- Exercice1 -

Partie I : Etude de la pile Zinc-Cuivre

1- Le quotient de réaction initial :

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

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

2- Sens de l'évolution spontanée :

Puisque $Q_{r;i} = 1 << K = 1,7.10^{37}$ alors la réaction a lieu dans le sens $\overset{1}{\rightarrow}$.

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 :

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2.e^{-} \rightarrow Cu_{(s)}$$

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 : $\underline{m(Cu) = \frac{I.\Delta t}{2.F}.M(Cu)}$

- **A.N :** $m(Cu) = \frac{0,3\times5\times3600}{2\times9,65.10^4}\times63,5 \approx \underline{1,02g}$

Partie II : Etude de l'hydrolyse d'un ester

1- Hydrolyse de l'éthanoate de méthyle :

1-1- Rôle de l'acide sulfurique ajouté :

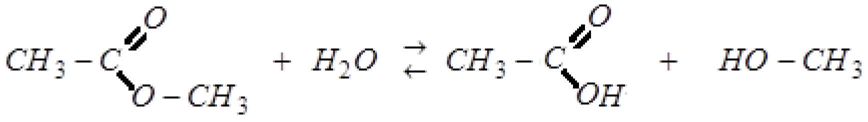
C'est un catalyseur qui permet d'atteindre l'équilibre en diminuant le temps de demi-réaction.

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 (A)

1-4- Equation de la réaction :



ester eau acide alcool

1-5- Constante d'équilibre K :

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

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

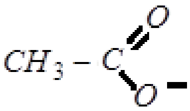
- A l'équilibre la quantité de l'ester qui reste est : $0{,}4=0{,}6-x_{éq}$; d'où : $x_{éq}=0{,}6-0{,}4=0{,}2mol$

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

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

2-1- Les formules semi-développées :

- Pour A c'est : $HO-CH_3$ le méthanol

- Pour B^- c'est :  l'ion éthanoate

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

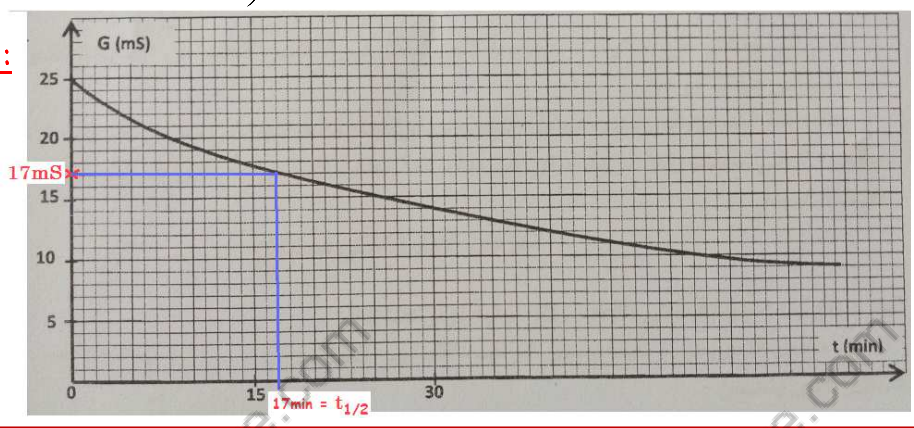
- D'après l'énoncé on peut écrire : x(t) = a . G(t) + b
- Alors lorsque $x = x_{max}$; on écrit : $x_{max} = a . G_{max} + b$ avec $x_{max} = C_0.V_0$
- D'où : $\dfrac{x_{max}}{2}=a\times G_{1/2}+b$, ce qui donne : $\underline{G_{1/2}=\dfrac{1}{a}\times\left(\dfrac{C_0.V_0}{2}-b\right)}$

- A.N : $G_{1/2}=\dfrac{1}{-6{,}3.10^{-2}}\times\left(\dfrac{10^{-2}\times0{,}1}{2}-1{,}57.10^{-3}\right)=\underline{0{,}01698S\approx17mS}$

2-2-2- Temps de demi-réaction :

Par projection on trouve :

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



- Exercice2-

Etude de la désintégration du noyau du plutonium 241

1- Equation de désintégration :

- $^{241}_{94}Pu \rightarrow \, ^{241}_{95}Pu + \, ^{0}_{-1}e$
- Type de radioactivité : β^{-}

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

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

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

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

- A l'instant t_1 ; l'activité est : $a_1 = a(t_1) = a_0 \times e^{-\frac{\ell n2}{t_{1/2}}\times t_1}$

- A.N : $a_1 = 3.10^6 \times e^{-\frac{\ell n2}{14{,}35}\times 28{,}70} = 3.10^6 \times e^{-2\times \ell n2} = \dfrac{3.10^6}{2^2}$

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

- Exercice3-

Partie I: Réponse du dipôle RL à un échelon croissant de tension

1- Visualisation de la tension u_L:

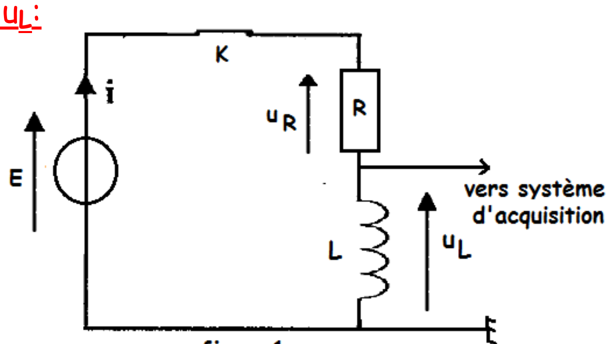


figure1

2- Equation différentielle vérifiée par i(t) :

- D'après la figure1 ; $u_L + u_R = E \quad (1)$
- Dans la convention récepteur : $u_R = R.i \quad (2) \quad et \quad u_L = L.\dfrac{di}{dt} \quad (3)$

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

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

3- Expression de la tension u_L :

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

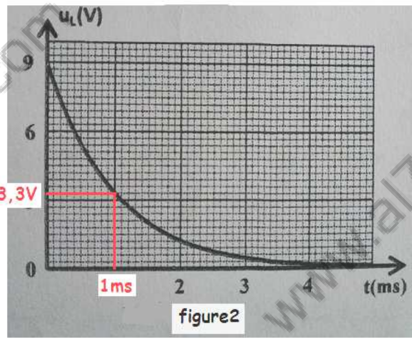
- Portons cette expression dans l'expression $u_L=L.\frac{di}{dt}$:

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

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 τ :

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

*** Coefficient d'inductance :**

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

- **A.N :** $L=10^{-3}\times10=0{,}01H$

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

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

- **A.N :** $C=\frac{1}{4\times10\times10^{-2}\times(530.10^3)^2}\approx 9.10^{-12}F=9pF$

2- La capacité C_1 utilisée à l'étage2 correspond à (B) : C_1 = 20µF;

Pour avoir une bonne détection d'enveloppe :

- Première condition : $F_p >> f_s$ est verifiée car $530kHz >> 1kHz$

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

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

$$A.N : \frac{1}{35\times 530.10^3} << C_1 < \frac{1}{35\times 1.10^3}$$

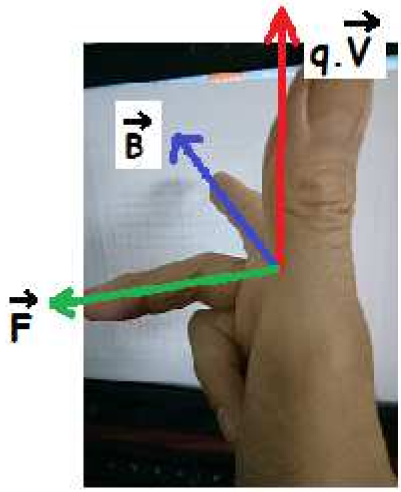
$$\Rightarrow \underline{C_1 \in [54nF ; 30\mu F]}$$

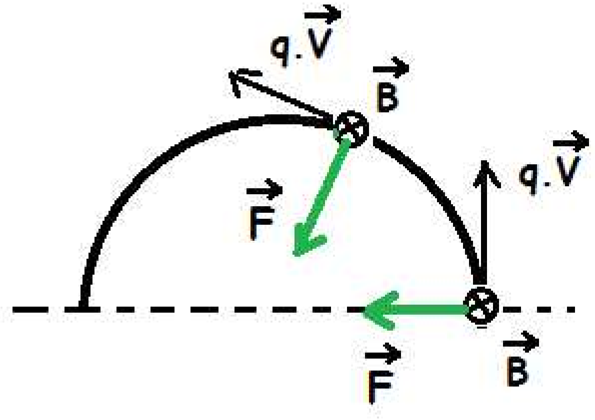
3- Rôle de l'étage3 correspond à (C) ;
L'étage3 permet la suppression de la composante continue du signal détecté à la sortie de l'étage 2.

- Exercice4-

Partie I : Mouvement d'une particule chargée

1- Trajectoire de chaque particule :
- La charge de la particule **He**$^{2+}$ est positive : q = 2.e > 0
- Le vecteur $q.\vec{V}$ a le même sens que $\vec{V}$
- Le trièdre $(q.\vec{V}, \vec{B}, \vec{F})$ est direct
- On applique la règle des trois doigts de la main droite :
  * Le posse indique le sens de $q.\vec{V}$ vers le haut (vertical) : $\uparrow q.\vec{V}$
  * L'index indique le sens de $\vec{B}$ vers l'avant (horizontal) : $\otimes \vec{B}$
  * Le majeur indique le sens de $\vec{F}$ vers la **gauche** (dans le plan) :





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

2- Nature du mouvement de la particule He^{2+} :

* Expression de l'accélération :

La particule He^{2+} est soumise uniquement à la force de Lorentz : $\vec{F} = 2e.\vec{v} \wedge \vec{B}$

Par application de la 2ème loi de Newton dans un référentiel galiléen : $m(He^{2+}).\vec{a} = 2e.\vec{v} \wedge \vec{B}$

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

cette relation montre que le vecteur accélération est perpendiculaire au vecteur vitesse $\vec{v}$.

* Energie cinétique de la particule He^{2+} :

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

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

* Le mouvement de He^{2+} est plan :

Posons $\vec{B} = B\vec{k}$ alors $\vec{a} = \dfrac{2eB}{m(He^{2+})}.\vec{v} \wedge \vec{k}$ 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 $\underline{z = 0}$: Donc le mouvement de He^{2+} se fait dans le plan (π).

* Le mouvement de He^{2+} est circulaire :

Dans le repère de Fresnet $M(\vec{u}, \vec{n})$; la composante tangentielle de l'accélération est nulle :

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

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

Donc le mouvement de la particule He^{2+} est circulaire et uniforme, et le rayon de la trajectoire a pour expression : $\underline{R_{He^{2+}} = \dfrac{m(He^{2+}).V}{2.e.B}}$

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

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

4- Masse de la particule O^{2-} :

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

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

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 $[T_0]=T \quad (1)$
- On a également $[L]=L \quad et \quad [g]=L.T^{-2}$

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

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 φ :

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

Ce qui donne : $\varphi=\pi/2\,rad \quad ou \ encore \quad \varphi=-\pi/2\,rad$

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

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

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

3- Expression de l'énergie potentielle de pesanteur :

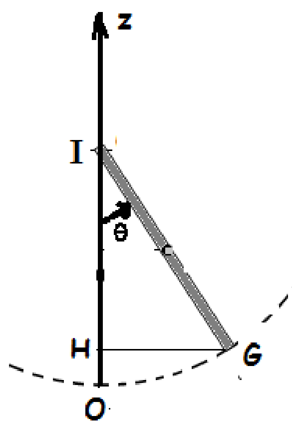
On sait que : $E_{pp}=mg.(z-z_0)$

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

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

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

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



4- Expression de l'énergie mécanique du pendule :

- Energie mécanique :

A tout instant on a : Em = Ec(t) + Epp(t)

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

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

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 : $\underline{E_c(t) = \frac{1}{2}m.g.L.\theta_{max}^2.\sin^2(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi)}$

$* \, Energie \, mécanique :$

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

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

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

5- La masse m du corps (S) :

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

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

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

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

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

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