C: RS30

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم العالي
وتكوين الأطر
والبحث العلمي
كتابة الدولة المكلفة بالتعليم المدرسي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
-الدورة الاستدراكية 2008-
الموضوع

7	المعامل:	الفيزياء والكيمياء	المـــــادة:
4 س	مدة الإنجاز:	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (الترجمة الفرنسية)	الشعـــب(ة):

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

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

Chimie :	• Réaction d'un acide carboxylique avec l'eau puis avec l'ammoniaque ;	4,25 points
	• La pile Nickel-Zinc.	2,75 Points
Physique 1 :	Détermination de la fréquence d'une onde lumineuse;	2,5 points
Physique 2 :	Réponse des dipôles RL et RLC à une tension électrique;	5 points
Physique 3 :	• Comparaison des masses de la Terre et du Soleil;	2,5 points
	• Mesure de la masse d'un corps à l'intérieur d'une navette spatiale en orbite.	3 points

Barème

Chimie : (7 points)

Partie 1 (4,25 points) : Réaction d'un acide carboxylique avec l'eau puis avec l'ammoniaque

Les acides carboxyliques sont parmi les composés organiques présentant des propriétés acides en solutions aqueuses. La formule générale de ces acides carboxyliques est $C_nH_{2n+1}COOH$, où n est un entier naturel.

Pour préparer une solution (S_A) de volume $V_0 = 500$ mL de cet acide, on dissout un échantillon de masse m = 450 mg de cet acide dans l'eau pure, et on ajuste le niveau avec de l'eau pure.

On prélève un volume $V_A = 10$ mL de (S_A), et on le neutralise à l'aide d'une solution (S_B) d'hydroxyde de sodium $(Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)})$ de concentration molaire $C_B = 10^{-2}$ mol.L^{-1}. L'équivalence est atteinte lorsque le volume de solution (S_B) versé est $V_B = 15$ mL.

On donne :

- Constante pKa_1 du couple $(NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)})$: $pKa_1 = 9{,}2$;
- Masses molaires : M(O) = 16 g.mol^{-1}, M(C) = 12 g.mol^{-1}, M(H) = 1 g.mol^{-1}.

1- Détermination de la formule générale de l'acide carboxylique :

0,25 **1-1-** Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction du dosage.

0,5 **1-2-** Calculer la concentration molaire C_A de la solution (S_A), et montrer que la formule brute de l'acide carboxylique est CH_3COOH.

2- Détermination de la constante pKa_2 du couple $(CH_3COOH_{(aq)}/CH_3COO^-_{(aq)})$:

On prélève un volume V de la solution (S_A) et on mesure son pH à 25°C, on trouve pH = 3,3.

0,75 **2-1-** A l'aide du tableau descriptif de l'évolution du système, exprimer l'avancement final x_f de la réaction de l'acide avec l'eau en fonction de V et pH, puis montrer que :

$$\frac{[CH_3COOH]_f}{[CH_3COO^-]_f} = -1 + C_A.10^{pH}$$

Où : $[CH_3COOH]_f$ et $[CH_3COO^-]_f$ les concentrations molaires effectives respectivement des espèces CH_3COOH et CH_3CO^- à l'équilibre.

0,5 **2-2-** En déduire la valeur de la constante pKa_2.

3- Etude de la réaction de l'acide CH_3COOH avec la base NH_3 :

On prélève de la solution (S_A), un volume contenant la quantité de matière $n_i(CH_3COOH) = n_0 = 3.10^{-4}$mol, et on y ajoute un volume de la solution d'ammoniaque contenant la même quantité de matière initiale d'acide $n_i(NH_3) = n_0$.

0,5 **3-1-** Ecrire l'équation modélisant la réaction ayant lieu entre l'acide CH_3COOH et la base NH_3.

0,75 **3-2-** Calculer la valeur de la constante K de cette réaction.

1 **3-3-** Montrer que l'expression du taux d'avancement final τ de cette réaction s'écrit sous la forme : $\tau = \frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$. que conclure à propos de la nature de cette réaction ?

Partie 2 (2,75 points) : La pile Nickel-Zinc.

On réalise la pile constitué des deux couples $(Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)})$ et $(Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)})$, en plongeant une électrode de Nickel dans un volume V = 100 mL d'une solution de sulfate de Nickel $(Ni^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$ de concentration molaire effective initiale en ions Nickel $\left[Ni^{2+}_{(aq)}\right]_i = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ et une électrode de Zinc dans un volume V = 100 mL d'une solution de sulfate de Zinc $(Zn^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$ de concentration molaire effective initiale en ions Zinc $\left[Zn^{2+}_{(aq)}\right]_i = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$. On relie les deux compartiments de la pile par un pont ionique.

On donne :

- Masses molaires : M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1}, M(Ni) = 58,7 g.mol^{-1} ;
- Le Faraday : 1 $\mathcal{F}$ = 9,65.10^4 C.mol^{-1} ;
- La constante d'équilibre de la réaction : $Zn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons Zn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$ est K = 10^{18} à 25°C.

1- On branche un conducteur ohmique entre les électrodes de Nickel Ni et de Zinc Zn, le circuit est ainsi traversé par un courant électrique d'intensité I = 0,1 A.

0,5 **1-1-** Calculer le quotient de réaction Q_{ri} à l'état initial, et montrer que le système constituant la pile évolue dans le sens direct.

0,5 **1-2-** Préciser en justifiant, le sens du courant traversant le conducteur ohmique.

2- Sachant que les masses des électrodes sont en excès, et la transformation ayant lieu au cours du fonctionnement de la pile est totale.

1 **2-1-** Calculer la durée maximale Δt_{max} de fonctionnement de la pile.

0,75 **2-2-** En déduire la variation Δm de la masse de l'électrode de Nickel.

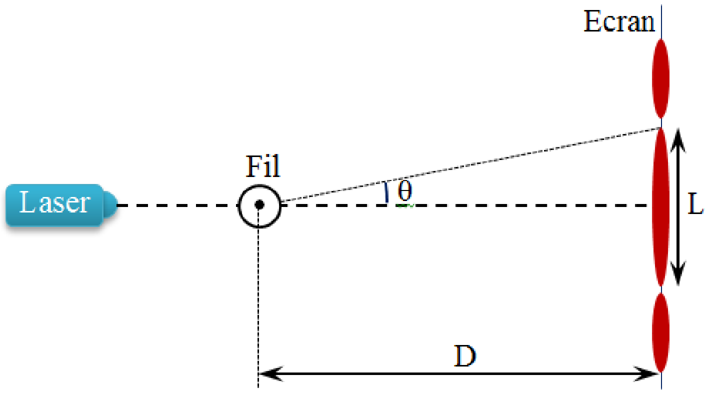
Physique 1 (2,5 points) : Détermination de la fréquence d'une onde lumineuse

L'étude du phénomène de diffraction de la lumière permet de déterminer la fréquence des ondes lumineuses.

On envoie une lumière monochromatique de longueur d'onde λ provenant d'un laser, perpendiculairement sur un fil fin de diamètre d connu. On observe le phénomène de diffraction sur un écran distant de la distance D du fil.

On mesure la largeur L de la frange centrale et on déduit la valeur de l'écart angulaire θ entre le milieu de la frange centrale et la 1ère extinction (Figure 1).

On répète les mêmes mesures pour d'autres fils.



On donne :

- Pour des petits angles θ exprimés en radian, on considérera : $\tan\theta \approx \theta$
- La célérité de propagation de la lumière dans l'air est presque : $c = 3.10^{8}\ m.s^{-1}$.

0,5 **1-** Donner la relation entre : θ, λ et d.

0,5 **2-** Trouver, à partir de la figure 1, la relation entre : L, λ, d et D.

3- La figure 2 représente la courbe $\theta = f(\frac{1}{d})$:

0,75 **3-1-** Déterminer graphiquement la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée. En déduire la fréquence ν de cette onde.

3-2- On éclaire un fil fin par une lumière blanche au lieu du laser.

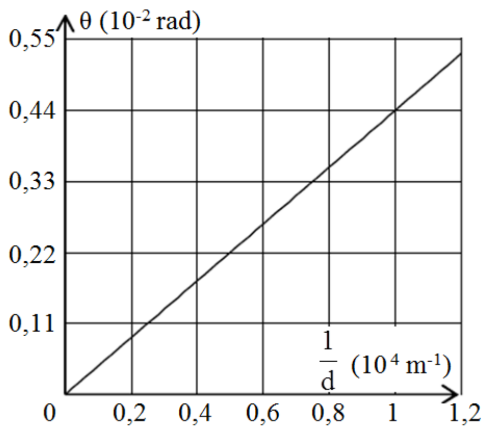


Figure 2

Sachant que les longueurs d'ondes du spectre visible sont comprises entre : $\lambda_V = 400$ nm (Violet) et $\lambda_R = 800$ nm (Rouge).

0,25 **a-** Préciser la longueur d'onde correspondante la plus large frange centrale.

0,5 **b-** Expliquer pourquoi le milieu de la frange centrale apparait-il blanc ?

Physique 2 (5points) : Réponse des dipôles RL et RLC à une tension électrique

Le circuit de sélection d'un poste radio se compose principalement d'une antenne, d'une bobine (B) de coefficient d'inductance L et de résistance r et d'un condensateur (C) de capacité C ajustable.

Le but de cet exercice est :

- Etudier la réponse d'un dipôle RL constitué de la bobine (B) et d'un conducteur ohmique ;
- Etudier la réponse d'un dipôle RLC constitué de la bobine (B), du condensateur (C) et d'un conducteur ohmique.

1- Réponse du dipôle RL à une tension constante :

On réalise l'expérience suivante en utilisant le circuit modélisé par la figure 1, et qui est constitué de :

- La bobine (B) ;
- Un conducteur ohmique (R) de résistance R ajustable;
- Un générateur idéalisé de fem constante E = 12 V ;
- Un interrupteur K.

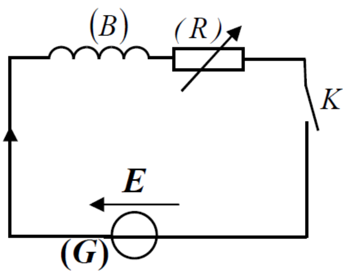


Figure 1

On fixe la valeur de la résistance R sur la valeur R_1 = 20 Ω, puis on ferme l'interrupteur à un instant choisi comme origine des temps t = 0.

L'enregistrement de l'évolution de la tension u_R aux bornes du résistor (R), permet de tracer la courbe de variation de l'intensité du courant i(t) en fonction du temps (Figure 2).

La droite (T) représente la tangente à la courbe à l'instant t = 0.

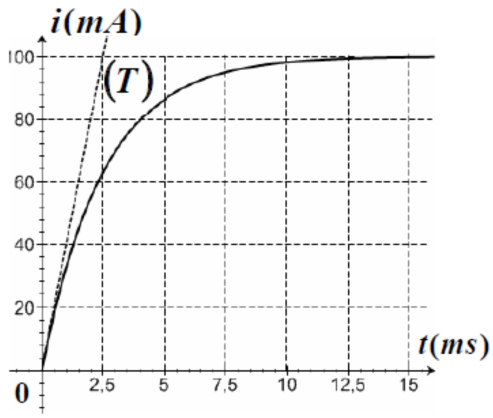


Figure 2

0,5 **1-1-** Etablir l'équation différentielle traduisant les variations de l'intensité du courant i(t).

1 **1-2-** Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $i(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$, déterminer l'expression de la constante A et celle de la constante de temps τ en fonction des paramètres du circuit.

1 **1-3-** Déterminer, à partir du graphe, la valeur de r et celle de L.

2- Réponse des circuits RL et RLC à une tension sinusoïdale :

On réalise successivement deux circuits électriques en utilisant les dipôles (D_1) et (D_2) suivants où :

- (D_1) : un résistor de résistance R_0 monté en série avec la bobine B précédente ;
- (D_2) : un résistor de résistance R_0 monté en série avec la bobine B précédente et le condensateur (C) de capacité fixée sur la valeur C_0.

On applique (en utilisant le même générateur), entre les bornes de chacun des dipôles une tension alternative $u(t)=U\sqrt{2}\cos(2\pi Nt+\varphi)$ de tension efficace U constante et de fréquence N ajustable.

On étudie les variations de l'impédance Z de chacun des deux circuits en fonction de la fréquence N, on obtient les courbes (A) et (B) représentées sur la figure 3.

On néglige la résistance de la bobine devant la résistance R_0.

0,5 **2-1-** Préciser, en justifiant la réponse, la courbe correspondante au dipôle (D_2)?

1 **2-2-** En déduire les valeurs de la résistance R_0 et de la capacité C_0 du condensateur.

0,5 **2-3-** Montrer que la fréquence correspondante au point d'intersection des courbes (A) et (B) vérifie la relation : $N=\frac{N_0}{\sqrt{2}}$ où N_0 est la fréquence du circuit RLC à la résonnance.

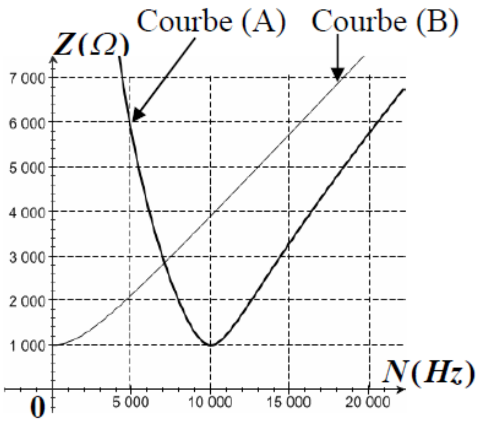


Figure 3

0,5 **2-4-** Montrer que les deux dipôles (D_1) et (D_2), ont la même réponse en valeur efficace du courant lorsque la fréquence est fixée sur la valeur : $N=\frac{N_0}{\sqrt{2}}$.

<u>Physique 3 (5,5 points) : Les deux parties (1) et (2) sont indépendantes</u>

<u>Partie (1) : Comparaison des masses de la Terre et du Soleil</u>

La connaissance des mouvements des satellites artificiels autour de la terre et le mouvement de la terre autour du soleil, permettent de comparer la masse m_S du soleil à la masse m_T de la terre.

<u>Données :</u>

On considère un satellite artificiel géostationnaire, de masse m, et le rayon de son orbite circulaire dans le repère géocentrique est $r = 4{,}22.10^4$ km.

- La période de révolution du satellite autour de la Terre est : T ;
- La période de révolution de la Terre autour du Soleil dans le repère héliocentrique est : T_T = 365,25 jours.
- Le rayon orbital de la terre autour du soleil est $r_T = 1{,}496.10^8$ km ;
- La période de révolution de la terre autour d'elle-même est : T_0 = 24 heures.
- On désigne par G la constante de gravitation universelle, et on considère que la Terre et le soleil sont à symétries sphériques de masse.
- On néglige l'action des autres planètes sur la Terre et le satellite artificiel.

0,75 **1-** Montrer que le mouvement du satellite artificiel, dans le repère géocentrique est circulaire uniforme, et en déduire l'expression de la période T en fonction de : G, m_T et r.

0,5 **2-** L'expression mathématique de la 3ème loi de Kepler pour un satellite artificiel gravitant autour de la Terre est : $\frac{T^2}{r^3} = K$ où K est une constante. Etablir l'expression de K en fonction de G et m_T.

1 **3-** Trouver l'expression du rapport $\frac{m_S}{m_T}$ en fonction de r, r_T, T_T et T. Calculer sa valeur.

<u>Partie (2)</u> : <u>Mesure de la masse d'un corps à l'intérieur d'une navette spatiale en orbite</u>

Lors des recherches à l'intérieur d'une navette spatiale en orbite autour de la Terre, un astronaute mesure les masses de quelques corps en utilisant un dispositif constitué d'un compartiment (A) de masse m = 200 g, susceptible de glisser sans frottements sur un plan horizontal. Le compartiment est relié aux extrémités de deux ressorts (R_1) et (R_2) de même raideur K et de même longueur à vide l_0, et dont les autres extrémités sont fixées à deux supports fixes.
A l'équilibre, les deux ressorts sont allongés.

Avant l'utilisation du dispositif en orbite, il a été testé sur Terre.

Un corps (C_1) de masse M = 100 g, est posé à l'intérieur du compartiment (A).

Le système (S) formé du compartiment (A) et du corps (C_1) est écarté de sa position d'équilibre G_0 coïncidant avec l'origine de l'axe $(O,\vec{i})$, vers la droite d'une distance X_m et lâché sans vitesse initiale.

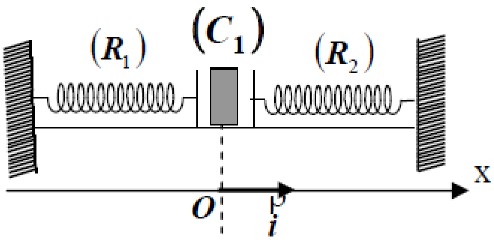


Figure 1

Le centre de gravité G du système (S), effectue des oscillations autour de sa position d'équilibre de telle sorte que les ressorts restent allongés.

Un ordinateur muni d'une carte d'acquisition, permet d'obtenir la courbe représentative des variation de l'abscisse x du centre de gravité G au cour du temps (Figure 2).

0,25 **1-** Montrer que les deux ressorts ont la même longueur initiale à l'équilibre : $\Delta l_1 = \Delta l_2 = \Delta l_0$.

0,75 **2-** Montrer que l'abscisse x du centre de gravité G du système (S) vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\frac{2K}{m+M_1}x=0$$

3- La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme :

$$x(t)=X_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$$

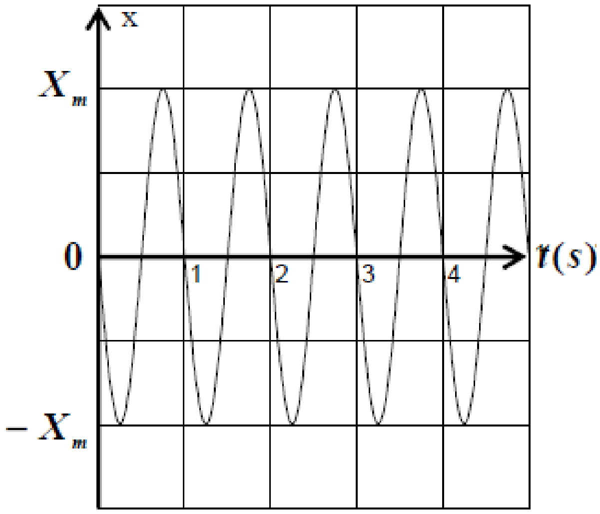


Figure 2

0,5 **3-1-** Trouver à partir de la courbe, la phase φ du mouvement.

0,5 **3-2-** En utilisant l'équation différentielle et sa solution, trouver l'expression de la période propre T_0 du mouvement en fonction de : M_1, m et K.

0,5 **3-3-** Par exploitation du graphe de la figure 2, calculer la valeur de la raideur K du ressort.

On prendra $\pi^2 = 10$.

0,25 **3-4-** L'astronaute réalise la même expérience, en utilisant le même corps (C_1) et le même dispositif, dans une navette spatiale en orbite autour de la terre, il trouve la même valeur de la période T_0. Que conclure ?

0,5 **3-5-** L'astronaute utilise le même dispositif précédent pour mesurer la masse M_2 d'un corps (C_2) en orbite, il trouve que la période propre des oscillations du système est $T'_0 = 1{,}5$ s. En déduire la valeur de M_2.