

**SCIENCE S P H Y S I Q U E S****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**

$$M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}; M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}; M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}; M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}.$$

**EXERCICE 1 (03 points)**

Un indicateur coloré est un composé organique qui se comporte comme un acide faible dont la base conjuguée présente une couleur différente. Pour simplifier, on convient de représenter un indicateur par la formule HIn. Pour obtenir une solution de cet indicateur, on en dissout une quantité dans de l'eau pure

**1.1** Ecrire l'équation de la réaction entre l'indicateur coloré et l'eau. (0,5 pt)

**1.2** Ecrire l'expression de la constante d'acidité du couple  $\text{HIn} / \text{In}^-$  et en déduire une relation entre le pH, le  $\text{pK}_A$  et les concentrations  $[\text{HIn}]$  et  $[\text{In}^-]$ . (0,25 pt)

**1.3** La mesure du pH pour différents mélanges des concentrations des formes acide et basique de l'indicateur a donné les résultats consignés dans le tableau ci-après.

|   |     |     |      |     |     |     |     |
|---|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| $\log \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$ | -2  | -1  | -0,5 | 1   | 2   | 3   | 4   |
| pH  | 2,8 | 3,8 | 4,5  | 5,7 | 6,7 | 7,6 | 8,6 |

Dans ce tableau l'expression  $\log \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]}$  représente le logarithme à base 10 du rapport des concentrations des formes acide et basique de l'indicateur

**1.3.1** Tracer la courbe  $\text{pH} = f(\log \frac{[\text{In}^-]}{[\text{HIn}]})$ . En déduire la valeur du  $\text{pK}_A$ . (0,5 pt)

**1.3.2** La couleur de la forme acide HIn est jaune tandis que celle de la forme basique est bleue. On considérera qu'une solution contenant cet indicateur apparaît jaune si  $[\text{HIn}] > 10 [\text{In}^-]$  et bleue si

$4 [\text{HIn}] < [\text{In}^-]$ . Déterminer les valeurs du pH délimitant la zone de virage de cet indicateur. (0,5 pt)

**1.3.3** Quelle est la couleur prise par la solution lorsqu'on est dans la zone de virage ? Justifier. (0,25 pt)

**1.3.4** La couleur de l'indicateur dans cette zone est appelée teinte sensible. Pourquoi ? (0,25 pt)

**1.4** On utilise cet indicateur pour déterminer la formule d'une amine inconnue. Pour cela, on dissout 0,61 g de l'amine dans 500 mL d'eau. On prélève 50 mL de la solution obtenue à laquelle on ajoute quelques gouttes de l'indicateur. On verse progressivement dans le mélange une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Le virage de l'indicateur est observé lorsqu'on a versé 13,5 mL d'acide.

**1.4.1** Déterminer la masse molaire de l'amine. (0,5 pt)

**1.4.2** En déduire sa formule brute. (0,25 pt)

**EXERCICE 2 (03 points)**

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'éthanol. Pour ce faire on mélange 60 g d'acide éthanoïque avec 46 g d'éthanol et 2 mL d'acide sulfurique concentré.

Ce mélange est réparti en parts égales dans dix ampoules scellées que l'on place au bain-marie à  $100^\circ\text{C}$ .

A intervalles de temps réguliers, on retire une ampoule du bain-marie et on la plonge dans l'eau glacée. L'acide restant dans l'ampoule est alors dosé à l'aide d'une solution titrée d'hydroxyde de sodium (ou soude), en présence de phénolphthaléine.

Les résultats des dosages effectués permettent de calculer la quantité d'ester formé dans une ampoule au cours du temps.

**2.1** Ecrire l'équation-bilan de la réaction en utilisant les formules semi-développées des réactifs et des produits. Après avoir nommé la réaction, préciser ses trois caractéristiques principales. (0,5 pt)

- 2.2** Quel est le rôle de l'acide sulfurique ? Peut-il modifier le rendement ? **(0,5 pt)**
- 2.3** Pourquoi est-il nécessaire de plonger les ampoules dans l'eau glacée avant d'effectuer le dosage ? **(0,25 pt)**
- 2.4** Montrer que le mélange réactionnel préparé est équimolaire. **(0,5 pt)**
- 2.5** A l'aide des résultats des dosages on a tracé la courbe jointe en annexe (page 5 document à rendre),
- 2.5.1** Définir la vitesse instantanée de formation de l'ester à un instant de date  $t$  quelconque. Comment détermine-t-on sa valeur en pratique ? **(0,5 pt)**
- 2.5.2** A l'aide de la courbe donnée en annexe (page 5 document à rendre), déterminer les valeurs de cette vitesse aux dates  $t_1 = 10$  min et  $t_2 = 30$  min. **(0,5 pt)**
- 2.5.3** Justifier l'évolution de cette vitesse au cours du temps. **(0,25 pt)**

**EXERCICE 3 (05 points)**

Un palet (P) à cousin d'air assimilé à un point matériel de masse  $m = 500$  g, est percé d'un trou à travers lequel passe une tige horizontale TT'. Le palet est accroché à deux ressorts identiques  $R_1$  et  $R_2$  de masse négligeable, enfilés autour de la tige TT' et tendus entre deux points M et N. Les deux ressorts ont même constante de raideur  $k_1 = k_2 = k = 10$  N.m<sup>-1</sup> et même longueur à vide  $\ell_{01} = \ell_{02} = 18$  cm.

**3.1** Les extrémités M et N des deux ressorts sont fixés. Les ressorts ont alors pour longueur  $\ell_1 = \ell_2 = 25$  cm lorsque le palet est en équilibre (fige 1). On écarte alors le palet P de sa position d'équilibre dans la direction MN de  $x_0 = + 2$  cm, puis on l'abandonne à l'instant  $t = 0$  avec une vitesse de valeur algébrique  $v_0 = - 0,20$  m s<sup>-1</sup>.

On rapporte le mouvement du palet au repère OX, l'origine O du repère, correspond à la position du palet lorsque le système est en équilibre. Les frottements sont supposés négligeables.

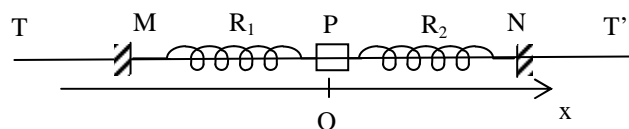


Figure 1

**3.1.1** Donner, à une date  $t$  quelconque, l'expression de l'allongement de chacun des ressorts en fonction de l'abscisse  $x$  de P à cette date. **(0,5 pt)**

**3.1.2** Montrer que l'équation différentielle du mouvement de P s'écrit :  $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{2k}{m}x = 0$ . **(01 pt)**

**3.1.3** Etablir l'équation horaire du mouvement de P. Calculer la période  $T_0$  du mouvement. **(01,5 pt)**

**3.2** L'extrémité N du ressort  $R_2$  reste fixée. Le point M est relié à un excitateur constitué d'un petit moteur comme l'indique la figure 2. On met en route l'excitateur et on réalise plusieurs enregistrements en modifiant la vitesse de rotation du moteur (figure 2). On obtient les courbes ci-après (courbe 1, courbe 2, courbe 3 de la page 4). Le dispositif d'enregistrement n'est pas représenté sur la figure.

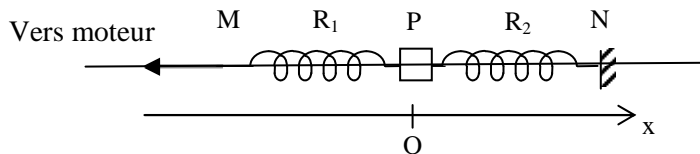


Figure 2

**3.2.1** Quel nom doit-on donner aux oscillations ainsi obtenues ? **(0,5 pt)**

**3.2.2** Déterminer graphiquement l'amplitude et la fréquence des oscillations pour chaque courbe. **(0,5 pt)**

**3.2.3** Justifier le fait que l'amplitude des oscillations du palet soit plus grande pour la courbe 2. **(0,5 pt)**

**3.2.4** Le point M étant toujours relié au moteur dont la vitesse de rotation est réglée dans les conditions d'obtention de la courbe 2. On associe alors P à une palette immergée dans de l'huile. Comment évolue alors l'amplitude des oscillations ? Ebaucher la courbe  $x = f(t)$  en considérant un amortissement faible. Quel peut être l'intérêt d'un tel dispositif ? **(0,5 pt)**

**EXERCICE 4 (04,5 points)**

On se propose d'identifier un dipôle électrique D dont la nature exacte est inconnue. On sait néanmoins qu'il ne peut être que l'un des dipôles décrits ci-dessous :

D<sub>1</sub> est une bobine non résistive d'inductance L en série avec un conducteur ohmique de résistance R.

D<sub>2</sub> est un condensateur de capacité C en série avec un conducteur ohmique de résistance R

D<sub>3</sub> est un conducteur ohmique de résistance R.

**4.1** On alimente ce dipôle par une tension continue et on constate qu'un courant d'intensité constante non nulle le traverse. Montrer clairement que le 2<sup>e</sup> cas ne peut convenir. **(0,5 pt)**

**4.2** On alimente maintenant le dipôle D par une tension sinusoïdale de fréquence N = 50 Hz, et on observe que :

- la puissance moyenne dissipée dans le dipôle est  $P = 25 \text{ W}$ ,
- l'intensité efficace du courant qui traverse D est  $I = 0,5 \text{ A}$  ;
- la tension efficace aux bornes de D est  $U = 100 \text{ V}$ .

**4.2.1** Préciser, en le justifiant, la nature du dipôle D. Déterminer la (les) valeur(s) des grandeurs physiques qui le caractérise (nt). **(01,5 pt)**

**4.2.2** Faire la construction de Fresnel relative à ce dipôle..  
Echelle : 10V pour 1 cm. **(0,5 pt)**

**4.2.3** On désire étudier les variations de la tension  $u(t)$  aux bornes du dipôle et de l'intensité  $i(t)$  qui le traverse en utilisant un oscilloscope bicourbe.

Faire un schéma du montage et dessiner une image de l'écran de l'oscilloscope. **(0,5 pt)**

Réglage de l'oscilloscope :

- sensibilité verticale = 20 V / div pour la voie donnant  $u(t)$  ;
- sensibilité verticale = 10 V / div pour l'autre voie ;
- vitesse de balayage = 5 ms / div

**4.3** Le dipôle D est placé en série avec un condensateur de capacité C' variable. Le dipôle série AB ainsi constitué est alimenté par la même tension sinusoïdale qu'à la deuxième question (la valeur efficace de cette tension est constante et de valeur  $U = 100 \text{ V}$ ).

**4.3.1** Déterminer la valeur de C' pour que la tension et le courant aux bornes de AB soient en phase. **(0,75 pt)**

**4.3.2** Déterminer alors la valeur efficace de la tension aux bornes du condensateur. Quel phénomène a lieu au niveau du condensateur ? **(0,75 pt)**

**EXERCICE 5 (04,5 points)**

La lumière serait de nature contradictoire. Si une théorie permet d'expliquer de nombreux phénomènes, elle peut s'avérer insuffisante pour en comprendre d'autres.

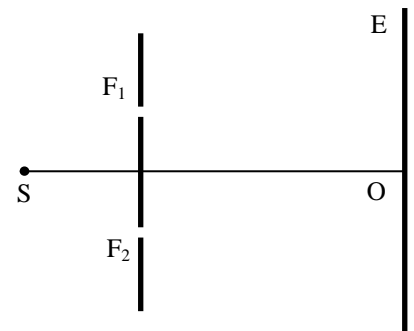
Le but de cet exercice est de montrer que, selon l'expérience réalisée, la lumière peut se comporter de façon différente. A cet effet on réalise le dispositif ci-après :

**5.1** Dispositif expérimental.

(S) est une source de lumière qui éclaire deux fentes fines, verticales distantes de  $a = 1,5 \text{ mm}$

La source (S) est équidistante des deux fentes.

(E) est un écran opaque vertical placé à une distance  $D = 2 \text{ m}$  du plan des fentes



**5.1.1** Quel phénomène se produit à la sortie de chaque fente ? Quel aspect de la lumière permet-il de mettre en évidence ? **(0,5 pt)**

**5.1.2** Justifier l'utilisation d'une source unique pour éclairer les deux fentes. **(0,25 pt)**

**5.1.3** Reproduire le schéma et représenter la marche des faisceaux lumineux issus des fentes F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>. Hachurer le champ où l'on peut observer le phénomène d'interférence. **(0,5 pt)**

**5.2** La source (S) émet une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .

**5.2.1** Qu'observe-t-on sur l'écran ? Préciser la direction des franges et la nature de la frange centrale qui se forme en O. **(0,5 pt)**

**5.2.2** Pour déterminer la longueur d'onde  $\lambda$ , on compte 5 franges brillantes de part et d'autres de la frange centrale occupant ensemble une largeur  $\ell = 8 \text{ mm}$ . En déduire la valeur de  $\lambda$ .

**(0,5 pt)**

**5.3** La source précédente (S) est remplacée par une source (S') qui émet simultanément deux radiations monochromatiques de longueur d'onde  $\lambda_1 = 0,60 \mu\text{m}$ , et  $\lambda_2 = 0,54 \mu\text{m}$ . Il se produit une superposition des systèmes de franges formées par les deux radiations.

**5.3.1** A quelle distance  $x$  du point O se produit la première coïncidence de franges brillantes ?

(0,75 pt)

**5.3.2** Une cellule photoélectrique reçoit un rayonnement lumineux issu de la source (S'). L'énergie d'extraction d'un électron du métal qui constitue la cathode de la cellule est  $W_0 = 2,2 \text{ eV}$

**5.3.2.1** Montrer qu'il peut se produire l'effet photoélectrique de la cathode de la cellule.

(0,5 pt)

**5.3.2.2** Calculer la vitesse maximale des électrons émis par la cathode.

(0,5 pt)

On donne :

constante de Planck

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

célérité de la lumière dans le vide

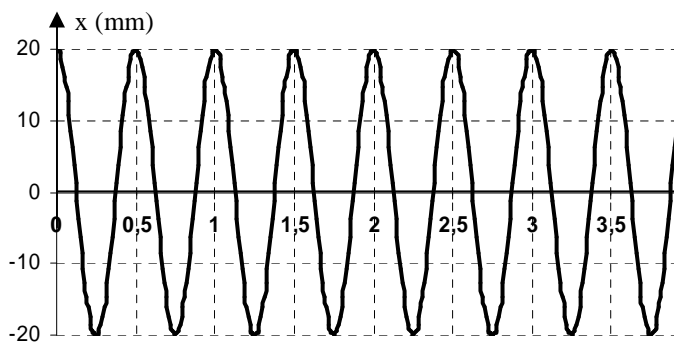
$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

masse de l'électron :

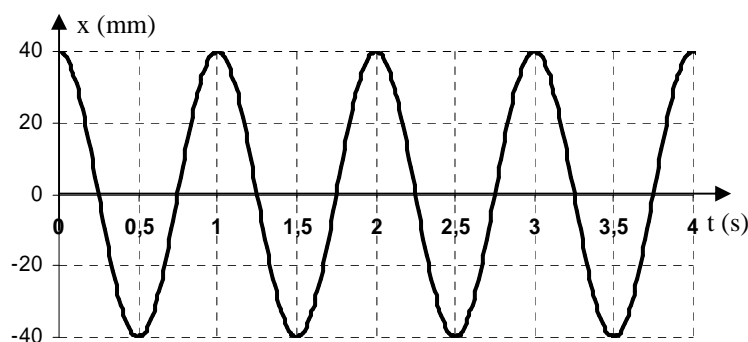
$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

**5.3.2.3** Quelle conclusion peut-on tirer des aspects manifestés par la lumière à travers ces expériences ?

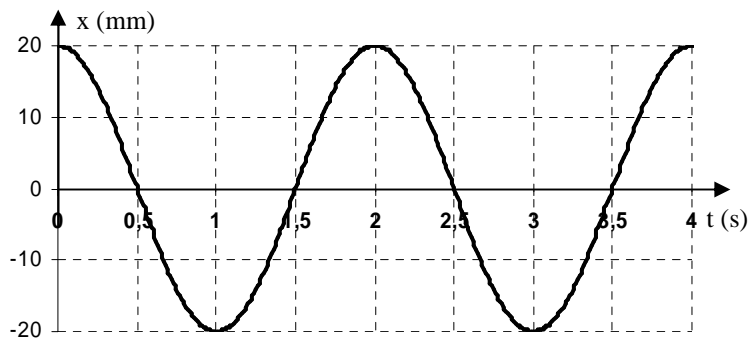
(0,5 pt)



Courbe 1



Courbe 2



Courbe 3

**Annexe (à rendre avec la copie)**

