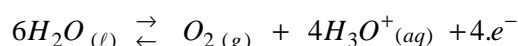


- Exercice I -

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 Δt est : **$v(O_2) = 0,16L$**

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

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

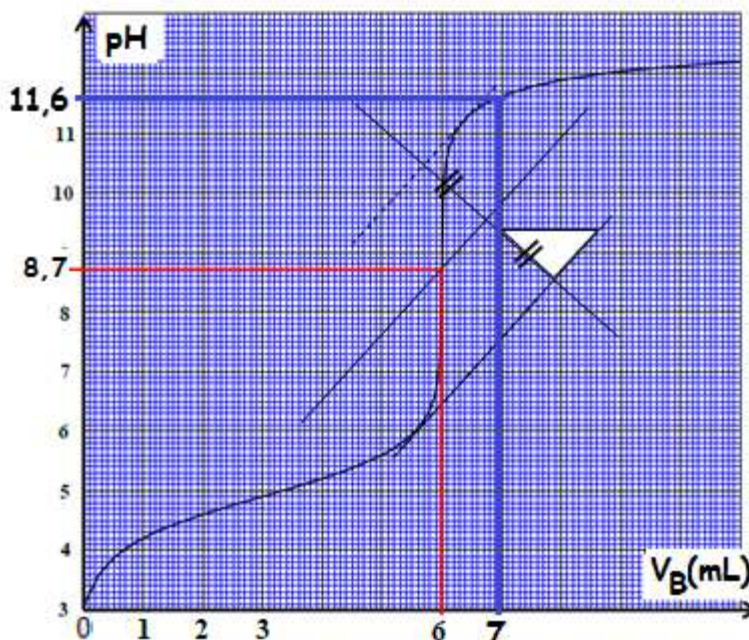
Partie II : Etude de deux réactions de l'acide propanoïque

1- Etude de la réaction de l'acide propanoïque avec l'hydroxyde de sodium

1- 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 : $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$

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

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

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 nucléaire

1- Les nombres A et Z du noyau d'hélium :

- L'équation de fusion : ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^A_ZHe + {}^1_0n$

- Les lois de Soddy : $\begin{cases} 2+3=A+1 \\ 1+1=Z+0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A=4 \\ Z=2 \end{cases} \Rightarrow {}^A_ZHe = {}^4_2He$

2- L'énergie libérée en MeV :

$$\begin{aligned} E_{lib} &= |\Delta E| = \left| (m({}^4_2He) + m_n - m({}^2_1H) - m({}^3_1H)) \times c^2 \right| \\ &= |4,00150 + 1,00866 - 2,01355 - 3,01550| \times u.c^2 \\ &= 1,889.10^{-2} \times 931,5 \text{ MeV} \\ &\approx \underline{17,6 \text{ MeV}} \end{aligned}$$

3- La longueur d'onde λ associée à ce rayonnement :

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

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

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

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

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

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

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

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

- Exercice3-

1- Etude du dipôle RC lors de la charge du condensateur

1-1- 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 :

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

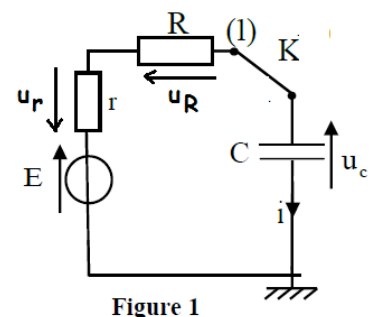


Figure 1

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 τ :

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 τ :

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 $t_1 = 0$: $E_T(0) = E_e(0) + E_m(0) = \frac{1}{2.C}.q^2(0) + \frac{1}{2}.L\left(\frac{dq}{dt}\right)^2_{t=0}$

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

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

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

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

- Calcul de la variation :

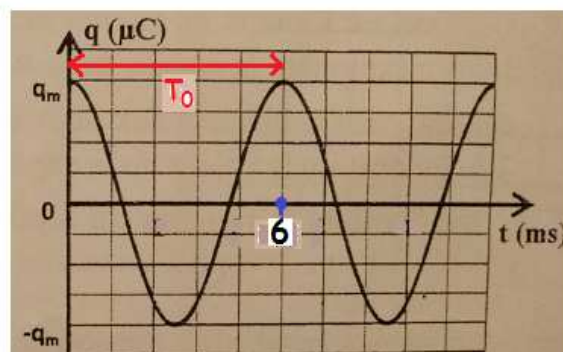
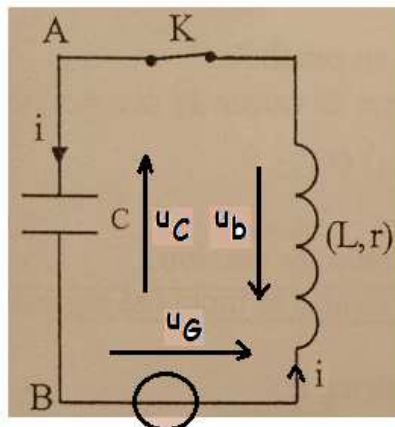
$$\Delta E = E_T(t_2) - E_T(t_1) = 8,0.10^{-5} - 7,2.10^{-4} = -6,4.10^{-4} J$$

*** 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 $\underline{r_b = k = 11 \Omega}$

- Exercice 4 -

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

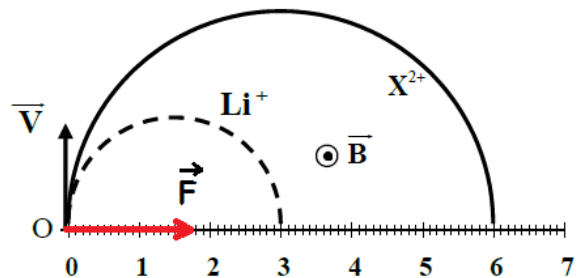


Figure 1

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

- La charge de la particule 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) :
- * Le majeur indique le sens de \vec{F} vers la droite (dans le plan) :
- Donc l'index indique le sens de \vec{B} qui sera vers l'avant (horizontal) :

3- Le mouvement de l'ion Li^+ :

* Expression de l'accélération :

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

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

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

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

* Energie cinétique de la particule 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 Li^+ est constante, et par suite son mouvement est uniforme.

* Le mouvement de Li^+ est plan :

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

* Le mouvement de Li^+ est circulaire :

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

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

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

Donc le mouvement de la particule Li^+ est circulaire et uniforme, et le rayon de la trajectoire

a pour expression :
$$R_{Li^+} = \frac{m(Li^+) \cdot V}{e \cdot B}$$

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

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

5- Identification de X^{2+} :

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

- **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 ${}^{24}_{12}Mg^{2+}$

Partie II : Etude énergétique d'un pendule simple

1- 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 $z' = z_H = OA - HA = L - L \cos(\theta)$

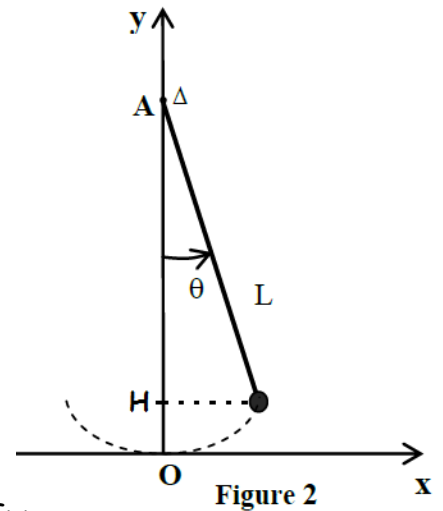
Puisque $\cos(\theta) \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ alors $E_{pp} = mgL \cdot (1 - \cos(\theta)) \approx mgL \cdot \frac{\theta^2}{2}$

* 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 :

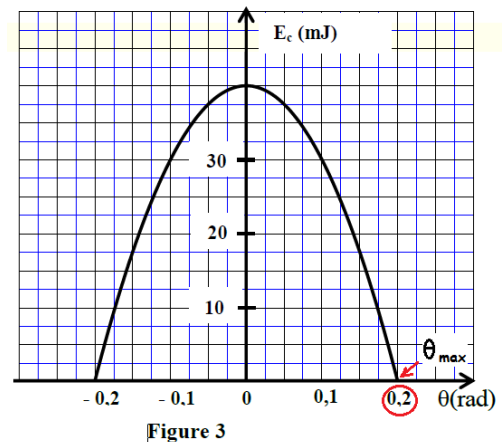
2-1- L'abscisse angulaire maximale θ_{\max} :

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 θ_1 et θ_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 :

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

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

