

تصحيح الإمتحان الموحد الوطني للباكالوريا

المسالك الدولية – خيار فرنسية

الدورة الاستدراكية 2017

الشعبة : مسلك علوم فيزيائية

المادة : الفيزياء والكيمياء

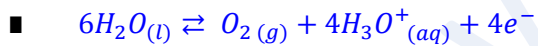
CHIMIE (7pints)

Première partie : Argenture par électrolyse

1- Au cours de l'argenture par électrolyse :

- La plaque de cuivre représente la cathode, elle est reliée à la borne négatif du générateur G.

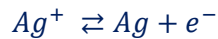
2- L'équation chimique de la réaction à l'électrode de graphite s'écrit :



3- La masse $m(Ag)$ de l'argent déposé sur la plaque de cuivre pendant la durée Δt :

- $m(Ag) \approx 1,9 g$

Justification (n'est pas demandé)



$$n(e^-) = n(Ag) = \frac{m}{M(Ag)}$$

$$n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$$

$$\frac{m}{M(Ag)} = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$$

$$m = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(Ag)}{F} = \frac{0,4 \times 70 \times 60 \times 108}{96500} = 1,88 \text{ g} \approx 1,9 \text{ g}$$

Deuxième partie : Réaction d'estérification

1- L'objectif d'utilisation de l'eau glacée avant le dosage est :

d'arrêter la réaction d'estérification entre l'acide acétique et l'éthanol.

2- Les noms des éléments numérotés sur la figure :

(1) Burette

(2) La solution titrée

(3) agitateur magnétique

3- Montrons que le mélange réactionnel dans chaque tube est équimolaire à l'état initial :

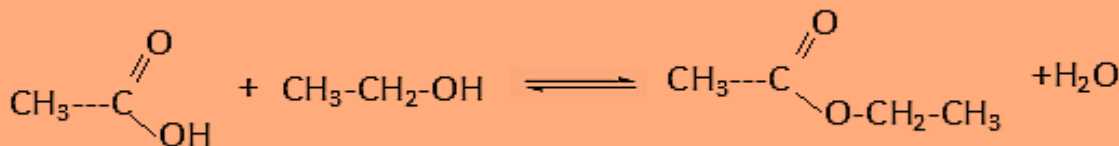
Calculons la quantité de matière à l'état initial :

$$n_i(\text{acide}) = 0,6 \text{ mol}$$

$$n_i(\text{alcool}) = \frac{m}{M(C_2H_5OH)} = \frac{\rho \cdot V}{M(C_2H_5OH)} \Rightarrow n_i(\text{alcool}) = \frac{0,8 \times 34,5}{46} = 0,6 \text{ mol}$$

Donc le mélange initial est équimolaire

4- L'équation de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'acide éthanoïque:



5- La composition du mélange réactionnel dans chaque tube, à l'équilibre :

Equation de la réaction	Acide	+ alcool	\rightleftharpoons ester	+ eau
Etat du système	$n(\text{acide})$	$n(\text{alcool})$	$n(\text{ester})$	$n(\text{eau})$
Etat initial	$n_i(\text{acide}) = 0,6$	$n_i(\text{alcool}) = 0,6$	0	0

Au cour de la transformation	$0,6 - x$	$0,6 - x$	x	x
Etat d'équilibre	$0,6 - x_{eq}$	$0,6 - x_{eq}$	x_{eq}	x_{eq}

En utilisant le graphe : $n_{eq}(acide) = 0,2 \text{ mol}$

D'après le tableau d'avancement :

$$n_{eq}(acide) = 0,6 - x_{eq}$$

$$x_{eq} = 0,6 - n_{eq}(acide) = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ mol}$$

$$n_{eq}(alcool) = n_{eq}(acide) = 0,4 \text{ mol}$$

$$n_{eq}(ester) = n_{eq}(eau) = x_{eq} = 0,2 \text{ mol}$$

L'expression de $Q_{r,eq}$:

$$Q_{r,eq} = \frac{[ester]_{eq} \cdot [eau]_{eq}}{[acide]_{eq} \cdot [alcool]_{eq}} = \frac{\frac{n_{eq}(ester)}{V} \cdot \frac{n_{eq}(eau)}{V}}{\frac{n_{eq}(alcool)}{V} \cdot \frac{n_{eq}(acide)}{V}}$$

$$Q_{r,eq} = \frac{(x_{eq})^2}{(0,6 - x_{eq})^2} = \frac{0,4^2}{0,2^2}$$

$$Q_{r,eq} = 4$$

7- Le rendement r de la réaction :

$$r = \frac{n_{exp}(ester)}{n_{th}(ester)} = \frac{x_{eq}}{x_{max}}$$

Equation de la réaction	Acide	+	alcool	\rightleftharpoons	ester	+	eau
Etat du système	$n(acide)$		$n(alcool)$		$n(ester)$		$n(eau)$
Etat initial	$n_i(acide) = 0,1$		$n_i(alcool) = 0,4$		0		0
Au cour de la transformation	$0,1 - x$		$0,4 - x$		x		x
Etat d'équilibre	$0,1 - x_{eq}$		$0,4 - x_{eq}$		x_{eq}		x_{eq}

$$K = \frac{n_{eq}(ester) \cdot n_{eq}(eau)}{n_{eq}(alcool) \cdot n_{eq}(acide)} = \frac{x_{eq}^2}{(0,1 - x_{eq}) \cdot (0,4 - x_{eq})} = 4$$

$$x_{eq}^2 = 4(0,1 - x_{eq}) \cdot (0,4 - x_{eq}) \Rightarrow x_{eq}^2 = 4x_{eq}^2 - 2x_{eq} + 0,16$$

$$3x_{eq}^2 - 2x_{eq} + 0,16 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 2^2 - 4 \times 3 \times 0,16 = 2,08$$

$$x_{eq1} = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{2 - \sqrt{2,08}}{2 \times 3} = 0,093 \text{ mol}$$

$$x_{eq2} = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} = \frac{2 + \sqrt{2,08}}{2 \times 3} = 0,57 \text{ mol}$$

Puisque : $0 < x_{eq} < 0,1 \text{ mol}$ la valeur de l'avancement à l'équilibre est : $x_{eq} = 0,093 \text{ mol}$

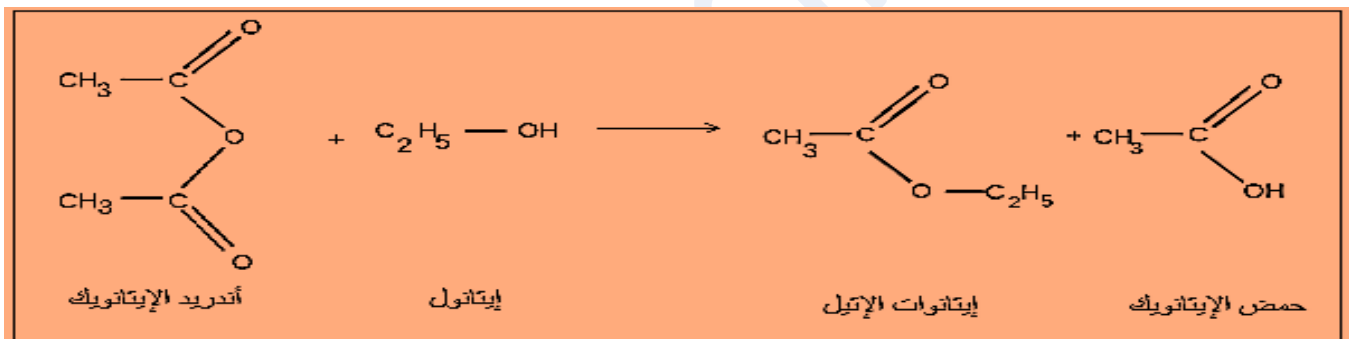
L'acide est le réactif limitant, la valeur de l'avancement maximal est :

$x_{max} = 0,1 \text{ mol}$, la valeur du rendement est :

$$r = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{0,093}{0,1} = 0,93$$

$$r = 93\%$$

8- L'équation de la réaction entre l'anhydride éthanoïque et l'éthanol :



PHYSIQUE (13 points)

Exercice II (3 points)

Première partie : Diffraction d'une onde lumineuse

1- La longueur d'onde de la source lumineuse :

On a :

$$\tan\theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

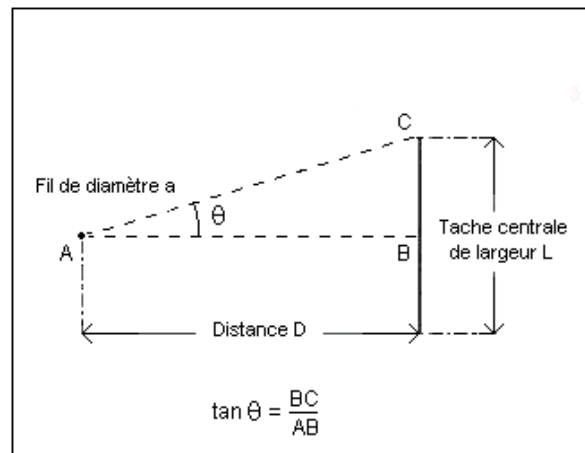
θ est petit on écrit :

$$\tan\theta \approx \theta \Rightarrow \theta = \frac{L}{2D}$$

$$\begin{cases} \theta = \frac{\lambda}{d} \\ \theta = \frac{L/2}{D} \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda}{d} = \frac{L}{2D} \Rightarrow \lambda = \frac{d \cdot L}{2D} \Rightarrow \lambda$$

$$= \frac{0,1 \times 10^{-3} \times 56 \times 10^{-3}}{2 \times 3,5} = 8 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 800 \text{ nm}$$



2- Comment varie la longueur de la tache centrale :

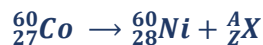
Sachant que : $\lambda_R > \lambda_V$ et $\lambda = \frac{d \cdot L}{2D} = K \cdot L$ donc la longueur de la tache centrale est proportionnelle à la longueur d'onde.

Puisque la longueur d'onde de la lumière monochromatique violette est petite donc la longueur de la tache diminue.

Deuxième partie : Noyau du cobalt 60

1- Identification de la particule X et détermination du type de désintégration :

La désintégration de ${}_{27}^{60}\text{Co}$ donne ${}_{28}^{60}\text{Ni}$ selon la réaction :



D'après les lois de conservation :

$$\begin{cases} 60 = 60 + A \\ 27 = 28 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 0 \\ Z = -1 \end{cases} \Rightarrow {}_Z^AX = {}_{-1}^0e$$

-Type de désintégration est β^- .

2- Calcul de l'énergie E_{lib} libérée au cours de cette désintégration :

$$E_{lib} = |\Delta E| = |m({}_{28}^{60}\text{Ni}) + m({}_{-1}^0\text{e}) - m({}_{27}^{60}\text{Co})|.c^2$$

$$E_{lib} = |59,91543 + 0,00055 - 59,91901| \times u.c^2 = 3,03 \times 10^{-3} \times 931,5\text{MeV}.c^{-2}.c^2$$

$$E_{lib} = 2,82244\text{MeV}$$

3- Détermination de l'énergie de liaison ξ par nucléon du noyau ${}_{28}^{60}\text{Ni}$:

$$\xi = \frac{E_L}{A} = \frac{(Zm_p + (A - Z).m_n - m({}_{28}^{60}\text{Ni})).c^2}{A}$$

$$\xi = \frac{(28 \times 1,00728 + (60 - 28) \times 1,00866 - 59,91543) \times 931,5\text{MeV}.c^{-2}.c^2}{60}$$

$$\xi({}_{28}^{60}\text{Ni}) = 8,78 \text{ MeV/nucléon}$$

Le noyau le plus stable est celui qui a la plus grande énergie de liaison par nucléon ; puisque $\xi({}_{28}^{56}\text{Ni}) < \xi({}_{28}^{60}\text{Ni})$ donc le noyau ${}_{28}^{60}\text{Ni}$ est plus stable que le noyau ${}_{28}^{56}\text{Ni}$.

Exercice III (4,5 points)

1-Etude de la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension

1-1- Montrons sur le schéma de la figure 1 comment visualiser la tension $u_C(t)$:

1-2- L'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$:

D'après la loi d'additivité des tensions :

$$E = u_R + u_C$$

$$\text{Avec : } u_R = R.i = R.\frac{dq}{dt} = R.\frac{d(C.u_C)}{dt} = R.C.\frac{du_C}{dt}$$

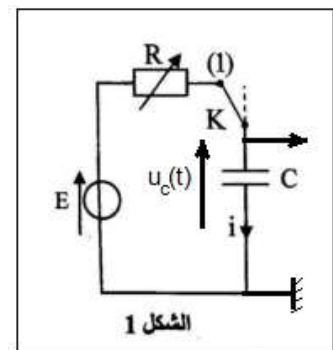
L'équation différentielle s'écrit :

$$R.C.\frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

1-3- Trouvons les expressions de A et τ :

La solution de l'équation différentielle est : $u_C(t) = A.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}$$



On remplace dans l'équation différentielle $R.C \frac{du_c}{dt} + u_c = E$ on obtient :

$$R.C \frac{A}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + A \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E$$

$$A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \left(\frac{R.C}{\tau} - 1 \right) + A - E = 0$$

$$\begin{cases} \frac{R.C}{\tau} - 1 = 0 \\ A - E = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \tau = R.C \\ A = E \end{cases}$$

1-4- La valeur de la capacité C du condensateur :

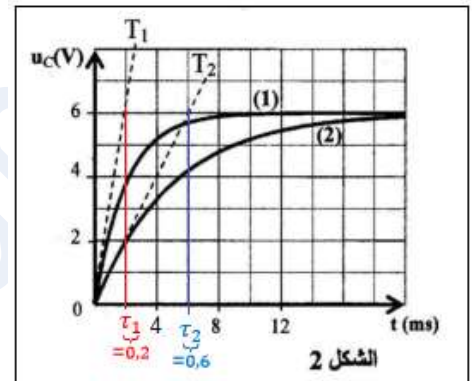
D'après la courbe de la figure 2, la constante du temps de la courbe (1) est : $\tau_1 = 2 \text{ ms}$

$$\tau_1 = R_1 \cdot C \Rightarrow C = \frac{\tau_1}{R_1} \text{ A.N : } C = \frac{2 \times 10^{-3}}{20} = 10^{-4} \text{ F} \Rightarrow C = 100 \mu\text{F}$$

- La valeur de la résistance R_2 :

D'après la courbe de la figure 2, la constante du temps de la courbe (2) est : $\tau_2 = 6 \text{ ms}$

$$\tau_2 = R_2 \cdot C \Rightarrow R_2 = \frac{\tau_2}{C} \text{ A.N : } R_2 = \frac{6 \times 10^{-3}}{10^{-4}} = 60 \Omega$$



2- Etude du circuit RLC dans le cas d'un amortissement négligeable

2-1- Equation différentielle vérifiée par la charge q(t) :

D'après la loi d'additivité des tensions :

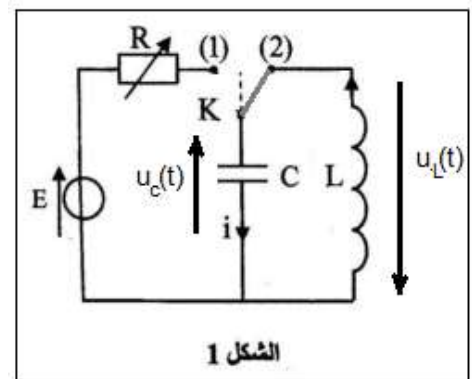
$$u_L + u_C = 0 \quad (1)$$

Avec : $u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$ et $i = \frac{dq}{dt}$ et $\frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dq}{dt} \right) = \frac{d^2q}{dt^2}$

$$u_C(t) = \frac{q}{C}$$

$$L \cdot \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{d^2q(t)}{dt^2} + \frac{1}{L.C} \cdot q(t) = 0$$



2-2- L'expression de T_0 en fonction de L et C :

La solution de l'équation différentielle s'écrit : $q(t) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$

$$\frac{dq(t)}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0} Q_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \Rightarrow \frac{d^2 q(t)}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot q(t)$$

On remplace dans l'équation différentielle :

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot q(t) + \frac{1}{L \cdot C} \cdot q(t) = 0$$

$$\underbrace{q(t)}_{\neq 0} \left[\frac{1}{L \cdot C} - \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \right] = 0 \Rightarrow \frac{1}{L \cdot C} - \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = 0 \Rightarrow \frac{1}{L \cdot C} = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2$$

$$\frac{2\pi}{T_0} = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

2-3- Vérification de la valeur approximative de L :

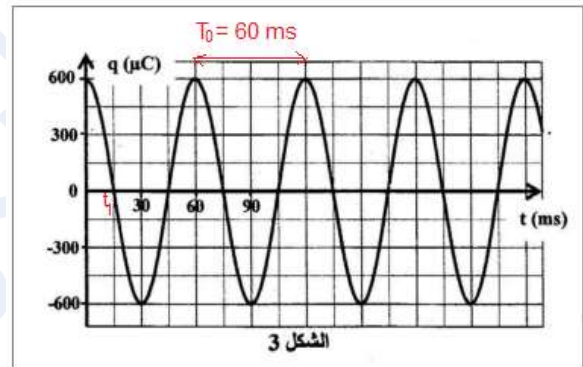
Graphiquement la valeur de la période propre est :

$$T_0 = 60 \text{ ms}$$

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

$$L = \frac{(60 \times 10^{-3})^2}{4\pi^2 \times 100 \times 10^{-6}} = 0,912 \text{ H}$$

$$L \approx 0,91 \text{ H}$$



2-4- Calcul de l'énergie totale ξ_T du circuit aux instants $t_1 = 0$ et $t_2 = \frac{T_0}{4}$:

$$\xi_T = \xi_e + \xi_m$$

$$\xi_T = \frac{1}{2} C u_c^2 + \frac{1}{2} L \cdot i^2 = \frac{1}{2C} \cdot q^2 + \frac{1}{2} L \cdot \left(\frac{dq}{dt}\right)^2$$

$$\xi_T = \frac{1}{2C} \cdot \left[Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \right]^2 + \frac{1}{2} L \cdot \left[\frac{2\pi}{T_0} Q_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \right]^2$$

$$\xi_T = \frac{1}{2C} \cdot Q_m^2 \cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) + \frac{1}{2} \cdot L \cdot \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot Q_m^2 \sin^2\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$$

Energie totale du circuit à l'instant $t_1 = 0$:

Graphiquement : $q(t_1 = 0) = Q_m = 600 \mu\text{C}$, $i(t_1 = 0) = \frac{dq}{dt} = 0$

$$\xi_T = \frac{1}{2C} Q_m^2 = \frac{1}{2 \times 100 \times 10^{-4}} \times (600 \times 10^{-6})^2$$

$$\xi_T = 1,8 \times 10^{-3} \text{ J}$$

Energie totale du circuit à l'instant $t_2 = \frac{T_0}{4}$:

$$q\left(t_2 = \frac{T_0}{4}\right) = 0 \text{ et } i(t_2) = \frac{2\pi}{T_0} \cdot Q_m \underbrace{\sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)}_{=1} = \frac{2\pi}{T_0} \cdot Q_m$$

$$\xi_T = \frac{1}{2} L \cdot \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot Q_m^2 = \frac{1}{2} \times 0,91 \times \left(\frac{2\pi}{60 \times 10^{-3}}\right)^2 \cdot (600 \times 10^{-6})^2 = 1,796 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$\xi_T \approx 1,8 \times 10^{-3} \text{ J}$$

Conclusion : L'énergie totale du circuit se conserve.

Exercice IV (5,5 points)

Partie I : Etude du mouvement d'une exo planète autour de son astre

1- L'expression de l'intensité $F_{S/b}$ de la force exercée par l'étoile S sur l'exo planète b :

$$F_{S/b} = G \cdot \frac{M_S \cdot m_b}{r_b^2}$$

2-1- Montrons que le mouvement circulaire de l'exoplanète autour de son étoile est uniforme :

Système étudié : {planète (S)}

L'exoplanète est soumise à la force d'attraction universelle

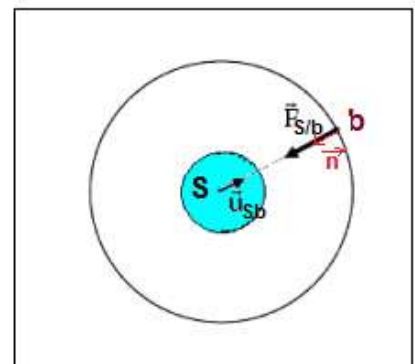
$\vec{F}_{S/b}$ appliquée par l'étoile S :

$$\vec{F}_{S/b} = -G \cdot \frac{M_S \cdot m_b}{r_b^2} \cdot \vec{u}_{Sb}$$

Appliquant la deuxième loi de Newton sur la planète de masse m_b

dans le référentiel supposé galiléen, lié au centre de S :

$$\vec{F}_{S/b} = m_b \cdot \vec{a}$$



$$m_b \cdot \vec{a} = -G \cdot \frac{M_S \cdot m_b}{r_b^2} \cdot \vec{u}_{Sb}$$

$$\vec{a} = -G \cdot \frac{M_S}{r_b^2} \cdot \vec{u}_{Sb}$$

$$\vec{n} = -\vec{u}_{Sb}$$

$$\vec{a} = G \cdot \frac{M_S}{r_b^2} \cdot \vec{n}$$

Le vecteur accélération est centripète.

Conclusion : le mouvement de l'exoplanète (b) est circulaire uniforme dans le référentiel lié au centre de S.

2-2- Etablissons la troisième loi de Kepler :

L'accélération est normale :

$$a = a_N = \frac{v^2}{r_b}$$

$$\frac{v^2}{r_b} = G \cdot \frac{M_S}{r_b^2}$$

$$v^2 = \frac{G \cdot M_S}{r_b}$$

L'expression de la vitesse de planète (b) :

$$v = \frac{2\pi r_b}{T} \Rightarrow v^2 = \frac{4\pi^2 r_b^2}{T^2}$$

$$\frac{G \cdot M_S}{r_b} = \frac{4\pi^2 r_b^2}{T^2}$$

$$\frac{r_b^3}{T^2} = \frac{G \cdot M_S}{4\pi^2}$$

La troisième loi de Kepler :

$$\frac{T^2}{r_b^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S} = K$$

2-3- Détermination de la valeur de la masse M_S :

$$\frac{T^2}{r_b^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S} \Rightarrow M_S = \frac{4\pi^2 r_b^3}{G \cdot T^2}$$

A.N :

$$M_S = \frac{4\pi^2 \times (2,24 \times 10^{11})^3}{6,67 \times 10^{-11} \times (5,56 \times 10^7)^2}$$

$$M_S = 2,15 \times 10^{30} \text{ kg}$$

Partie II : Etude énergétique d'un oscillateur mécanique (solide- ressort)

1- Détermination des valeurs de X_m , T_0 et φ :

D'après le graphe de la figure 2 :

Amplitude X_m : $X_m = 6 \text{ cm}$

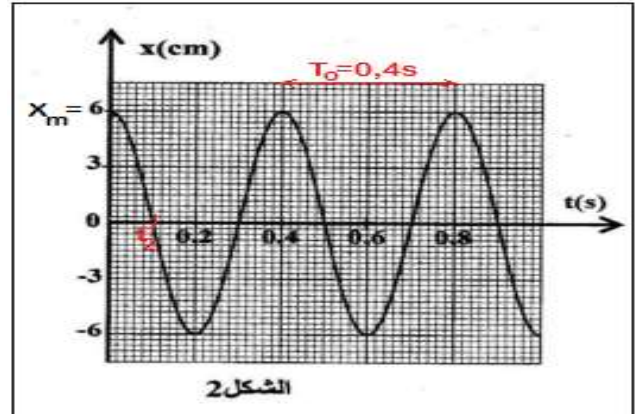
La période propre T_0 : $T_0 = 0,4 \text{ s}$

La phase φ à $t=0$: $x(0) = X_m$

$$x(0) = X_m \cdot \cos\varphi$$

$$\begin{cases} x(0) = X_m \\ x(0) = X_m \cdot \cos\varphi \end{cases} \Rightarrow X_m \cdot \cos\varphi = X_m \Rightarrow \cos\varphi = 1$$

$$\varphi = 0$$



2- La valeur de l'énergie mécanique E_m :

On choisissant le plan horizontal passant par G comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur donc : $E_{pp} = 0$.

L'expression de l'énergie potentielle élastique $E_{pe} = \frac{1}{2}K \cdot x^2 + Cte$ en considérant la position d'équilibre ($x=0$) comme référence de l'énergie potentielle élastique : $E_{pe} = \frac{1}{2}K \cdot x^2$

L'expression de l'énergie mécanique :

$$E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2}m \cdot v^2 + \frac{1}{2}K \cdot x^2$$

A $t=0$:

$$x(0) = X_m = 6 \text{ cm} \text{ et } v = \frac{dx}{dt} = 0$$

$$E_m = \frac{1}{2}K \cdot X_m^2 \Rightarrow E_m = \frac{1}{2} \times 20 \times (6 \times 10^{-2})^2$$

$$E_m = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

3- L'énergie cinétique E_{c1} de l'oscillateur à $t_1 = 0$:

Graphiquement $x(t_1) = 0$ donc $E_{pe1} = 0$ d'après l'expression de E_m :

$$E_m = E_{c1} + \underbrace{E_{pe1}}_{=0}$$

$$E_{c1} = E_m = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

4- Le travail de la force de rappel lorsque G se déplace de $x_A = 0$ à $x_B = \frac{X_m}{2}$:

$$W_{AB}(\vec{F}) = -\Delta E_{pe} = -\left(\frac{1}{2}K \cdot x_B^2 - \frac{1}{2}K \cdot \underbrace{x_A^2}_{=0}\right)$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -\frac{1}{2}K \cdot x_B^2 = -\frac{1}{2}K \cdot \left(\frac{X_m}{2}\right)^2 = -\frac{1}{8}K \cdot X_m^2$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -\frac{1}{8} \times 20 \times (6 \times 10^{-2})^2$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -9 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

« Beaucoup de chemins mènent à la réussite, mais un seul mène inmanquablement à l'échec, celui qui consiste à vouloir plaire à tout le monde. »

Benjamin Franklin

