تصحيح الإمتحان الموحد الوطني للباكالوريا المسالك الدولة – خيار فرنسية	
الدورة الاستدراكية 2017	
المادة : الفيزياء والكيمياء	الشعبة : مسلك علوم فيزيائة

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 :

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

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)

$$Ag^+ \rightleftarrows Ag + e^-$$
$$n(e^-) = n(Ag) = \frac{m}{M(Ag)}$$
$$n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F}$$
$$\frac{m}{M(Ag)} = \frac{I.\Delta t}{F}$$

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

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 :

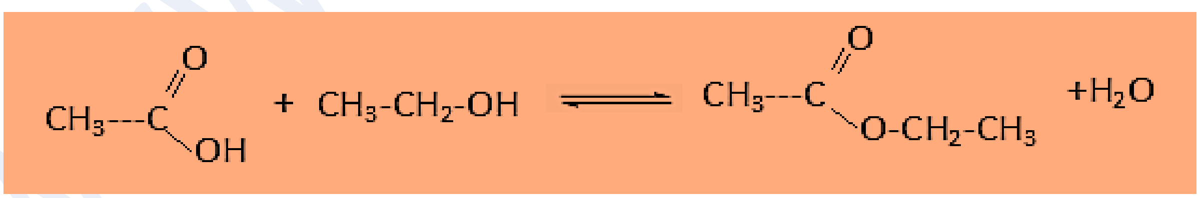
Calculons la quantité de matière à l'état initial :

$$n_i(acide) = 0,6\, mol$$

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

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 ⇄	ester +	eau
Etat du système	$n(acide)$	$n(alcool)$	$n(ester)$	$n(eau)$
Etat initial	$n_i(acide) = 0,6$	$n_i(alcool) = 0,6$	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 : $n_{eq}(acide)=0,2\,mol$

D'après le tableau d'avancement :

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

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

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

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

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

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

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

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

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 ⇄	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}

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

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

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

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

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

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

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

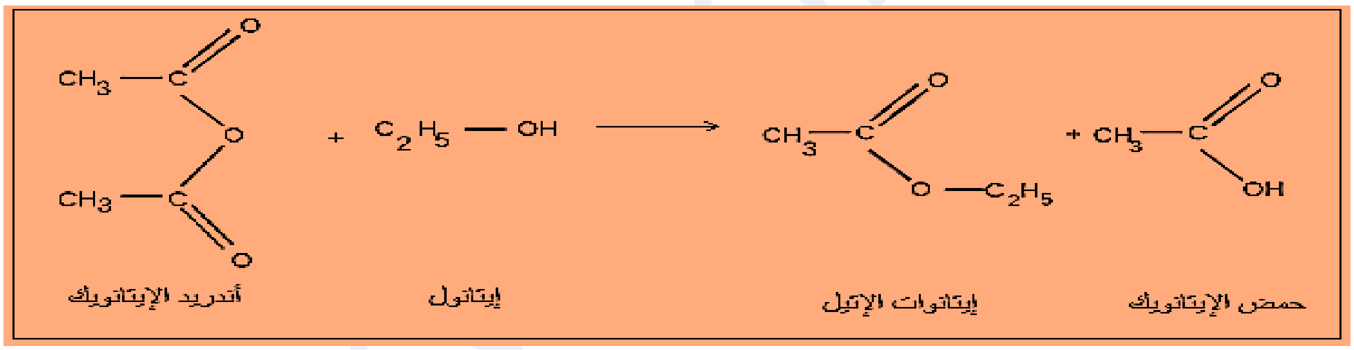
L'acide est le réactif limitant, la valeur de l'avancement maximal est :

$x_{max} = 0{,}1\, mol$, 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)

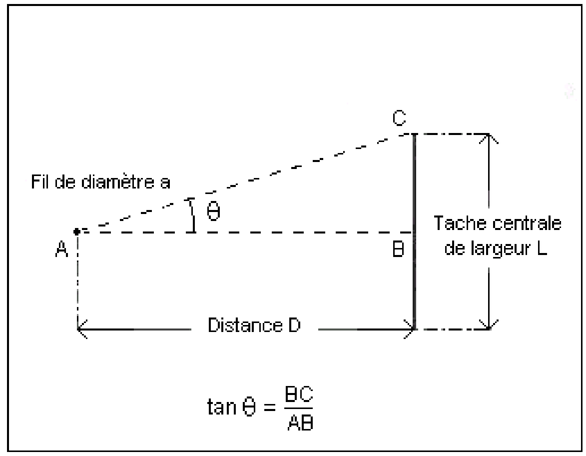
Première partie : Diffraction d'une onde lumineuse

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 :



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

$$\begin{cases} \theta = \dfrac{\lambda}{d} \\ \theta = \dfrac{L/2}{D} \end{cases} \Longrightarrow \frac{\lambda}{d} = \frac{L}{2D} \Longrightarrow \lambda = \frac{d.L}{2D} \Longrightarrow \lambda$$

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

$$\boldsymbol{\lambda = 800\, nm}$$

2- Comment varie la longueur de la tache centrale :

Sachant que : $\lambda_R > \lambda_V$ et $\lambda = \frac{d.L}{2D} = K.L$ 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 ${}^{60}_{27}Co$ donne ${}^{60}_{28}Ni$ selon la réaction :

$$\boldsymbol{{}^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{A}_{Z}X}$$

D'après les lois de conservation :

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

-Type de désintégration est β^-.

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

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

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

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

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

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

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

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

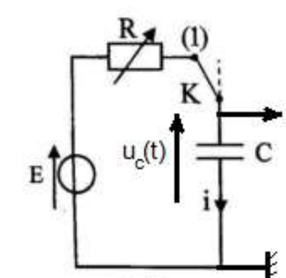
Le noyau le plus stable est celui qui a la plus grande énergie de liaison par nucléon ; puisque $\xi({}^{56}_{28}Ni) < \xi({}^{60}_{28}Ni)$ donc le noyau ${}^{60}_{28}Ni$ est plus stable que le noyau ${}^{56}_{28}Ni$.

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 $u_C(t)$:



الشكل 1

D'après la loi d'additivité des tensions :

$$E = u_R + u_C$$

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

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 : $u_c(t) = A.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

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

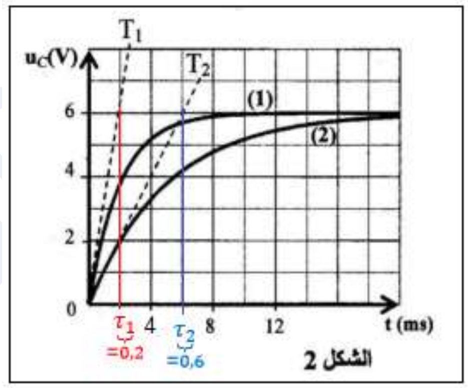
On remplace dans l'équation différentielle $R.C.\frac{du_C}{dt} + u_C = E$ on obtient :

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

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

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

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



الشكل 2

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

$\tau_1 = R_1.C \;\Longrightarrow C = \frac{\tau_1}{R_1}$ A.N : $C = \frac{2\times10^{-3}}{20} = 10^{-4}\,F \Longrightarrow C = 100\,\mu F$

- La valeur de la résistance R_2 :

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

- $\tau_2 = R_2.C \;\Longrightarrow R_2 = \frac{\tau_2}{C}$ A.N : $R_2 = \frac{6\times10^{-3}}{10^{-4}} = 60\,\Omega$

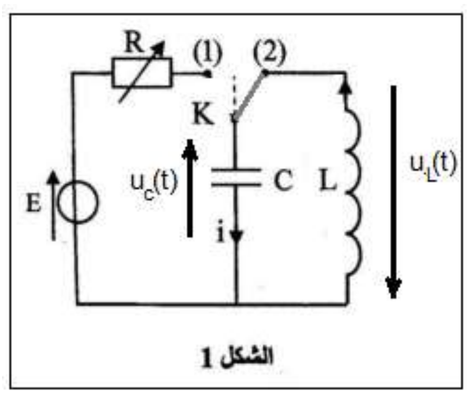
2- Etude du circuit RLC dans le cas d'un amortissement négligeable

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

D'après la loi d'additivité des tensions :

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

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



الشكل 1

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

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

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

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

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

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

On remplace dans l'équation différentielle :

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

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

$$\frac{2\pi}{T_0} = \frac{1}{\sqrt{L.C}} \Longrightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$$

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

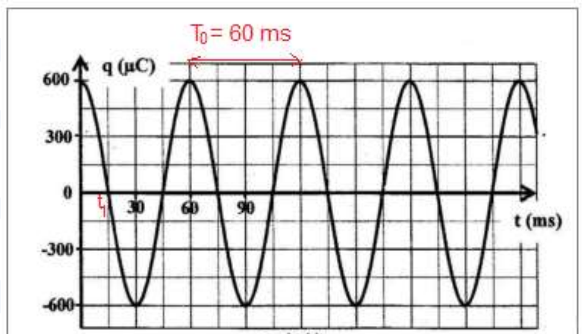
Graphiquement la valeur de la période propre est :

$T_0 = 60\ ms$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L.C} \Longrightarrow T_0^2 = 4\pi^2 L.C \ \Longrightarrow L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$$

$$L = \frac{(60\times10^{-3})^2}{4\pi^2\times100\times10^{-6}} = 0{,}912\ H$$

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



الشكل 3

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

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

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

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

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

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

Graphiquement : $q(t_1 = 0) = Q_m = 600\ \mu C$ و $i(t_1 = 0) = \frac{dq}{qt} = 0$

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

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

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

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

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

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

Conclusion : L'énergie totale du circuit se conserve.

Exercice IV (5,5 points)

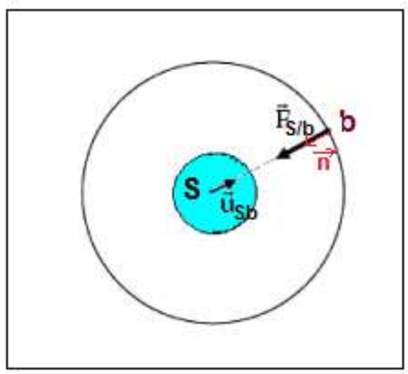
Partie I : Etude du mouvement d'une exo planète autour de son astre

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

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

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

Système étudié : $\{planète\ (S)\}$



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 :

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

$$\frac{V^2}{r_b} = G.\frac{M_S}{r_b^2}$$

$$V^2 = \frac{G.M_S}{r_b}$$

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

$$V = \frac{2\pi r_b}{T} \Longrightarrow V^2 = \frac{4\pi^2 r_b^2}{T^2}$$

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

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

La troisième loi de Kepler :

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

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

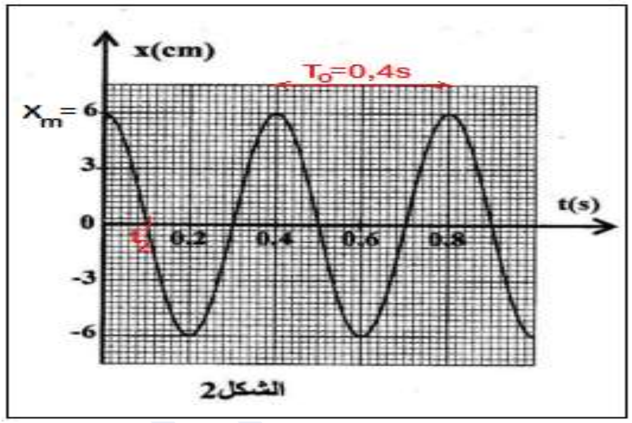
$$\frac{T^2}{r_b^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_S} \Longrightarrow M_S = \frac{4\pi^2 r_b^3}{G.T^2}$$

A.N :

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

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

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 : $X_m = 6\ cm$

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

La phase φ à t=0 : $x(0) = X_m$

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

$$\begin{cases} x(0) = X_m \\ x(0) = X_m.cos\varphi \end{cases} \Longrightarrow X_m.cos\varphi = X_m \quad \Longrightarrow cos\varphi = 1$$

$$\varphi = 0$$

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

L'expression de l'énergie mécanique :

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

A t=0 : $x(0) = X_m = 6cm$ et $\mathrm{v} = \frac{dx}{dt} = 0$

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

$$E_m = 3{,}6.10^{-2}\ J$$

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 :

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

$$E_{c1} = E_m = 3{,}6.10^{-2}\ J$$

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

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

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

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

$$W_{AB}(\vec{F}) = -9.10^{-3}\ J$$