

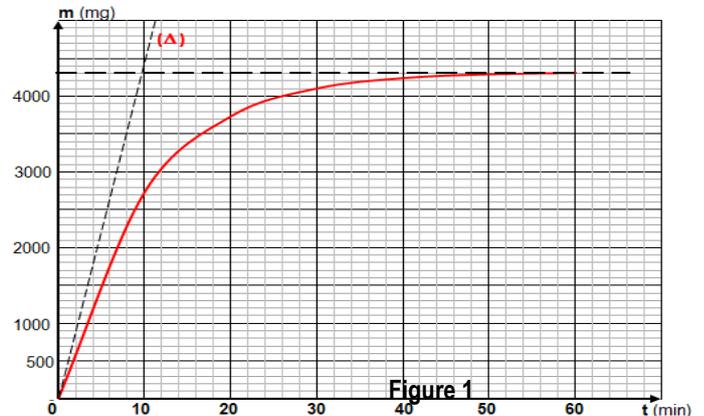
**SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1 (03 points)**

Données : en g/mol  $M(\text{Cu}) = 63,5$  ;  $M(\text{Ag}) = 108$ .

**1.1** Pour étudier la cinétique d'une transformation chimique totale, on plonge à l'instant  $t = 0$  une lame de cuivre de masse  $m_0 = 3,175$  g dans un échantillon de volume  $V_S = 200$  mL d'une solution de nitrate d'argent ( $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$ ) de concentration molaire volumique  $C_0$ .

L'équation-bilan de cette transformation peut s'écrire comme suit :  $\text{Cu} + 2 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{Ag}$

A partir de résultats de mesures, on a tracé la courbe représentant la masse  $m$  d'argent formé en fonction du temps  $t$ . La droite ( $\Delta$ ) sur la figure 1 représente la tangente à la courbe  $m = f(t)$  à l'instant  $t = 0$ .



**1.1.1** Cette transformation est-elle rapide ou lente ? Justifier. (0,25pt)

**1.1.2** Ecrire les demi-équations électroniques relatives aux couples rédox mis en jeu. (0,5pt)

**1.1.3** Déterminer graphiquement la valeur de la masse maximale  $m(\text{Ag})_{\text{max}}$  d'argent formé. (0,25pt)

**1.1.4** Montrer que les ions  $\text{Ag}^+$  constituent le réactif limitant. (0,25pt)

**1.1.5** En déduire la concentration  $C_0$  de la solution de nitrate d'argent. (0,25pt)

**1.1.6** Pour cette réaction, définir le temps de demi-réaction et déterminer graphiquement sa valeur. (0,5pt)

**1.2** On s'intéresse au suivi cinétique de la réaction.

**1.2.1** Montrer que la vitesse volumique de formation des ions  $\text{Cu}^{2+}$ , en  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , à l'instant  $t$ , s'écrit sous

forme :  $v = \frac{1}{216.V_S} \cdot \frac{dm}{dt}$  (0,25pt)

**1.2.2** Déterminer en  $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$  la valeur de la vitesse volumique de formation des ions  $\text{Cu}^{2+}$  aux dates  $t = 0$  et  $t = 20$  min. (0,5pt)

**1.2.3** Quel est le facteur cinétique responsable de l'évolution de cette vitesse ? (0,25pt)

**EXERCICE 2 (03 points)**

Les solutions sont à  $25^\circ\text{C}$  ; la densité du vinaigre étudié est  $d = 1,01$ .

Masse molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{Ca}) = 40$  ;  $M(\text{H}) = 1$  ;  $M(\text{O}) = 16$

Le vinaigre est une solution aqueuse diluée essentiellement constituée d'acide éthanoïque, qui entre principalement dans l'alimentation humaine comme condiment et conservateur alimentaire.

**2.1** Un groupe d'élèves avec l'aide de leur professeur s'intéresse dans un premier temps à l'étude d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration molaire  $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et dont le  $\text{pH} = 3,4$ .

**2.1.1** L'acide éthanoïque est-il fort ou faible ? justifier. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau. (0,5pt)

**2.1.2** Calculer le coefficient de dissociation  $\alpha$  de l'acide éthanoïque dans la solution S. (0,25pt)

**2.1.3** En faisant les approximations nécessaires, exprimer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans la solution en fonction de  $\alpha$  et de  $C$ , puis montrer que la constante d'acidité  $K_A$  du couple acide éthanoïque/ion éthanoate peut s'écrire sous la forme :  $K_A = \frac{C \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$ . Calculer la valeur de  $K_A$ . (0,5pt)

**2.2** L'étiquette d'une bouteille de vinaigre achetée dans le commerce porte l'indication «  $6^\circ$  » (six degrés).

Le degré d'acidité d'un vinaigre est la masse en grammes d'acide éthanoïque pur contenue dans 100 g de vinaigre.

Le groupe veut vérifier l'indication marquée sur cette bouteille par dosage acido-basique.

La solution commerciale de vinaigre notée  $S_0$  étant très concentrée, ils décident de la diluer dix fois pour obtenir une solution  $S_1$ .

**2.2.1** Décrire le protocole expérimental pour préparer 100 mL de solution  $S_1$  à partir de la solution commerciale  $S_0$ , en précisant le matériel utilisé. (0,25pt)

**2.2.2** Un échantillon de volume  $V_1 = 15$  mL de la solution  $S_1$  est dosé par une solution d'hydroxyde de calcium ( $Ca^{2+} + 2 OH^-$ ) de concentration massique  $C_{mB} = 3,7$  g.L<sup>-1</sup>. Il a fallu verser un volume  $V_{BE} = 14,8$  mL de la solution d'hydroxyde de calcium pour atteindre l'équivalence.

**2.2.2.1** Ecrire l'équation-bilan de la réaction support de ce dosage. Calculer la constante de réaction Kr. Conclure (0,5pt)

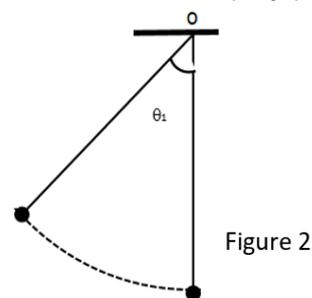
**2.2.2.2** Trouver la concentration molaire  $C_1$  de la solution  $S_1$ . En déduire la concentration molaire  $C_0$  en acide éthanoïque de la solution commerciale  $S_0$ . (0,5pt)

**2.2.3** Déterminer le degré d'acidité du vinaigre de la bouteille commerciale puis conclure. (0,5pt)

**EXERCICE 3 (05 points)**

Un expérimentateur dispose d'un fil inextensible de longueur  $L = 611$  mm et d'un solide de masse  $m = 90$  g. Il décide de vérifier, par une série d'expériences, la valeur de l'intensité du champ de pesanteur  $g$  du lieu.

Pour cela, il constitue avec ce fil un pendule simple en fixant à son extrémité inférieure le solide supposé ponctuel. L'extrémité supérieure du fil est fixée à un support fixe en O.



**3.1 Expérience 1 :**

Le fil étant tendu, l'expérimentateur écarte le solide de sa position d'équilibre stable d'un angle  $\theta_1 = 20^\circ$  par rapport à la verticale, puis le lâche sans vitesse initiale (figure 2)

**3.1.1** Reproduire la figure 2 et représenter les forces extérieures s'exerçant sur le solide. (0,25pt)

**3.1.2** Montrer que l'expression de l'intensité du champ de pesanteur est donnée par :  $g = \frac{v_e^2}{2L(1-\cos\theta_1)}$  avec  $v_e$  la vitesse du solide lorsque le pendule passe par sa position d'équilibre stable. (0,5pt)

**3.1.3** La valeur de la vitesse mesurée lors de son passage par la position d'équilibre stable est  $v_e = 8,5 \cdot 10^{-1}$  m.s<sup>-1</sup>, calculer la valeur de l'intensité du champ de pesanteur  $g$ . (0,25 pt)

**3.2 Expérience 2 :**

Le fil étant tendu, l'expérimentateur écarte à nouveau le solide de sa position d'équilibre stable d'un angle  $\theta_2 = 7^\circ$  par rapport à la verticale, puis le lâche sans vitesse initiale. Par un dispositif approprié, il a pu recueillir un ensemble de valeurs permettant de tracer la courbe donnant la variation de l'élongation angulaire  $\theta$  en fonction du temps. (Figure 3).

**3.2.1** En considérant le système {pendule} et en appliquant le théorème de l'accélération angulaire, montrer que son mouvement peut être décrit par l'équation différentielle de son abscisse angulaire  $\theta$  :  $\ddot{\theta} + \frac{g}{L} \sin \theta = 0$ . (0,25 pt)

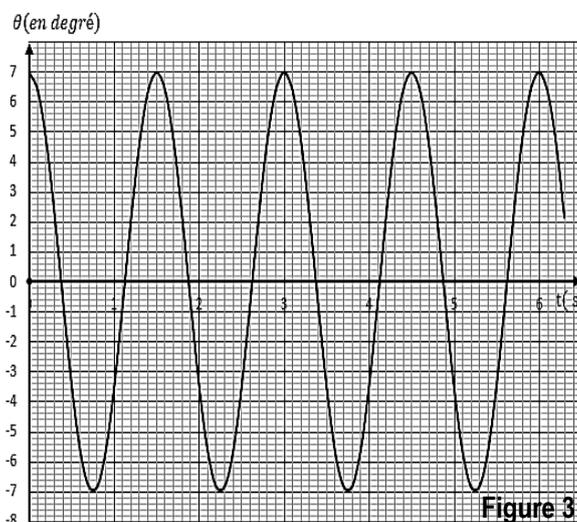
**3.2.2** Dans le cas d'oscillations du pendule de faibles amplitudes ( $\sin \theta \approx \theta$  (rad)), la solution de l'équation différentielle est de la forme  $\theta(t) = \theta_m \cos(\frac{2\pi}{T_0} t + \phi)$ .

Etablir l'expression de la période propre  $T_0$  de l'oscillateur en fonction de L et g. (0,5pt)

**3.2.3** Par exploitation de la figure 3, déterminer les valeurs de  $\theta_m$  et  $\phi$ . En déduire la valeur de l'intensité du champ de pesanteur  $g$ . On prendra  $T_0 = 1,568$  s (0,75pt)

**3.2.4** Pour chacune des expériences 1 et 2, déterminer l'écart relatif sur l'intensité du champ de pesanteur. Conclure. On rappelle que la valeur standard de  $g$  en ce lieu est  $9,81$  m.s<sup>-2</sup>. (0,5pt)

**3.3** Maintenant l'expérimentateur s'intéresse à l'influence des forces de frottement sur un autre pendule simple de longueur  $L_1 = 1,00$  m. Il envisage d'étudier le cas où le solide subit une force de frottement visqueux  $\vec{f} = -k \vec{v}$



avec  $\vec{v}$  le vecteur vitesse instantanée du solide et  $k$  une constante positive. Le pendule est écarté de sa position d'équilibre stable d'un angle  $\theta_0 = 10^\circ$  par rapport à la verticale, puis lâché sans vitesse initiale à la date  $t = 0$  s. Il relève la valeur maximale de l'angle  $\theta$  noté  $\theta_m$  atteint successivement par le pendule après chaque oscillation. Il dresse le tableau de mesures ci-dessous : Ln est le logarithme népérien

|                         |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| rang des oscillations   | 0  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| t(s)                    | 0  | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10  | 12  | 14  | 16  |
| $\theta_m$ ( en degrés) | 10 | 8,2 | 6,7 | 5,5 | 4,5 | 3,7 | 3,0 | 2,5 | 2,0 |
| Ln ( $\theta_m$ )       |    |     |     |     |     |     |     |     |     |

3.3.1 Recopier puis compléter le tableau. (0,25pt)

3.3.2 Tracer le graphe donnant  $\text{Ln } \theta_m = f(t)$  et en déduire la relation numérique entre  $\text{Ln}(\theta_m)$  et  $t$ . (0,5pt)

Echelle : En abscisse : 1 cm pour 2,0 s ; En ordonnée : 1 cm pour 0,25 unité de  $\text{Ln } \theta_m$ .

3.3.3 Etablir l'équation différentielle relative à l'abscisse angulaire  $\theta$  du pendule. Quelle est la nature précise de ces oscillations mécaniques ? Justifier la réponse. (0,5 pt)

3.3.4 La loi horaire donnant  $\theta_m$  en fonction du temps est :  $\theta_m(t) = 10 e^{-\lambda t}$  où  $\lambda$  est une constante positive . Déterminer la valeur de  $\lambda$ . (0,25pt)

3.3.5 Déterminer la période temporelle  $T_1$  caractéristique de ce type d'oscillations puis la comparer à la valeur de la période propre  $T_0$  de cet oscillateur. Conclure. (0,5pt)

**EXERCICE 4 (05 points)**

**4.1 Etude expérimentale d'un dipôle RLC en série :**

Un générateur de basse fréquence (GBF) impose une tension alternative sinusoïdale  $u_{NM}$  aux bornes d'un dipôle NM, constitué d'un condensateur de capacité  $C$ , d'une bobine d'inductance  $L_1$ , de résistance négligeable et d'un conducteur ohmique de résistance  $R$ , l'ensemble est monté en série. (figure 4)

La tension est de la forme  $u_{NM}(t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t)$

4.1.1 En appliquant la loi d'additivité des tensions, établir l'équation vérifiée par l'intensité  $i(t)$  du courant qui traverse le circuit. (0,25pt)

4.1.2 À l'aide d'une construction de Fresnel établir l'expression de l'impédance  $Z$  du dipôle ( $R, L_1, C$ ) en fonction de  $L_1, C, R$  et de la pulsation  $\omega$ . (0,5pt)

4.1.3 L'étude expérimentale des variations de l'impédance du dipôle ( $R, L_1, C$ ) série en régime forcé, en fonction de la fréquence  $f$  de la tension  $u_{NM}$  a permis de tracer la courbe  $Z = g(f)$  ( figure 5).

4.1.3.1 Déterminer à partir du graphe la valeur minimale  $Z_0$  de l'impédance et la fréquence  $f_0$  correspondante (0,5 pt)

4.1.3.2 A quelles grandeurs caractéristiques du dipôle ( $R, L_1, C$ ) correspond  $Z_0$  et  $f_0$  ? (0,5pt)

**4.2 Détermination de quelques grandeurs caractéristiques du dipôle NM et étude de la résonance :**

L'ampèremètre, de résistance négligeable, indique une intensité efficace  $I = 14$  mA. On branche un oscilloscope bicourbe (voies A et B) comme indiqué sur le montage. On obtient l'oscillogramme correspondant à la figure 6. Les réglages de l'oscilloscope sur les deux voies sont :

Sensibilité horizontale :  $S_h = 10^{-3}$  s. div<sup>-1</sup> ; sensibilité verticale :  $S_v = 1$  V. div<sup>-1</sup>.

4.2.1 Associer à chacune des courbes la tension correspondante ? Justifier votre réponse. (0,5pt)

4.2.2 Par exploitation des courbes de la figure 6, déterminer :

a) la pulsation de la tension imposée par le générateur aux bornes dipôle NM; (0,25pt)

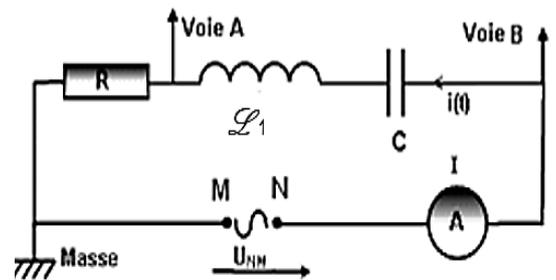


Figure 4

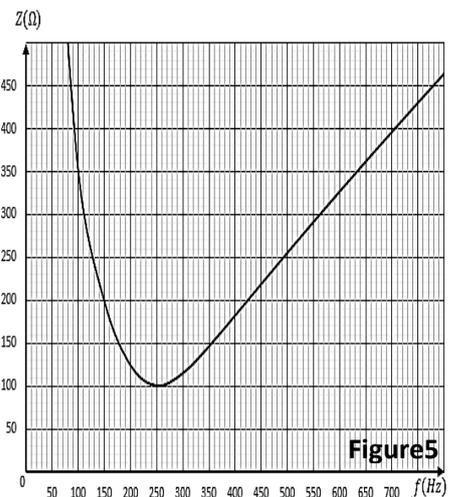


Figure 5

**b)** le décalage temporel entre la tension  $u_{NM}(t)$  et l'intensité  $i(t)$  ; puis en déduire le déphasage de la tension par rapport à l'intensité

$\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ . **(0,5pt)**

**c)** l'impédance du dipôle NM et la résistance du conducteur ohmique **(0,5pt)**

**d)** la puissance moyenne dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique de résistance R. **(0,25pt)**

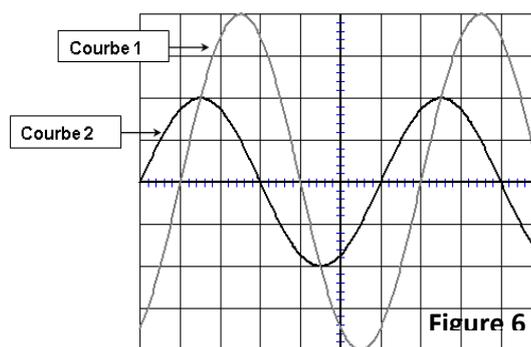
**4.2.3** En modifiant la pulsation de la tension du générateur, les deux courbes sont en phase pour la valeur  $\omega_0 = 1571 \text{ rad.s}^{-1}$ .

Déterminer la valeur de l'inductance  $L_1$  sachant que la valeur de la capacité est  $C = 4 \mu\text{F}$ . A cette pulsation que vaut l'impédance Z du dipôle ? **(0,5pt)**.

**4.3** On remplace la bobine  $B_1$  par une bobine  $B_2$  d'inductance  $L_2$  et de résistance  $r_2$ . L'ampèremètre indique une intensité efficace maximale  $I_2 = 25 \text{ mA}$  pour une valeur de la pulsation  $\omega_2 = 1500 \text{ rad.s}^{-1}$ . On suppose que la tension maximale garde la même valeur qu'en 4.2.

**4.3.1** Calculer les valeurs de  $L_2$  et de  $r_2$ . **(0,5pt)**

**4.3.2** Déterminer l'expression numérique instantanée de la tension  $u_{B_2}(t)$ . **(0,25pt)**



**EXERCICE 5 : (04 points)**

Données :  $C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$  ; masse de l'électron :  $m(e^-) = 9,1.10^{-31} \text{ Kg}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$

Pendant plus de trois siècles, la nature de la lumière fut au cœur des débats scientifiques : deux théories, dont chacune se fondait sur des résultats empiriques, conduisirent à la dualité onde- corpuscule pour finalement donner naissance à la physique moderne. A travers l'étude de différentes expériences historiques, des élèves tentent de mettre en évidence la nature de la lumière.

**5.1 Expérience 1 :**

Ils se proposent de réaliser d'abord l'expérience de Young en éclairant en même temps les deux fentes  $F_1$  et  $F_2$  respectivement avec des lampes  $L_1$  et  $L_2$ . Les lampes émettent des radiations monochromatiques distinctes de longueur  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ . Le professeur qui supervise les travaux leur demande d'utiliser seulement la lampe  $L_1$  pour éclairer simultanément les deux fentes  $F_1$  et  $F_2$ . Ils placent ensuite un écran (E) parallèle au plan des fentes à une distance  $D = 1 \text{ m}$ . L'écran est muni d'un axe Ox, le point O est situé dans le plan médiateur des fentes  $F_1$  et  $F_2$  distantes de  $a = 200 \mu\text{m}$ . (Figure 7)

**5.1.1** Pourquoi utilise-t-on une seule lampe au lieu des deux pour éclairer les fentes ? Justifier. **(0,25pt)**

**5.1.2** Décrire qualitativement l'aspect de l'écran (E) puis interpréter. **(0,75pt)**

**5.1.3** Etablir l'expression de la différence de marche  $\delta$  des radiations issues de  $F_1$  et  $F_2$  qui arrivent en un point M d'abscisse x sur l'écran en fonction de D, a et x. **(0,5pt)**

**5.1.4** En déduire les abscisses x des milieux des positions des franges brillantes et sombres sur l'écran en fonction de k (ordre de la frange),  $\lambda_1$ , a et D. En déduire l'expression de la distance entre les milieux de deux franges consécutives de même nature en fonction de a, D et  $\lambda_1$ . **(0,75pt)**

**5.1.5** Pour trouver la longueur d'onde  $\lambda_1$  de la radiation monochromatique, ils mesurent la distance L séparant la sixième frange claire et la troisième frange sombre situées de part et d'autre de la frange centrale. Sachant que  $L = 25,5 \text{ mm}$ , en déduire la valeur de  $\lambda_1$ . **(0,25pt)**

**5.1.6** Donner la nature de la frange observée au point N d'abscisse  $x_N = - 18 \text{ mm}$ . **(0,25pt)**

**5.2 Expérience 2 :** Ils utilisent maintenant la lampe  $L_2$  pour éclairer la plaque métallique d'une cellule photoémissive dont le travail d'extraction est  $E_0 = 2,1 \text{ eV}$ . La période temporelle de la radiation émise par  $L_2$  est  $T = 15,9.10^{-16} \text{ s}$ .

**5.2.1** Montrer qu'il y a émission d'électrons. **(0,5pt)**

**5.2.2** Déterminer la vitesse maximale d'éjection d'un électron de la plaque métallique. **(0,25pt)**

**5.2.3** Quels sont les phénomènes physiques mis en évidence par ces deux expériences ? Pour chaque phénomène, préciser le caractère de la lumière qui permet de l'interpréter. **(0,5pt)**

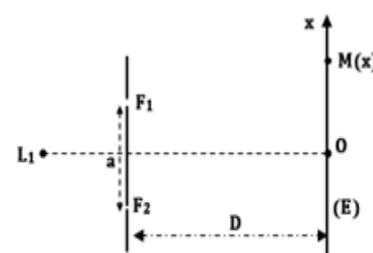


Figure 7