



الصفحة
1
6

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة العادية 2012  
الموضوع

المملكة المغربية



وزارة التربية الوطنية  
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

7	المعامل	NS28	الفيزياء والكيمياء	المادة
3	مدة الإشجاز	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (الترجمة الفرنسية)		الشعبة أو المسلك

L'usage des calculatrices programmables ou d'ordinateurs n'est pas autorisé  
Donner les expressions littérales avant les applications numériques

Le sujet se compose de quatre exercices :

Un exercice de chimie et trois exercices de physique

**Chimie : (07 points)**

- Réaction de l'acide éthanoïque avec l'ammoniac et avec un alcool ;
- Etude de la pile Cuivre-Zinc.

**Physique : (13 points)**

- Physique nucléaire : (03 points)
- Datation à l'aide de l'Uranium-Plomb.
- Electricité (04,5 points) :
- Détermination des deux caractéristiques d'une bobine et étude des oscillations libres dans un circuit RLC série;
- Mécanique (05,5 points) :
- Etude de la chute d'un solide dans un liquide visqueux.

Barème

**Chimie : (07 points)**

**Les deux parties sont indépendantes**

**Première partie :**

L'acide éthanóïque de formule brute  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , est utilisé dans la conservation des viandes et des poissons, et dans la synthèse de plusieurs composés aromatiques et solvants. Il est aussi utilisé dans la tannerie et l'industrie textile.

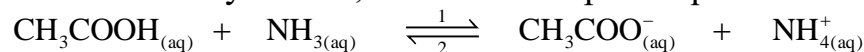
On s'intéressera dans cette partie à l'étude de la réaction de l'acide éthanóïque avec l'ammoniac  $\text{NH}_3$ , et à l'étude de la réaction du même acide avec le linalol, qui est un alcool qu'on désignera par ROH.

**Données :**

- $\text{pK}_A$  du couple  $(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-)$  :  $\text{pK}_{A1} = 4,8$  ;
- $\text{pK}_A$  du couple  $(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3)$  :  $\text{pK}_{A1} = 9,2$  ;
- Masse molaire de l'alcool ROH :  $M(\text{ROH}) = 154 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- Masse molaire de l'ester E :  $M(\text{E}) = 196 \text{ g.mol}^{-1}$  ;

**1- Etude de la réaction de l'acide éthanóïque avec l'ammoniac :**

On prépare un mélange (S) de volume V, en introduisant  $n_1 = 10^{-3} \text{ mol}$  d'acide éthanóïque et  $n_2 = 10^{-3} \text{ mol}$  d'ammoniac, dans un récipient contenant de l'eau distillée. La transformation ayant lieu, est modélisée par l'équation suivante.



0,5

1-1- Construire le tableau descriptif de l'évolution de cette réaction.

1

1-2- Etablir l'expression du quotient de réaction à l'équilibre  $Q_{r,\text{eq}}$  en fonction de  $\text{pK}_{A1}$  et  $\text{pK}_{A2}$ , puis calculer sa valeur.

1

1-3- Trouver le taux d'avancement final, et s'assurer que la transformation est totale.

**2- Etude de la réaction de l'acide éthanóïque avec l'alcool ROH :**

Pour synthétiser l'ester E (Acétate de linalyle), on chauffe à reflux un mélange équimolaire constitué d'acide éthanóïque et l'alcool ROH, en présence d'un catalyseur convenable.

0,5

2-1- Quel est l'intérêt du chauffage à reflux ?

0,5

2-2- Ecrire l'équation modélisant la réaction entre l'acide éthanóïque et l'alcool ROH.

2-3- Partant d'une masse  $m_A = 38,5 \text{ g}$  d'alcool ROH, on obtient à la fin de la réaction une masse  $m_E = 2 \text{ g}$  d'ester E.

1

a- Calculer le rendement r de cette réaction.

0,5

b- Proposer deux méthodes différentes permettant l'augmentation du rendement de cette réaction.

**Deuxième partie : Etude de la pile Cuivre-Zinc**

La première pile électrique a été inventée, à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, par le savant Volta, en utilisant le cuivre et le zinc et un papier imbibé d'eau salée. Dès lors, on a pu inventer et développer plusieurs sortes de piles électrochimiques.

On propose dans cette partie une étude simplifiée de la pile cuivre – zinc.

On réalise la pile constituée des couples  $(\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Cu}_{(\text{s})})$  et  $(\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Zn}_{(\text{s})})$ , en immergeant l'électrode de cuivre dans une solution de sulfate de cuivre  $(\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})})$  de volume  $V = 200 \text{ mL}$  et de concentration initiale  $[\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}]_i = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , et l'électrode de zinc dans une solution de sulfate de zinc  $(\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})})$  de volume  $V = 200 \text{ mL}$  et de concentration initiale  $[\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}]_i = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

Les solutions des deux compartiments de la pile sont reliées par un pont salin.  
Au cours du fonctionnement de la pile se produit une transformation modélisée par l'équation suivante :  $\text{Zn}_{(s)} + \text{Cu}_{(aq)}^{2+} \xrightleftharpoons[2]{1} \text{Zn}_{(aq)}^{2+} + \text{Cu}_{(s)}$ .

**Données :**

- La constante d'équilibre associée à la transformation étudiée est :  $K = 5.10^{36}$  ;
- La constante de Faraday :  $\mathcal{F} = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$ .

- 0,5 1- Préciser le sens d'évolution spontané du système constituant la pile.
- 0,5 2- Représenter le schéma conventionnel de la pile étudiée.
- 1 3- Au cours du fonctionnement de la pile, le circuit est traversé par un courant d'intensité constante  $I = 75 \text{ mA}$ . Trouver l'expression de la durée maximale de fonctionnement de la pile  $\Delta t_{\text{max}}$ , en fonction de :  $[\text{Cu}_{(aq)}^{2+}]_i$ ,  $V$ ,  $\mathcal{F}$  et  $I$ , puis calculer  $\Delta t_{\text{max}}$ .

**Physique : (13 points)**

**Physique nucléaire (03 points) :**

Pour dater ou suivre l'évolution de quelques phénomènes naturels, les scientifiques font recours aux méthodes et techniques diverses se basant essentiellement sur la loi de décroissance radioactive.

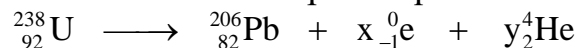
Parmi ces techniques : la technique de datation par l'Uranium-Plomb.

**Données :**

- Masse du noyau d'Uranium 238 :  $238,00031 \text{ u}$  ;
- Masse du noyau du Plomb 206 :  $205,92949 \text{ u}$  ;
- Masse du proton :  $1,00728 \text{ u}$  ;
- Masse du neutron :  $1,00866 \text{ u}$  ;
- L'unité de masse atomique :  $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$  ;
- Masse molaire de l'Uranium 238 :  $M(^{238}\text{U}) = 238 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- Masse molaire du Plomb 206 :  $M(^{206}\text{Pb}) = 206 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- Energie de liaison par nucléon du Plomb 206 :  $\mathcal{E}(\text{Pb}) = 7,87 \text{ MeV/nucéon}$  ;
- Demi-vie de l'Uranium 238 :  $t_{1/2} = 4,5.10^9 \text{ ans}$ .

Le nucléide Uranium 238 est radioactif, il se transforme en nucléide de Plomb par une succession d'émissions de type  $\alpha$  et  $\beta^-$ .

On modélise ces transformations nucléaires par l'équation bilan suivante :



**1- Etude du noyau d'Uranium  ${}_{92}^{238}\text{U}$  :**

- 0,5 1-1- Par application des lois de conservation, déterminer les valeurs de  $x$  et  $y$  signalés dans l'équation bilan.
- 0,5 1-2- Donner la composition du noyau d'Uranium 238.
- 1 1-3- Calculer l'énergie de liaison par nucléon de l'Uranium 238, et vérifier que le noyau  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$  est plus stable que le noyau  ${}_{92}^{238}\text{U}$ .

**2- Datation d'une roche métallique par la méthode d'Uranium-Plomb.**

Le Plomb et l'Uranium se trouvent, avec des proportions différentes, dans les roches métalliques selon leur date de formation.

On considère que la présence du plomb dans certaines roches métalliques est due seulement à la désintégration spontanée de l'Uranium 238 au cours du temps.

On dispose d'un échantillon d'une roche métallique contenant à la date de sa formation, considérée comme origine des dates ( $t = 0$ ), un certain nombre de noyaux d'Uranium  $^{238}_{92}\text{U}$ . Cet échantillon métallique contient à une date  $t$ , une masse  $m_U(t) = 10 \text{ g}$  d'Uranium 238 et une masse  $m_{\text{Pb}}(t) = 0,01 \text{ g}$  de Plomb 206.

0,75 2-1- Montrer que l'expression de l'âge de la roche métallique est :

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \left( 1 + \frac{m_{\text{Pb}}(t) \cdot M(^{238}\text{U})}{m_U(t) \cdot M(^{206}\text{Pb})} \right)$$

0,25 2-2- Calculer  $t$  en années.

### Electricité (04,5 points) :

Dans le cadre de la réalisation d'un projet scientifique, une enseignante encadrante dans un club scientifique, propose à un groupe d'élèves de s'assurer du coefficient d'inductance  $L$  et de la résistance  $r$  d'une bobine (b), et du taux d'influence de cette résistance sur l'énergie électrique totale d'un circuit série RLC libre.

### Première partie : Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ascendant :

Le groupe a réalisé le montage de la figure 1, qui se compose de :

- La bobine (b) ;
- Résistor de résistance  $R = 92 \Omega$  ;
- Générateur de force électromotrice  $E = 12 \text{ V}$  et de résistance négligeable.
- Interrupteur  $K$ .

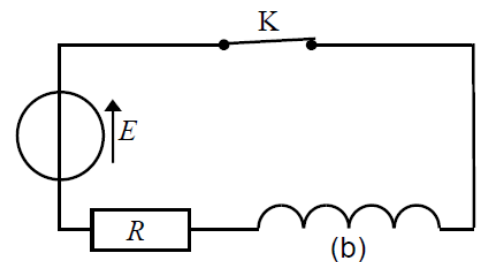


Figure 1

0,5 1- Recopier la figure 1 sur votre copie, et représenter dessus, la tension  $u_R$  aux bornes du résistor, et la tension  $u_b$  aux bornes de la bobine, en convention récepteur.

2- A l'aide d'un matériel informatique convenable, les élèves ont obtenu expérimentalement la courbe de la figure 2, représentant les variations, en fonction du temps, de l'intensité du courant  $i$  traversant le circuit.

0,5 2-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par  $i(t)$ .

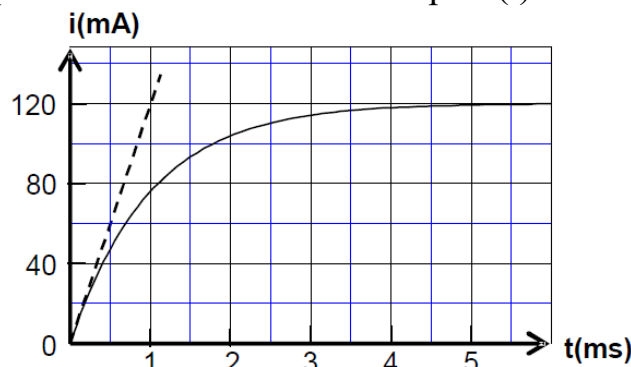


Figure 2

0,5 2-2- La solution de l'équation différentielle est :  $i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ , trouver les expressions de  $A$  et  $\tau$  en fonction des paramètres du circuit ?

1 2-3- Déterminer les valeurs de  $r$  et  $L$ .

## Deuxième partie : Influence de la résistance électrique sur l'énergie électrique totale d'un circuit série RLC libre :

Pour mettre en évidence l'influence de la résistance  $r$  de la bobine ( $b$ ) sur l'énergie électrique totale d'un circuit série RLC libre, les élèves ont monté, à un instant considéré comme origine des temps, un condensateur de capacité  $C$  totalement chargé, avec cette bobine comme l'indique la figure 3.

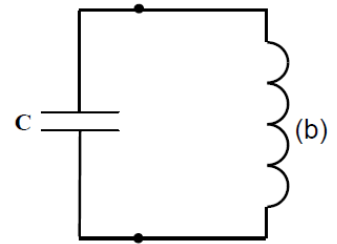


Figure 3

A l'aide d'un matériel informatique convenable, on a pu visualiser les variations de l'énergie emmagasinée dans le condensateur et celle emmagasinée dans la bobine en fonction du temps (Figure 4).

$E_L, E_C$  (mJ)

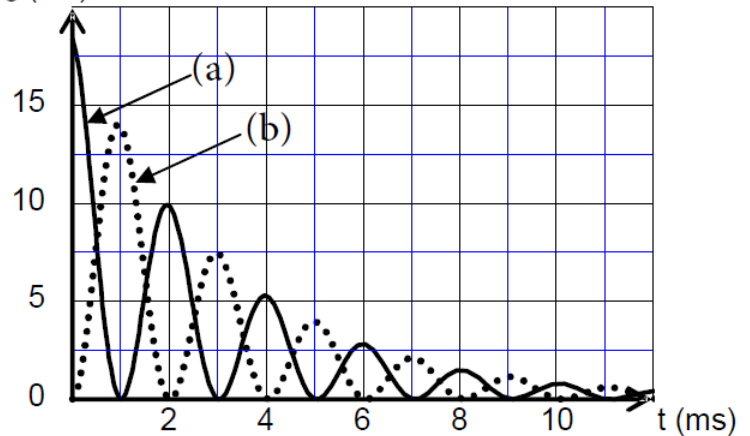


Figure 4

- 0,5 1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q(t)$  du condensateur.
- 0,25 2- Preciser, parmi les courbes (a) et (b), celle correspondante à l'énergie emmagasinée dans la bobine.
- 3- On désigne par  $E_T$ , l'énergie électrique totale emmagasinée dans le circuit à un instant  $t$ , et elle représente la somme de l'énergie emmagasinée dans le condensateur et l'énergie emmagasinée dans la bobine au même instant  $t$ .
  - 0,5 3-1- Ecrire l'expression de  $E_T$  en fonction de :  $C$ ,  $L$ ,  $q$  et  $\frac{dq}{dt}$ .
  - 0,5 3-2- Montrer que l'énergie totale décroît avec le temps selon la relation :  $dE_T = -ri^2 dt$ . Expliquer la cause de cette décroissance.
  - 0,25 3-3- Déterminer l'énergie dissipée dans le circuit entre les instants :  $t_1 = 2$  ms et  $t_2 = 3$  ms.

## Mécanique (05,5 points) :

L'étude de la chute d'un solide homogène dans un liquide visqueux permet de déterminer quelques caractéristiques cinétiques et la viscosité du liquide utilisé.

On remplit un tube gradué par un liquide visqueux, transparent et de masse volumique  $\rho$ , puis on y laisse tomber, sans vitesse initiale, à l'instant  $t = 0$ , une bille homogène de masse  $m$ , et de centre d'inertie  $G$ .

On étudie le mouvement de  $G$  par rapport à un repère terrestre supposé galiléen.

La position de  $G$  est repérée à un instant  $t$ , par l'ordonnée  $z$ , sur l'axe  $(\vec{Oz})$  vertical descendant (Figure 1).

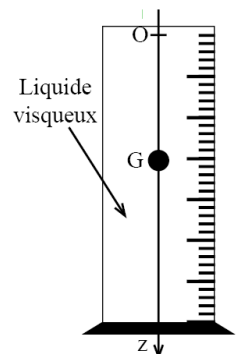


Figure 1



On considère que la position de G est confondue avec l'origine de l'axe  $(\vec{Oz})$  à l'instant  $t = 0$ , et que la poussée d'Archimède  $\vec{F}_n$  n'est pas négligeable par rapport aux autres forces appliquées sur la bille.

On modélise l'action du liquide sur la bille au cours du mouvement par une force de frottement :  $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}_G$ .

$\vec{v}_G$  est la vitesse de G à un instant  $t$ , et  $k$  un facteur constant et positif.

**Données :**

• Rayon de la bille :  $r = 6,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

• Masse de la bille :  $m = 4,10 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

On rappelle que l'intensité de la poussée d'Archimède est égale au poids du liquide déplacé.

1- Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement de G s'écrit sous la forme :  $\frac{dv_G}{dt} + A \cdot v_G = B$ , en exprimant A en fonction de k et m, et B en fonction de g (intensité de pesanteur), m,  $\rho$  et V (volume de la bille).

2- Vérifier que l'expression  $v_G(t) = \frac{B}{A} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$  est solution de l'équation différentielle, où  $\tau = \frac{1}{A}$  est le temps caractéristique du mouvement.

3- Ecrire l'expression de la vitesse limite  $V_{\lim}$  du centre d'inertie de la bille en fonction de A et B.

4- On obtient, à l'aide d'un matériel informatique convenable, la courbe de la figure 2, représentant les variations de la vitesse  $v_G$  en fonction du temps. Déterminer graphiquement les valeurs de  $V_{\lim}$  et  $\tau$ .

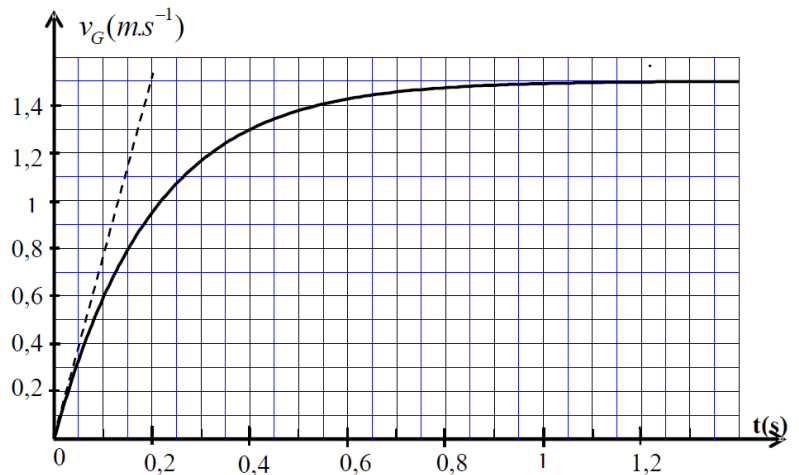


Figure 2

5- Déterminer la valeur du coefficient k.

6- Le coefficient k varie avec le rayon de la bille et la viscosité  $\eta$  du liquide selon la relation suivante :  $k = 6\pi \cdot \eta \cdot r$ .

Déterminer la valeur de  $\eta$  du liquide utilisé dans cette expérience.

7- L'équation différentielle du mouvement de G s'écrit sous la forme :  $\frac{dv_G}{dt} = 7,57 - 5 \cdot v_G$ . Par application de la méthode d'Euler, et les données du tableau, déterminer les valeurs de  $a_1$  et  $v_2$ .

t (s)	v (m.s <sup>-1</sup> )	a (m.s <sup>-2</sup> )
0	0	7,57
0,033	0,25	$a_1$
0,066	$v_2$	5,27