Correction du sujet de physique -chimie 2008 session normale sc. math.

الصفحة 1/8	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2008 الموضوع
C:NS30	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات

7	المعامل:	الفيزياء والكيمياء	المـــادة:
4	مدة الإنجاز:	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) ، (الترجمة الفرنسية)	الشعب(ة) أو المسلك :

L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé

Ce sujet comporte un exercice de chimie et quatre exercices de physique :

Chimie :	• Etude de l'acide benzoïque ;	4,75 Points
	• Recouvrement d'une plaque d'acier par une couche d'étain.	2,25 Points
Physique 1 :	Datation par la méthode Uranium – Thorium ;	2,25 Points
Physique 2 :	Détermination du coefficient d'inductance de la bobine d'un haut-parleur ;	5,25 Points
Physique 3 :	Modélisation de la force de frottements visqueux ;	2,5 Points
Physique 4 :	Pendule de torsion de Cavendish.	3 Points

Barème

Chimie (7 points) : Les deux parties sont indépendantes

Partie 1 : Etude d'une solution d'acide benzoïque.

L'acide benzoïque C_6H_5COOH, est utilisé comme produit de conserve dans l'industrie alimentaire. C'est un solide de couleur blanche.
Le but de cette partie est d'étudier la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau, et avec une solution d'hydroxyde de sodium.
On prépare une solution aqueuse d'acide benzoïque, par dissolution d'un échantillon de masse m de cet acide dans l'eau distillée, pour obtenir un volume $V = 100$ mL de solution de concentration molaire $c_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.
On donne :
- Masse molaire d'acide benzoïque : $M = 122 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Produit ionique de l'eau : $Ke = 10^{-14}$

1- Réaction de l'acide benzoïque avec l'eau :
On mesure le pH d'une solution d'acide benzoïque à 25°C, on trouve $pH_1 = 2,6$.

0,5 **1-1-** Calculer la valeur de la masse m ;
0,5 **1-2-** Ecrire l'équation modélisant la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau ;
1 **1-3-** Construire le tableau descriptif de l'évolution du système, et calculer la valeur du taux d'avancement final τ de la réaction, conclure ;
0,75 **1-4-** Donner l'expression du quotient de réaction $Q_{r\,éq}$ à l'équilibre en fonction de pH_1 et c_a. En déduire la valeur de la constante d'acidité Ka du couple $(C_6H_5COOH_{aq} / C_6H_5COO^-_{aq})$

2- Réaction de l'acide benzoïque avec la solution d'hydroxyde de sodium :
On verse dans un bécher un volume $V_a = 20$ mL d'une solution d'acide benzoïque de concentration molaire $c_a = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, et on y ajoute progressivement à l'aide d'une burette graduée une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $c_b = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
Lorsque le volume d'hydroxyde de sodium versé dans le bécher est $V_b = 10$ mL, le pH de la solution dans le bécher à 25°C est $pH_2 = 3,7$.

0,5 **2-1-** Ecrire l'équation modélisant la réaction se produisant dans la mélange ;
0,5 **2-2-** Calculer la quantité de matière $n(OH^-)_V$ versée, et la quantité de matière $n(OH^-)_r$ restante à la fin de la réaction.
1 **2-3-** Trouver l'expression du taux d'avancement final τ de cette réaction en fonction de $n(OH^-)_V$ et $n(OH^-)_r$. Conclure.

Partie 2 : Recouvrement d'une pièce d'acier par une couche d'étain.

Le fer blanc, c'est l'acier recouvert d'une couche mince d'étain, il est utilisé en particulier dans la fabrication des boites de conserve grâce à ses propriétés physiques diverses.
L'objectif de cette partie est de déterminer la masse d'étain nécessaire au recouvrement d'une plaque d'acier par électrolyse.
On donne :

- Les couples (Ox/Red) intervenants dans cette électrolyse sont : $(O_{2(g)}/H_2O_{(l)})$ et $(Sn^{2+}_{(aq)}/Sn_{(s)})$
- Le Faraday : $1\ \mathscr{F} = 9{,}65.10^4\ C.mol^{-1}$.
- La masse molaire de l'étain : $M(Sn) = 118{,}7\ g.mol^{-1}$.

On plonge entièrement la plaque d'acier dans une solution de sulfate d'étain $(Sn^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$, puis on réalise l'électrolyse de cette solution entre une électrode constituée de la plaque d'acier et une électrode de graphite.

0,5 **1-** La plaque d'acier doit-elle être anode ou cathode ? Justifier.

0,75 **2-** On constate un dégagement gazeux de dioxygène au voisinage de l'électrode en graphite. Ecrire l'équation modélisant la réaction d'électrolyse.

1 **3-** L'électrolyse dure $\Delta t = 10$ min avec un courant d'intensité $I = 5$ A. En déduire la masse d'étain qui s'est déposée sur la plaque d'acier.

Physique 1 (2,25 points) : Datation par la méthode Uranium - Thorium

Le Thorium se trouvant dans les roches marines, résulte de la désintégration spontanée d'Uranium 234 au cour du temps. C'est pourquoi le Thorium et l'Uranium se trouvent dans toutes les roches marines en proportions différentes selon leurs dates de formation.
On dispose d'un échantillon d'une roche marine, qui contenant à l'instant de sa formation considéré comme origine des dates (t = 0), un nombre N_0 de noyaux d'Uranium ${}^{234}_{92}U$, et on suppose qu'elle ne contenait pas du Thorium à l'origine des dates.
L'étude de cet échantillon à l'instant t a montré que le rapport du nombre de noyaux de Thorium sur le nombre de noyaux d'Uranium est : $r = \dfrac{N({}^{230}_{90}Th)}{N({}^{234}_{92}U)} = 0{,}4$

On donne :

- Masse d'un noyau d'Uranium : $m({}^{234}_{92}U) = 234{,}0409\ u$;
- Demi-vie de l'Uranium 234 : $t_{1/2} = 2{,}455.10^5$ ans ;
- Masse du proton : $m_P = 1{,}00728\ u$;
- Masse du neutron : $m_n = 1{,}00866\ u$;
- Unité de masse atomique : $1\ u = 931{,}5\ MeV.c^{-2}$.

1- Etude du noyau d'Uranium $^{234}_{92}U$:

0,5 **1-1-** Donner la composition du noyau d'Uranium 234.

0,5 **1-2-** Calculer en MeV, l'énergie de liaison E_l du noyau $^{234}_{92}U$.

0,25 **1-3-** Le nucléide $^{234}_{92}U$ est radioactif, se transforme spontanément en nucléide de Thorium $^{230}_{90}Th$. Par application des lois de conservation, écrire l'équation de désintégration de ce nucléide d'Uranium $^{234}_{92}U$.

2- Etude de la décroissance radioactive :

0,25 **2-1-** Donner l'expression du nombre de noyaux de Thorium $N(^{230}_{90}Th)$ à l'instant t, en fonction de N_0 et le temps de demi-vie $t_{1/2}$ de l'Uranium 234.

0,75 **2-2-** Trouver l'expression de l'instant t en fonction de r et $t_{1/2}$. Calculer sa valeur.

Physique 2 (5,25 points) : Détermination du coefficient d'inductance de la bobine d'un haut-parleur.

Pour déterminer le coefficient d'inductance L d'une bobine de résistance r utilisée dans un haut-parleur, on réalise une expérience en deux étapes en utilisant le dispositif représenté par la figure 1 :

- 1ère étape : On détermine la capacité C d'un condensateur par étude expérimentale de sa charge par un générateur idéal de fem E = 6 V.
- 2ème étape : On étudie la décharge de ce condensateur à travers la bobine à fin de déterminer son coefficient d'inductance L.

On prendra : $\pi^2 = 10$.

1- Détermination de la capacité du condensateur :

Le condensateur initialement non chargé, on bascule l'interrupteur K (figure 1) vers la position ① à un instant considéré comme origine des dates (t = 0). Le condensateur se charge ainsi à travers le résistor de résistance R = 100 Ω.

On visualise, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, les variations de la tension u_C aux bornes du condensateur. On obtient la courbe modélisée par la figure 2.

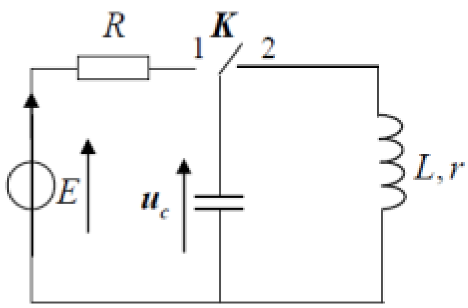


figure 1

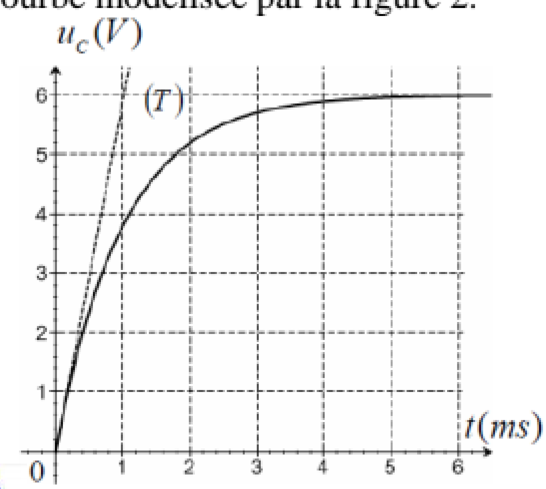


figure 2

0,5 **1-1-** Etablir l'équation différentielle traduisant l'évolution de la tension u_C.

0,5 **1-2-** La solution de cette équation différentielle est : $u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$; trouver l'expression de chacune des constantes A et τ, en fonction des paramètres du circuit.

0,5 **1-3-** La droite (T) représente la tangente à la courbe $u_C = f(t)$ à t = 0. En déduire à partir du graphe de la figure 2, la valeur de la capacité C du condensateur.

2- Détermination du coefficient d'inductance de la bobine :

Le condensateur ainsi chargé, on bascule, à un instant considéré comme une nouvelle origine des dates (t = 0), l'interrupteur K (figure 1) vers la position 2, et on visualise de la même façon l'évolution au cour du temps de la tension u_C aux bornes du condensateur. On obtient le graphe modélisé par la figure 3.

0,25 **2-1-** Etablir l'équation différentielle traduisant l'évolution de la tension u_C.

0,5 **2-2-** Exprimer l'énergie totale E_t du circuit en fonction de : L, C, u_C et $\frac{du_C}{dt}$.

1 **2-3-** En utilisant l'équation différentielle, montrer que : $\frac{dE_t}{dt} = -ri^2$

où i est l'intensité du courant traversant le circuit à l'instant t et r la résistance de la bobine.

0,5 **2-4-** On considérant que la valeur de la pseudo-période est égale à celle de la période propre, calculer la valeur de L.

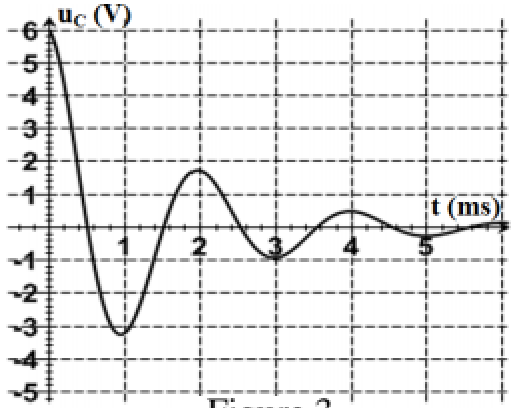


Figure 3

3- Détermination du coefficient d'inductance L par une autre méthode:

On applique entre les bornes du dipôle (D) formé de la bobine précédente et un condensateur de capacité $C_0 = 10^{-5}$ F, montés en série, une tension alternative sinusoïdale u de valeur efficace constante U = 6 V, et on varie progressivement sa fréquence N.

On constate que lorsque la valeur de la fréquence atteint la valeur $N_0 = 500$ Hz, la valeur efficace du courant atteint sa valeur maximale $I_0 = 0,48$ A.

1 **3-1-** Calculer la valeur du coefficient d'inductance L et de la résistance r de la bobine.

0,5 **3-2-** Soit u_b la tension instantanée aux bornes de la bobine, trouver la valeur de la phase φ de la tension u_b par rapport à u.

Physique 3 (2,25 points) : Modélisation de la force de frottements visqueux

Le but de cet exercice est de modéliser la force de frottements visqueux exercée par le glycérol sur un solide, à partir de l'étude de chute verticale d'une bille métallique de masse m et de rayon r dans le glycérol.

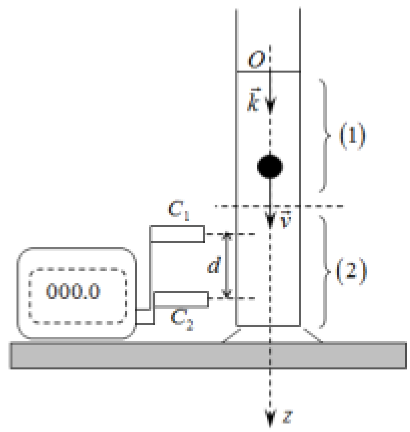
On donne :

- Rayon de la bille : $r = 1$ cm ; Volume de la bille : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$
- Masses volumiques :
  - Métal constituant la bille : $\rho_1 = 2{,}7.10^3\ kg.m^{-3}$;
  - Glycérol : $\rho_2 = 1{,}26.10^3\ kg.m^{-3}$;
- Accélération de la pesanteur : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$.
- On rappelle que l'expression de la poussée d'Archimède exercée par le glycérol sur la bille est : $F = \rho_2.V.g$.
- On modélise la force de frottements visqueux exercée sur la bille au cour de sa chute dans le glycérol par : $\vec{f} = -9\pi r v^n \vec{k}$ où n est un entier naturel et v la vitesse du centre d'inertie de la bille.

On lâche la bille sans vitesse initiale, à partir du point O, origine d'un axe vertical descendant $(O,\vec{k})$, à l'instant t = 0. Son mouvement dans le glycérol se fait suivant deux phases :

- Phase 1 : Phase du régime initial entre deux instant t_0 et t_1 où la valeur de la vitesse croit.
- Phase 2 : Phase du régime permanent à partir de l'instant t_1 auquel la vitesse atteint une valeur limite v_L.

Le dispositif constitué d'un chronomètre et deux cellules C_1 et C_2 permet de mesurer la durée Δt nécessaire à la bille pour parcourir la distance d au cour de la 2ème phase. (figure ci-contre)



0,5 **1-** Déterminer la valeur de la vitesse limite v_L sachant que $\Delta t = 956$ ms.

1 **2-** Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle réalisée par la vitesse v du centre d'inertie de la bille au cour du mouvement dans le liquide s'écrit sous la forme : $\frac{dv}{dt} + A v^n = B$

Avec : $A = \frac{27}{4.\rho_1.r^2}$ et $B = g(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1})$.

0,5 **3-** Trouver à partir de l'équation différentielle v_L^n en fonction de ρ_1, ρ_2, r et g.

0,25 **4-** En déduire la valeur de n.

Physique 4 (3 points) : Pendule de torsion de Cavendish

Le savant Cavendish, a réalisé en 1778 la 1ère expérience utilisant la balance de torsion pour déterminer la valeur de la constante de gravitation universelle G, il a trouvé $G = 6{,}67.10^{-11}\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}$. Désormais, il devient possible de calculer les vitesses des satellites artificiels et naturels sur leurs orbites, par application de la deuxième loi de Newton.

La balance de torsion utilisée par Cavendish est un pendule de torsion, constitué d'une barre homogène, de masse négligeable, portant à ses extrémités de corps de même masse, et suspendue de son milieu par un fil de torsion de constante de torsion C, accroché à un support fixe (figure 1).

Le moment d'inertie du système {barre, corps}par rapport à l'axe de rotation (Δ) confondu avec le fil de torsion vertical est $J_\Delta = 1{,}46\ kg.m^2$.

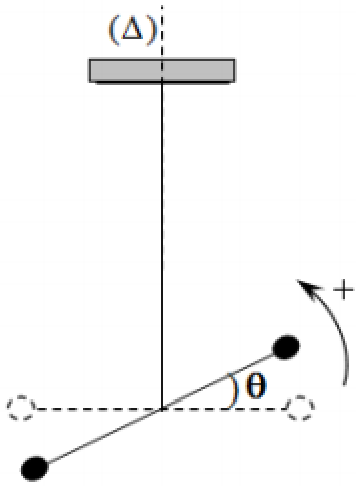
La mesure de la période des oscillations par Cavendish a donné T = 7 min.

On donne : masse de la terre $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg. On prendra $\pi^2 = 10$.

1 **1-** Détermination de la vitesse d'un satellite artificiel:

Dans le repère géocentrique, l'orbite d'un satellite artificiel est circulaire, de centre confondu avec le centre de la terre et de rayon r = 7000 km.

Par application de la 2ème loi de Newton, déterminer l'expression de la vitesse linéaire v du satellite artificiel, en fonction de : G, r et la masse de la terre M_T. Calculer la valeur de v.



2- Etude du pendule de torsion :

On néglige tous les frottements et on note :

- θ : l'abscisse angulaire de torsion du fil ;
- $\frac{d\theta}{dt}$: la vitesse angulaire ;
- $\frac{d^2\theta}{dt^2}$: l'accélération angulaire.

0,25 **2-1-** Etablir l'équation différentielle traduisant les variations de l'abscisse angulaire θ au cour des oscillations du pendule.

0,5 **2-2-** La solution de cette équation s'écrit sous la forme : $\theta(t)=\theta_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$;

En utilisant l'équation différentielle et sa solution, trouver l'expression de la période propre T_0 des oscillations du pendule, en fonction de C et J_Δ. En déduire la constante de torsion C du fil utilisé par Cavendish.

3- Exploitation du graphe $\theta = f(t)$:

Deux expériences ont été réalisé pour déterminer la période des oscillations du pendule ; l'une en présence de frottements et l'autre en l'absence des frottements.
Les courbes A et B de la figure 2, modélisent l'évolution de l'abscisse angulaire θ de torsion du fil au cour du temps dans chacune des deux expériences.

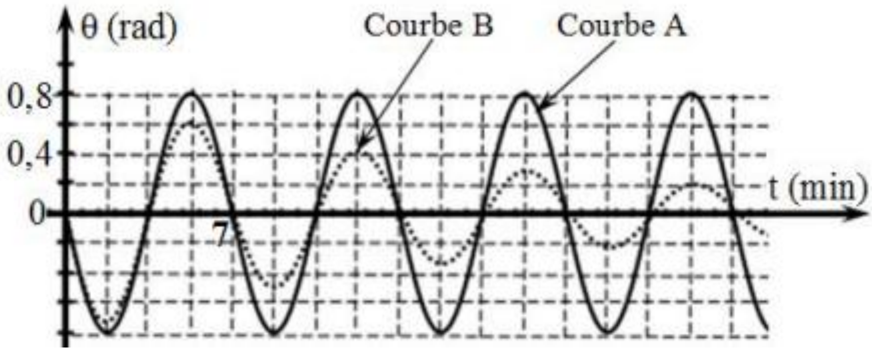


Figure 2

0,5 **3-1-** Préciser la courbe correspondante au régime pseudopériodique. Justifier votre réponse.

0,75 **3-2-** Déterminer, à partir de la figure 2, en l'absence des frottements, la valeur de la vitesse angulaire du mouvement du pendule de torsion à l'instant t = 0.

Correction

SBIRO Abdelkrim Pour toute observation contactez-moi
sbiabdou@yahoo.fr

Correction de l'exercice de chimie:

1ère partie:

1) 1-1- $C_a = \dfrac{n}{V} = \dfrac{m}{M.V}$ $\Rightarrow$ $m = C_a.M.V$ A.N : $m = 0,1 mol.L^{-1} \times 122\, g.mol^{-1} \times 0,1 L = 1,22\, g$

1-2- $C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

1-3-

Equation de la réaction		$C_6H_5COOH + H_2O$	$\rightleftharpoons$	$C_6H_5COO^- + H_3O^+$	
états	avancement	Quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	$c_a.V$	excès	0	0
Etat de transformation	x	$c_a.V-x$	excès	x	x
Etat d'équilibre	x_{eq}	$c_a.V-x_{eq}$	excès	x_{eq}	x_{eq}

$x_{max} = C_a.V$ $\Rightarrow$ $C_a.V - x_{max} = 0$ $\Rightarrow$ L'eau étant utilisé par excès donc C_6H_5COOH est le réactif limitant.

$\frac{10^{-2,6}}{0,1} = 0,025 = 2,5\%$ $\tau = \frac{x_{éq}}{x_{\max}} = \frac{10^{-pH1}.V}{C_a.V} = \frac{10^{-pH1}}{C_a} =$. donc: $x_{éq} = 10^{-pH1}.V \Rightarrow \left[HO^-\right]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V} = 10^{-pH1}$

$\tau < 1 \Rightarrow$ La réaction est limitée. Rq :(L'état final est l'état d'équilibre d'où $x_f = x_{éq}$)

1-4- D'après le tableau d'avancement : $\left[C_6H_5COO^-\right]_{éq} = \left[H_3O^+\right]_{éq} = 10^{-pH_1}$

$$\left[C_6H_5COOH\right]_{éq} = \frac{C_a V - x_{éq}}{V} = C_a - \frac{x_{éq}}{V} = C_a - 10^{-pH_1}$$

$$Q_{r,éq} = \frac{\left[C_6H_5COO^-\right]_{éq} \times \left[H_3O^+\right]_{éq}}{\left[C_6H_5COOH\right]_{éq}} = \frac{(10^{-pH_1})^2}{c_a - 10^{-pH_1}} = \frac{10^{-2.pH_1}}{c_a - 10^{-pH_1}} = \frac{10^{-5,2}}{0,1 - 10^{-2,6}} = 6,47.10^{-5}$$

$$K_A = Q_{r,éq} = \frac{\left[C_6H_5COO^-\right]_{éq} \times \left[H_3O^+\right]_{éq}}{\left[C_6H_5COOH\right]_{éq}} \qquad pk_A = -\log K_A = -\log(6,47.10^{-5}) \approx 4,2$$

2) 2-1- $C_6H_5COOH_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)} \rightarrow C_6H_5COO^-{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$

2-2- Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$C_6H_5COOH_{(aq)}$ +	$HO^-{}_{(aq)}$ →	$C_6H_5COO^-{}_{(aq)}$ +	$H_2O_{(\ell)}$
états	avancement	Quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	$c_a.V_a$	$C_b.V_{b\ versé}$	0	excès
Etat de transformation	x	$c_a.V_a$-x	$C_b.V_{b\ versé}$-x	x	excès
Etat final	x_f	$c_a.V_a$-x_f	$C_b.V_{b\ versé}$-x_f	x_f	excès

$n(HO^-)_{versé} = C_b.V_{b\ versé} = 5.10^{-2}.x10.10^{-3} = 5.10^{-4}$mol

, et on a : $\left[HO^-\right]_{éq} = \frac{10^{-pKe}}{10^{-pH1}} = 10^{pH1-pke} \Rightarrow \left[HO^-\right]_{éq} = \frac{Ke}{\left[H_3O^+\right]_{éq}}$ D'après le produit ionique de l'eau :

$n(HO^-)_{réagissante} = 10^{pH1-pke}(V_a + V_b)$ d'où: $\frac{n(HO^-)_{réagissante}}{V_a + V_b} = 10^{pH1-pke} \Rightarrow \left[HO^-\right]_{éq} = \frac{n(HO^-)_{réagissante}}{V_a + V_b}$

A.N: $n(HO^-)_{restante} = 10^{3,7-14}.(20+10).10^{-3} = 1,5.10^{-12}\,mol$

$x_{\max} = c_a.V_a = 0,1 \times 20.10^{-3} = 2.10^{-3}\,mol \Rightarrow c_a.V_a - x_{\max} = 0$ 2-3-En supposant que C_6H_5COOH est limitant

$x_{\max} = C_b.V_b versé = 5.10^{-2} \times 10.10^{-3} = 5.10^{-4}\,mol \Rightarrow C_b.V_b vérsé - x_{\max} = 0$ En supposant que HO^- est limitant

$x_{\max} = 5.10^{-4}\,mol \Rightarrow 5.10^{-4}\,mol < 2.10^{-3}\,mol$

donc: . $x_{\max} = C_b.V_b versé = n(HO^-)_{vérsé}$

$x_f = n(HO^-)_{vérsé} - n(HO^-)_{restante} \Rightarrow n(HO^-)_{restante} = c_b \times V_b vérsé - x_f$ D'après le tableau d'avancement on a:

La réaction est totale. $\Rightarrow$

$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{n(HO^-)_{vérsé} - n(HO^-)_{réagissante}}{n(HO^-)_{vérsé}} = 1 - \frac{n(HO^-)_{réagissante}}{n(HO^-)_{vérsé}} = 1 - \frac{1,5.10^{-12}}{5.10^{-4}} \approx 1$ Le taux d'avancement :

2ère partie:

1) Pendant l'électrolyse, la réduction des ions Sn^{2+} se produit au niveau de la cathode, donc le dépôt d'éteint se forme sur la plaque d'acier qui est la cathode liée au pole négatif du générateur..

2) Au niveau de la cathode il y'a réduction des ions Sn^{2+} : $Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Sn_{(s)}$

Au niveau de l'anode il y'a oxydation de H_2O: $2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$

Equation globale : $2H_2O_{(\ell)} + 2.Sn^{2+}_{(aq)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 2\,Sn_{(s)}$

3) D'après la demi-équation : $Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Sn_{(s)}$

$m(Sn) = \frac{I.\Delta t \times M(Sn)}{2.F} = \frac{5 \times 10 \times 60 \times 118,7}{2 \times 96500} = 1,845g$ d'où: $\frac{I.\Delta t}{2.F} = \frac{m(Sn)}{M(Sn)} \Rightarrow n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F}$ avec: $\frac{n(e^-)}{2} = n(Sn)$ On a :

Physique 1 : Datation par la méthode Uranium - Thorium

1)1-1- Composition du noyau d'uranium **234** : **92 protons + 142 neutrons.**

1-2-L'énergie de liaison du noyau $^{234}_{92}U$: $\mathbf{E_L} = [Zm_p + (A-Z)m_n - m(^{234}_{92}U)] \times c^2$

$= [92 \times 1{,}00728 + 142 \times 1{,}00866 - 234{,}0409]\, u.c^2$

$= 1{,}85858\, u.c^2 = 1{,}85858 \times 931{,}5\ MeV \approx 1731 MeV$

1-3- Equation de désintégration : $^{234}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{A}_{Z}X$

En appliquant la loi de **Soddy** $\begin{cases} 234 = 230 + A \\ 92 = 90 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 4 \\ Z = 2 \end{cases}$ donc la particule émise est : $^{4}_{2}He$ le type de radioactivité : α

D'où l'équation de désintégration : $^{234}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$.

2) 2-1-Le nombre de noyaux d'uranium restant à l'instant t : $N_{(U)} = N_o . e^{-\lambda t}$

N_o : est le nombre de noyaux d'uranium à t=o et à l'instant t : $N_o = N_{restant} + N_{désintégrés}$

Les noyaux d'uranium qui se désintègrent se transforment en thorium. $^{230}_{90}Th$.

Donc le nombre de noyaux de thorium qui se résultent à l'instant t : $N_{(Th)} = N_{(U)\,désintégrés} = N_o - N_{(U)} = N_o - N_o . e^{-\lambda t}$

D'où: $N_{(Th)} = N_o (1 - e^{-\frac{ln2}{t1/2}.t})$

2-2- **le rapport** : $r = \dfrac{N(^{230}_{90}Th)}{N(^{234}_{92}U)} = 0{,}4$

$r = \dfrac{N(^{230}_{90}Th)}{N(^{234}_{92}U)} = \dfrac{1 - e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} \times t}}{e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} t}} = e^{\frac{-\ln 2}{t_{1/2}} \times t} - 1 \Rightarrow r + 1 = e^{\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t} \Rightarrow \ln(r+1) = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}} . t$ donc : $\boxed{t = \dfrac{\ln(r+1)}{\ln 2} \times t_{1/2}}$

A.N: $t = \dfrac{\ln(r+1)}{\ln 2} \times t_{1/2} = \dfrac{\ln 1{,}4}{\ln 2} \times 2{,}455 \times 10^5 \approx 1{,}2 \times 10^5\ ans$

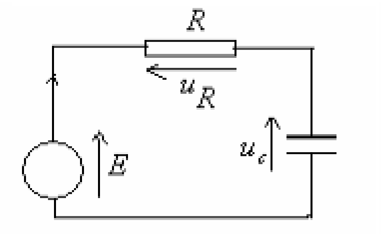
Physique 2

1) 1-1- En appliquant la loi d'additivité des tensions :

$u_R + u_c = E \quad \Rightarrow \quad Ri + u_c = E$

$i = \dfrac{dq}{dt} = \dfrac{d(c.u_c)}{dt} = c.\dfrac{du_c}{dt}$

$\Rightarrow \quad R.c.\dfrac{du_c}{dt} + u_c = E$



$\dfrac{du_c}{dt} = \dfrac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \Rightarrow \quad u_c = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ 1-2- La solution de l'équation différentielle est :

$A.e^{-\frac{t}{\tau}}(\dfrac{R.c}{\tau} - 1) + A = E \quad \Rightarrow \quad R.c.\dfrac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E$ En remplaçant dans l'équation différentielle :

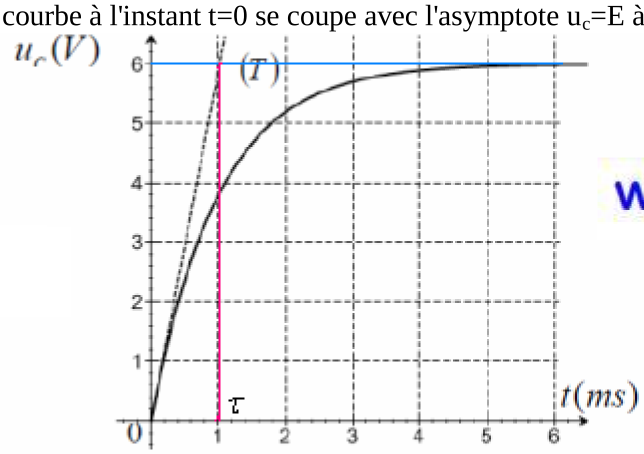
Donc: $\tau = R.c$ avec: $u_c = E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, la solution s'écrit : $\tau = R.c$ et : $A = E \quad \Rightarrow \quad \dfrac{R.c}{\tau} - 1 = 0$

$t = \tau$ 1-3-Graphiquement : la tangente à la courbe à l'instant t=0 se coupe avec l'asymptote u_c=E à l'instant :

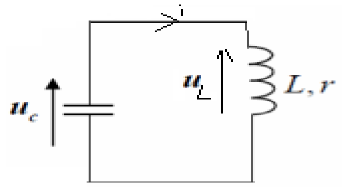
on trouve : $\tau = 1ms$

$\tau = R.C \quad \Rightarrow$

$\boxed{C = \dfrac{\tau}{R} = \dfrac{10^{-3}}{100} = 10^{-5} F}$



$L.\frac{di}{dt}+r.i+u_C=0 \quad \Rightarrow \quad u_L+u_C=0 \quad \Rightarrow \quad u_L=-u_C$ 2) 2-1-En appliquant la loi d'additivité des tensions on a :



$\frac{di}{dt}=C.\frac{d^2u_c}{dt^2} \quad \Rightarrow \quad i=\frac{dq}{dt}=\frac{d(C.u_c)}{dt}=C.\frac{du_c}{dt}$ On a :

$\Rightarrow \quad \frac{d^2u_c}{dt^2}+\frac{r}{L.}.\frac{du_c}{dt}+\frac{1}{L.C}.u_C=0 \quad \Rightarrow \quad L.C.\frac{d^2u_c}{dt^2}+r.C.\frac{du_c}{dt}+u_C=0$

2-2- L'énergie totale : $\Rightarrow \quad i=C.\frac{du_c}{dt}$ avec: $E_t=\xi_e+\xi_m=\frac{1}{2}.C.u_c{}^2+\frac{1}{2}.L.i^2 \qquad E_t=\frac{1}{2}.C.u_c{}^2+\frac{1}{2}.LC^2.\left(\frac{du_c}{dt}\right)^2$

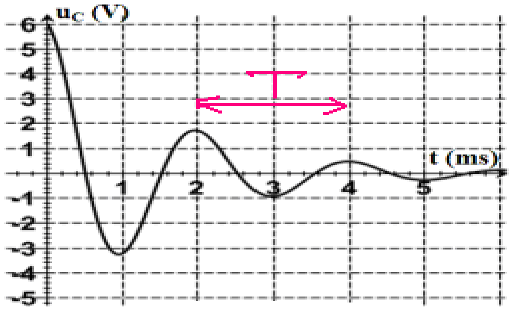
$\frac{dE_t}{dt}=\frac{1}{2}.C\left(2.u_c.\frac{du_c}{dt}\right)+\frac{1}{2}.L.C^2.2.\left(\frac{du_c}{dt}\right).\frac{d^2u_c}{dt^2} \quad \Rightarrow \quad E_t=\frac{1}{2}.C.u_c{}^2+\frac{1}{2}.L.C^2.\left(\frac{du_c}{dt}\right)^2$ 2-3-

$L.\frac{di}{dt}+u_C=-r.i$ (1) , d'après la loi d'additivité des tensions on a: $\frac{dE_t}{dt}=C.\frac{du_c}{dt}\left[u_c+L.C.\frac{d^2u_c}{dt^2}\right]$

$L..C.\frac{d^2u_c}{dt^2}+u_c=-r.i \quad \Rightarrow \quad \frac{di}{dt}=c.\frac{d^2u_c}{dt^2} \quad \Rightarrow \quad i=\frac{dq}{dt}=\frac{d(c.u_c)}{dt}=c.\frac{du_c}{dt}$

$\frac{dE_t}{dt}=i.[-r.i]=-r.i^2$ En remplaçant dans (1) :

Avec: T=T_o $T_o=2.\pi.\sqrt{L.C}$ 2-4-Graphiquement la pseudo période T=2ms , l'expression de la période propre est:



$\Rightarrow \quad T^2=4.\pi^2.L.C \quad \Rightarrow \quad L=\frac{T^2}{4.\pi^2.C}=\frac{(2.10^{-3})^2}{4\times10\times10^{-5}}=0{,}01H$

.3) 3-1-Lorsque l'intensité du courant dans le circuit est maximale on est à la résonance

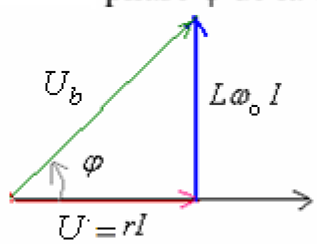
$4.\pi^2L.C.N_o{}^2=1 \quad \Rightarrow \quad \omega_o=2.\pi.N_o$ avec: $L.C.\omega_o{}^2=1 \quad \Rightarrow \quad L.\omega_o=\frac{1}{C.\omega_o}$ à la résonance on a :

$L=\frac{1}{4.\pi^2.C.N_o{}^2}=\frac{1}{4\times10\times10^{-5}\times500^2}=0{,}01H \quad \Rightarrow$

$r=\frac{U}{Io}=\frac{6}{0{,}48}=12{,}5\Omega$ $\Rightarrow$ à la résonance l'impédance : Z=r et : I=I_o

---

3-2-La phase φ de la tension u_b par rapport à u.



$tg\varphi=\frac{L\omega_O}{r}=\frac{2\pi.N_O.L}{r}=\frac{2\pi.500.10^{-2}}{12{,}5}=2{,}51 \quad \Rightarrow \quad \varphi=68{,}3°$

Physique 3 : Modélisation de la force de frottements visqueux

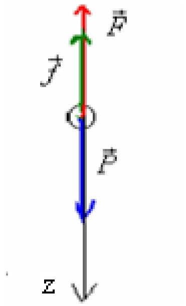
1) $v_\ell = \frac{d}{\Delta t} = \frac{20\times10^{-2}m}{956\times10^{-3}s} \approx 0{,}209 m/s$

2) Pendant sa chute la bille est soumise à l'action des forces suivantes:

: le poids de la bille $\vec{P}$

$F = \rho_2.V.g$: la poussée d'Archimède d'intensité $\vec{F}$

$\vec{f} = -9.\pi.r.v^n\vec{k}$: la force frottement visqueux. $\vec{f}$



$\vec{f} + \vec{F} + \vec{P} = m.\vec{a}_G$ En appliquant la deuxième loi de Newton on a :

En projetant sur l'axe oz: $-9.\pi.r.v^n - \rho_2.V.g + m.g = m.\frac{dv}{dt} \Rightarrow -f - F + P = m.a$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{9.\pi.r.}{m}v^n = g - \frac{\rho_2.V.g}{m} \Rightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{9.\pi.r.}{m}v^n + \frac{\rho_2.V.g}{m} - g = 0 \Rightarrow m.\frac{dv}{dt} + 9.\pi.r.v^n + \rho_2.V.g - m.g = 0$$

$\Rightarrow V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$, et on a : $\frac{dv}{dt} + \frac{9.\pi.r}{\rho_1.V}v^n = \frac{g(\rho_1-\rho_2)}{\rho_1} \Rightarrow m = \rho_1.V$ avec:

$\frac{dv}{dt} + A.v^n = B$, qui est sous la forme : $\frac{dv}{dt} + \frac{27}{4.\rho_1.r^2}v^n = \frac{g(\rho_1-\rho_2)}{\rho_1}$

$B = \frac{g(\rho_1-\rho_2)}{\rho_1}$ et : $A = \frac{27}{4.\rho_1.r^2}$ Donc

3) Lorsque le régime permanent est atteint la vitesse de la bille devient constante .v_L constante

$\Rightarrow v_L{}^n = \frac{B}{A} = \frac{4.r^2.g(\rho_1-\rho_2)}{27} \Rightarrow A.v_L{}^n = B$, la relation précédente devient : $\frac{dv_L}{dt} = 0$

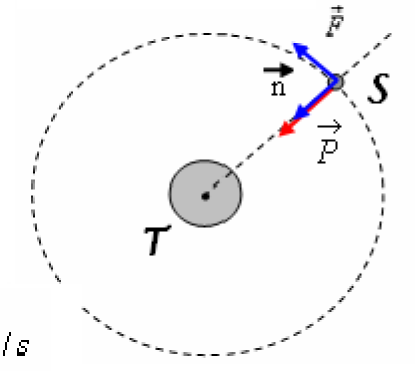
4) $v_L{}^n = \frac{B}{A} = \frac{4.r^2g(\rho_1-\rho_2)}{27} = \frac{4\times(10^{-2})^2\times9{,}81\times(2.7-1{,}26)\times10^3}{27} = 0{,}209$

$n\log v_L = \log 0{,}209 \Leftarrow \log v_L{}^n = \log 0{,}209$

$$n = \frac{\log 0{,}20928}{\log v_L} = \frac{\log 0{,}209}{\log 0{,}209} = 1$$

Physique 4 :

1) Le satellite est soumis à l'altitude r du centre de la terre à force de Newton exercée par la terre.
En appliquant la deuxième loi de Newton on a :



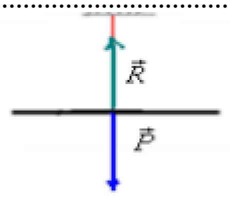
$\vec{F} = m\vec{a}_G$, en projetant sur la normale : $F = m.a_N$

$\Rightarrow G\frac{m.M_T}{r^2} = m.\frac{v^2}{r}$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}98\times10^{24}}{7\times10^6}} \approx 7548 m/s$$

2) 2-1- Bilan des forces qui s'exercent sur la tige :

- $\vec{P}$: son poids.
- $\vec{R}$: réaction du fil de suspension.
- La somme des forces de torsion dont le moment est : $M_t = -C.\theta$



En appliquant le principe fondamental de la dynamique : $\Sigma M = J_\Delta.\ddot{\theta} \quad \Rightarrow \quad M\vec{P}_\Delta + M\vec{R}_\Delta + M_t = J_\Delta.\ddot{\theta}$

on a $M\vec{R}_\Delta = 0$ et: $M\vec{P}_\Delta = 0$ donc: $0+0-C.\theta = J_\Delta.\ddot{\theta}$ d'où: $J_\Delta.\ddot{\theta} + C.\theta = 0$

et on obtient l'équation différentielle du mouvement d'un pendule de torsion: $\boxed{\ddot{\theta} + \frac{C}{J_\Delta}.\theta = 0}$

2-2- La solution de cette équation s'écrit sous la forme : $\theta(t) = \theta_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$

$\dot{\theta} = -\theta_m.\frac{2.\pi}{T_o}.\sin\left(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi\right)$, en remplaçant dans l'équation différentielle : $\ddot{\theta} = -\theta_m.\frac{4.\pi^2}{T_o^{\ 2}}.\cos\left(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi\right)$ et :

$-\theta_m.\frac{4.\pi^2}{T_o^{\ 2}}.\cos\left(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi\right) + \frac{C}{J_\Delta}.\theta_m.\cos\left(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi\right) = 0 \quad \Rightarrow \quad \theta_m.\frac{4.\pi^2}{T_o^{\ 2}}.\cos\left(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi\right) \frac{C}{J_\Delta}.\theta_m.\cos\left(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi\right) =$

$\Rightarrow \quad \frac{4.\pi^2}{T_o^{\ 2}} \frac{C}{J_\Delta} =$ d'où: $T_o^{\ 2} = 4.\pi^2 \frac{J_\Delta}{C} \quad \Rightarrow \quad \boxed{T_o = 2.\pi.\sqrt{\frac{J_\Delta}{C}}}$

et: $C = \frac{4.\pi^2 \times J_\Delta}{T_o^{\ 2}} = \frac{4.\times 10 \times 1{,}46}{(7\times 60)^2} = 3{,}31.10^{-4}\, N.m/rad$

---

3) 3-1- La courbe B correspond au régime pseudopériodique car l'amplitude diminue en fonction du temps .

$\theta = \theta_m.\cos\left(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi\right)$ 3-2-- On a:

$\theta = 0{,}8.\cos\left(\frac{.\pi}{210}t+\varphi\right)$ donc : $\boxed{T_o = 7mn = 7\times 60 = 420\,s}$ et: $\boxed{\theta_m = 0{,}8 rad}$ D'après la figure (2) :

$0 = 0{,}8.\cos\varphi$ donc: $\theta = 0$: à t=0 , φ **<u>Détermination d</u>**e $\Rightarrow$ $\cos\varphi = 0$ d'où: $\varphi = \pm\frac{\pi}{2}$

à t=0 , v<0 $\dot{\theta} = -\theta_m.\frac{2.\pi}{T_o.}\sin\left(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi\right)$ (car le mobile se déplace à t=0 dans le sens contraire négatif)

, à t=0 , $\dot{\theta}_{(t=0)} = -\theta_m.\frac{2.\pi}{T_o.}\sin\varphi < 0 \quad \Rightarrow \quad \sin\varphi > 0$ $\boxed{\theta = 0{,}8.\cos\left(\frac{.\pi}{210}t+\frac{\pi}{2}\right)}$ d'où: $\boxed{\varphi = +\frac{\pi}{2}}$ d'où:

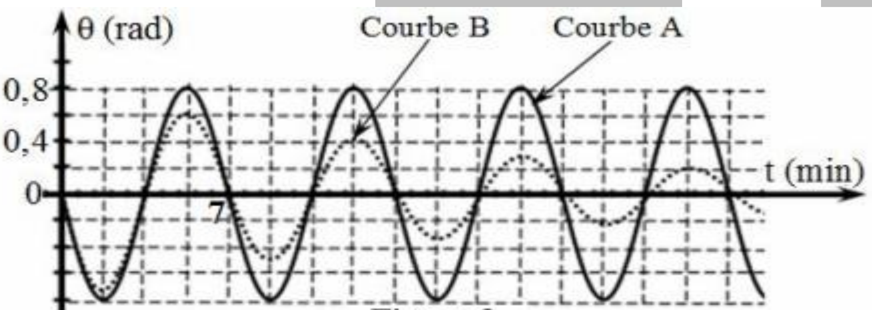


Figure 2

$\dot{\theta} = -\theta_m.\frac{2.\pi}{T_o.}\sin(\frac{2.\pi}{T_o.}t+\varphi)$ La vitesse angulaire : à t=0 : $\boxed{\dot{\theta}_{t=0} = -\theta_m.\frac{2.\pi}{T_o.}\sin\varphi = -0{,}8\times\frac{\pi}{210}\sin\frac{\pi}{2} = -1{,}2.10^{-2}\,rad/s}$

SBIRO Abdelkrim Pour toute observation contactez-moi
sbiabdou@yahoo.fr