

الاسم :  
الرقم :مسابقة في الفيزياء  
المدة : ساعتان

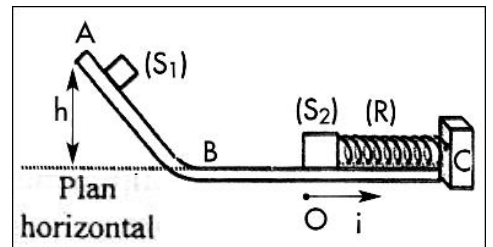
Cette épreuve, formée de quatre exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.

L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

### Premier exercice (6 ½ points) Détermination de la constante de raideur d'un ressort

Dans le but de déterminer la constante de raideur  $k$  d'un ressort (R) à spires non jointives, on dispose :

- d'une glissière ABC située dans un plan vertical,
- du ressort (R) fixé par une extrémité en C, l'autre extrémité étant reliée à un solide ponctuel ( $S_2$ ) de masse  $m_2$ ,
- d'un solide ponctuel ( $S_1$ ) de masse  $m_1 = 0,1$  kg placé en A à l'altitude  $h = 0,8$  m au dessus du plan horizontal contenant BC.



On néglige tous les frottements et on prend  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

Le plan horizontal passant par BC est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

- 1- ( $S_1$ ), lâché de A sans vitesse initiale, atteint ( $S_2$ ), avec une vitesse  $\vec{V}_1$ , juste avant le choc.

Démontrer que le module de  $\vec{V}_1$ , est  $V_1 = 4$  m/s.

- 2- ( $S_1$ ) entrant en collision avec ( $S_2$ ), s'accroche à ( $S_2$ ) formant ainsi un seul point matériel (S).

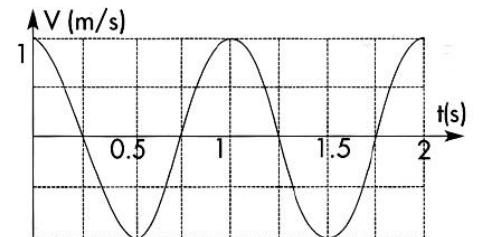
Déterminer, en fonction de  $m_2$ , l'expression de la valeur  $V_0$  de la vitesse  $\vec{V}_0$  de (S) juste après le choc.

- 3- L'ensemble [(S), (R)] forme ainsi un pendule élastique horizontal, (S) oscillant autour de sa position d'équilibre en O.

a) Déterminer l'équation différentielle qui régit le mouvement de l'oscillateur. Déduire l'expression de sa période propre  $T_0$ .

b) La figure (2) représente l'évolution, en fonction du temps, de la mesure algébrique de la vitesse de (S). L'origine des dates correspond à la date où la vitesse de (S) est  $\vec{V}_0$ .

- i- Donner la valeur  $V_0$  de  $\vec{V}_0$ .
- ii- Déduire la valeur de  $m_2$ .
- iii- Donner la valeur de  $T_0$ .
- iv- Calculer  $k$ .



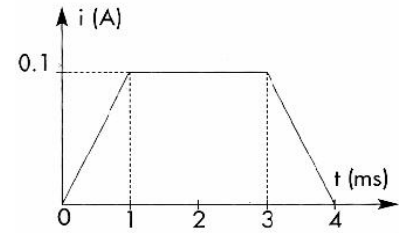
## Deuxième exercice (7 pts) Rôle et caractéristiques d'une bobine

On dispose d'une bobine (B) portant les indications suivantes:  $L = 65 \text{ mH}$  et  $r = 20 \Omega$ .

### A- Rôle d'une bobine

Dans le but de mettre en évidence le rôle d'une bobine, on branche la bobine aux bornes d'un générateur  $G_1$ .

Les variations, en fonction du temps, de l'intensité  $i$  du courant électrique qui traverse la bobine sont représentées par la figure (1).



1 -a) Donner, en fonction de  $L$  et de  $i$ , l'expression littérale de la force électromotrice d'auto-induction

$e$  qui apparaît aux bornes de la bobine.

b) Déterminer la valeur de  $e$  dans chacun des intervalles de temps suivants:

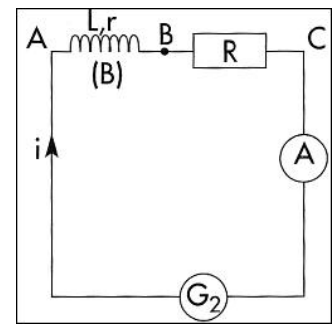
$[0; 1 \text{ ms}]$ ,  $[1 \text{ ms}; 3 \text{ ms}]$ ,  $[3 \text{ ms}; 4 \text{ ms}]$

2- Dans quel intervalle la bobine joue le rôle d'un générateur? Justifier la réponse.

### B- Caractéristiques de la bobine

Pour s'assurer des valeurs de  $L$  et de  $r$ , on réalise les deux expériences suivantes :

I- **Première expérience** : La bobine (B), un conducteur ohmique de résistance  $R = 20 \Omega$  et un ampèremètre de résistance négligeable sont montés en série aux bornes du générateur  $G_2$ , de force électromotrice  $E = 4 \text{ V}$  et de résistance interne négligeable, (figure 2). Après un certain temps, l'ampèremètre indique  $I = 0,1 \text{ A}$ . Déduire la valeur de  $r$ .



II-

III- **Deuxième expérience** : L'ampèremètre est enlevé et  $G_2$  est remplacé par un générateur  $G_3$  délivrant une tension alternative sinusoïdale .

1) Reproduire le schéma de la figure (2) en indiquant les branchements d'un oscilloscope pour visualiser, sur la voie (1), la tension  $u_g$  aux bornes du générateur et, sur la voie (2), la tension  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique.

2) Les tensions visualisées sur l'oscilloscope sont schématisées sur la figure (3).

On donne: sensibilité verticale sur les deux voies :  $2 \text{ V/division}$

sensibilité horizontale:  $1 \text{ ms/division}$

a) L'oscillogramme (1) représente  $u_g$ . Pourquoi

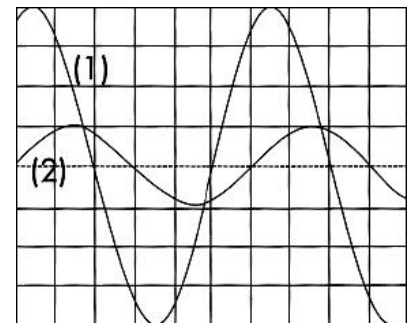
b) La tension aux bornes du générateur est de la forme:

$$u_g = U_m \cos \omega t . \text{ Déterminer } U_m \text{ et } \omega .$$

c) Déterminer le déphasage  $\varphi$  entre  $u_g$  et  $u_R$  .

d) Déterminer l'expression de l'intensité instantanée  $i$  du courant électrique dans le circuit.

e) En utilisant la loi d'additivité des tensions à une date  $t$ , et en donnant à  $t$  une valeur particulière, déduire la valeur de l'inductance  $L$



III- Comparer les valeurs trouvées pour  $r$  et  $L$  à celle indiquées sur la bobine.

### **Troisième exercice (6 ½ points)      Les deux aspects de la lumière**

Pour mettre en évidence les deux aspects de la lumière, on réalise les deux expériences suivantes:

#### **A- Première expérience**

On recouvre une plaque métallique d'une couche de césium dont le seuil de longueur d'onde est  $\lambda_s = 670 \text{ nm}$ . On envoie sur cette plaque une radiation monochromatique de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 480 \text{ nm}$ .

Un dispositif approprié placé au voisinage de la plaque détecte des électrons émis par la plaque éclairée.

1. Cette émission d'électrons par la plaque met en évidence un effet. De quel effet s'agit-il?
2. Préciser la signification du seuil de longueur d'onde.
3. Calculer, en J et en eV, l'énergie d'extraction d'un électron de la couche de césium.
4. Quelle est la forme de l'énergie transportée par un électron émis? Calculer la valeur maximale de cette énergie.

On donne: constante de Planck :  $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ ;  
célérité de la lumière dans le vide :  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ;  
 $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

#### **B- Deuxième expérience**

On éclaire les deux fentes fines du dispositif de Young, distantes de  $a$ , par de la lumière laser de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 480 \text{ nm}$ . La distance de l'écran d'observation au plan des fentes est  $D = 2 \text{ m}$ .

1. Faire un schéma du dispositif en y montrant la région d'interférence.
2. Les conditions d'obtention du phénomène d'interférence sont satisfaites dans ce cas. Pourquoi?
3. A quoi est dû le phénomène d'interférence?
4. a. Décrire l'aspect de la région d'interférence observée sur l'écran.  
b. Dans cette région on compte 11 franges brillantes. La distance entre les centres des franges brillantes extrêmes est  $l = 9,5 \text{ mm}$ . Qu'appelle-t-on la distance entre les centres de deux franges brillantes consécutives ? Calculer sa valeur et en déduire celle de  $a$ .

C- Les deux expériences mettent en évidence les deux aspects de la lumière. Préciser l'aspect mis en évidence par chaque expérience.

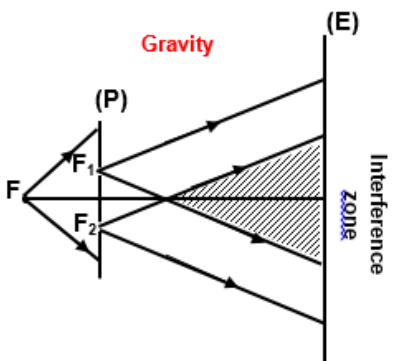
Question I (07 points)

|      |   |            |
|------|---|------------|
| 1.   | <p>Frottement étant négligeables, l'énergie mécanique du système <math>[(S_1), \text{Terre}]</math> est conservée:</p> $Ec_A + Epp_A = Ec_0 + Epp_0.$ <p>Donc, <math>v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0,8} = 4m/s</math></p>                 | 1          |
| 2.   | <p>La quantité de mouvement du système <math>[(S_1), (S_2)]</math> est conservée:</p> $\vec{v}_0 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \vec{v}_1$ <p><math>\vec{v}_0 = \frac{0,4\vec{t}}{0,1 + m_2}</math> avec <math>m_2</math> en kg et <math>v_0</math> en m/s</p> | 0,5<br>0,5 |
| 3.a) | <p>L'énergie mécanique est conservée car les forces de frottement sont négligeables:</p> $Em = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 + \frac{1}{2}kx^2$ $\frac{d(Em)}{dt} = 0; \text{ on obtient: } x'' + \frac{k}{m_1 + m_2}x = 0$                                 | 0,5<br>0,5 |
| 3.b) | <p>L'équation différentielle qui régit le mouvement du solide (S) est de la forme:</p> $x'' + \omega_0^2 x = 0; \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}}$ $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}}$                                  | 0,5<br>0,5 |
| 4.a) | $v_0 = 1m/s$  | 0,5        |
| 4.b) | $v_0 = \frac{0,4}{0,1 + m_2} = 1,$ <p>Donc <math>m_2 = 0,4kg - 0,1kg = 0,3kg.</math></p>  | 0,5        |
| 4.c) | $T_0 = 1s.$   | 0,25       |
| 4.d) | $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}};$ <p>Alors <math>k = \frac{4\pi^2(m_1 + m_2)}{T_0^2} = 16N/m</math></p>  | 0,75       |

Question II (07 points)

|                  |  |                           |
|------------------|--|---------------------------|
| <b>A-1.a)</b>    | $e = L \frac{di}{dt}$  | <b>0,25</b>               |
| <b>A-1.b)</b>    | Pour $t \in [0; 1ms]$ , l'intensité du courant varie linéairement, alors:<br>$\frac{di}{dt} = \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{(0,1 - 0)A}{(1 - 0) \times 10^{-3}s} = +100A/s;$ | <b>0,75</b>               |
|                  | D'où, $e = -65 \times 10^{-3} \times 100 = -6,5V$  | <b>0,25</b>               |
|                  | Pour $t \in [1ms; 3ms]$ , $e = 0V$ ;<br><br>Pour $t \in [3ms; 4ms]$ ,<br>D'où, $e = -65 \times 10^{-3} \times (-100) = +6,5V$  | <b>0,5</b>                |
| <b>A-2.</b>      | Pour $t \in [3ms; 4ms]$ , la bobine agit comme un générateur car $e = 6,5V > 0$  | <b>0,5</b>                |
| <b>B-I-1.</b>    | $E = rI + RI; 4 = r \times 0,1 + 20 \times 0,1$<br>Thus, $r = \left(\frac{4 - 2}{0,1}\right) = 20\Omega$   | <b>0,5</b>                |
| <b>B-II-1.</b>   | Diagramme.   | <b>0,5</b>                |
| <b>B-II-2.a)</b> | Due à l'effet inductive de la bobine présente dans le circuit, la tension aux bornes du générateur $u_G$ doit être en avance sur le courant dont l'image est $u_R$ .             | <b>0,5</b>                |
| <b>B-II-2.b)</b> | $U_m = S_{v_1} \times y_{1(max)} = 8V$ .<br>La période: $T = S_h \times x = 6ms$ ;   | <b>0,5</b>                |
|                  | $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1000\pi}{3} \text{ (rad/s);}$   | <b>0,5</b>                |
| <b>B-II-2.c)</b> | $ \varphi  = 2\pi \times \frac{d}{D} = \frac{\pi}{3} \text{ (rad)}$  | <b>0,25</b>               |
|                  | Alors $u_R = 2 \cos\left(\frac{1000\pi t}{3} - \frac{\pi}{3}\right)$<br>Loi d'Ohm: $i = 0,1 \cos\left(\frac{1000\pi t}{3} - \frac{\pi}{3}\right)$ ( $t$ en $s$ et $i$ en $A$ )   | <b>0,25</b><br><b>0,5</b> |
| <b>B-II-2.d)</b> | Loi d'additivité des tensions: $u_G = u_{AB} + u_{BC}$ ;<br>Soit $\frac{1000\pi t}{3} = 0$ ,<br>On obtient $L = \frac{6 \times 6}{100\pi\sqrt{3}} \approx 0,066H = 66mH$         | <b>1</b>                  |

Question III (06 points)

|               |  |             |
|---------------|--|-------------|
| <b>A-1.</b>   | L'effet photoélectrique met en évidence l'aspect corpusculaire de la lumière.  | <b>0,25</b> |
| <b>A-2.</b>   | Définition   | <b>0,5</b>  |
| <b>A-3.</b>   | $W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} = 2,96 \times 10^{-19} J = 1,85 eV$  | <b>0,5</b>  |
| <b>A-4.</b>   | L'électron émis emporte de l'énergie cinétique.<br>$\lambda < \lambda_0 = 670nm$ , les électrons sont éjectés de la surface du métal;  | <b>0,25</b> |
|               | D'après la relation d'Einstein: $E_{ph} = W_0 + Ec_{max}$ .<br>$Ec_{max} = 1,2 \times 10^{-19} J$  | <b>0,5</b>  |
| <b>B-1.</b>   | Diagramme.<br>   | <b>0,5</b>  |
| <b>B-2.</b>   | Même source primaire, alors sources cohérentes.  | <b>0,5</b>  |
| <b>B-3.</b>   | Le phénomène d'interférence est dû à la superposition de deux faisceaux synchrones et cohérentes.  | <b>0,5</b>  |
| <b>B-4.a)</b> | Sur l'écran, dans la zone d'interférence, on observe:<br>☒ une frange brillante centrale<br>☒ des franges équidistantes, rectilignes, brillantes et sombres  | <b>0,5</b>  |
| <b>B.4.b)</b> | La distance entre les centres de deux franges brillantes consécutive est dite interfrange.   | <b>0,5</b>  |
|               | $i = 0,95mm$ .   | <b>0,25</b> |
|               | On a $a = \frac{\lambda D}{i} = 1mm$   | <b>0,75</b> |
| <b>C</b>      | La première expérience (émission photoélectrique) met en évidence l'aspect corpusculaire de la lumière<br>Tandis que la deuxième expérience (interférence) met en évidence l'aspect ondulatoire de la lumière. | <b>0,5</b>  |