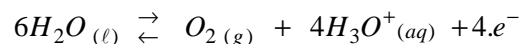


- Exercice1-Partie I : Electrolyse d'une solution de nitrate de plomb

La réponse juste parmi les quatre réponses proposées :

- 1- L'électrolyse étudiée est une transformation : **Forcée**
- 2- Pendant cette électrolyse : **L'électrode (A) constitue la cathode et à son voisinage les ions plomb se réduisent.**
- 3- La réaction qui se produit au niveau de l'électrode (B) est :



- 4- Le volume  $v(O_2)$  du dioxygène formé pendant la durée  $\Delta t$  est :  **$v(O_2) = 0,16L$**

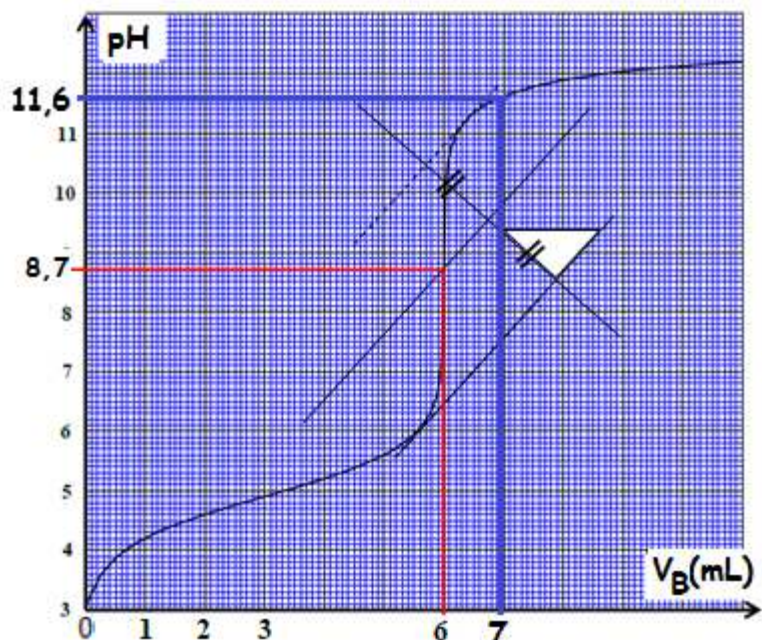
En effet :  $Q = I.\Delta t = n(e^-).F \Rightarrow I.\Delta t = 4x.F \Rightarrow V(O_2) = \frac{I.\Delta t}{4.F} \cdot V_m$

**A.N :**  $V(O_2) = \frac{0,7 \times 60 \times 60}{4 \times 9,65 \cdot 10^4} \times 24 \approx 0,16L$

Partie II : Etude de deux réactions de l'acide propanoïque1- Etude de la réaction de l'acide propanoïque avec l'hydroxyde de sodium1- 1- Les coordonnées  $V_{BE}$  et  $pH_E$  du point d'équivalence E :

La droite au milieu équidistante aux deux autres coupe la courbe au point d'équivalence E de coordonnées :

$V_{BE} = 6mL$  et  $pH_E = 8,7$

1- 2- Constante d'équilibre K associée à la réaction du dosage :

- Equation de la réaction :  $C_2H_5COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$
- La constante d'équilibre :  $K = \frac{K_A(C_2H_5COOH / C_2H_5COO^-)}{K_A(H_2O / HO^-)} = \frac{10^{-4,9}}{10^{-14}} \approx 1,26 \cdot 10^9$
- La réaction est totale, car :  $K = 1,26 \cdot 10^9 \gg 10^4$ .

**1- 3- La concentration  $C_A$  :**

A l'équivalence on applique :  $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$

$$\text{Donc : } C_A = C_B \cdot \frac{V_{BE}}{V_A}$$

$$\text{A.N : } C_A = 5 \cdot 10^{-2} \times \frac{6}{5} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

**1- 4- L'indicateur coloré adéquat pour repérer l'équivalence :**

C'est le Bleu de thymol, car sa zone de virage contient  $pH_E$  :  $pH_E = 8,7 \in [8 ; 9,6]$

**1- 5- L'espèce chimique prédominante après l'ajout du volume  $V_B = 7\text{mL}$  :**

D'après la courbe de la fonction  $pH = f(V_B)$  ; si  $V_B = 7\text{mL}$  on a  $pH = 11,6$

Alors  $pH > pK_A = 4,9$  : L'espèce chimique prédominante est la forme basique  $C_2H_5COO^-_{(aq)}$

**2- Etude de la réaction entre l'acide propanoïque et l'éthanol****2-1- Les deux caractéristiques de cette réaction :**

- \* La réaction est lente ;
- \* La réaction est limitée.

**2-2- La formule semi développée du composé E et son nom :**

\* Le nom de l'ester formé : propanoate d'éthyle

**2-3- Le tableau d'avancement de la réaction :**

Equation de la réaction		$Acide + Alcool \rightleftharpoons Ester + H_2O$			
Etat du système	Avancement $x(\text{mol})$	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$n_0 = 0,5$	$n_0 = 0,5$	0	0
Etat intermédiaire	$x(t)$	$0,5 - x$	$0,5 - x$	$x$	$x$
Etat final	$x_f$	$0,5 - x_f$	$0,5 - x_f$	$x_f$	$x_f$

**2-4- Le rendement  $r$  de cette réaction :**

- Par définition :  $r = \frac{n_{\text{exp}}(\text{Ester})}{n_{\text{thé}}(\text{Ester})}$

- D'après l'énoncé  $n_{\text{exp}}(\text{Ester}) = 0,33\text{mol}$  et  $n_{\text{thé}}(\text{Ester}) = x_{\text{max}} = 0,5\text{mol}$  :

- A.N :  $r = \frac{0,33}{0,5} = 0,66 = 66\%$

- Exercice2-Etude d'une réaction de fusion nucléaire1- Les nombres A et Z du noyau d'hélium :

- L'équation de fusion :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^A_Z\text{He} + {}^1_0\text{n}$

- Les lois de Soddy :  $\begin{cases} 2+3=A+1 \\ 1+1=Z+0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A=4 \\ Z=2 \end{cases} \Rightarrow {}^A_Z\text{He} = {}^4_2\text{He}$

2- L'énergie libérée en MeV :

$$\begin{aligned} E_{\text{lib}} &= |\Delta E| = \left| (m({}^4_2\text{He}) + m_n - m({}^2_1\text{H}) - m({}^3_1\text{H})) \times c^2 \right| \\ &= |4,00150 + 1,00866 - 2,01355 - 3,01550| \times u.c^2 \\ &= 1,889.10^{-2} \times 931,5 \text{ MeV} \\ &\approx 17,6 \text{ MeV} \end{aligned}$$

3- La longueur d'onde  $\lambda$  associée à ce rayonnement :

- On applique la relation :  $E_{\text{lib}} = h\nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$

Alors  $\lambda = h \cdot \frac{c}{E_{\text{lib}}}$

- A.N :  $\lambda = 6,626.10^{-34} \cdot \frac{3.10^8}{17,6 \times 1,6.10^{-13}} \approx 7,1.10^{-14} \text{ m}$

4- L'activité  $a_2$  de l'échantillon à l'instant de date  $t_2 = 12,4 \text{ ans}$  :

- La loi relative à l'activité de l'échantillon :  $a(t) = a_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

- D'après l'énoncé :  $a_1 = a(t_1) = a_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_1} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{t_1} \ln \left( \frac{a_0}{a_1} \right)$

- A l'instant  $t_2$  :  $a_2 = a(t_2) = a_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_2} \Rightarrow a_2 = a_0 \cdot e^{-\frac{t_2}{t_1} \cdot \ln \left( \frac{a_0}{a_1} \right)}$

- A.N :  $a_2 = 2,0.10^6 \cdot e^{-\frac{12,4}{4} \cdot \ln \left( \frac{2,0.10^6}{1,6.10^6} \right)} \approx 1.10^6 \text{ Bq}$

- Exercice3-1- Etude du dipôle RC lors de la charge du condensateur1-1- Equation différentielle que vérifie  $u_C(t)$  :

D'après la figure1, la d'additivité des tensions est :

$$u_r + u_R + u_C = E \quad (1)$$

En respectant les conventions :

$$u_C = \frac{q}{C} \quad \text{et} \quad u_r + u_R = (r_b + R) \cdot i = (r_b + R) \cdot \frac{dq}{dt} = (r_b + R)C \cdot \frac{du_C}{dt}$$

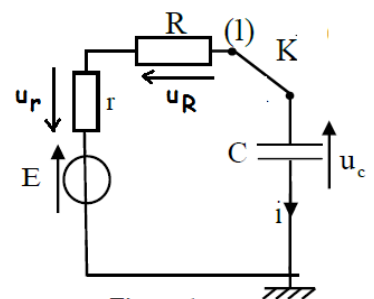


Figure 1

La relation (1) devient :

$$(r_b + R)C \cdot \frac{du_c}{dt} + u_c = E \quad \text{ou} \quad \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{(r_b + R)C} \cdot u_c = \frac{E}{(r_b + R)C}$$

### 1-2- Expressions des deux constantes $A$ et $\tau$ :

On porte la solution  $u_c(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$  dans l'expression de l'équation différentielle :

$$(r_b + R)C \cdot \frac{d}{dt} [A(1 - e^{-t/\tau})] + A(1 - e^{-t/\tau}) = E \quad \text{ou bien} \quad A \cdot \underbrace{\left( \frac{(r_b + R)C}{\tau} - 1 \right)}_{=0} \cdot (e^{-t/\tau}) + \underbrace{(A - E)}_{=0} = 0$$

ce qui donne :  $A = E$  et  $\tau = (r_b + R) \cdot C$

### 1-3- Expression de $I_0$ en fonction de $E$ , $r$ et $R$ :

- L'intensité du courant électrique s'écrit sous forme :  $i(t) = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$
- A l'instant  $t = 0$  :  $u_r(0) + u_R(0) + u_C(0) = E \Rightarrow r_b \cdot I_0 + R \cdot I_0 + 0 = E$
- Finalement :  $I_0 = \frac{E}{r_b + R}$

### 1-4-1- La résistance $R$ sachant que $I_0 = 0,20A$ :

- Au régime permanent  $t \rightarrow \infty$  :  $u_C(t \rightarrow \infty) = A = E$  et graphiquement  $u_C(t \rightarrow \infty) = 12V$
- Alors  $E = 12V$

- On sait que :  $I_0 = \frac{E}{r_b + R}$  alors  $R = \frac{E}{I_0} - r_b$

- A.N :  $R = \frac{12}{0,20} - 20 = 40\Omega$

### 1-4-2- La valeur de $\tau$ :

Graphiquement on trouve  $\tau = 0,6ms$

### 1-4-3- La capacité du condensateur est $C = 10\mu F$ :

On a :  $\tau = (r_b + R) \cdot C \Rightarrow C = \frac{\tau}{r_b + R}$

- A.N :  $C = \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{20 + 40} = 10^{-5} F = 10\mu F$

## 2-Etude de l'amortissement et de l'entretien des oscillations dans un circuit RLC

### 2-1- Le régime oscillatoire qui correspond à la courbe de la figure 3 :

Le régime est pseudo périodique.

### 2-2- L'inductance $L$ de la bobine (b) :

On assimile la pseudo période à la période propre de l'oscillateur électrique :

$$T = T_0 = 2\pi \sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 \cdot C}$$

- A.N :  $L = \frac{(6.10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 10^{-5}} \approx 9.10^{-2} H$

**2-3- \* La variation de l'énergie totale du circuit entre les instants  $t_1 = 0$  et  $t_2 = 18ms$  :**

- On a à l'instant  $t$  :  $E_T(t) = E_e(t) + E_m(t)$

- A l'instant  $t_1 = 0$  :  $E_T(0) = E_e(0) + E_m(0) = \frac{1}{2.C}.q^2(0) + \frac{1}{2}.L\left(\frac{dq}{dt}\right)_{t=0}^2$

Or lorsque  $q(t)$  est maximale alors  $\frac{dq}{dt} = 0$  :

$$E_T(0) = \frac{1}{2.C}.q^2(0) + \frac{1}{2}.L\left(\frac{dq}{dt}\right)_{t=0}^2 = \frac{1}{2 \times 10^{-5}} \cdot \underbrace{(q(0))^2}_{120\mu C} = \frac{1}{2 \times 10^{-5}} \times (120.10^{-6})^2 = 7,2.10^{-4} J$$

- A l'instant  $t_2 = 18ms$  :  $E_T(t_2) = E_e(t_2) + E_m(t_2) = \frac{1}{2.C}.q^2(t_2) + \frac{1}{2}.L\left(\frac{dq}{dt}\right)_{t=t_2}^2$

$$E_T(t_2) = \frac{1}{2.C}.q^2(t_2) + \frac{1}{2}.L\left(\frac{dq}{dt}\right)_{t=t_2}^2 = \frac{1}{2.10^{-5}} \cdot \underbrace{(q(t_2))^2}_{=40\mu C} = \frac{1}{2.10^{-5}} \times (40.10^{-6})^2 = 8,0.10^{-5} J$$

- Calcul de la variation :

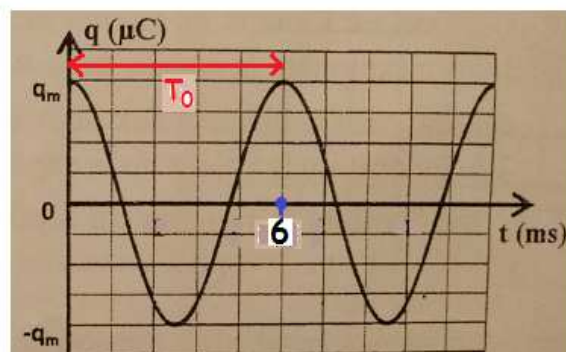
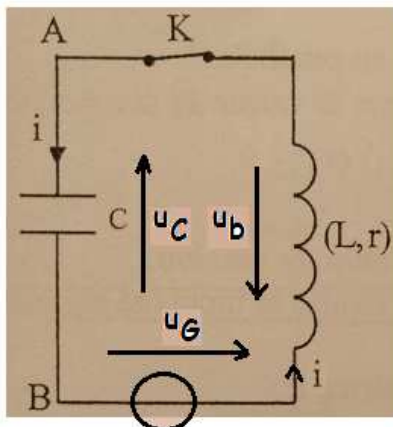
$$\Delta E = E_T(t_2) - E_T(t_1) = 8,0.10^{-5} - 7,2.10^{-4} = -6,4.10^{-4} J$$

**\* Interprétation du résultat :**

$\Delta E < 0$  : Il y a perte d'énergie sous forme de chaleur à cause de la présence de la résistance de la bobine (b) dans le circuit électrique.

**2-4- Entretien des oscillations :  $u_G(t) = k \cdot i(t)$  .**

**2-4-1- L'équation différentielle vérifiée par la charge  $q(t)$  :**





- D'après la figure ;  $u_b + u_c = u_G \Rightarrow L \cdot \underbrace{\frac{di}{dt}}_{u_b} + r_b \cdot i + \underbrace{\frac{q}{C}}_{u_c} = \underbrace{k \cdot i}_{u_G} \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + (r_b - k) \cdot i + \frac{q}{C} = 0$
- En remplaçant  $i$  par  $\frac{dq}{dt}$ , on aura :  $L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} + (r_b - k) \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} \cdot q = 0$
- D'où l'équation différentielle :  $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(r_b - k)}{L} \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot q = 0$

### 2-4-2- La résistance électrique $r_b$ de la bobine (b) :

Les oscillations électriques sont sinusoïdales lorsque  $\frac{(r_b - k)}{L} \cdot \frac{dq}{dt} = 0$

Alors  $(r_b - k) = 0$  ou bien  $\underline{r_b = k = 11\Omega}$

## - Exercice4-

### Partie I : Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme

#### 1- La direction, le sens et l'intensité du vecteur force de Lorentz en O :

- La direction : la droite horizontale passant par O ;
- Le sens : vers la droite ;
- L'intensité :

$$F = \|q \cdot \vec{V} \wedge \vec{B}\| = |q| \cdot \|\vec{V} \wedge \vec{B}\| = e \cdot V \cdot B \cdot \underbrace{\sin(\vec{V}, \vec{B})}_{=1} = e \cdot V \cdot B$$

- A.N :  $F = 1,6 \cdot 10^{-19} \times 10^5 \times 0,5 = \underline{8,0 \cdot 10^{-15} \text{ N}}$

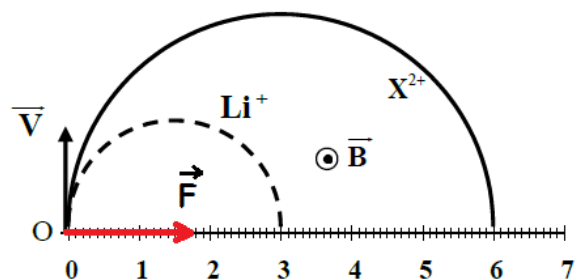


Figure 1

#### 2- Le sens du vecteur $\vec{B}$ :

- La charge de la particule  $\text{Li}^+$  est positive :  $q = e > 0$
- 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) :  $\uparrow q \cdot \vec{V}$
- \* Le majeur indique le sens de  $\vec{F}$  vers la droite (dans le plan) :  $\rightarrow \vec{F}$
- Donc l'index indique le sens de  $\vec{B}$  qui sera vers l'avant (horizontal) :  $\odot \vec{B}$

#### 3- Le mouvement de l'ion $\text{Li}^+$ :

##### \* Expression de l'accélération :

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

Par application de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton dans un référentiel galiléen :  $m(\text{Li}^+) \cdot \vec{a} = e \cdot \vec{v} \wedge \vec{B}$

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

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

\* Energie cinétique de la particule  $\text{Li}^+$  :

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

Cela prouve que l'énergie cinétique de la particule  $\text{Li}^+$  est constante, et par suite son mouvement est uniforme.

\* Le mouvement de  $\text{Li}^+$  est plan :

Posons  $\vec{B} = B\vec{k}$  alors  $\vec{a} = \frac{eB}{m(\text{Li}^+)} \cdot \vec{v} \wedge \vec{k}$  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  $\text{Li}^+$  se fait dans le plan  $(\pi)$ .

\* Le mouvement de  $\text{Li}^+$  est circulaire :

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

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

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

Donc le mouvement de la particule  $\text{Li}^+$  est circulaire et uniforme, et le rayon de la trajectoire a pour expression : 
$$R_{\text{Li}^+} = \frac{m(\text{Li}^+) \cdot V}{e \cdot B}$$

4- Le rapport  $\frac{R_X}{R_{\text{Li}}}$  :

$$\frac{R_X}{R_{\text{Li}}} = \frac{6/2}{3/2} = 2$$

5- Identification de  $X^{2+}$  :

$$\frac{R_X}{R_{\text{Li}}} = \frac{\frac{m_X \cdot V}{2 \cdot e \cdot B}}{\frac{m_{\text{Li}} \cdot V}{e \cdot B}} \Rightarrow \frac{m_X}{2 \cdot m_{\text{Li}}} = 2 \Rightarrow m_X = 4 \cdot m_{\text{Li}}$$

- **A.N** :  $m_X = 4 \times 6,015 \cdot u \approx 24,06 \cdot u$  proche de la valeur 23,985.u

La particule  $X^{2+}$  est  ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$

Partie II : Etude énergétique d'un pendule simple1- Expression de l'énergie mécanique  $E_m$  du pendule :

\* Energie potentielle de pesanteur :

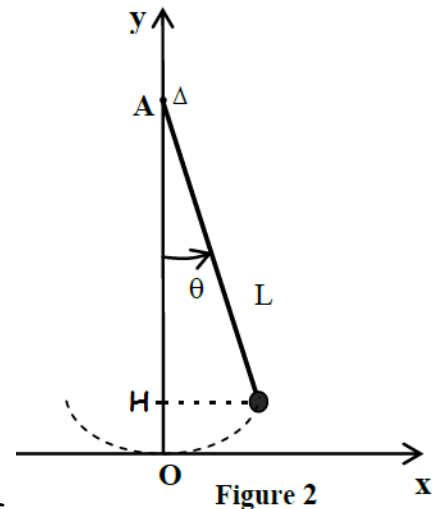
On sait que :  $E_{pp} = mg \cdot (z' - z_0)$ avec  $z_0 = 0$  et  $z' = z_H = OA - HA = L - L \cos(\theta)$ Puisque  $\cos(\theta) \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$  alors  $E_{pp} = mgL \cdot (1 - \cos(\theta)) \approx mgL \cdot \frac{\theta^2}{2}$ 

\* Energie cinétique :

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}^2 \text{ avec } J_{\Delta} = m \cdot L^2 \Rightarrow E_c = \frac{1}{2} m L^2 \cdot \dot{\theta}^2$$

\* L'expression de l'énergie mécanique : On sait que  $E_m = E_c + E_{pp}$ 

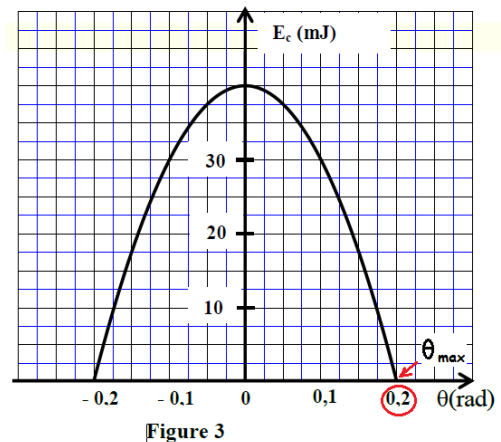
$$\text{Alors : } E_m = \frac{1}{2} m L^2 \cdot \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} mgL \cdot \theta^2$$



2- La figure3 représente le diagramme d'énergie du pendule étudié :

2-1- L'abscisse angulaire maximale  $\theta_{\max}$  :D'après la figure3 : on trouve  $\theta_{\max} = 0,2 \text{ rad}$ 2-2- L'énergie mécanique  $E_m$  du pendule :

$$E_m = \text{Cte} : E_m(\theta = 0) = E_c(\theta = 0) + \underbrace{E_{pp}(\theta = 0)}_{=0} = E_c(\theta = 0)$$

Et D'après la figure3 :  $E_m = 40 \text{ mJ} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ 2-3- La vitesse linéaire maximale  $v_{\max}$  du pendule :

Les frottements sont négligeables ; il y a conservation de l'énergie mécanique :

La vitesse linéaire est maximale lorsque le mobile passe par la position d'équilibre pour laquelle  $\theta = 0$ .

$$E_m = \frac{1}{2} m L^2 \cdot \dot{\theta}_{\max}^2 \text{ or } v_{\max} = L \cdot \dot{\theta}_{\max} \Rightarrow E_m = \frac{1}{2} m \cdot v_{\max}^2$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_m}{m}}$$

$$\text{- A.N : } v_{\max} = \sqrt{\frac{2 \times 4 \cdot 10^{-2}}{350 \cdot 10^{-3}}} = 0,48 \text{ m.s}^{-1}$$



**3- Les deux abscisses angulaires  $\theta_1$  et  $\theta_2$  pour lesquelles  $E_{pp} = E_c$  :**

$$E_{pp} = E_c \Rightarrow E_m = 2.E_{pp} = 2 \times \frac{1}{2} . mgL \theta^2$$

$$\theta_1 = -\sqrt{\frac{E_m}{mgL}} \quad \text{et} \quad \theta_2 = +\sqrt{\frac{E_m}{mgL}}$$

**- A.N :**

$$\theta_1 = -\sqrt{\frac{4.10^{-2}}{350.10^{-3} \times 9,81 \times 58.10^{-2}}} \approx -0,14 \text{ rad}$$

$$\theta_2 = +\sqrt{\frac{4.10^{-2}}{350.10^{-3} \times 9,81 \times 58.10^{-2}}} \approx +0,14 \text{ rad}$$

