



المملكة المغربية  
وزارة التثقيف والتعليم العالي  
وتكوين الأطر والبحث العلمي  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

الصفحة  
1  
8



C:NS30

|   |                 |                                                     |                          |
|---|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| 7 | المعامل:        | الفيزياء والكيمياء                                  | المادة:                  |
| 4 | مدة<br>الإنجاز: | شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) ، (الترجمة الفرنسية) | الشعب (ة)<br>أو المسلك : |

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

[www.pc1.ma](http://www.pc1.ma)

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

|                     |                                                                            |             |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Chimie :</b>     | • Etude de l'acide benzoïque ;                                             | 4,75 Points |
|                     | • Recouvrement d'une plaque d'acier par une couche d'étain.                | 2,25 Points |
| <b>Physique 1 :</b> | Datation par la méthode Uranium – Thorium ;                                | 2,25 Points |
| <b>Physique 2 :</b> | Détermination du coefficient d'inductance de la bobine d'un haut-parleur ; | 5,25 Points |
| <b>Physique 3 :</b> | Modélisation de la force de frottements visqueux ;                         | 2,5 Points  |
| <b>Physique 4 :</b> | 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  $V = 100 \text{ mL}$  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 :  $K_e = 10^{-14}$

**1- Réaction de l'acide benzoïque avec l'eau :**

On mesure le pH d'une solution d'acide benzoïque à  $25^\circ\text{C}$ , on trouve  $\text{pH}_1 = 2,6$ .

- |      |                                                                                                                                                                                                                           |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,5  | <b>1-1-</b> Calculer la valeur de la masse $m$ ;                                                                                                                                                                          |
| 0,5  | <b>1-2-</b> Ecrire l'équation modélisant la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau ;                                                                                                                                    |
| 1    | <b>1-3-</b> Construire le tableau descriptif de l'évolution du système, et calculer la valeur du taux d'avancement final $\tau$ de la réaction, conclure ;                                                                |
| 0,75 | <b>1-4-</b> Donner l'expression du quotient de réaction $Q_r$ à l'équilibre en fonction de $\text{pH}_1$ et $c_a$ . En déduire la valeur de la constante d'acidité $K_a$ 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  $V_a = 20 \text{ mL}$  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  $V_b = 10 \text{ mL}$ , le pH de la solution dans le bécher à  $25^\circ\text{C}$  est  $\text{pH}_2 = 3,7$ .

- |     |                                                                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,5 | <b>2-1-</b> Ecrire l'équation modélisant la réaction se produisant dans la mélange ;                                                       |
| 0,5 | <b>2-2-</b> 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   | <b>2-3-</b> Trouver l'expression du taux d'avancement final $\tau$ de cette réaction en fonction de $n(OH^-)_v$ et $n(OH^-)_r$ . Conclure. |

|                                                                                                  |                                                                                             |                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> الصفحة<br/>3 / 8 </div> | الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا<br>(الدورة العادية 2008)<br>الموضوع<br>(الترجمة الفرنسية) | المادة : الفيزياء والكيمياء              |  |
| C: NS30                                                                                          |                                                                                             | الشعب(ة): شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) |  |

## **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 boîtes 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 :  $(\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{(l)})$  et  $(\text{Sn}^{2+}_{(aq)}/\text{Sn}_{(s)})$
- Le Faraday :  $1 \mathcal{F} = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$ .
- La masse molaire de l'étain :  $M(\text{Sn}) = 118,7 \text{ g.mol}^{-1}$ .

On plonge entièrement la plaque d'acier dans une solution de sulfate d'étain  $(\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)})$ , 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  $\Delta t = 10 \text{ min}$  avec un courant d'intensité  $I = 5 \text{ A}$ . 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 cours 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  $^{234}_{92}\text{U}$ , 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 :  $r = \frac{N(^{230}_{90}\text{Th})}{N(^{234}_{92}\text{U})} = 0,4$

On donne :

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

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

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  $^{234}_{92}\text{U}$ .

0,25

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

2- Etude de la décroissance radioactive :

0,25

2-1- Donner l'expression du nombre de noyaux de Thorium  $N(^{230}_{90}\text{Th})$  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 :

- 1<sup>ère</sup> étape : On détermine la capacité  $C$  d'un condensateur par étude expérimentale de sa charge par un générateur idéal de fem  $E = 6 \text{ V}$ .
- 2<sup>ème</sup> 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  $R = 100 \Omega$ .

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.

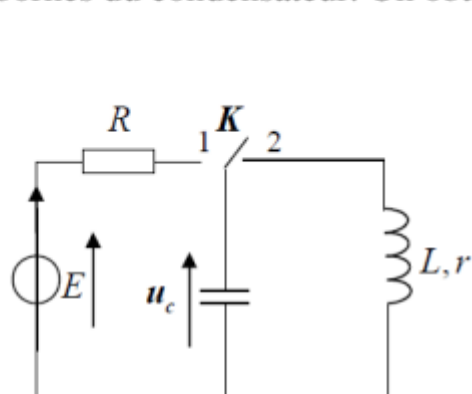


figure 1

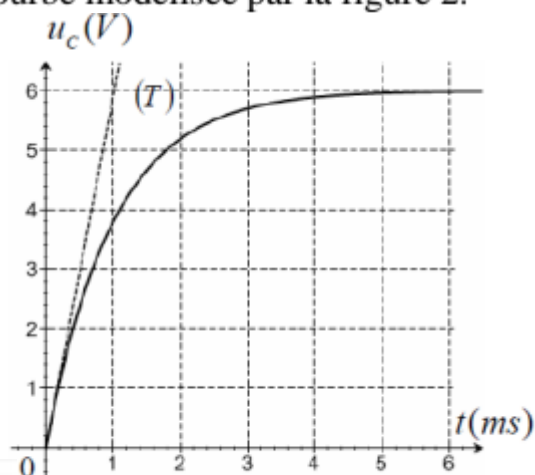


figure 2



- 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  $\tau$ , 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 cours 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.

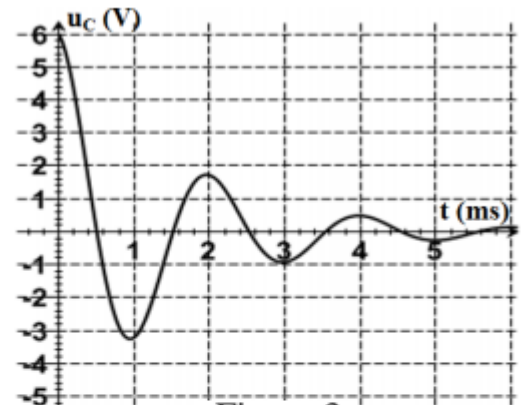


Figure 3

**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  $\phi$  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.

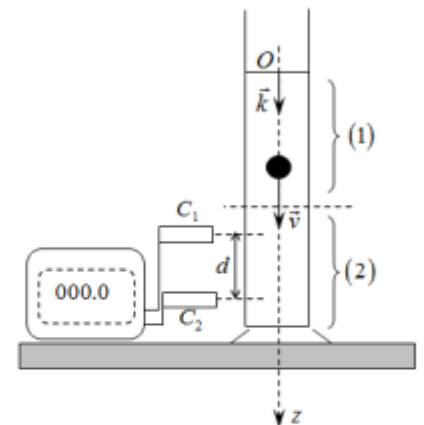
On donne :

- Rayon de la bille :  $r = 1 \text{ cm}$  ; Volume de la bille :  $V = \frac{4}{3} \pi r^3$
- Masses volumiques :
  - Métal constituant la bille :  $\rho_1 = 2,7.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
  - Glycérol :  $\rho_2 = 1,26.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
- Accélération de la pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .
- 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 cours 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 croît.
- 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  $\Delta t$  nécessaire à la bille pour parcourir la distance  $d$  au cours de la 2<sup>ème</sup> phase. (figure ci-contre)



- 0,5 1- Déterminer la valeur de la vitesse limite  $v_L$  sachant que  $\Delta t = 956 \text{ ms}$ .
- 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 cours 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  $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ,  $r$  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 1<sup>ère</sup> expérience utilisant la balance de torsion pour déterminer la valeur de la constante de gravitation universelle  $G$ , il a trouvé  $G = 6,67.10^{-11} \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}.\text{s}^{-2}$ . 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  $(\Delta)$  confondu avec le fil de torsion vertical est  $J_{\Delta} = 1,46 \text{ kg.m}^2$ .

La mesure de la période des oscillations par Cavendish a donné  $T = 7 \text{ min}$ .

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

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

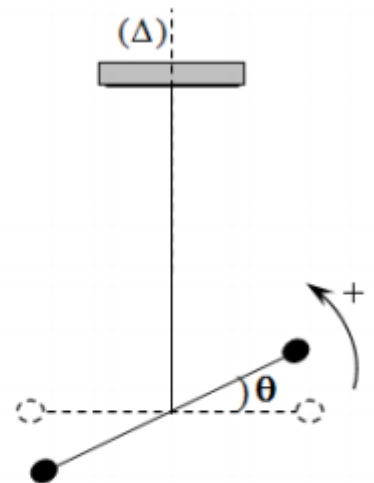
Dans le repère géocentrique, l'orbite d'un satellite artificiel est circulaire, de centre confondu avec le centre de la terre et de rayon  $r = 7000 \text{ km}$ .

Par application de la 2<sup>ème</sup> 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 :

- $\theta$  : 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  $\theta$  au cours 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  $J_{\Delta}$ . En déduire la constante de torsion  $C$  du fil utilisé par Cavendish.



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

Deux expériences ont été réalisées 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  $\theta$  de torsion du fil au cours du temps dans chacune des deux expériences.

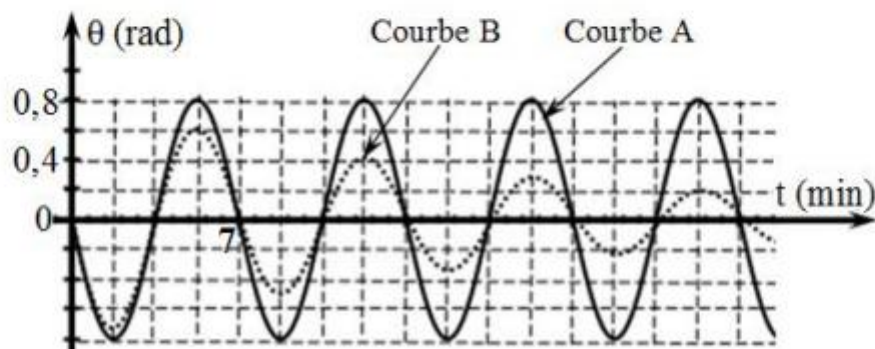


Figure 2

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  $t = 0$ .

[www.pc1.ma](http://www.pc1.ma)

## Correction

**SBIRO Abdelkrim**

Pour toute observation contactez-moi

sbiabdou@yahoo.fr

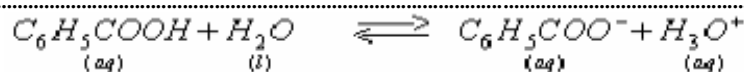
### Correction de l'exercice de chimie:

#### 1<sup>ère</sup> partie:

$$m = 0,1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 122 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0,1 L = 1,22 \text{ g}$$

$$\text{A.N : } m = C_a \cdot M \cdot V \Rightarrow C_a = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} \quad 1) \quad 1-1-$$

1-2-



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          | $C_a \cdot V$                                               | excès | 0        | 0        |
| Etat de transformation  | x          | $C_a \cdot V - x$                                           | excès | x        | x        |
| Etat d'équilibre        | $x_{eq}$   | $C_a \cdot V - x_{eq}$                                      | excès | $x_{eq}$ | $x_{eq}$ |

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



$$\frac{10^{-2,6}}{0,1} = 0,025 = 2,5\% \quad \tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}} = \frac{10^{-pH_1} \cdot V}{C_a \cdot V} = \frac{10^{-pH_1}}{C_a} \quad \text{donc:} \quad x_{\text{éq}} = 10^{-pH_1} \cdot V \Rightarrow [HO^-]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V} = 10^{-pH_1}$$

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

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

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

$$Q_{r,\text{éq}} = \frac{[C_6H_5COO^-]_{\text{éq}} \times [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[C_6H_5COOH]_{\text{éq}}} = \frac{(10^{-pH_1})^2}{C_a - 10^{-pH_1}} = \frac{10^{-2 \cdot pH_1}}{C_a - 10^{-pH_1}} = \frac{10^{-5,2}}{0,1 - 10^{-2,6}} = 6,47 \cdot 10^{-5}$$

$$K_A = Q_{r,\text{éq}} = \frac{[C_6H_5COO^-]_{\text{éq}} \times [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[C_6H_5COOH]_{\text{éq}}} \quad pK_A = -\log K_A = -\log(6,47 \cdot 10^{-5}) \approx 4,2$$



2-2- Tableau d'avancement :

| Equation de la réaction |            | $C_6H_5COOH_{(aq)} + HO^-(aq) \rightarrow C_6H_5COO^-(aq) + H_2O_{(l)}$ |                               |       |       |
|-------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------|-------|
| états                   | avancement | Quantité de matière (en mol)                                            |                               |       |       |
| Etat initial            | 0          | $C_a \cdot V_a$                                                         | $C_b \cdot V_b$ versé         | 0     | excès |
| Etat de transformation  | x          | $C_a \cdot V_a - x$                                                     | $C_b \cdot V_b$ versé - x     | x     | excès |
| Etat final              | $x_f$      | $C_a \cdot V_a - x_f$                                                   | $C_b \cdot V_b$ versé - $x_f$ | $x_f$ | excès |

$$n(HO^-)_{\text{versé}} = C_b \cdot V_b \text{ versé} = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

, et on a :  $[HO^-]_{\text{éq}} = \frac{10^{-pK_e}}{10^{-pH_1}} = 10^{pH_1 - pK_e} \Rightarrow [HO^-]_{\text{éq}} = \frac{K_e}{[H_3O^+]_{\text{éq}}}$  D'après le produit ionique de l'eau :

$$n(HO^-)_{\text{réagissante}} = 10^{pH_1 - pK_e} (V_a + V_b) \text{ d'où: } \frac{n(HO^-)_{\text{réagissante}}}{V_a + V_b} = 10^{pH_1 - pK_e} \Rightarrow [HO^-]_{\text{éq}} = \frac{n(HO^-)_{\text{réagissante}}}{V_a + V_b}$$

A.N:  $n(HO^-)_{\text{restante}} = 10^{3,7 - 4} \cdot (20 + 10) \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$

$$x_{\text{max}} = C_a \cdot V_a = 0,1 \times 20 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \Rightarrow C_a \cdot V_a - x_{\text{max}} = 0 \quad \text{2-3-En supposant que } C_6H_5COOH \text{ est limitant}$$

$$x_{\text{max}} = C_b \cdot V_b \text{ versé} = 5 \cdot 10^{-2} \times 10 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \Rightarrow C_b \cdot V_b \text{ versé} - x_{\text{max}} = 0 \quad \text{En supposant que } HO^- \text{ est limitant}$$

$$x_{\text{max}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \Rightarrow 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} < 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

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

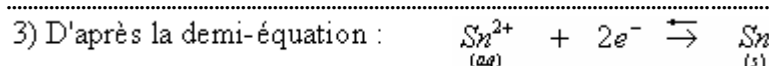
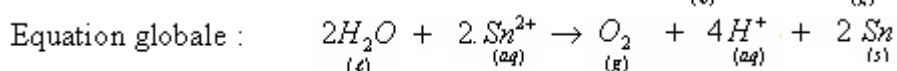
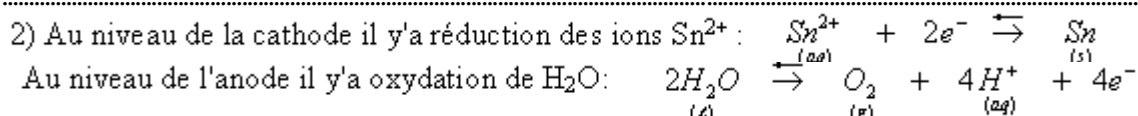
$$x_f = n(HO^-)_{\text{versé}} - n(HO^-)_{\text{restante}} \Rightarrow n(HO^-)_{\text{restante}} = C_b \times V_b \text{ versé} - x_f \quad \text{D'après le tableau d'avancement on a:}$$

La réaction est totale.  $\Rightarrow$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{n(HO^-)_{\text{versé}} - n(HO^-)_{\text{restante}}}{n(HO^-)_{\text{versé}}} = 1 - \frac{n(HO^-)_{\text{restante}}}{n(HO^-)_{\text{versé}}} = 1 - \frac{1,5 \cdot 10^{-12}}{5 \cdot 10^{-4}} \approx 1 \quad \text{Le taux d'avancement :}$$

## 2<sup>ème</sup> partie:

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



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

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

1-2-L'énergie de liaison du noyau  ${}^{234}_{92}\text{U}$  : 
$$\begin{aligned} E_L &= [Zm_p + (A-Z)m_n - m({}^{234}_{92}\text{U})] \times c^2 \\ &= [92 \times 1,00728 + 142 \times 1,00866 - 234,0409] u.c^2 \\ &= 1,85858.u.c^2 = 1,85858 \times 931,5 \text{ MeV} \approx 1731 \text{ MeV} \end{aligned}$$

1-3- Equation de désintégration :  ${}^{234}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{230}_{90}\text{Th} + {}^4_Z\text{X}$

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 :  ${}^4_2\text{He}$  le type de radioactivité :  $\alpha$

D'où l'équation de désintégration :  ${}^{234}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{230}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$

2) 2-1-Le nombre de noyaux d'uranium restant à l'instant t :  $N_{(U)} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$N_0$  : est le nombre de noyaux d'uranium à  $t=0$  et à l'instant t :  $N_0 = N_{\text{restant}} + N_{\text{désintégrés}}$

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

Donc le nombre de noyaux de thorium qui se résultent à l'instant t :  $N_{(Th)} = N_{(U)\text{désintégrés}} = N_0 - N_{(U)} = N_0 - N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

D'où :  $N_{(Th)} = N_0 (1 - e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} t})$

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

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

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

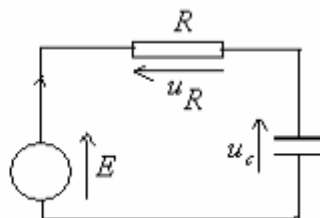
## Physique 2

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

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

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(c \cdot u_c)}{dt} = c \cdot \frac{du_c}{dt}$$

$$\Rightarrow R \cdot c \cdot \frac{du_c}{dt} + u_c = E$$



$$\frac{du_c}{dt} = \frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow u_c = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

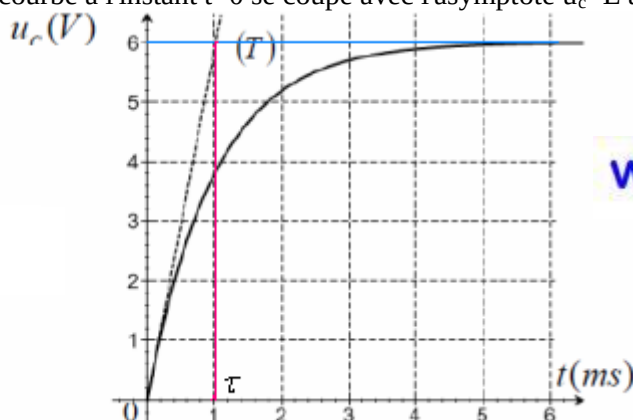
1-2- La solution de l'équation différentielle est :

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

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

$t = \tau$  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 :  $\tau = 1 \text{ ms}$

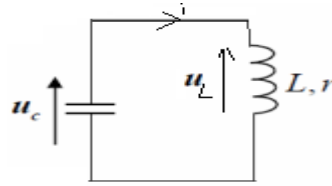


www.pc1.ma

$$\tau = R \cdot C \Rightarrow$$

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{10^{-3}}{100} = 10^{-5} \text{ F}$$

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



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

$$\Rightarrow \frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{r}{L} \cdot \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot u_c = 0 \Rightarrow L \cdot C \cdot \frac{d^2 u_c}{dt^2} + r \cdot C \cdot \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$$

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

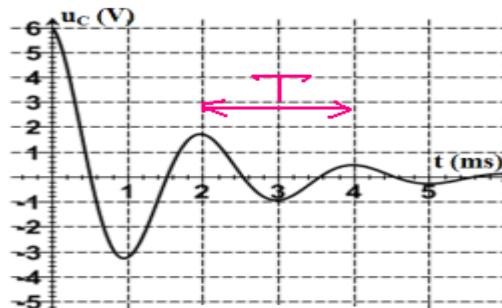
$$\frac{dE_t}{dt} = \frac{1}{2} \cdot C \left( 2 \cdot u_c \cdot \frac{du_c}{dt} \right) + \frac{1}{2} \cdot LC^2 \cdot 2 \cdot \left( \frac{du_c}{dt} \right) \cdot \frac{d^2 u_c}{dt^2} \Rightarrow E_t = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_c^2 + \frac{1}{2} \cdot LC^2 \cdot \left( \frac{du_c}{dt} \right)^2 \quad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

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

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

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

Avec:  $T = T_0 T_o = 2\pi \cdot \sqrt{LC}$  2-4-Graphiquement la pseudo période  $T = 2\text{ms}$  , l'expression de la période propre est:



$$\Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \cdot LC \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2 \cdot C} = \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 10^{-5}} = 0,01H$$

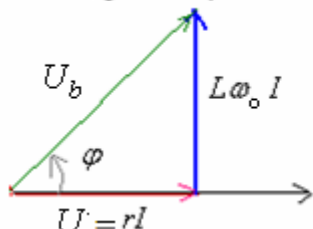
3) 3-1-Lorsque l'intensité du courant dans le circuit est maximale on est à la résonance

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

$$L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot C \cdot N_o^2} = \frac{1}{4 \times 10 \times 10^{-5} \times 500^2} = 0,01H \Rightarrow$$

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

3-2-La phase  $\phi$  de la tension  $u_b$  par rapport à  $u$ .



$$\tan \phi = \frac{L \omega_o}{r} = \frac{2\pi \cdot N_o \cdot L}{r} = \frac{2\pi \cdot 500 \cdot 10^{-2}}{12,5} = 2,51 \Rightarrow \phi = 68,3^\circ$$



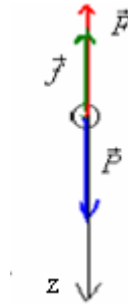
$$1) \quad v_L = \frac{d}{\Delta t} = \frac{20 \times 10^{-2} \text{ m}}{956 \times 10^{-3} \text{ s}} \approx 0,209 \text{ m/s}$$

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:  $-9.\pi.r.v^n - \rho_2.V.g + m.g = m.\frac{dv}{dt} \Rightarrow -f - F + P = m.a$

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

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

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

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

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

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

$$4) \quad v_L^n = \frac{B}{A} = \frac{4.r^2.g(\rho_1 - \rho_2)}{27} = \frac{4 \times (10^{-2})^2 \times 9,81 \times (2,7 - 1,26) \times 10^3}{27} = 0,209$$

$$n \log v_L = \log 0,209 \Leftrightarrow \log v_L^n = \log 0,209$$

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

#### Physique 4 :

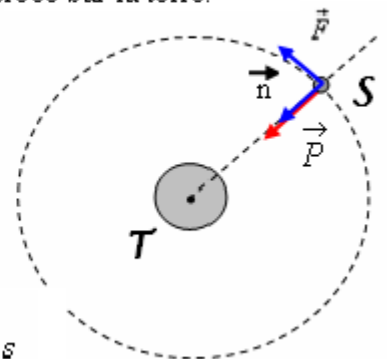
1) Le satellite est soumis à l'altitude  $r$  du centre de la terre à force de Newton exercée par la terre.

En appliquant la deuxième loi de Newton on a :

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

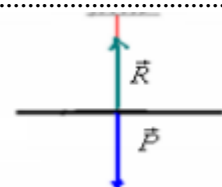
$$\Rightarrow G \frac{m.M_T}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}{7 \times 10^6}} \approx 7548 \text{ m/s}$$



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 :  $\Sigma M = J_{\Delta} \ddot{\theta} \Rightarrow M\vec{P}_{\Delta} + M\vec{R}_{\Delta} + M_t = J_{\Delta} \ddot{\theta}$

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 :

$$\ddot{\theta} + \frac{C}{J_{\Delta}} \theta = 0$$

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

$$\dot{\theta} = -\theta_m \cdot \frac{2\pi}{T_0} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) \text{ , en remplaçant dans l'équation différentielle : } \ddot{\theta} = -\theta_m \cdot \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) \text{ et :}$$

$$-\theta_m \cdot \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) + \frac{C}{J_{\Delta}} \cdot \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) = 0 \Rightarrow \theta_m \cdot \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) \frac{C}{J_{\Delta}} \cdot \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) =$$

$$\Rightarrow \frac{4\pi^2}{T_0^2} \frac{C}{J_{\Delta}} = \text{d'où : } T_0^2 = 4\pi^2 \frac{J_{\Delta}}{C} \Rightarrow T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{J_{\Delta}}{C}}$$

$$\text{et : } C = \frac{4\pi^2 \times J_{\Delta}}{T_0^2} = \frac{4 \times 10 \times 1,46}{(7 \times 60)^2} = 3,31 \cdot 10^{-4} \text{ N.m / rad}$$

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

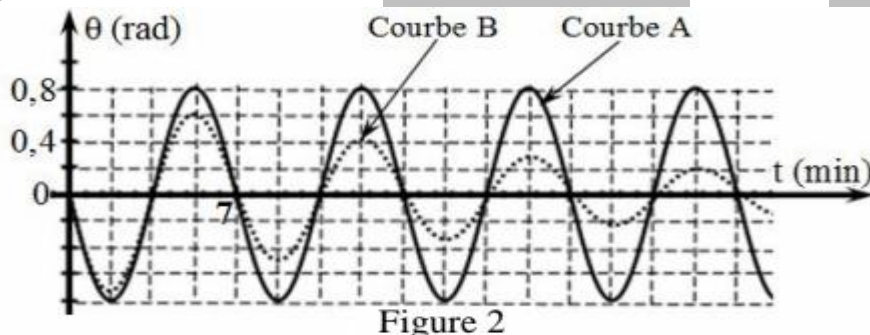
$$\theta = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) \text{ 3-2-- On a :}$$

$$\theta = 0,8 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{210} t + \varphi\right) \text{ donc : } T_0 = 7 \text{ mn} = 7 \times 60 = 420 \text{ s} \text{ et : } \theta_m = 0,8 \text{ rad} \text{ D'après la figure (2) :}$$

$$0 = 0,8 \cdot \cos \varphi \text{ donc : } \theta = 0 : \text{ à } t=0 \text{ , } \varphi \text{ Détermination de } \Rightarrow \cos \varphi = 0 \text{ d'où : } \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$$

$$\text{à } t=0 \text{ , } v < 0 \quad \dot{\theta} = -\theta_m \cdot \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) \text{ (car le mobile se déplace à } t=0 \text{ dans le sens contraire négatif)}$$

$$\text{, à } t=0 \text{ , } \dot{\theta}_{(t=0)} = -\theta_m \cdot \frac{2\pi}{T_0} \sin \varphi < 0 \Rightarrow \sin \varphi > 0 \quad \theta = 0,8 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{210} t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ d'où : } \varphi = +\frac{\pi}{2} \text{ d'où :}$$



$$\dot{\theta} = -\theta_m \cdot \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right) \text{ La vitesse angulaire : à } t=0 : \dot{\theta}_{t=0} = -\theta_m \cdot \frac{2\pi}{T_0} \sin \varphi = -0,8 \times \frac{\pi}{210} \sin \frac{\pi}{2} = -1,2 \cdot 10^{-2} \text{ rad / s}$$

[www.pc1.ma](http://www.pc1.ma)

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