

- Exercice1-Partie I : Etude de la pile Zinc-Cuivre1- Le quotient de réaction initial :

- L'équation de la réaction :  $Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \xrightleftharpoons[2]{1} Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$

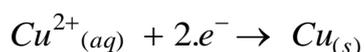
- Par définition :  $Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{1} = 1$

2- Sens de l'évolution spontanée :

Puisque  $Q_{r,i} = 1 \ll K = 1,7 \cdot 10^{37}$  alors la réaction a lieu dans le sens  $\rightarrow$ .

3- Equation de la réaction au niveau de la cathode :

Au niveau de la cathode ; il y a réduction des ions cuivre  $Cu^{2+}$  selon la demi-équation :

4- Masse de Cu déposée pendant  $\Delta t = 5h$ :

Demi- équation		$Cu^{2+}_{(aq)} + 2.e^{-} \rightarrow Cu_{(s)}$			Quantité de matière des $e^{-}$ échangés :
Etat du système	Avancement $x$ (mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$n_0(Cu^{2+})$	$\approx$	0	0
E. intermédiaire	$x$	$n_0(Cu^{2+}) - x$	$\approx$	$x$	$n(e^{-}) = 2.x$

- On sait que  $I = \frac{Q}{\Delta t}$  avec  $Q = n(e^{-}) \times F$

- D'après le tableau d'avancement :  $n(e^{-}) = 2.x$  et  $x = n_t(Cu) = \frac{m(Cu)}{M(Cu)}$

- En combinant ces relations on aboutit à l'expression :  $m(Cu) = \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F} \cdot M(Cu)$

- **A.N :**  $m(Cu) = \frac{0,3 \times 5 \times 3600}{2 \times 9,65 \cdot 10^4} \times 63,5 \approx 1,02 g$

Partie II : Etude de l'hydrolyse d'un ester1- Hydrolyse de l'éthanoate de méthyle :1-1- Rôle de l'acide sulfurique ajouté :

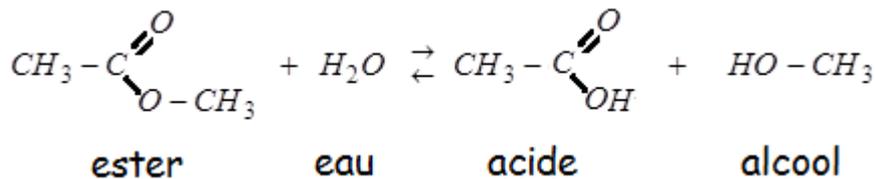
C'est un catalyseur qui permet d'atteindre l'équilibre en diminuant le temps de demi-réaction.

1-2- Caractéristiques de la réaction :

L'hydrolyse d'un ester est une réaction **lente** est **limitée**.

**1-3- Le montage correspondant :** est celui de la figure (C)

**1-4- Equation de la réaction :**



**1-5- Constante d'équilibre K :**

- On applique la relation :  $K = \frac{[\text{acide}]_{\text{éq}} \times [\text{alcool}]_{\text{éq}}}{[\text{ester}]_{\text{éq}} \times [\text{eau}]_{\text{éq}}}$

- D'après le tableau d'avancement :  $K = \frac{x_{\text{éq}} \times x_{\text{éq}}}{(0,6 - x_{\text{éq}}) \times (0,6 - x_{\text{éq}})}$

- A l'équilibre la quantité de l'ester qui reste est :  $0,4 = 0,6 - x_{\text{éq}}$  ; d'où :  $x_{\text{éq}} = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ mol}$

- **A.N :**  $K = \frac{0,2^2}{(0,6 - 0,2)^2} = 0,25$

**2- L'hydrolyse basique de l'éthanoate de méthyle :**

**2-1- Les formules semi-développées :**

- Pour A c'est :  $\text{HO}-\text{CH}_3$  le méthanol

- Pour B<sup>-</sup> c'est :  $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^- \end{array}$  l'ion éthanoate

**2-2-1- La conductance  $G_{1/2}$  :**

- D'après l'énoncé on peut écrire :  $x(t) = a \cdot G(t) + b$

- Alors lorsque  $x = x_{\text{max}}$ ; on écrit :  $x_{\text{max}} = a \cdot G_{\text{max}} + b$  avec  $x_{\text{max}} = C_0 \cdot V_0$

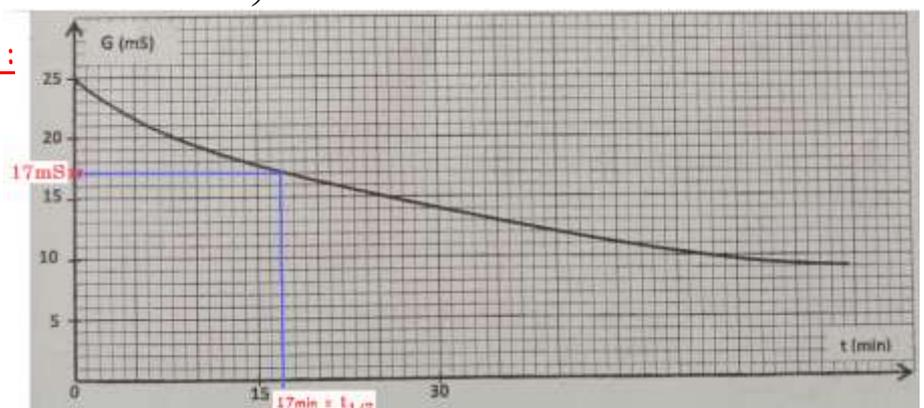
- D'où :  $\frac{x_{\text{max}}}{2} = a \times G_{1/2} + b$ , ce qui donne :  $G_{1/2} = \frac{1}{a} \times \left( \frac{C_0 \cdot V_0}{2} - b \right)$

- **A.N :**  $G_{1/2} = \frac{1}{-6,3 \cdot 10^{-2}} \times \left( \frac{10^{-2} \times 0,1}{2} - 1,57 \cdot 10^{-3} \right) = 0,01698 \text{ S} \approx 17 \text{ mS}$

**2-2-2- Temps de demi-réaction :**

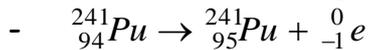
Par projection on trouve :

$$t_{1/2} = 17 \text{ min}$$



- Exercice2-

## Etude de la désintégration du noyau du plutonium 241

1- Equation de désintégration :

- Type de radioactivité :  $\beta^-$

2- L'énergie libérée par la désintégration d'un noyau  ${}_{94}^{241}\text{Pu}$  :

$$\begin{aligned} E_{lib} &= |\Delta E| = \left| \left( m({}_{95}^{241}\text{Am}) + m(e^-) - m({}_{94}^{241}\text{Pu}) \right) \times c^2 \right| \\ &= |241,00471 + 0,00055 - 241,00529| \times u.c^2 \\ &= 3.10^{-5} \times 931,5 \text{ MeV} \\ &\approx 0,028 \text{ MeV} \end{aligned}$$

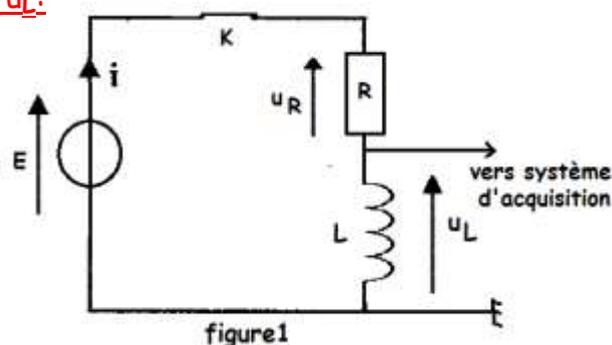
3- Activité  $a_1$  à l'instant  $t_1 = 28,70 \text{ ans}$  :

- On applique la loi de décroissance :  $a(t) = a_0 \times e^{-\lambda t}$  avec  $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

- A l'instant  $t_1$  ; l'activité est :  $a_1 = a(t_1) = a_0 \times e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times t_1}$

$$- \text{A.N : } a_1 = 3.10^6 \times e^{-\frac{\ln 2}{14,35} \times 28,70} = 3.10^6 \times e^{-2 \times \ln 2} = \frac{3.10^6}{2^2}$$

On trouve :  $a_1 = 7,5.10^5 \text{ Bq}$

- Exercice3-Partie I : Réponse du dipôle RL à un échelon croissant de tension1- Visualisation de la tension  $u_L$  :2- Equation différentielle vérifiée par  $i(t)$  :

- D'après la figure1 :  $u_L + u_R = E$  (1)

- Dans la convention récepteur :  $u_R = R.i$  (2) et  $u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$  (3)

- En remplaçant (2) et (3) dans (1), on obtient l'équation différentielle :

$$L \frac{di}{dt} + Ri = E \quad \text{ou} \quad \frac{di}{dt} + \frac{R}{L} i = \frac{E}{L}$$

### 3- Expression de la tension $u_L$ :

- La solution de cette équation est de la forme :  $i(t) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{Rt}{L}})$

- Portons cette expression dans l'expression  $u_L = L \frac{di}{dt}$  :

$$u_L = L \times \frac{d}{dt} \left( \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{Rt}{L}}) \right) \Rightarrow u_L = L \times \frac{E}{R} \times \frac{R}{L} \times e^{-\frac{Rt}{L}} \Rightarrow \underline{u_L(t) = E e^{-\frac{Rt}{L}}}$$

### 4- Valeur de la tension $u_L$ à $t = \tau$ :

-  $u_L(\tau = \frac{L}{R}) = E e^{-\frac{R}{L} \times \frac{L}{R}} = E e^{-1}$

- **A.N** :  $u_L(\tau) = 9 \times e^{-1} \approx 3,3V$

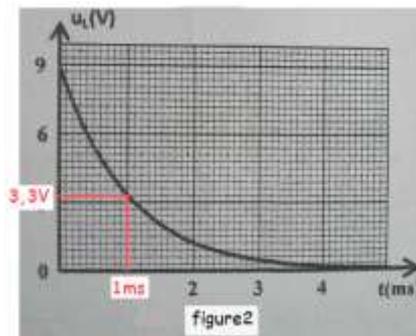
### 5- \* Valeur de $\tau$ :

Graphiquement, on trouve :  $\tau = 1ms$

#### \* Coefficient d'inductance :

- On sait que :  $\tau = \frac{L}{R}$  alors  $\underline{L = \tau \times R}$

- **A.N** :  $L = 10^{-3} \times 10 = \underline{0,01H}$



## Partie II : Réception d'une onde modulée en amplitude

1- La capacité C : pour filtrer l'onde de fréquence  $f_0 = 530KHz$  correspond à (C) :

- Dans le circuit bouchon, on réalise la condition :  $f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$

- On en déduit :  $C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot L \cdot f_0^2}$

- **A.N** :  $C = \frac{1}{4 \times 10 \times 10^{-2} \times (530 \cdot 10^3)^2} \approx 9 \cdot 10^{-12} F = 9pF$

2- La capacité  $C_1$  utilisée à l'étage2 correspond à (B) :  $C_1 = 20\mu F$  ;

Pour avoir une bonne détection d'enveloppe :

- Première condition :  $F_p \gg f_s$  est vérifiée car  $530kHz \gg 1kHz$

- Deuxième condition doit être vérifiée :  $T_p \ll \tau < T_s$ , avec  $\tau = R_1 \cdot C_1$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_1 \cdot F_p} \ll C_1 < \frac{1}{R_1 \cdot f_s}$$

$$A.N : \frac{1}{35 \times 530 \cdot 10^3} \ll C_1 < \frac{1}{35 \times 1 \cdot 10^3}$$

$$\Rightarrow C_1 \in [54nF; 30\mu F]$$

3- Rôle de l'étage3 correspond à (C) :

L'étage3 permet la suppression de la composante continue du signal détecté à la sortie de l'étage 2.

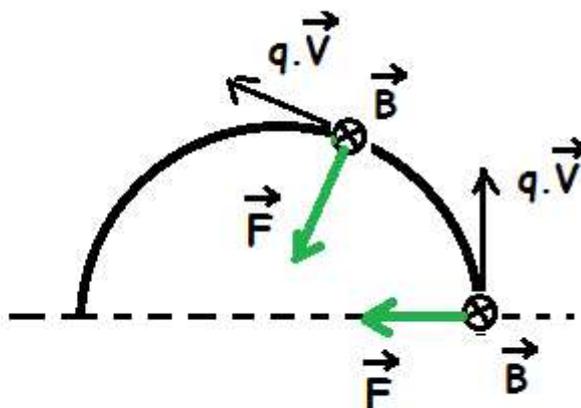
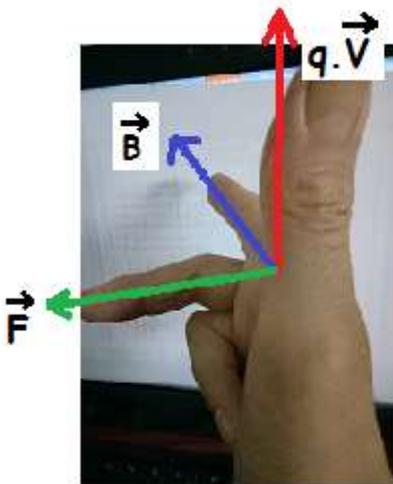
### - Exercice4-

#### Partie I : Mouvement d'une particule chargée

##### 1- Trajectoire de chaque particule :

- La charge de la particule  $\text{He}^{2+}$  est positive :  $q = 2 \cdot e > 0$
- Le vecteur  $q \cdot \vec{V}$  a le même sens que  $\vec{V}$
- Le trièdre  $(q \cdot \vec{V}, \vec{B}, \vec{F})$  est direct
- On applique la règle des trois doigts de la main droite :

- \* Le pouce indique le sens de  $q \cdot \vec{V}$  vers le haut (vertical) :  $\uparrow q \cdot \vec{V}$
- \* L'index indique le sens de  $\vec{B}$  vers l'arrière (horizontal) :  $\otimes \vec{B}$
- \* Le majeur indique le sens de  $\vec{F}$  vers la gauche (dans le plan) :



- Finalement la trajectoire de la particule  $\text{He}^{2+}$  est vers la gauche, et celle de la particule  $\text{O}^{2-}$  est vers la droite.

**2- Nature du mouvement de la particule  $\text{He}^{2+}$  :**\* Expression de l'accélération :La particule  $\text{He}^{2+}$  est soumise uniquement à la force de Lorentz :  $\vec{F} = 2e.\vec{v} \wedge \vec{B}$ Par application de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton dans un référentiel galiléen :  $m(\text{He}^{2+}).\vec{a} = 2e.\vec{v} \wedge \vec{B}$ 

On en déduit : 
$$\vec{a} = \frac{2e}{m(\text{He}^{2+})}.\vec{v} \wedge \vec{B} ;$$

cette relation montre que le vecteur accélération est perpendiculaire au vecteur vitesse  $\vec{v}$ .\* Energie cinétique de la particule  $\text{He}^{2+}$  :

On a : 
$$\frac{dE_c}{dt} = \underbrace{P}_{\text{puissance}} (\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{v} = 0 \text{ car } \vec{F} \text{ est perpendiculaire à } \vec{v}$$

Cela prouve que l'énergie cinétique de la particule  $\text{He}^{2+}$  est constante, et par suite son mouvement est **uniforme**.\* Le mouvement de  $\text{He}^{2+}$  est plan :

Posons  $\vec{B} = B\vec{k}$  alors  $\vec{a} = \frac{2eB}{m(\text{He}^{2+})}.\vec{v} \wedge \vec{k}$  ce qui montre que la composante  $a_z$  de l'accélération

est nulle  $a_z = 0$  ; et par intégration et application des conditions initiales on en déduit que $z = 0$  : Donc le mouvement de  $\text{He}^{2+}$  se fait dans le plan  $(\pi)$ .\* Le mouvement de  $\text{He}^{2+}$  est circulaire :Dans le repère de Fresnet  $M(\vec{u}, \vec{n})$  ; la composante tangentielle de l'accélération est nulle :

$$a = a_n \text{ avec } a = \frac{2eB}{m(\text{He}^{2+})}V \text{ et } a_n = \frac{V^2}{\rho} \quad \rho \text{ est le rayon de courbure}$$

On écrit alors : 
$$a = \frac{2eB}{m(\text{He}^{2+})} \times V = \frac{V^2}{\rho} \text{ ou bien : } \rho = \frac{m(\text{He}^{2+}).V}{2eB} = \text{Cte}$$

Donc le mouvement de la particule  $\text{He}^{2+}$  est **circulaire** et **uniforme**, et le rayon de la trajectoire

a pour expression : 
$$R_{\text{He}^{2+}} = \frac{m(\text{He}^{2+}).V}{2.e.B}$$

**3- Le rapport  $R_{\text{O}^{2-}} / R_{\text{He}^{2+}}$  :**

$$\frac{R_{\text{O}^{2-}}}{R_{\text{He}^{2+}}} = \frac{4}{1} = 4$$

**4- Masse de la particule  $\text{O}^{2-}$  :**

$$\frac{R_{\text{O}^{2-}}}{R_{\text{He}^{2+}}} = \frac{\frac{m(\text{O}^{2-}).V}{2.e.B}}{\frac{m(\text{He}^{2+}).V}{2.e.B}} \Rightarrow \frac{m(\text{O}^{2-})}{m(\text{He}^{2+})} = 4 \Rightarrow m(\text{O}^{2-}) = 4.m(\text{He}^{2+})$$

- **A.N :**  $m(\text{O}^{2-}) = 4 \times 6,68.10^{-27} \approx 2,67.10^{-26} \text{ Kg}$

Partie II : Etude énergétique d'un pendule simple**1- Homogénéité de la relation :**  $T_0 = 2.\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ 

On utilise l'équation aux dimensions :

- On a  $[T_0] = T$  (1)

- On a également  $[L] = L$  et  $[g] = LT^{-2}$

Alors  $\left[2.\pi \sqrt{\frac{L}{g}}\right] = \underbrace{[2.\pi]}_{=1} \times \left[\sqrt{\frac{L}{g}}\right] = \frac{[L]^{1/2}}{[g]^{1/2}} = \frac{L^{1/2}}{L^{1/2} \times T^{-1}} = T$  (2)

Donc (1) et (2) affirment que  $T_0$  et  $2.\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  ont la même dimension : la relation  $T_0 = 2.\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  est homogène.

**2- La période  $T_0$  et le déphasage  $\varphi$  :**

\* On a  $T_0 = 2.\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  ; **A.N** :  $T_0 = 2.\pi \sqrt{\frac{2}{9,8}} \approx 2,84s$

\* On a  $\theta(t) = \theta_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2.\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$  et à  $t = 0$  :  $\theta(0) = \theta_{\max} \cdot \cos(\varphi) = 0$  alors  $\cos(\varphi) = 0$

Ce qui donne :  $\varphi = \pi/2 \text{ rad}$  ou encore  $\varphi = -\pi/2 \text{ rad}$

A  $t=0$  : le mobile démarre dans le sens positif, donc sa vitesse angulaire initiale est positive :

$\dot{\theta}(t) = -\frac{2.\pi}{T_0} \theta_{\max} \cdot \sin\left(\frac{2.\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$  et  $\dot{\theta}(0) = -\frac{2.\pi}{T_0} \theta_{\max} \cdot \sin(\varphi) > 0$

Cela exige que  $\sin(\varphi) < 0$  ou bien  $\varphi = -\pi/2 \text{ rad}$

**3- Expression de l'énergie potentielle de pesanteur :**

On sait que :  $E_{pp} = mg \cdot (z - z_0)$

avec  $z_0 = 0$  et  $z = z_H = OI - HI = L - L\cos(\theta)$

alors  $E_{pp} = mgL(1 - \cos(\theta)) \approx mgL \cdot \frac{\theta^2}{2}$  car  $\cos(\theta) \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$

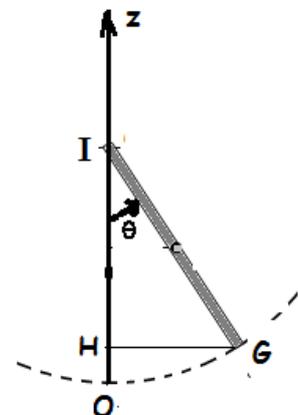
or  $\theta(t) = \theta_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2.\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

Finalemnt :  $E_{pp}(t) = \frac{1}{2} mgL \theta_{\max}^2 \cos^2\left(\frac{2.\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

**4- Expression de l'énergie mécanique du pendule :**

- Energie mécanique :

A tout instant on a :  $E_m = E_c(t) + E_{pp}(t)$



\* *Energie cinétique*  $E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \dot{\theta}^2$  avec  $J_{\Delta} = m.L^2$  et  $\dot{\theta}(t) = -\frac{2.\pi}{T_0} \theta_{\max} \sin\left(\frac{2.\pi}{T_0} .t + \varphi\right)$

$$\Rightarrow E_c = \frac{1}{2} m L^2 \left(\frac{2.\pi}{T_0}\right)^2 \theta_{\max}^2 \sin^2\left(\frac{2.\pi}{T_0} .t + \varphi\right)$$

Mais  $T_0 = 2.\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  c'est à dire  $\frac{2.\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{L}}$  ou bien  $\left(\frac{2.\pi}{T_0}\right)^2 = \frac{g}{L}$

L'expression de l'énergie cinétique devient :  $E_c(t) = \frac{1}{2} m.g.L.\theta_{\max}^2 \sin^2\left(\frac{2.\pi}{T_0} .t + \varphi\right)$

\* *Energie mécanique:*

$$E_m = \frac{1}{2} m.g.L.\theta_{\max}^2 \sin^2\left(\frac{2.\pi}{T_0} .t + \varphi\right) + \frac{1}{2} m.g.L.\theta_{\max}^2 \cos^2\left(\frac{2.\pi}{T_0} .t + \varphi\right)$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2} m.g.L.\theta_{\max}^2 \left( \underbrace{\sin^2\left(\frac{2.\pi}{T_0} .t + \varphi\right) + \cos^2\left(\frac{2.\pi}{T_0} .t + \varphi\right)}_{=1} \right)$$

$$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2} m.g.L.\theta_{\max}^2$$

### 5- La masse m du corps (S) :

Puisque les frottements sont négligeables, l'énergie mécanique du système se conserve :

$$E_m(t) = E_m(t=0) = Cte$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m.g.L.\theta_{\max}^2 = E_c(t=0) + E_{pp}(t=0)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m.g.L.\theta_{\max}^2 = Ec_0 + 0$$

$$\Rightarrow m = \frac{2.Ec_0}{g.L.\theta_{\max}^2}$$

**A.N :**  $m = \frac{2 \times 13,33}{9,8 \times 2 \times 0,20^2} \approx 34 Kg$