- 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 :

$$6H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2\,(g)} + 4H_3O^+_{(aq)} + 4.e^-$$

4- Le volume v(O_2) du dioxygène formé pendant la durée Δt est : v(O_2) = 0,16L

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

A.N : $V(O_2) = \frac{0,7\times 60\times 60}{4\times 9,65.10^4}\times 24 \approx \underline{0,16L}$

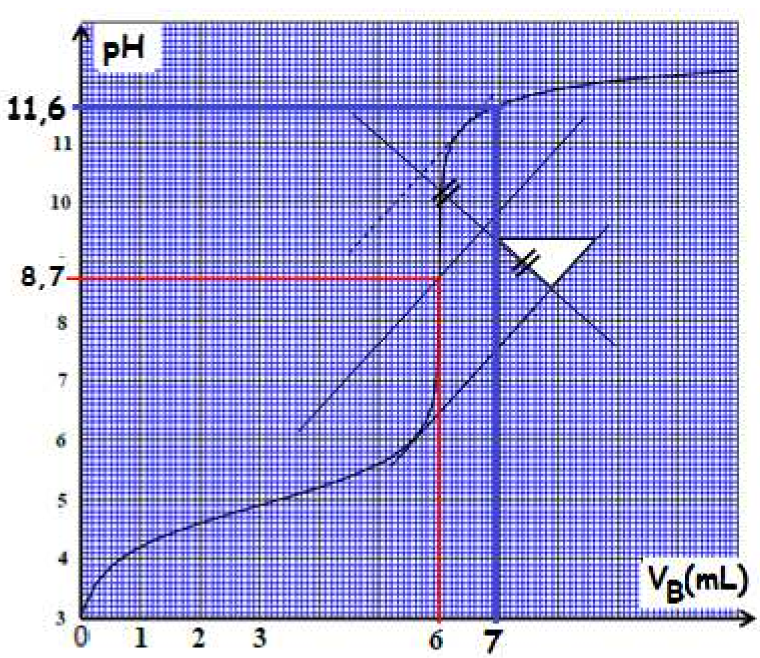
Partie II : Etude de deux réactions de l'acide propanoïque

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 : $C_2H_5COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$

- La constante d'équilibre : $K = \frac{K_A(C_2H_5COOH/C_2H_5COO^-)}{K_A(H_2O/HO^-)} = \frac{10^{-4,9}}{10^{-14}} \approx \underline{1,26.10^9}$

- La réaction est totale, car : $K = 1,26.10^9 >> 10^4$.

1- 3- La concentration C_A :

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

Donc : $C_A = C_B.\dfrac{V_{BE}}{V_A}$

A.N : $C_A = 5.10^{-2} \times \dfrac{6}{5} = 6.10^{-2} mo\ell.L^{-1}$

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 = 7mL :

D'après la courbe de la fonction pH = f(VB) ; si **V_B = 7mL** 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 :

* La formule semi développée : $CH_3-CH_2-C(=O)-O-CH_2-CH_3$

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

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

Equation de la réaction		$Acide + Alcool \rightleftarrows Ester + H_2O$			
Etat du système	Avancement x(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 : $r = \dfrac{n_{exp}(Ester)}{n_{thé}(Ester)}$

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

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

- Exercice2-

Etude d'une réaction de fusion nucléaire

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

- L'équation de fusion : ${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_Z^AHe + {}_0^1n$
- Les lois de Soddy : $\begin{cases} 2+3=A+1 \\ 1+1=Z+0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A=4 \\ Z=2 \end{cases} \Rightarrow {}_Z^AHe = \underline{{}_2^4He}$

2- L'énergie libérée en MeV :

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

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

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

Alors $\underline{\lambda = h.\frac{c}{E_{\ell ib}}}$

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

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 : $a_1 = a(t_1) = a_0.e^{-\lambda.t_1} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{t_1}\ell n\left(\frac{a_0}{a_1}\right)$
- A l'instant t_2 : $a_2 = a(t_2) = a_0.e^{-\lambda.t_2} \Rightarrow \underline{a_2 = a_0.e^{-\frac{t_2}{t_1}.\ell n\left(\frac{a_0}{a_1}\right)}}$

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

- 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 additivité des tensions est :

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

En respectant les conventions :

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

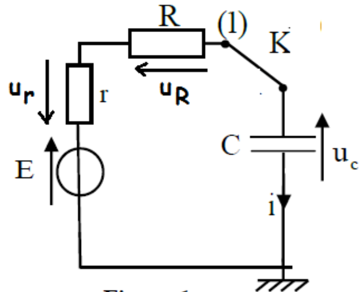


Figure 1

La relation (1) devient :

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

1-2- Expressions des deux constantes A et τ :

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

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

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

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

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

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

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

Alors $E=12V$

- On sait que : $I_0=\dfrac{E}{r_b+R}$ alors $R=\dfrac{E}{I_0}-r_b$
- **A.N :** $R=\dfrac{12}{0{,}20}-20=40\Omega$

1-4-2- La valeur de τ :

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

1-4-3- La capacité du condensateur est C = 10µF :

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

- **A.N :** $C=\dfrac{0{,}6.10^{-3}}{20+40}=10^{-5}F=10\mu F$

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 :

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

- **A.N :** $L = \dfrac{(6.10^{-3})^2}{4\times10\times10^{-5}} \approx \underline{9.10^{-2}H}$

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

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

$$E_T(0) = \frac{1}{2.C}.q^2(0) + \frac{1}{2}.L\underbrace{\left(\frac{dq}{dt}\right)^2_{t=0}}_{=0} = \frac{1}{2\times10^{-5}}.\underbrace{(q(0))^2}_{120\mu C} = \frac{1}{2\times10^{-5}}\times(120.10^{-6})^2 = 7{,}2.10^{-4}J$$

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

$$E_T(t_2) = \frac{1}{2.C}.q^2(t_2) + \frac{1}{2}.L\underbrace{\left(\frac{dq}{dt}\right)^2_{t=t_2}}_{=0} = \frac{1}{2.10^{-5}}.\underbrace{(q(t_2))^2}_{=40\mu C} = \frac{1}{2.10^{-5}}\times(40.10^{-6})^2 = 8{,}0.10^{-5}J$$

- Calcul de la variation :

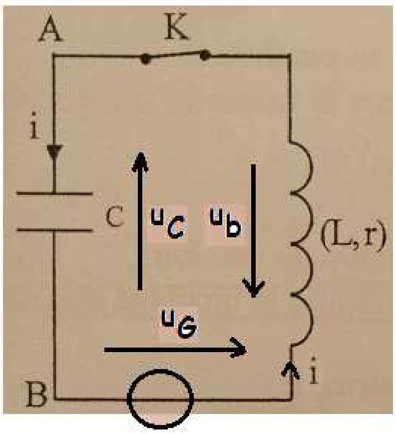
$$\Delta E = E_T(t_2) - E_T(t_1) = 8{,}0.10^{-5} - 7{,}2.10^{-4} = \underline{-6{,}4.10^{-4}J}$$

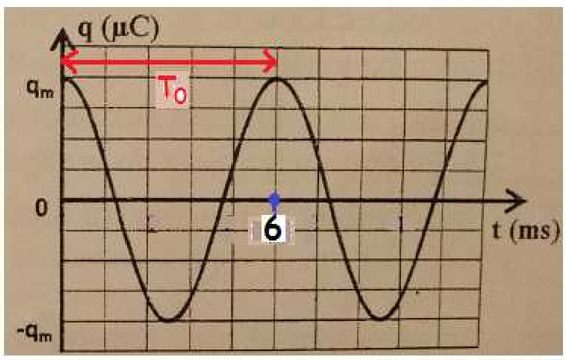
* Interprétation du résultat :

$\Delta E < 0$: 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 : $u_G(t) = k\,.\,i(t)$.

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





- D'après la figure ; $u_b + u_c = u_G \Rightarrow \underbrace{L.\frac{di}{dt} + r_b.i}_{u_b} + \underbrace{\frac{q}{C}}_{u_c} = \underbrace{k.i}_{u_G} \Rightarrow L.\frac{di}{dt} + (r_b - k).i + \frac{q}{C} = 0$

- En remplaçant i par $\frac{dq}{dt}$, on aura : $L.\frac{d^2q}{dt^2} + (r_b - k).\frac{dq}{dt} + \frac{1}{C}.q = 0$

- D'où l'équation différentielle : $\underline{\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(r_b - k)}{L}.\frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC}.q = 0}$

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

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

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 :

$$F = \left\|q.\vec{V}\Lambda\vec{B}\right\| = |q|.\left\|\vec{V}\Lambda\vec{B}\right\| = e.V.B.\underbrace{\sin(\vec{V},\vec{B})}_{=1} = e.V.B$$

- **A.N** : $F = 1{,}6.10^{-19} \times 10^5 \times 0{,}5 = \underline{8{,}0.10^{-15}\,N}$

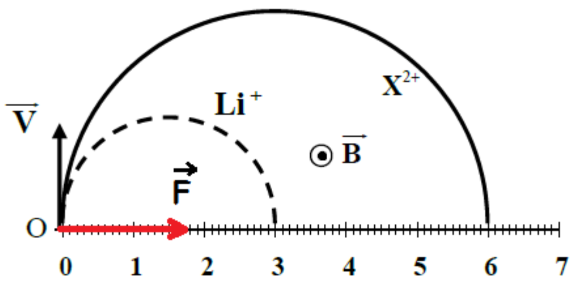


Figure 1

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

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

  * Le pousse indique le sens de $q.\vec{V}$ vers le haut (vertical) : $\uparrow q.\vec{V}$

  * Le majeur indique le sens de $\vec{F}$ vers la droite (dans le plan) : $\xrightarrow{\vec{F}}$

  Donc l'index indique le sens de $\vec{B}$ qui sera vers l'avant (horizontal) : $\odot\,\vec{B}$

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

* Expression de l'accélération :

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

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

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

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

* Energie cinétique de la particule **Li⁺** :

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

Cela prouve que l'énergie cinétique de la particule **Li⁺** est constante, et par suite son mouvement est **uniforme**.

* Le mouvement de **Li⁺** est plan :

Posons $\vec{B}=B\vec{k}$ alors $\vec{a}=\dfrac{eB}{m(Li^{+})}.\vec{v}\wedge\vec{k}$ 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 :

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

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

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

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

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

5- Identification de X^{2+} :

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

- **A.N :** $m_X=4\times6{,}015.u\approx24{,}06.u$ proche de la valeur 23,985.u

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

Partie II : Etude énergétique d'un pendule simple

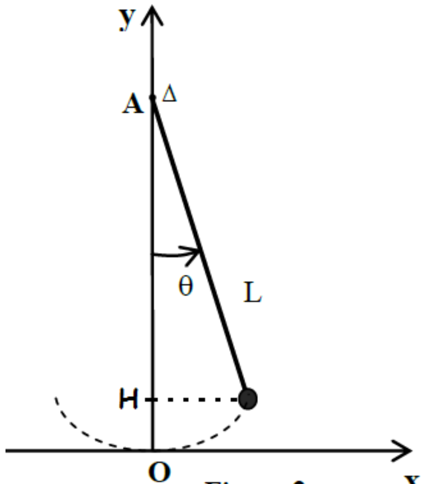


Figure 2

1- Expression de l'énergie mécanique E_m du pendule :

* Energie potentielle de pesanteur :

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

avec $z_0 = 0$ et $z = z_H = OA - HA = L - L\cos(\theta)$

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

* Energie cinétique :

$E_c = \frac{1}{2}.J_\Delta.\dot{\theta}^2$ avec $J_\Delta = m.L^2 \Rightarrow \underline{E_c = \frac{1}{2}mL^2.\dot{\theta}^2}$

* L'expression de l'énergie mécanique : On sait que Em = Ec + Epp

Alors : $\underline{E_m = \frac{1}{2}mL^2.\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}mgL.\theta^2}$

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 θ_{max} = 0,2rad

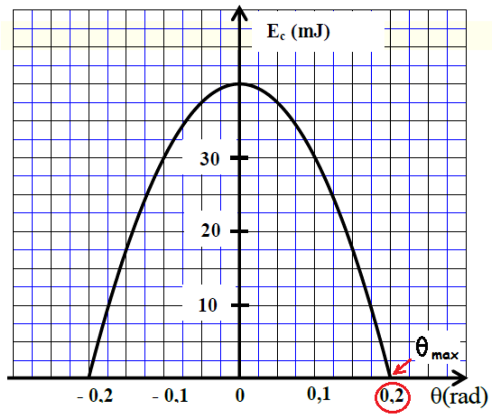


Figure 3

2-2- L'énergie mécanique E_m du pendule :

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

Et D'après la figure3 : $\underline{E_m = 40mJ = 4.10^{-2}\,J}$

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 θ = 0.

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

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

- A.N : $v_{max} = \sqrt{\frac{2\times 4.10^{-2}}{350.10^{-3}}} = \underline{0,48m.s^{-1}}$

3- Les deux abscisses angulaires θ_1 et θ_2 pour lesquelles Epp = Ec :

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

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

- A.N :

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

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