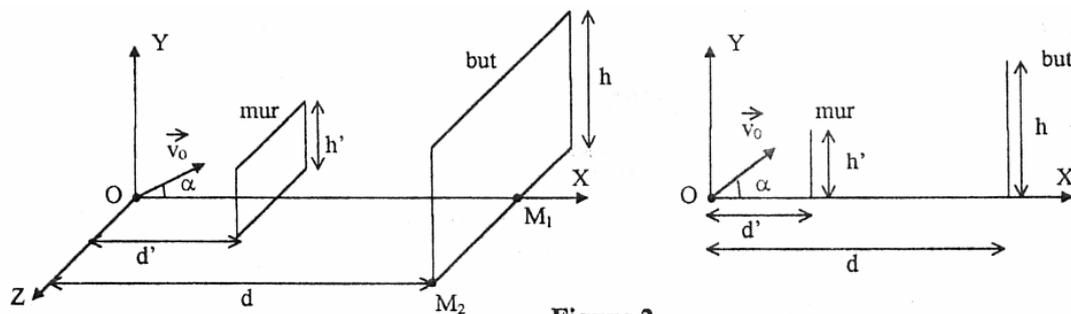


Figure 2

#### EXERCICE 4 (04 points)

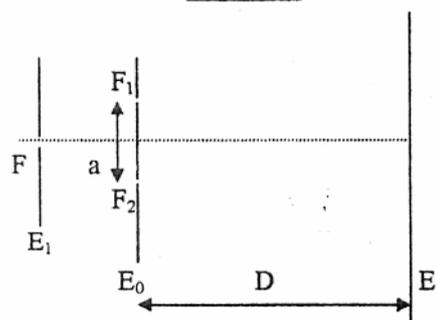
Deux fentes fines parallèles, rectangulaires  $F_1$  et  $F_2$  sont percées dans un écran opaque,  $E_0$  ; à une distance  $a = 0,5 \text{ mm}$  l'une de l'autre.

On les éclaire grâce à une troisième fente  $F$  percée dans un écran  $E_1$  derrière lequel est placée une lampe à vapeur de sodium.  $E_0$  est parallèle à  $E_1$  et  $F$  est située à égale distance de  $F_1$  et  $F_2$ . On place un écran  $E_2$  parallèlement à  $E_0$  à une distance  $D = 1,00 \text{ m}$  de celui-ci. (figure 3)

La longueur d'onde de la lumière émise par la lampe est  $\lambda_0 = 589 \text{ nm}$ , les deux fentes  $F_1$  et  $F_2$  se comportent comme deux sources cohérentes de lumière monochromatique. Les faisceaux de la lumière diffractée par  $F_1$  et  $F_2$  interfèrent et l'on observe sur l'écran  $E_2$  des franges d'interférence.

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

Figure 3



4.1- Quel est le caractère de la lumière ainsi mis en évidence par le phénomène observé ? Expliquer brièvement. (01 point)

4.2- Représenter qualitativement la figure observée sur l'écran  $E_2$ . (0,5 point)

4.3- Expliciter, le sens des termes ou expressions suivants : écran opaque, source monochromatique, sources cohérentes et interférence. (0,5 point)

4.4- Sachant que la différence de marche entre 2 rayons provenant respectivement de  $F_2$  et  $F_1$ , interférant en  $M$ , est donnée par la relation :

$$\delta = F_2M - F_1M = \frac{ay}{D}$$

Établir l'expression de l'interfrange  $i$  en fonction de  $\lambda_0$ ,  $D$  et  $a$  puis calculer  $i$ . (01 point)

4.5- On remplace la source précédente par une source monochromatique dont la longueur d'onde est  $\lambda_1$ . On observe sur l'écran  $E_2$  que la distance entre la quatrième frange brillante et la septième frange sombre situées de part et d'autre de la frange centrale brillante est  $d = 10,29 \text{ mm}$ .

Quelle est la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_1$  de la lumière émise par la source ? (01 point)

#### EXERCICE 5 (05 points)

On réalise le circuit comprenant une bobine d'inductance  $\mathcal{L}$  et de résistance  $r = 11 \Omega$ , un résistor de résistance  $R_1 = 100 \Omega$ , un interrupteur, un ampèremètre et un générateur de tension continue dont la f.é.m est  $E_0$  et sa résistance interne est négligeable. (figure 4)

5.1- L'interrupteur est fermé, le régime permanent étant établi, l'ampèremètre indique  $I = 0,50 \text{ A}$ . Avec un teslamètre, on mesure l'intensité du champ magnétique à au centre de la bobine. On trouve  $B = 0,31 \text{ mT}$ .

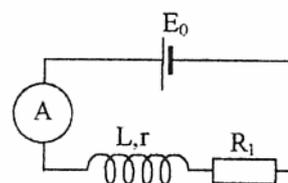


Figure 4

La longueur de la bobine est  $l = 40 \text{ cm}$  et son diamètre est  $d = 5 \text{ cm}$ . Ces dimensions permettent de considérer la bobine comme un solénoïde.

5.1.1- Représenter sur une figure claire le champ magnétique à au centre du solénoïde et préciser la nature de ses faces. (01 point)

5.1.2- Calculer le nombre de spires  $N$  du solénoïde. (01 point)

5.2- Le circuit précédent étant maintenu, on remplace le générateur de tension continue par un générateur basse fréquence délivrant une tension en créneaux (figure 5). Cette tension périodique varie entre 0 et  $E_1 = 6 \text{ V}$ .

(voir figure 6)

On désire suivre l'évolution de la tension aux bornes du résistor par un oscilloscope à mémoire bicourbe.

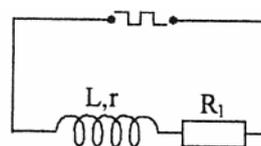


Figure 5

5.2.1- Reproduire la figure 5 et indiquer les branchements à réaliser pour visualiser sur l'écran de l'oscilloscope la tension aux bornes du générateur à la voie A et la tension aux bornes du résistor à la voie B. (01 point)

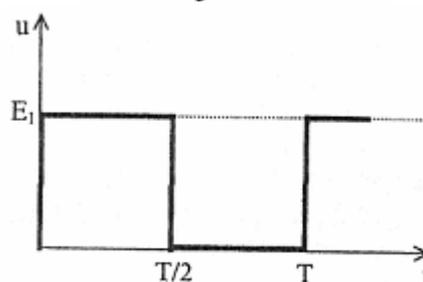


Figure 6

5.2.2- Établir l'équation différentielle régissant la variation de l'intensité du courant  $i$  lorsque  $t \in [0 ; \frac{T}{2}]$ ,  $T$  étant la période de la tension délivrée par le générateur. (0,75 point)

5.2.3- Vérifier que  $[1 - \exp(-\frac{t}{\tau})]$  est une solution de cette équation où  $\tau$  est une constante que l'on exprimera en fonction de  $R_1$ ,  $r$  et  $L$ .

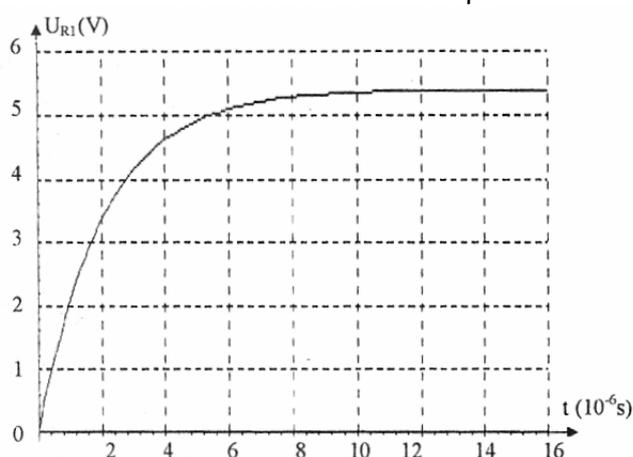


figure 7

#### 5.2.4

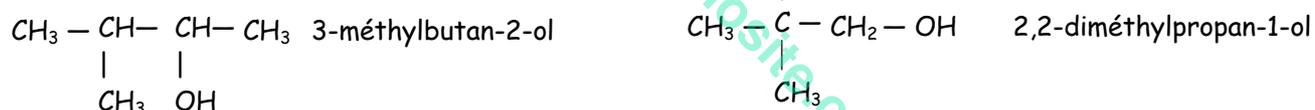
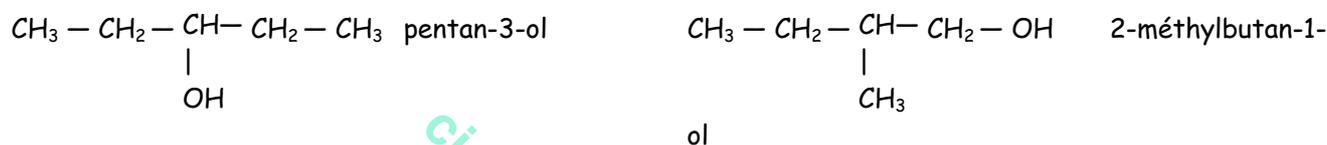
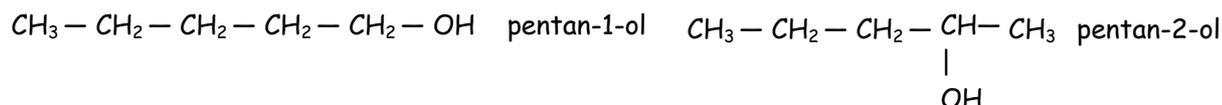
- Que représente  $\tau$  pour le circuit ? Déterminer à partir du graphe de la figure 7 sa valeur en explicitant la méthode utilisée. (0,25 point)
- En déduire la valeur de  $L$ . (0,25 point)

c) A partir de cette valeur, vérifier la valeur du nombre de spires  $N$  trouvée à la question 5.1.2-  
(0,25 point)

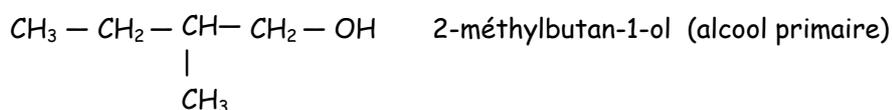
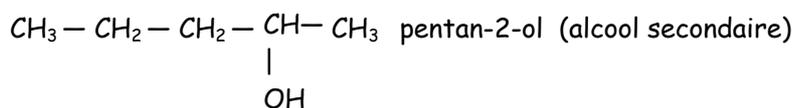
Donnée : perméabilité magnétique du vide:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  S.I.

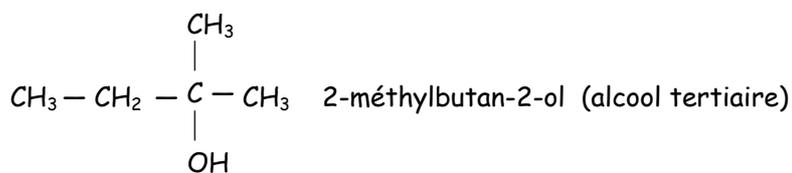
**FIN DU SUJET**

[cissdorosp.e-mosite.com](http://cissdorosp.e-mosite.com)

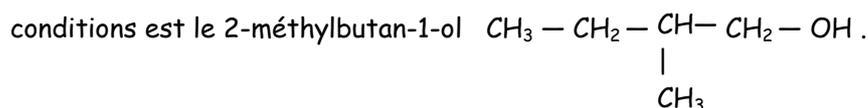
Exercice 1Exercice 22.1- Formules semi-développées et noms des 8 isomères des alcools de formule brute  $C_5H_{12}O$ 2.2.1- Montrons que B est le 2-méthylbutan-1-ol

Les molécules chirales et ramifiées sont :





Seul un alcool primaire peut donner par oxydation ménagée un acide carboxylique. L'alcool qui remplit ces

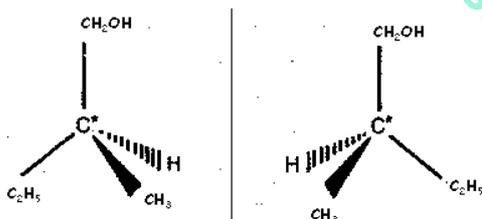


### 2.2.2- Définition de atome de carbone asymétrique

Un atome de carbone asymétrique est un atome de carbone tétraédrique, lié à 4 atomes ou groupes d'atomes tous différents.



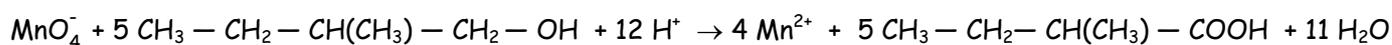
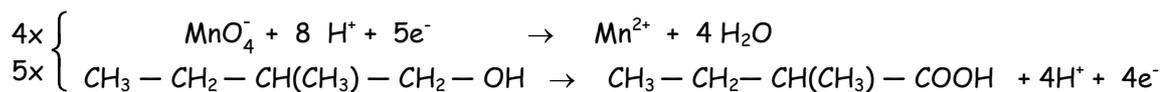
### 2.2.3- Représentation des énantiomères de B



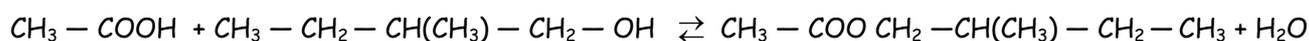
### 2.2.4- Formule semi-développée et nom de l'acide carboxylique obtenu par oxydation ménagée de B.

L'acide carboxylique obtenu est :  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$  ; il s'agit de l'**acide 2-méthylbutanoïque**.

-Equation bilan de la réaction d'oxydation ménagée de l'alcool B par l'ion permanganate en milieu acide



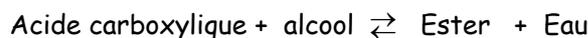
### 2.3.1-Equation bilan de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'alcool B



Cette réaction est lente, limitée et athermique.

Nom de l'ester : Éthanoate de 2-méthylbutyle.

### 2.3.2- masse d'ester obtenu



État initial  $n_A$   $n_B$  - -

État d'équilibre  $n_A - x$   $n_B - x$  x x

$$\text{avec } n_A = \frac{m_A}{M_A} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ mol} \quad \text{et} \quad n_B = \frac{m_B}{M_B} = \frac{22}{88} = 0,25 \text{ mol}$$

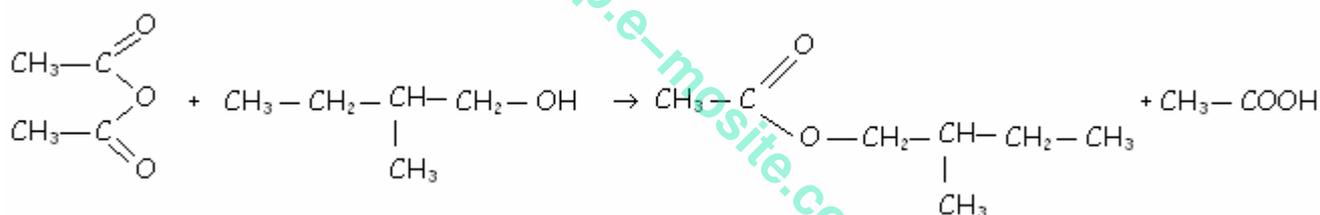
La réaction se produit dans les conditions stœchiométriques. Donc :  $x = \frac{66,7}{100} n_A = 0,17 \text{ mol} = n_{\text{Ester}}$

Or  $m_{\text{Ester}} = n_{\text{Ester}} M_{\text{Ester}}$  avec  $M_{\text{Ester}} = 130 \text{ g.mol}^{-1}$

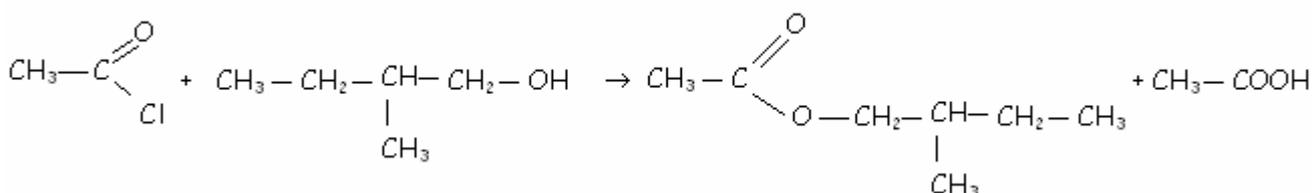
Donc  $m_{\text{Ester}} = 21,7 \text{ g}$

### 2.4- Autres méthodes pour préparer efficacement l'ester

On peut faire réagir du chlorure d'éthanoyle sur l'alcool B ou de l'anhydride éthanoïque sur l'alcool B. Les deux réactions citées sont rapides et totales contrairement à l'estérification de B par l'acide éthanoïque.



ou



(On ne donnera que l'une de ces deux équations)

### Exercice 3

**1<sup>er</sup> cas** : tir sans obstacle.

#### 3.1.1- Montrons que la trajectoire du ballon est dans le plan vertical

Appliquons le théorème du centre d'inertie au ballon (système étudié) dans le référentiel de la Terre. Le mouvement du ballon est étudié dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

$$\vec{P} = m \vec{a} \Leftrightarrow m \vec{g} = m \vec{a} \quad \text{soit} \quad \vec{a} = \vec{g}$$

$$\vec{a} \begin{cases} \ddot{x} = 0 \\ \ddot{y} = -g \\ \ddot{z} = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{V} \begin{cases} \dot{x} = V_0 \cos \alpha \\ \dot{y} = -gt + V_0 \sin \alpha \\ \dot{z} = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{OM} \begin{cases} x = V_0 t \cos \alpha \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 t \sin \alpha \\ z = 0 \end{cases}$$

z est indépendante du temps (z = 0). Donc le mouvement du ballon s'effectue dans le plan vertical (Ox, Oy).

### 3.1.2- Équation cartésienne de la trajectoire

Éliminons t entre x et y.

$$x = V_0 t \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$\text{d'où } \boxed{y = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha} \quad \text{La trajectoire est un arc de parabole.}$$

### 3.1.3- Valeurs de $V_0$ pour lesquelles le but est réussi

Le but est réussi si le ballon passe entre les poteaux de hauteur h situés à la distance x = d du tireur placé au point O.

Lorsque x = d, on doit avoir  $0 < y < h$ .

$$\text{Soit } 0 < \frac{-gd^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} + d \tan \alpha < h$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\sqrt{\frac{gd}{\sin 2\alpha}} < V_0 < \frac{d}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{2(d \tan \alpha - h)}}$$

$$\text{A.N. : } \quad \underline{\underline{16,8 \text{ m.s}^{-1} < V_0 < 18,5 \text{ m.s}^{-1}}}$$

Pour que le but soit réussi, il faut que la vitesse initiale du ballon soit comprise entre  $16,8 \text{ m.s}^{-1}$  et  $18,5 \text{ m.s}^{-1}$ .

**2<sup>ème</sup> cas** : tir avec obstacle.

#### 3.2.1.a- Montrons que le ballon n'est pas arrêté par le mur

Pour que le ballon ne soit pas arrêté par le mur, il faut que celui-ci passe au dessus du mur.

Pour que le ballon passe au dessus du mur, il faut que :

Pour x = d', on ait y > h' (hauteur du mur).

$$y > h'$$

$$y = \frac{-gd^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} + d \tan \alpha$$

$$y = \frac{-9,81 \times 9,15^2}{2 \times 16,83^2 \cos^2 30^\circ} + 9,15 \tan 30^\circ$$

$y = 3,35 \text{ m} > h' = 1,75 \text{ m}$  : Le ballon passe donc au dessus du mur.

### 3.2.1.b- Vérifions que le ballon tombe au point $M_1(25 \text{ m}, 0, 0)$

Au sol :  $y = 0$

$$\Leftrightarrow x \left( \frac{-gx}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} + \tan \alpha \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow x = 0 \text{ (position de départ du ballon) et } x = \frac{2V_0^2 \cos^2 \alpha \tan \alpha}{g}$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{2V_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{x = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}}$$

A.N. :  $x = \frac{16,83^2 \sin 60^\circ}{9,81} \quad \underline{x \approx 25,0 \text{ m}}$

Tiré à la vitesse  $V_0 = 16,83 \text{ m.s}^{-1}$ , le ballon tombe au point  $M_1(25 \text{ m}, 0, 0)$ .

Ce résultat était prévisible. A la question 3.1.3-, on a obtenu les valeurs de vitesses qui permettent de réussir le but :

- La vitesse  $V_0 = 16,83 \text{ m.s}^{-1}$  correspond au point d'impact du ballon sur la ligne de but.
- La vitesse  $V_0 = 18,5 \text{ m.s}^{-1}$  correspond au but rasant la barre transversale !

### 3.2.2- Durée $\Delta t$ du mouvement du ballon entre le mur et le but

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

où  $t_1$  l'instant où le ballon passe au dessus du mur et  $t_2$  l'instant où le ballon arrive dans le but.

$$t_1 = \frac{d'}{V_0 \cos \alpha} \text{ et } t_2 = \frac{d}{V_0 \cos \alpha} \text{ puisque } x = V_0 t \cos \alpha$$

Ainsi :  $\Delta t = \frac{d - d'}{V_0 \cos \alpha}$

A.N. :  $\Delta t = \frac{25,0 - 9,15}{16,83 \times \cos 30^\circ} \quad \underline{\Delta t = 1,1 \text{ s}}$

La durée  $\Delta t$  du mouvement du ballon entre le mur et le but est d'environ 1 seconde.

### 3.2.3 - Vitesse $V$ à laquelle le gardien de but doit se déplacer pour empêcher le but

Le gardien de but doit se déplacer sur la distance  $GA = 3,66$  m en moins de 1,1 s à la limite.

$$V \geq \frac{GA}{\Delta t}$$

$$\text{Soit } V \geq \frac{3,66}{1,1} \quad \underline{V \geq 3,32 \text{ m.s}^{-1}}$$

Le gardien de but doit se déplacer à une vitesse supérieure ou égale à  $3,32 \text{ m.s}^{-1}$ .

#### Exercice 4

##### 4.1 - Caractère de la lumière mis en évidence par le phénomène observé

Dans cette expérience, c'est le caractère ondulatoire de la lumière qui est mis en évidence.

##### 4.2 - Représentation de la figure observée sur l'écran $E_2$

##### 4.3 - Sens des termes et expressions suivants

**Écran opaque** : Écran qui n'est pas traversé par la lumière. (opaque  $\neq$  transparent)

**Source monochromatique** : Source de lumière de longueur d'onde  $\lambda$  parfaitement définie.

**Sources cohérentes** : Sources qui émettent de façon synchrone (uniforme) des radiations de même longueur d'onde.

**Interfrange** : c'est la distance qui sépare les centres de deux franges consécutives de même nature (franges brillantes ou franges sombres).

##### 4.4 - Expression de l'interfrange $i$ en fonction de $\lambda_0$ , $D$ et $a$

$$\delta = \frac{ay}{D} \quad \text{et} \quad \delta = k\lambda_0$$

$$\text{Donc } \frac{ay}{D} = k\lambda_0$$

$$\Leftrightarrow y = k \frac{D\lambda_0}{a}$$

$$\Leftrightarrow y = k.i \quad y \text{ est la distance séparant } k \text{ franges claires ou } k \text{ franges sombres.}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{i = \frac{D\lambda_0}{a}}$$

$$\text{A.N: } i = \frac{a}{b}$$

##### 4.5- Valeur de la longueur d'onde $\lambda_1$

Entre la frange claire centrale et les franges claires consécutives à celle-ci il y a 4 interfranges.

La distance  $X_1$  entre la frange centrale claire et les 4 franges brillantes vaut donc :  $X_1 = 4i$  d'où  $X_1 = 4 \frac{\lambda_1 D}{a}$ .

La distance  $X_2$  entre la frange centrale claire et la 7<sup>e</sup> frange sombre situé de l'autre côté de celle-ci vaut:

$$X_2 = (6 + \frac{1}{2}) \cdot i$$

$$X_2 = (6 + \frac{1}{2}) \frac{\lambda_1 D}{a}$$

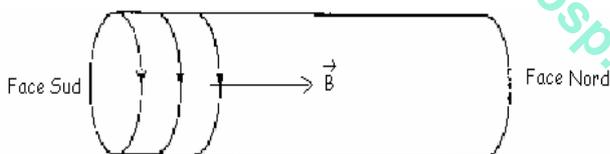
La distance  $d = X_1 + X_2 = (10 + 0,5) \frac{\lambda_1 D}{a}$

$$\lambda_1 = \frac{a \cdot d}{10,5D}$$

**A.N.** :

### Exercice 5

#### 5.1.1- Représentation du vecteur champ magnétique $\vec{B}$



#### 5.1.2- Nombre de spires N du solénoïde

$$B = \mu_0 n I \text{ avec } n = \frac{N}{l}$$

$$\Leftrightarrow B = \mu_0 \frac{N}{l} I$$

$$\Leftrightarrow N = \frac{B l}{\mu_0 I}$$

$$\text{A.N. : } N = \frac{0,31 \cdot 10^{-3} \times 40 \cdot 10^{-3}}{4\pi \cdot 10^{-7} \times 0,50}$$

$$\underline{\underline{N = 195 \text{ spires}}}$$

#### 5.2.1- Schéma du circuit avec branchement de l'oscilloscope

#### 5.2.2- Équation différentielle du circuit

$$\begin{cases} u = E_1 (1) \\ u = R_1 i + (r_i - e) (2) \end{cases} \text{ avec } e = - \mathcal{L} \frac{di}{dt}$$

$$\mathcal{L} \frac{di}{dt} + (R_1 + r)i = E_1$$

5.2.3- Vérifions que  $i(t) = \frac{E_1}{R_1 + r} (1 - e^{-t/\tau})$  est une solution de l'équation différentielle

$i(t)$  est solution si elle vérifie l'équation différentielle du circuit.

$$\frac{di}{dt} = \frac{E_1}{R_1 + r} \left( 0 - \frac{1}{\tau} e^{-t/\tau} \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{\mathcal{L}E_1}{R_1 + r} e^{-t/\tau} + (1 - e^{-t/\tau}) E_1 = E_1$$

$$\Leftrightarrow \left( \frac{\mathcal{L}E_1}{R_1 + r} - E_1 \right) e^{-t/\tau} + E_1 = E_1$$

$$\Leftrightarrow \left( \frac{\mathcal{L}}{R_1 + r} - 1 \right) e^{-t/\tau} + 1 = 1$$

$$\Leftrightarrow \left( \frac{\mathcal{L}}{R_1 + r} - 1 \right) e^{-t/\tau} = 0$$

$$\Leftrightarrow \tau = \frac{\mathcal{L}}{R_1 + r}$$

L'équation différentielle du circuit est vérifiée si  $\tau = \frac{\mathcal{L}}{R_1 + r}$

5.2.4.a- Signification physique de  $\tau$

$\tau$  est la constante de temps du circuit.

$\tau$  caractérise la durée de charge et de décharge du solénoïde.

- Détermination graphique de la constante de temps  $\tau$

Considérons l'équation  $i(t) = \frac{E_1}{R_1 + r} (1 - e^{-t/\tau})$ , solution de l'équation différentielle du circuit.

$$\text{On a } u_{R_1}(t) = R_1 i(t) = \frac{R_1 E_1}{R_1 + r} (1 - e^{-t/\tau})$$

$$\text{Pour } t = \tau, \text{ on a } u_{R_1}(t = \tau) = \frac{R_1 E_1}{R_1 + r} (1 - e^{-1}) = \frac{e - 1}{e} \frac{R_1 E_1}{R_1 + r} = 0,67 \frac{R_1 E_1}{R_1 + r}$$

$$\text{Soit } u_{R_1}(t = \tau) = \frac{2,73 - 1}{2,73} \frac{100 \times 6}{100 + 11} = 3,43 \text{ V}$$

A la valeur  $u_{R_1}(t) = 3,43 \text{ V}$  correspond  $t = \tau = \underline{2.10^{-6} \text{ s}}$  (voir graphe  $u_{R_1} = f(t)$ ).

5.2.4.b- Valeur de l'inductance  $\mathcal{L}$  de la bobine

$$\tau = \frac{\mathcal{L}}{R_1 + r}$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\tau (R_1 + r)}$$

$$\text{A.N. : } \mathcal{L} = 2.10^{-6} \times (100 + 11)$$

$$\underline{\underline{\mathcal{L} = 2,22.10^{-4} \text{ H}}}$$

#### 5.2.4.c- Valeur du nombre de spires

$$\phi = \mathcal{L} i = N \vec{B} \cdot \vec{S} = NBS \text{ avec } B = \mu_0 \frac{N}{l} i \text{ et } S = r^2 \pi = \frac{d^2}{4} \pi$$

$$\Leftrightarrow \mathcal{L} i = N \cdot \mu_0 \frac{N}{l} i \frac{d^2}{4} \pi$$

$$\text{Soit } \boxed{N = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{l \mathcal{L}}{\mu_0 \pi}}}$$

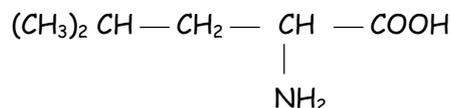
$$\text{A.N. : } N = \frac{2}{5.10^{-2}} \sqrt{\frac{40.10^{-2} \times 2,22.10^{-4}}{4\pi.10^{-7} \times \pi}} \quad \underline{\underline{N = 190 \text{ spires}}}$$

On retrouve pratiquement le même nombre de spires.

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (04 points)**

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



Préciser la nature de ce composé et donner son nom en nomenclature systématique. (0,5 point)

1.2- La molécule de la leucine est-elle chirale ? Si oui, donner et nommer les représentations de Fischer de la leucine. (01 point)

1.3- On fait réagir la leucine avec un acide  $\alpha$ -aminé  $\text{R} - \text{CH} - \text{COOH}$ .

$$\begin{array}{c} | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

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

1.3.1- Déterminer la formule semi développée et donner le nom systématique de cet acide  $\alpha$ -aminé. (0,75 point)

1.3.2- Préciser, en justifiant, le nombre de dipeptides que le mélange des acides, ci-dessus cités, permet d'obtenir (les formules ne sont pas demandées). (0,5 point)

1.4- On veut synthétiser uniquement le dipeptide pour lequel la leucine est l'acide N-Terminal. Préciser les différentes étapes de cette synthèse et nommer le dipeptide obtenu. (01,25 point)

On donne :  $\text{H} : 1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $\text{C} : 12 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $\text{N} : 14 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $\text{O} : 16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

**EXERCICE 2 (04 points)**

On dose un volume  $V_a = 10 \text{ cm}^3$  d'une solution d'acide méthanoïque, de concentration  $C_a$  en y versant progressivement une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

1) Ecrire l'équation bilan de la réaction entre les deux solutions. Calculer la constante de réaction  $K_r$ . Conclure. (0,75 point)

On donne :  $\text{p}K_A (\text{HCO}_2\text{H}/\text{HCO}_2^-) = 3,7$

$\text{p}K_A (\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}) = 0$

$\text{p}K_A (\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-) = 14$

2) Le point équivalent a pu être déterminé expérimentalement, soit  $E(V_{be} = 10 \text{ cm}^3; \text{pH}_e = 8,2)$

2.1- Déterminer la concentration  $C_a$  de la solution d'acide méthanoïque. (0,25 point)

2.2- En justifiant, préciser si le mélange obtenu à l'équivalence, est acide, basique ou neutre. (0,25 point)

3) On indique les zones de virage des indicateurs colorés suivants : hélianthine (3,1 ; 4,4) ; Bleu de bromothymol (6,0 ; 7,6) ; phénolphthaléine (8,1 ; 10,0).

3.1- Rappeler la signification de « zone de virage » d'un indicateur coloré. (0,25 point)

3.2- Indiquer, en justifiant, l'indicateur coloré le plus approprié, pour repérer le point d'équivalence du dosage réalisé. (0,5 point)

4) 4.1 - Evaluer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution initiale de l'acide méthanoïque de  $\text{pH} = 2,4$ . (0,5 point)

4.2 - Quelle valeur du  $\text{pK}_A$  du couple de l'acide méthanoïque en déduit-on ? Comparer la valeur calculée du  $\text{pK}_A$  à celle qui est donnée à la question 1. (0,5 point)

5) Déterminer le  $\text{pH}$  et préciser la nature du mélange obtenu quand on a ajouté un volume  $V_b = 5 \text{ cm}^3$  de la solution d'hydroxyde de sodium à la solution d'acide méthanoïque. Rappeler les propriétés de ce mélange. (0,5 point)

6) A partir de quelques points particuliers que l'on précisera ébaucher la courbe  $\text{pH} = f(V_b)$  (0,5 point)

### EXERCICE 3 (04,5 points)

On négligera l'action de l'air sur le mouvement du ballon et on prendra  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

Lors d'un match de football, pour marquer un but, il faut que le ballon passe dans un cadre rectangulaire.

Ce cadre est constitué par deux montants verticaux réunis au sommet par une barre transversale qui est à une hauteur  $h = 2,44 \text{ m}$  du sol.

Pour simplifier, on remplacera le ballon par un point matériel dont la masse est  $m = 430 \text{ g}$  et son mouvement s'effectue dans le plan vertical  $XOY$ , Le ballon est posé au point  $O$  sur le sol horizontal face au cadre, à une distance  $d = 25 \text{ m}$ . ( voir figure 1 )

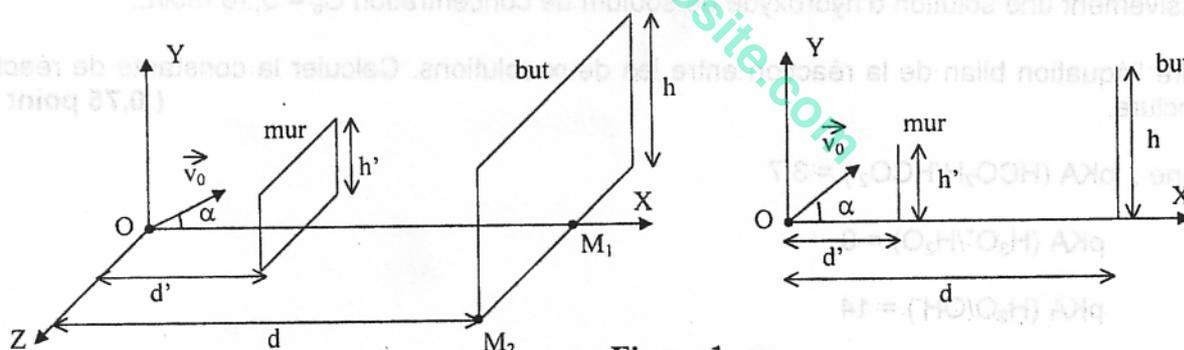


Figure 1

#### 1<sup>er</sup> cas : tir sans obstacle.

3.1 Un joueur, non gêné par un adversaire, tire le ballon avec une vitesse initiale  $Q_0$  contenue dans le plan vertical  $XOY$ . Sa direction fait un angle ( $\times 300$ ) avec le plan horizontal.

3.1.1- Établir l'équation de la trajectoire du mouvement du ballon dans le système d'axes indiqué. (01 point)

3.1.2- Entre quelles valeurs doit se situer la norme de  $\vec{V}_0$  pour que le but soit réussi ? (01 point)

#### 2<sup>ème</sup> cas : tir avec obstacle.

3.2- Le joueur effectue à nouveau son tir mais un mur vertical de direction perpendiculaire à l'axe  $ox$  et pouvant arrêter le ballon est placé à une distance  $d' = 9,15 \text{ m}$  du ballon. Ce mur est constitué par des joueurs

de l'équipe adverse et sa hauteur est  $h' = 1,75 \text{ m}$ . Le joueur tire sur le ballon avec une vitesse  $\vec{V}_0$ , d'intensité  $V_0 = 17 \text{ m.s}^{-1}$  et faisant un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec le sol horizontal.

3.2.1- Montrer que le ballon passe au dessus du mur. (01 point)

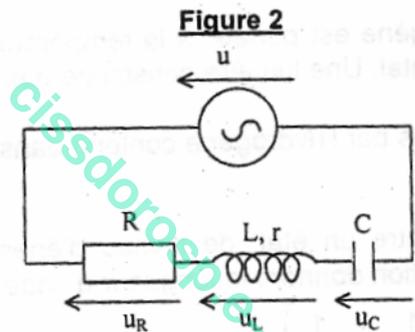
3.2.2- Quelle est la durée du trajet du mouvement du ballon entre O et le but ? (0,5 point)

3.2.3- Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse du ballon à l'instant où il franchit le but. (01 point).

**EXERCICE 4 (04,5 points)**

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

Il est relié aux bornes d'un générateur qui délivre une tension sinusoïdale de valeur efficace constante  $U = 1 \text{ V}$ . La fréquence f de cette tension est réglable. Le dipôle est parcouru par un courant d'intensité efficace I. (Figure 2)



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

(01 point)

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

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

Tracer la courbe  $I = g(f)$ . **Échelles** :  $2 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \text{ mA}$  ;  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 20 \text{ Hz}$

Indiquer la fréquence de résonance  $f_0$  et l'intensité  $I_0$  correspondante. En déduire R. (01,5 point)

A la résonance d'intensité la tension efficace  $U_c$  aux bornes du condensateur est donnée par  $U_c = Q.U$  où Q est le facteur de qualité du circuit et U la tension efficace aux bornes du circuit. En déduire les deux expressions de Q, l'une en fonction de L, l'autre en fonction de C. Pourquoi l'appelle-t-on facteur de surtension ? (0,75 point)

Déduire de la courbe les valeurs  $f_1$  et  $f_2$  des fréquences qui limitent la bande passante usuelle. (0,5 point)

4.5- En admettant que  $|f_2 - f_1| = \frac{f_0}{Q}$ . Calculer L et C pour ce circuit. (0,75 point)

### **EXERCICE 5 (03 points)**

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

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}, \text{ où } n \text{ est un entier non nul.}$$

5.1- Évaluer, en nanomètre, les longueurs d'onde des radiations émises par l'atome d'hydrogène lors des transitions :

5.1.a- Du niveau d'énergie  $E_3$  au niveau d'énergie  $E_1$  (longueur d'onde :  $\lambda_1$ ).

5.1.b- Du niveau d'énergie  $E_2$  au niveau d'énergie  $E_1$  (longueur d'onde  $\lambda_2$ ).

5.1.c- Du niveau d'énergie  $E_3$  au niveau d'énergie  $E_2$  ; (longueur d'onde  $\lambda$ ).

5.2- Une ampoule contenant de l'hydrogène est portée à la température de  $2800^\circ \text{ K}$ . Les atomes sont initialement dans leur état fondamental. Une lumière constituée des 3 radiations de longueurs d'onde  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda$ , traverse ce gaz.

Quelles sont les radiations absorbées par l'hydrogène contenu dans cette ampoule ? (Justifier).

**(0,5 point)**

5.3-

5.3.1- Montrer que pour une transition entre un état, de niveau d'énergie,  $E_p$ , et un autre, de niveau d'énergie inférieur  $E_n$  ( $p > n$ ), la relation donnant la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation émise est :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right) \quad \text{(0,75 point)}$$

Dans cette relation,  $R_H$  est une constante appelée constante de RYDBERG.

5.3.2- Calculer la valeur de la constante  $R_H$ . **(0,25 point)**

5.4- La série de Lyman comprend les radiations émises par l'atome d'hydrogène excité ( $n \geq 2$ ) lorsqu'il revient à son état fondamental. ( $n = 1$ ).

Évaluer, en nm, l'écart  $\Delta\lambda$  entre la plus grande et la plus petite longueur d'onde des raies de la série de Lyman. **(0,5 point)**

**FIN DU SUJET**

## CORRIGE S2 2002

### Exercice 1

### Exercice 2

### Exercice 3

1<sup>er</sup> cas : tir sans obstacle.

#### 3.1.1- Montrons que la trajectoire du ballon est dans le plan vertical

Appliquons le théorème du centre d'inertie au ballon (système étudié) dans le référentiel de la Terre. Le mouvement du ballon est étudié dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

$$\vec{P} = m\vec{a} \Leftrightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \quad \text{soit} \quad \vec{a} = \vec{g}$$

$$\vec{a} \begin{cases} \ddot{x} = 0 \\ \ddot{y} = -g \\ \ddot{z} = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{V} \begin{cases} \dot{x} = V_0 \cos \alpha \\ \dot{y} = -gt + V_0 \sin \alpha \\ \dot{z} = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{OM} \begin{cases} x = V_0 t \cos \alpha \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 t \sin \alpha \\ z = 0 \end{cases}$$

$z$  est indépendante du temps ( $z = 0$ ). Donc le mouvement du ballon s'effectue dans le plan vertical  $(Ox, Oy)$ .

#### 3.1.2- Équation cartésienne de la trajectoire

Éliminons  $t$  entre  $x$  et  $y$ .

$$x = V_0 t \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$\text{d'où} \quad \boxed{y = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha} \quad \text{La trajectoire est un arc de parabole.}$$

#### 3.1.3- Valeurs de $V_0$ pour lesquelles le but est réussi

Le but est réussi si le ballon passe entre les poteaux de hauteur  $h$  situés à la distance  $x = d$  du tireur placé au point  $O$ .

Lorsque  $x = d$ , on doit avoir  $0 < y < h$ .

$$\text{Soit} \quad 0 < \frac{-gd^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} + d \tan \alpha < h$$

$$\Leftrightarrow \boxed{\sqrt{\frac{gd}{\sin 2\alpha}} < V_0 < \frac{d}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g}{2(d \tan \alpha - h)}}$$

$$\text{A.N. :} \quad \underline{\underline{16,8 \text{ m.s}^{-1} < V_0 < 18,5 \text{ m.s}^{-1}}}$$

Pour que le but soit réussi, il faut que la vitesse initiale du ballon soit comprise entre  $16,8 \text{ m.s}^{-1}$  et  $18,5 \text{ m.s}^{-1}$ .

2<sup>ème</sup> cas : tir avec obstacle.

### 3.2.1.a- Montrons que le ballon passe au dessus du mur

Pour que le ballon passe au dessus du mur, il faut que :

Pour  $x = d'$ , on ait  $y > h'$  (hauteur du mur).

$$y > h'$$

$$y = \frac{-gd^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} + d \cdot \tan \alpha$$

$$y = \frac{-9,81 \times 9,15^2}{2 \times 17^2 \cos^2 30^\circ} + 9,15 \tan 30^\circ$$

Le mur a une hauteur  $h' = 1,75 \text{ m}$  qui est inférieure à  $3,39 \text{ m}$ , hauteur à laquelle le ballon passe au dessus du mur.

$y = 3,39 \text{ m} > h' = 1,75 \text{ m}$  : **Le ballon passe donc au dessus du mur.**

### 3.2.2- Durée $\Delta t$ du mouvement du ballon entre le point O et le but

Au moment où le ballon franchit le but, on a :

$$x = d \Leftrightarrow V_0 t \cos \alpha = d$$

$$\text{soit } t = \frac{d}{V_0 \cos \alpha}$$

$$\Delta t = t - t_0$$

où  $t$  est l'instant où le ballon franchit le but et  $t_0 = 0$  l'instant de départ du ballon au point O.

$$\text{Ainsi : } \Delta t = \frac{d}{V_0 \cos \alpha}$$

$$\text{A.N. : } \Delta t = \frac{25,0 - 9,15}{17 \times \cos 30^\circ} \quad \Delta t = 1,7 \text{ s}$$

**La durée  $\Delta t$  du mouvement du ballon entre le mur et le but est 1,7 seconde.**

### 3.2.1 -caractéristiques du vitesse à l'instant où le ballon franchit le but

$$\vec{V} \begin{cases} V_x = V_0 \cos \alpha \\ V_y = -gt + V_0 \sin \alpha \\ V_z = 0 \end{cases}$$

$$\vec{V} \begin{cases} V_x = 17 \cos 30^\circ = 14,7 \\ V_y = -9,81 \times 1,7 + 17 \sin 30^\circ = -8,18 \\ V_z = 0 \end{cases}$$

$$\|\vec{V}\| = \sqrt{14,7^2 + (-8,18)^2}$$

$$\|\vec{V}\| = 16,8 \text{ m.s}^{-1}$$

A cette vitesse, le ballon tombe sur la ligne de but sous un angle de  $30^\circ$  avec l'horizontale.

#### Exercice 4

##### 4.1 - Équation différentielle du circuit

$$u = u_R + u_L + u_C$$

$$u = Ri + r i + \mathcal{L} \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} \quad \text{avec } i = I\sqrt{2} \cos(\omega t) \text{ et } \omega = 2\pi f$$

- Expression de I

$$u = (R + r)I\sqrt{2} - 2\pi f \mathcal{L} I\sqrt{2} \sin(2\pi f t) + \frac{I\sqrt{2}}{C} \int \cos(2\pi f t) dt$$

$$u = (R + r)I\sqrt{2} + 2\pi f \mathcal{L} I\sqrt{2} \cos(2\pi f t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I\sqrt{2}}{C} \cos(2\pi f t - \frac{\pi}{2}) \quad \text{avec } u = U\sqrt{2} \cos(2\pi f t + \frac{\pi}{2})$$

A partir de la construction de Fresnel, on a :

$$U^2 = (R + r)^2 I^2 + \left(2\pi f \mathcal{L} - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2$$

$$I = \frac{U}{\sqrt{(R + r)^2 I^2 + \left(2\pi f \mathcal{L} - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2}}$$

##### 4.2 - Tracé de la courbe I = g(t)

(voir papier millimétré)

$$f_0 = \text{ Hz.}$$

$$I_0 =$$

- Valeur de R

$$U = (R + r)I_0 \Rightarrow R = \frac{U}{I_0} - r$$

On trouve  $R = \underline{\quad \Omega}$

##### 4.3 - Expression du facteur de qualité Q

$$\text{A la résonance } f = f_0, U_c = U_r \text{ et } I = I_0 = \frac{U}{R + r}$$

$$Q = \frac{U_c}{U} = \frac{U_r}{U}$$

$$U_c = \frac{I_0}{2\pi f_0 C} \quad \text{et} \quad U_r = 2\pi f_0 \mathcal{L} I_0$$

$$\frac{I_0}{2\pi f_0 C} = 2\pi f_0 \mathcal{L} I_0$$

$$U_c = \frac{I_0}{2\pi f_0 C} = \frac{U}{2\pi f_0 (R+r)C}$$

$$U_r = 2\pi f_0 \mathcal{L} I_0 = 2\pi f_0 \mathcal{L} \frac{U}{R+r}$$

$$Q = \frac{U_c}{U} = \frac{U}{2\pi f_0 (R+r)C} \quad ; \quad Q = \frac{U_r}{U} = 2\pi f_0 \mathcal{L} \frac{U}{R+r}$$

#### 4.5 - Valeurs de $\mathcal{L}$ et $C$

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

$$\text{Or } \Delta\omega = 2\pi\Delta f = \frac{R+r}{\mathcal{L}}$$

$$\Delta f = \frac{R+r}{2\pi \mathcal{L}} \quad \text{et} \quad \omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{\mathcal{L} C}}$$

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} = \frac{2\pi f_0 \mathcal{L}}{R+r} \quad \Rightarrow \quad \mathcal{L} = \frac{(R+r)Q}{2\pi f_0}$$

$$Q = \frac{1}{2\pi f_0 (R+r)C} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{1}{2\pi f_0 (R+r)Q}$$

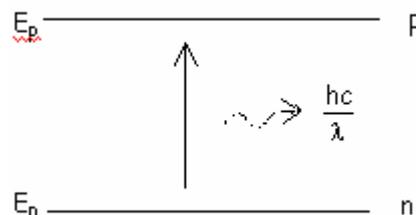
$$\mathcal{L} = \frac{(R+r)Q}{2\pi f_0} \quad ; \quad C = \frac{1}{2\pi f_0 (R+r)Q}$$

#### Exercice 5

##### 1.a- Valeur de la longueur d'onde $\lambda_1$

Considérons la transition entre un état de niveau  $E_p$  et un autre de niveau inférieur  $E_n$  ( $p > n$ ).

$$E_p - E_n = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{avec } E_n = - \quad \text{et } E_0 = 13,6 \text{ eV}$$



$$\Leftrightarrow E_0 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right) = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{E_0} \frac{1}{\left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)}$$

$$\text{Soit } \lambda = 9,13 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)}$$

La longueur d'onde  $\lambda_1$  correspond à la transition du niveau d'énergie  $E_3$  au niveau inférieur  $E_1$ .

$$\lambda_1 = 9,13 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)} \quad \lambda_1 = 102,7 \cdot 10^{-9} \text{ m soit } \underline{\lambda_1 = 102,7 \text{ nm}}$$

#### 1.b- Valeur de la longueur d'onde $\lambda_2$

$$\lambda_2 = 9,13 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)} \quad \lambda_2 = 121,7 \cdot 10^{-9} \text{ m soit } \underline{\lambda_2 = 121,7 \text{ nm}}$$

#### 1.c- Valeur de la longueur d'onde $\lambda$

$$\lambda_2 = 9,13 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2} \right)} \quad \lambda = 657,1 \cdot 10^{-9} \text{ m soit } \underline{\lambda = 657,1 \text{ nm}}$$

2)

Les atomes d'hydrogène sont dans leur état fondamental ; ils ne peuvent absorber que les radiations correspondant à des transitions vers des niveaux d'énergie supérieurs.

Les gaz absorbent seulement les radiations de longueur d'onde  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ .

La radiation de longueur d'onde  $\lambda = 657,1 \text{ nm}$  n'est pas absorbée.

$$3) \text{ Montrons que } \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$$

$$\frac{hc}{\lambda} = E_0 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$$

$$\frac{hc}{\lambda} = E_0 \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc} \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$$

La constante de Rydberg vaut donc  $R_H = \frac{E_0}{hc}$

$$\text{A.N. : } R_H = \frac{13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}$$

$$R_H = 1,096 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

#### 4) Valeur de l'écart $\Delta\lambda$ entre les deux longueurs d'onde extrêmes

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_\infty$$

$$\frac{hc}{\lambda_\infty} = E_\infty - E_0 = 0 + \frac{E_0}{1^2}$$

$$\Rightarrow \lambda_\infty = \frac{hc}{E_0}$$

$$\frac{hc}{\lambda_1} = E_2 - E_1 = 0 + \frac{E_0}{1^2}$$

$$\Rightarrow \lambda_1 = \frac{hc}{E_0} \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

$$\Rightarrow \lambda_1 =$$

$$\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_\infty = \frac{1}{3} \frac{hc}{E_0}$$

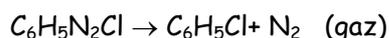
**A.N. :**  $\Delta\lambda = 30,4 \cdot 10^{-9} \text{ m}$  soit  $\Delta\lambda = 30,4 \text{ nm}$

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

### EXERCICE 1 (03 Points)

On donne : Masses molaires en g/mol : H : 1 ; C : 12 ; N : 14  
Constante des gaz parfaits  $R = 8,2 \cdot 10^{-2} \text{ L.atm/mol.K}$

Le chlorure de benzène diazonium, en solution aqueuse, se décompose dès que la température est supérieure à  $10^\circ \text{C}$  selon l'équation-bilan :



Le diazote formé, très peu soluble dans l'eau, se dégage. La mesure du volume  $x$  de diazote dégagé à température et sous pression constantes permet de suivre le déroulement de la réaction. On utilise un volume  $V = 35 \text{ mL}$  d'une solution de chlorure de benzène diazonium à  $11,25 \text{ g.L}^{-1}$  et à la température de  $17^\circ \text{C}$  et sous la pression  $P = 1 \text{ atm}$ .

1.1- Vérifier que la concentration initiale du chlorure de benzène diazonium vaut  $C_0 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
(0,25 point)

1.2- Montrer que la concentration  $[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl}]$  de la solution de chlorure de benzène diazonium restant à chaque instant est donnée en fonction de  $C_0$  et  $x$  par la relation :

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl}] = C_0(1 - 15x) \quad \text{avec } x \text{ en litre (0,5 point)}$$

1.3- Le graphe de la concentration  $[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{Cl}]$  en fonction du temps est donné à la page 5 (courbe 1).

1.3.1- Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction  $\tau$ . (0,25 point)

1.3.2- Calculer le volume  $x$  de diazote dégagé à la date  $\tau$ . (0,5 point)

1.3.3- Définir la vitesse instantanée de disparition du chlorure de benzène diazonium puis la déterminer à  $t_1 = \tau$  et à  $t_2 = 0,25 \text{ h}$ . (0,5 point)

1.3.4- Quel facteur cinétique explique la variation de vitesse entre  $t_1$  et  $t_2$  ?

1.4 - Déterminer le volume de diazote formé au bout d'un temps infini. (0,75 point)

### EXERCICE 2 (03 points)

On donne : Produit ionique de l'eau  $K_E = 1,10^{-14}$  à  $25^\circ \text{C}$   
Masses molaires en g/mol : H : 1 ; C : 12 ; N : 14 ; O : 16

Une solution aqueuse d'amine aliphatique saturée B de concentration molaire  $C_B$  a un  $\text{pH} = 11,9$  à  $25^\circ \text{C}$ .

2.1 - On dose un volume  $V_B = 250 \text{ mL}$  d'une solution de l'amine B par une solution d'acide sulfurique de concentration molaire  $C_A = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Le volume d'acide versé pour atteindre la demi-équivalence est de  $V_A = 62,5 \text{ mL}$ .

Montrer à l'aide de ces données que la concentration molaire de l'amine B vaut  $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . (0,5 point)

2.2- Après avoir précisé la force de l'amine B (justification à l'appui), calculer le  $pK_A$  du couple acide - base. (0,75 point)

2.3- Pour préparer 250 mL de cette solution, il a fallu dissoudre 1,125 g d'amine B. Déterminer la formule brute de l'amine. Écrire les formules semi-développées des isomères et nommer-les. (0,75 point)

2.4- On fait réagir l'amine secondaire B avec un acide carboxylique A. On obtient après chauffage un composé C de formule brute  $C_xH_yON$  dont l'analyse de 0,645 g montre qu'il contient 0,07 g d'azote.

2.4.1- Déterminer la formule brute précise du composé C. (0,25 point)

2.4.2- Écrire la formule semi-développée du composé C sachant que la molécule d'acide possède un carbone asymétrique et nommer-le. (0,5 point)

2.4.3- Écrire l'équation-bilan de formation du composé C. (0,25 point)

### EXERCICE 3 (05 points)

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

On applique aux bornes d'une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $\mathcal{L}$  une tension  $u(t) = 220 \sqrt{2} \cos(2\pi ft)$  de fréquence  $f$  variable. On mesure à l'aide d'un ampèremètre à aiguille, l'intensité efficace  $I$  du courant électrique qui traverse la bobine pour différentes valeurs de  $f$ . On obtient les résultats groupés dans le tableau ci-dessous :

f (Hz)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
I (A)	2,10	1,80	1,60	1,37	1,18	1,03	0,91	0,81	0,73	0,67	0,61	0,56	0,52
Z ( $\Omega$ )													
Z <sup>2</sup> ( $10^4 \Omega^2$ )													

Z désigne l'impédance de la bobine.

3.1- Compléter le tableau et tracer le graphe  $Z^2 = g(f^2)$  (01 point)

3.2- Donner sans démonstration l'expression de l'impédance Z d'une bobine de résistance  $r$  et de coefficient d'auto-inductance  $\mathcal{L}$ . (0,25 point)

3.3- Dédurre du graphe les caractéristiques  $r$  et  $\mathcal{L}$  de la bobine. (01 point)

3.4- Rappeler la définition du coefficient d'auto-inductance  $\mathcal{L}$ .

3.5- La bobine de longueur  $\ell = 30$  cm comporte  $N = 1743$  spires. Le diamètre d'une spire est  $D = 10$  cm. Établir l'expression de L en fonction de  $\ell$ , N, et D. Calculer  $\mathcal{L}$ .

3.6- La bobine de résistance  $r = 100 \Omega$ , de coefficient d'auto inductance  $\mathcal{L} = 0,1$  H est branchée en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 65,6 \Omega$  et un condensateur de capacité  $C = 10 \mu F$ .

3.6.1 - Calculer le déphasage  $\phi$  de l'intensité  $i$  du courant par rapport à la tension aux bornes de l'association dans le cas où  $u(t) = 220 \sqrt{2} \cos(100\pi t)$ . Faire le diagramme de Fresnel. (0,75 point)

3.6.2 -Donner l'expression de la tension aux bornes de la bobine en fonction du temps. (01 point)

#### **EXERCICE 4 (04,5 points)**

On admet que la Terre a une répartition de masse à symétrie sphérique. Elle est considérée comme une sphère de centre  $O$ , de rayon  $R = 6370$  km et de masse  $M = 5,97 \cdot 10^{24}$  kg.

Le constante de gravitation universelle est  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{m}^2$

Un satellite, assimilé à un point matériel, décrit une orbite circulaire de rayon  $r$  dans le plan équatorial, autour de la Terre.

4.1- Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. (0,75 point)

4.2- Établir l'expression de sa vitesse  $v$  en fonction de  $r$ ,  $M$  et  $G$ .

En déduire l'expression de la période  $T$  du mouvement du satellite en fonction de  $r$ ,  $M$  et  $G$ . (01 point)

4.3- Les données suivantes constituent un extrait de la fiche technique de la mission de la navette spatiale américaine DISCOVERY pour l'étude environnementale sur l'atmosphère moyenne de la Terre :

- Masse de la navette en orbite :  $m = 69,68 \cdot 10^3$  kg.
- Altitude moyenne  $h = 296$  km.
- Nombre d'orbites  $n = 189$ . (nombre de tours effectué par DISCOVERY de sa date de lancement jusqu'à la date d'atterrissage).

4.3.1- Déterminer à partir des données techniques, les valeurs numériques de la vitesse et de la période du mouvement de la navette spatiale DISCOVERY. (0,5 point)

4.3.2- La navette a atterri le 18 Août 1997 à Kennedy Space Center.

Déterminer la date de lancement de la navette ; on négligera les durées de la mise sur orbite et de l'atterrissage. (0,75 point)

44- DISCOVERY a atterri le 18 août 1997, à la date  $t = 7$  h 07 min. Dans la phase d'approche à l'atterrissage, moteurs à l'arrêt, la navette est soumise à son poids et aux forces de frottement de l'air.

On trouvera ci-dessous la valeur de sa vitesse à différentes dates.

Date	Altitude (km)	Vitesse ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
$t_1 = 6$ h 59 min	54,86	1475
$T_2 = 7$ h 04 min	11,58	223,5

On prendra  $g = 9,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  pendant toute la phase d'approche.

4.4.1- Calculer le travail du poids du DISCOVERY entre les dates  $t_1$  et  $t_2$ . (0,5 point)

4.4.2- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer le travail des forces de frottement de l'air sur DISCOVERY entre les instants  $t_1$  et  $t_2$  de la phase d'approche à l'atterrissage. (01 point)

#### **EXERCICE 5 (04,5 points)**

5.1- En raison des réactions nucléaires dans la très haute atmosphère, la teneur en carbone 14 dans le dioxyde de carbone atmosphérique reste constante. Cette proportion se trouve dans tous les végétaux vivants, puisque le carbone organique provient du dioxyde de carbone atmosphérique par photosynthèse ; Cependant, lorsqu'une plante meurt, le processus d'assimilation s'arrête et la teneur en  $^{14}_6\text{C}$  commence à diminuer.

Pour dater un morceau de charbon de bois retrouvé dans une grotte préhistorique, on a mesuré son activité, elle est égale à 0,03 Bq. Un échantillon de charbon de bois récent de même masse a une activité de 0,20 Bq.

Le nucléide  $^{14}_6\text{C}$  est radioactif  $\beta^-$ . Sa période radioactive est de 5730 ans.

**5.1.1-** Ecrire l'équation bilan de la désintégration du nucléide  $^{14}_6\text{C}$ . Préciser le symbole et le nom du noyau fils. **(0,75 point)**

**5.1.2-** Calculer l'âge du morceau de charbon retrouvé dans la grotte. **(01 point)**

**5.2-** Le nucléide  $^{52}_{23}\text{V}$  (vanadium) subit la même désintégration que celle de  $^{14}_6\text{C}$  avec émission d'un rayonnement ; Le noyau fils correspond à l'élément chrome (Cr)

**5.2.1-** Ecrire l'équation bilan de la désintégration. **(0,5 point)**

**5.2.2-** A l'aide d'un compteur, on détermine le nombre moyen de désintégration  $\bar{N}$  pendant une durée constante  $\Delta t = 5$  s. Les mesures sont effectuées toutes les deux minutes. Le tableau qui suit donne  $\bar{N}$  à différentes dates  $t$ .

$t$ (min)	0	2	4	6	8	10	12
$\bar{N}$	1586	1075	741	471	355	235	155
$\frac{A}{A_0}$							

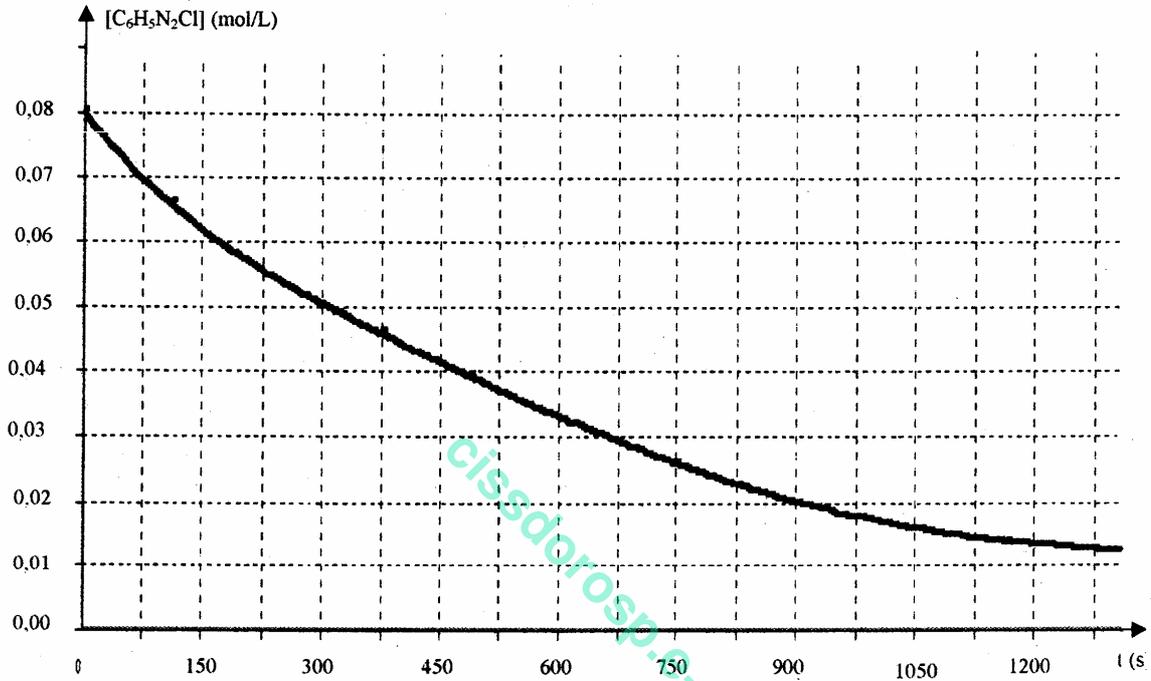
**5.2.2.a-** Rappeler la définition de l'activité  $A$  d'une substance radioactive. **(0,5 point)**

**5.2.2.b-** Recopier puis compléter le tableau ci-dessus. **(0,75 point)**

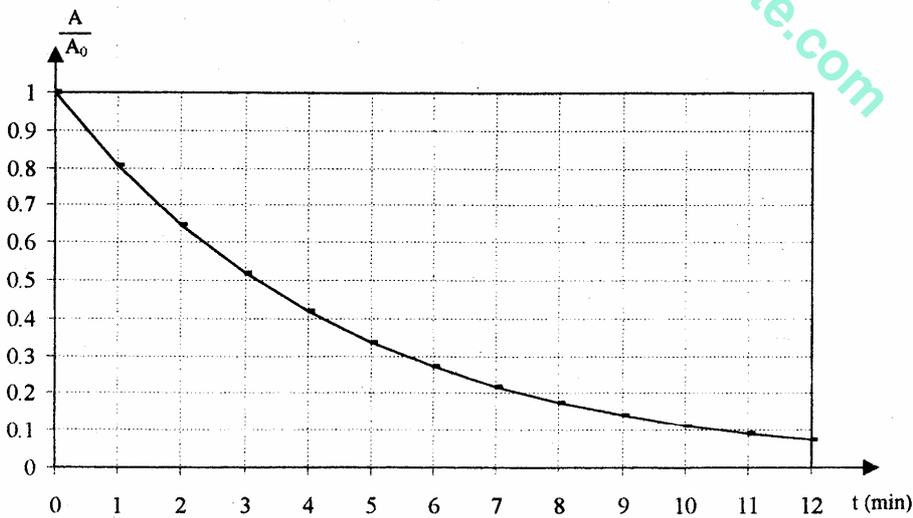
**5.2.2.c-** A partir du graphe  $\frac{A}{A_0}$  en fonction de  $t$  donné à la page 5 (courbe 2), déduire la période de désintégration du vanadium radioactif. **(01 point)**

LA PAGE 5/5 EST A RENDRE AVEC LA COPIE.

Courbe 1



Courbe 2



**N.B. :** Le candidat ne doit mettre sur cette feuille aucun signe distinctif du type nom, numéro de table ou autre.

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (04 points)**

Potentils normaux des couples rédox :  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = 0,76 \text{ V}$  et  $E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$

Volume molaire dans les conditions de l'expérience :  $V_0 = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

Masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  : Cl : 35,5 ; H : 1 ; O : 16 ; Zn : 65,4

On étudie la cinétique de la réaction naturelle entre 2 couples. A  $t = 0$ , on introduit une masse  $m = 1 \text{ g}$  de zinc en poudre dans un ballon contenant  $V = 40 \text{ mL}$  d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 0,5 \text{ mol / L}$ . On recueille le gaz dihydrogène formé au cours du temps et on mesure son volume  $V(\text{H}_2)$ . A chaque instant, on désigne par  $x$  le nombre de mole d'acide disparu et par  $C_R$  sa concentration molaire résiduelle.

1.1.

1.1.1- Ecrire l'équation-bilan de la réaction. **(0,25 point)**

1.1.2- Tenant compte des données numériques de l'énoncé et de l'équation précédemment écrite, établir les relations :  $x = \frac{V(\text{H}_2)}{12}$  et  $C_R = 0,5 - 25x$ .

( $x$  est en mol,  $V(\text{H}_2)$  en L et  $C_R$  en  $\text{mol.L}^{-1}$ ) **(0,5 point)**

1.2- Compléter le tableau de mesures ci-dessous et tracer la courbe  $C_R = f(t)$ . Le candidat choisira une échelle judicieuse qu'il précisera. **(0,75 point)**

$t$ (min)	0	100	200	300	400	500	600	700	800
$V(\text{H}_2)$ (mL)	0	57,6	96	124,8	144	1631,2	177,6	187,2	201,6
$x$ (mol)									
$C_R$ ( $\text{mol.L}^{-1}$ )									

1.3

1.3.1- Déterminer la vitesse moyenne de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  entre les dates  $t_1 = 200 \text{ min}$  et  $t_2 = 500 \text{ min}$ . **(0,25 point)**

1.3.2 Déterminer graphiquement la vitesse instantanée de disparition des ions hydronium  $V(\text{H}_3\text{O}^+)$  à la date  $t_1 = 200 \text{ min}$ . **(0,5 point)**

1.4-

1.4.1- Déterminer la concentration  $C_i$  de la solution en ion  $\text{Zn}^{2+}$  à  $t = 300 \text{ min}$ . **(0,25 point)**

1.4.2- Déterminer la concentration  $C_2$  de la solution en ion  $\text{Zn}^{2+}$  en fin de réaction et calculer la masse  $m_r$  de zinc restant. **(0,75 point)**

1.5

1.5.1- Établir une relation entre les vitesses instantanées de disparition de  $\text{H}_3\text{O}^+$  et de formation de  $\text{Zn}^{2+}$  (0,5 point)

1.5.2- En déduire la vitesse instantanée de formation de  $\text{Zn}^{2+}$  à  $t_1 = 200$  min. (0,25 point)

## EXERCICE 2 (04 points)

Données : masses molaires atomiques en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  : H : 1 ; C : 12 ; O : 16

On veut identifier un corps A dont la molécule est à chaîne carbonée saturée et ne possède qu'une seule fonction organique.

2.1- Quand on fait réagir l'acide éthanóique sur le corps A, il se forme un ester et de l'eau.

2.1.1- Quel est le nom de cette réaction ? Donner la famille du corps A. (0,5 point)

2.1.2- Ecrire l'équation-bilan de la réaction (on utilisera pour A sa formule générale)

- Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ? (0,5 point)

2.1.3- A l'état initial, on avait mélangé  $v = 150$  mL d'une solution d'acide éthanóique de concentration  $C = 5 \cdot 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup> avec  $m_A = 3,70$  g du corps A.

A l'équilibre, il reste  $n_1' = 5 \cdot 10^{-2}$  mol d'acide éthanóique et  $m_A' = 1,85$  g du corps A qui n'ont pas réagi.

2.1.3.a- A partir de ces données, montrer que la masse molaire moléculaire du corps A est  $M_A = 74$  g.mol<sup>-1</sup>. (01 point)

2.1.3.b- En déduire les formules semi-développées possibles pour le corps A. (0,5 point)

2.1.3.c- Une autre étude a montré que la molécule de A est chirale. Quel est le nom du corps A ? (0,5 point)

2.2- Le dichromate de potassium en milieu acide a été utilisé pour déterminer la quantité de matière du corps A qui n'avait pas réagi à l'équilibre (question 2.1.3).

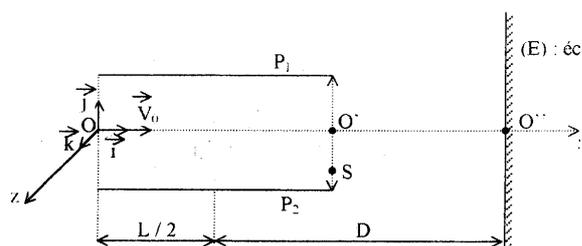
Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le dichromate de potassium en milieu acide avec le corps A.

Les couples rédox mis en jeu sont :  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$  et  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} / \text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  (0,5 point)

2.3- Ecrire l'équation-bilan d'une réaction plus avantageuse pour obtenir un ester et qui aurait pu être utilisée à la place de celle de la première question. En quoi est-elle plus avantageuse ? Donner le nom du réactif utilisé. (0,5 point)

## EXERCICE 3 (04 points)

Des particules  $\alpha$  de vitesse  $\vec{v}_0$  horizontale pénètrent en O entre deux plateaux  $P_1$  et  $P_2$  parallèles et horizontaux d'un condensateur plan. La longueur des plateaux est  $L = 20,0$  cm et la distance qui les sépare est  $d = 5,0$  cm.



On applique la tension  $U = V_{P1} - V_{P2} = 4,5 \cdot 10^4$  V entre les plateaux. (Si  $U = 0$  les particules ne sont pas déviées et sortent en  $O'$ ).

**3.1.1-** Donner les caractéristiques du vecteur champ électrostatique  $\vec{E}$  supposé uniforme qui règne entre les plaques. **(0,25 point)**

**3.1.2-** Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire des particules  $a$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ . (On négligera les actions de la pesanteur). **(0,75 point)**

**3.1.3-** Sachant que les particules  $a$  sortent du champ électrostatique en un point  $S$  d'ordonnée  $Y_s = -2,15$  mm, calculer la valeur  $v_0$  de la vitesse initiale. **(01 point)**

**3.2-** 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  $\alpha$ ).

**3.2.1-** Ecrire l'équation-bilan de la réaction nucléaire. **(0,5 point)**

**3.2.2-** Calculer, en MeV puis en joules, l'énergie libérée par la réaction. **(0,5 point)**

**3.2.3-** 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  $E_{ca}$  de chacune des particules  $\alpha$  (supposées homocinétiques).

En déduire leur vitesse  $v_0$ . Ce résultat est-il en accord avec celui de la question 3.1.3 ? **(01 point)**

Données

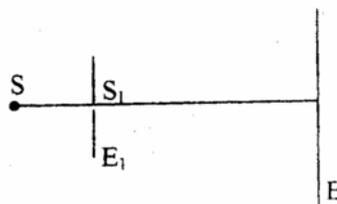
Noyau	${}^1_1\text{H}$	${}^7_3\text{Li}$	${}^4_2\text{He}$
Masse (en u)	1,0078	7,0160	4,0026

$1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ; charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

#### **EXERCICE 4 (04 points)**

**4.1-** On réalise l'expérience représentée par la figure ci-contre.

$S$  est une source lumineuse qui émet une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .  $S_1$  est un trou circulaire de diamètre  $d_1 = \lambda$  percé sur l'écran  $E_1$  et  $E$  est l'écran d'observation.

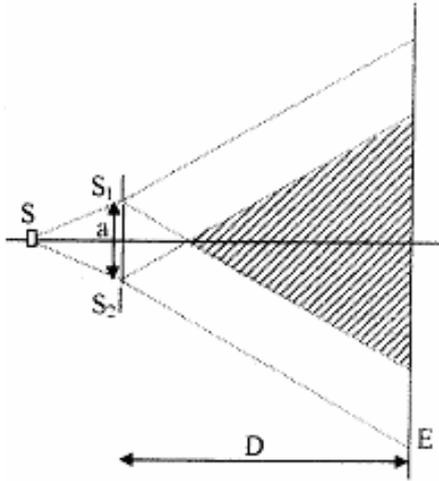


**4.1.1-** Quel phénomène se produit à la traversée de la lumière en  $S_1$  ? **(0,25 point)**

**4.1.2-** Recopier le schéma et dessiner le faisceau émergent de  $S_1$ . En déduire l'aspect de l'écran. **(0,25 point)**

4.2- On perce un deuxième trou  $S_2$  identique à  $S_1$  sur l'écran  $E_1$  et on réalise le dispositif schématisé sur la figure ci-contre.

Les traits en pointillés représentent les limites des faisceaux lumineux issus de  $S$ ,  $S_1$  et  $S_2$ .



4.2.1- Décrire ce qu'on observe sur l'écran dans la zone hachurée. Quel est le nom du phénomène physique mis en évidence par cette expérience ? (0,5 point)

4.2.2- A partir de cette expérience, justifier la nature ondulatoire de la lumière. (0,25 point)

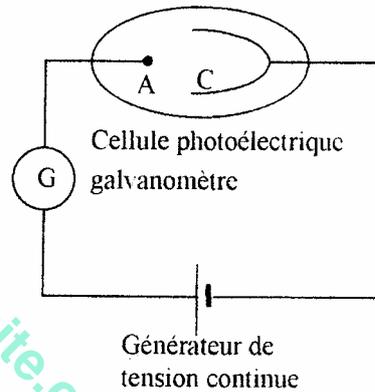
4.2.3- La longueur occupée sur l'écran E par 10 interférences est  $l = 5,85 \text{ mm}$ . Calculer la longueur d'onde  $\lambda$ , de la lumière émise par la source S. (0,5 point)

On donne :  $a = S_1S_2 = 2 \text{ mm}$  ;  $D = 2 \text{ m}$

4.3- On réalise maintenant le dispositif de la figure ci-contre.

4.3.1- Le galvanomètre détecte-t-il le passage d'un courant si la cathode n'est pas éclairée ? Justifier votre réponse. (0,5 point)

4.3.2- On éclaire la cathode C de la cellule par la lumière issue de la source S précédente. Le travail d'extraction du métal constituant la cathode est de  $W_0 = 1,9 \text{ eV}$ .



4.3.2.a- Que se passe-t-il ? Interpréter le phénomène physique mis en évidence par cette expérience ? (0,5 point)

4.3.2.b- Quel est le modèle de la lumière utilisée pour justifier cette observation ? Interpréter brièvement cette observation. (0,5 point)

4.3.2.c- Evaluer la vitesse maximale des électrons émis de la cathode. (0,5 point)

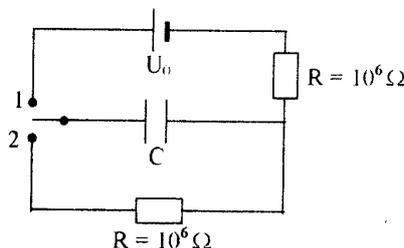
4.4- Expliquer brièvement la complémentarité des deux modèles de la lumière. (0,25 point)

**Données :**

constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ; vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
 Charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ; masse de l'électron  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

**EXERCICE 5 (04 points)**

Dans le but de déterminer la capacité d'un condensateur on utilise le montage ci-contre.



### 5.1- Charge du condensateur

On bascule l'interrupteur en position 1.

5.1.1- Ecrire la loi des tensions dans le circuit de charge.

En déduire l'équation différentielle liant  $q$  et  $\dot{q}$ . (0,5 point)

5.1.2- Vérifier que  $q(t)$  est de la forme :  $q(t) = A \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$

où  $A$  et  $\tau$  sont des constantes que l'on exprimera en fonction des données. (01 point)

### 5.2- Décharge du condensateur

Le condensateur chargé, on bascule l'interrupteur en position 2.

Un dispositif approprié permet d'enregistrer les valeurs de la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur en fonction du temps et donne les résultats suivants :

$t(s)$	2	4	6	8	9
$u_c (V)$	3,90	2,56	1,72	1,10	0,90

5.2.1- Tracer la courbe représentant  $\ln(u_c)$  en fonction du temps. (0,5 point)

5.2.2- Établir l'équation qui donne  $u(t)$  en fonction de  $R$ ,  $C$ ,  $U_0$  et  $t$ . (01 point)

5.2.3- En déduire l'expression du coefficient directeur de la droite obtenue en 5.2.1 (0,5 point)

5.2.4- On pose  $\tau = RC$ . Calculer la valeur de  $\tau$  et en déduire  $C$  sachant que  $R = 10^6 \Omega$ . (0,5 point)