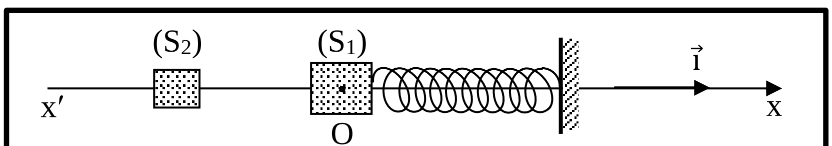
| | | |
|---|---|---|
| المادة: الفيزياء – لغة فرنسية<br>الشهادة: الثانوية العامّة<br>الفرع: علوم الحياة<br>نموذج رقم: 1 / 2019<br>المدّة: ساعتان | الهيئة الأكاديميّة المشتركة<br>قسم: العلوم | المركز التربوي للبحوث والإنماء |

Cette épreuve comporte trois exercices obligatoires. L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

## Exercice 1 (6 points) Oscillateur mécanique horizontal

Le but de cet exercice est de déterminer la raideur k du ressort (R) d'un oscillateur mécanique horizontal. Cet oscillateur est formé d'une particule $(S_1)$ de masse M = 400 g et du ressort (R) de masse négligeable et de raideur k.

Le centre de gravité G de $(S_1)$ peut se déplacer sur un axe rectiligne horizontal x'Ox; O est à la position d'équilibre de G, le ressort étant non étiré, comme l'indique (Doc 1). Négliger toute force de frottement.




**(Doc 1)**

**1) La mise en mouvement de l'oscillateur**

$(S_1)$ est initialement au repos et G est en O. Pour mettre $(S_1)$ en mouvement, une particule $(S_2)$, de masse $m = \frac{M}{2}$, est lancée vers $(S_1)$ le long de l'axe x'Ox. Juste avant la collision, $(S_2)$ se déplaçait avec la vitesse $\overrightarrow{V_2} = V_2\vec{i}$ ($V_2$ = 0,75 m/s). Juste après la collision, $(S_1)$ et $(S_2)$ se collent ensemble pour former un système (S) de masse $M_S$ et de centre de masse G. (S) acquiert ainsi la vitesse $\overrightarrow{V_0} = V_0\vec{i}$.

**1-1)** Préciser la grandeur physique qui reste conservée pendant cette collision.

**1-2)** Écrire l'équation qui exprime la conservation précédente.

**1-3)** Montrer que $V_0$ = 0,25 m/s.

**2) Étude énergétique de l'oscillateur non amorti**

(S) est mis en mouvement, juste après la collision, avec la vitesse $\overrightarrow{V_0} = V_0\vec{i}$ à l'instant $t_0 = 0$. À un instant t, la position de G est définie par son abscisse $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = x' = \frac{dx}{dt}$.

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

**2-1)** Écrire, à un instant t, l'expression de l'énergie mécanique $E_m$ du système [(S), (R), Terre].

**2-2)** Établir l'équation différentielle qui décrit le mouvement de G en fonction du temps.

**2-3)** Nous supposons que l'équation horaire du mouvement de G s'écrit sous la forme :
$x = X_m\sin(\omega_0 t)$ (x en m ; t en s), où $X_m$ est une constante positive.

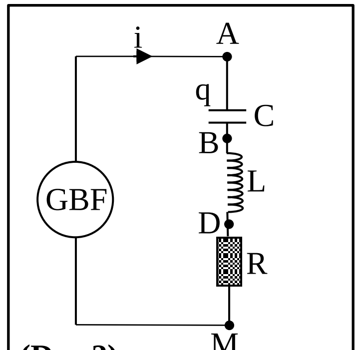
**2.3.1)** Déterminer l'expression de $\omega_0$.

**2.3.2)** Pendant le mouvement de (S), G oscille entre deux positions extrêmes A et B distantes de 20 cm. Déterminer la valeur de k.

**2.3.3)** G passe par le point C d'abscisse $x_1$ = -5,0 cm pour la deuxième fois à l'instant $t_1$. Déterminer $t_1$.

## Exercice 2 (7 points) Détermination des caractéristiques de dipôles électriques

Le but de cet exercice est de déterminer les caractéristiques R, L et C, respectivement, d'un conducteur ohmique, d'une bobine de résistance négligeable et d'un condensateur. Pour cela, nous effectuons deux expériences. Prendre : $\pi^2 = 10$.



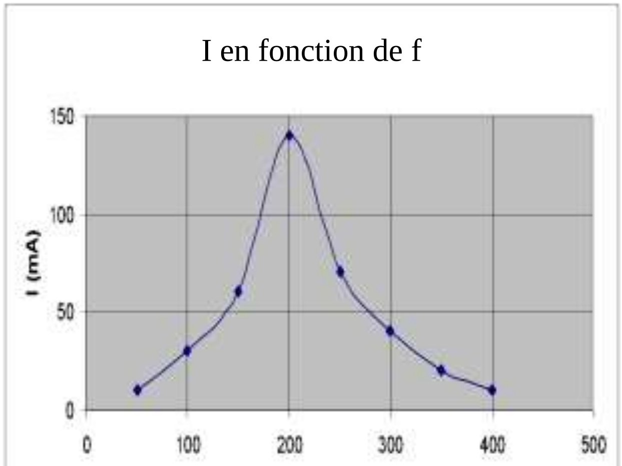
(Doc 2)

### 1) 1re expérience

Considérons un circuit série (Doc 2) constitué d'un GBF qui délivre à ses bornes une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U et de fréquence f réglable, un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, un condensateur de capacité C et un ampèremètre.

Un voltmètre, branché aux bornes du GBF, affiche une valeur constante U = 21 V.

On donne à f différentes valeurs et on enregistre, pour chacune, l'intensité efficace I du courant traversant le circuit. Nous obtenons le graphe de (Doc 3) donnant les variations de I en fonction de f.



(Doc 3)

**1-1)** Préciser le nom du phénomène physique qui prend naissance pour f = 200 Hz.

**1-2)** Indiquer alors la fréquence propre $f_0$ de ce circuit.

**1-3)** Déduire la valeur de R.

**1-4)** Montrer que la première relation entre L et C est : $LC = 0{,}625\times10^{-6}$ SI.

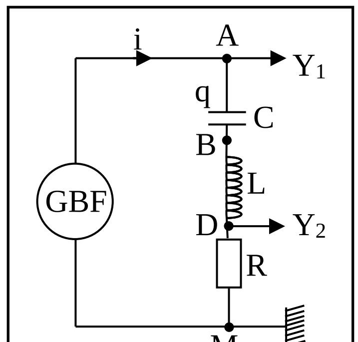
### 2) 2e expérience

Considérons le circuit série RLC où R = 150 Ω ; il est alimenté par un GBF qui présente à ses bornes une tension d'expression $u_{AM} = U_m \sin(2\pi ft)$ (Doc 4).

Le circuit est ainsi parcouru un courant alternatif sinusoïdal i.

L'oscilloscope est branché pour visualiser la tension $u_{AM}$ aux bornes du GBF et la tension $u_{DM}$ aux bornes du conducteur ohmique. (Doc 5) montre les oscillogrammes (1) et (2) correspondant respectivement aux tensions $u_{AM}$ et $u_{DM}$, la fréquence de $u_{AM}$ étant réglée à f = 50 Hz.

La sensibilité verticale sur les deux voies est de 5 V/division.



(Doc 4)

**2-1)** Calculer, en se référant au (Doc 5), la tension maximale $U_m$ aux bornes du GBF.

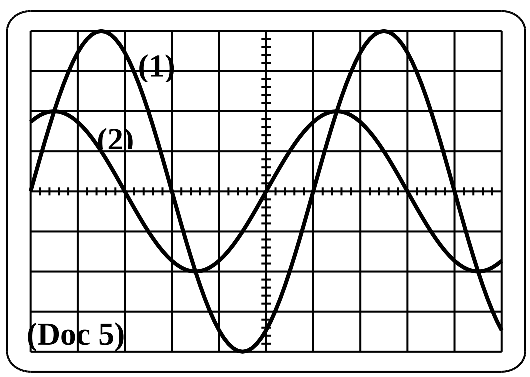
**2-2)** Déterminer, en se référant au (Doc 5), l'expression de la tension $u_{DM}$.

**2-3)** Déduire l'expression de i.

**2-4)** Déterminer l'expression de la tension $u_{AB}$ aux bornes du condensateur.

**2-5)** Déterminer l'expression de la tension $u_{BD}$ aux bornes de la bobine.

**2-6)** En utilisant la relation $u_{AM} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DM}$, à tout instant t, et en donnant à t la valeur zéro (t = 0), montrer que la deuxième relation entre L et C est : $10^4\pi^2 LC + 15000\pi C\sqrt{3} = 1$.



(Doc 5)

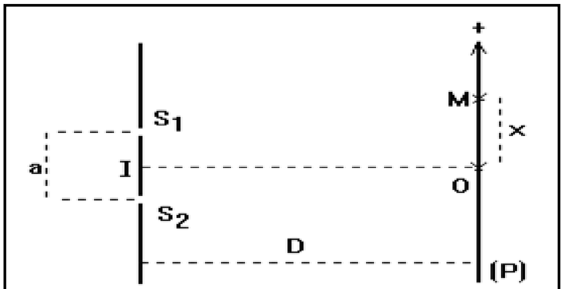
### 3) Conclusion

Déterminer les valeurs de L et C à partir des deux relations ci-dessus entre L et C.

## Exercice 3 (7 points) Aspect de la lumière

**1)** Dans un montage de Young, placés dans l'air, les deux fentes $S_1$ et $S_2$, droites et parallèles, ont leurs centres séparés par une distance $a = S_1S_2 = 1$ mm. Elles sont éclairées par une source S émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde, dans l'air, $\lambda = 625$ nm, S étant à égale distance de $S_1$ et $S_2$.

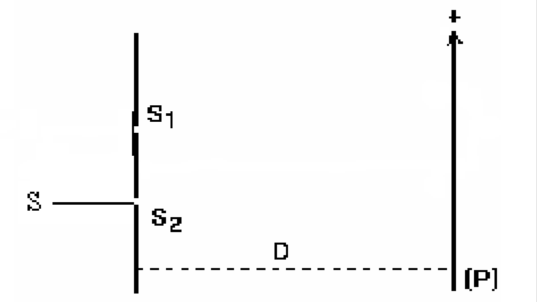
L'écran d'observation (P), parallèle au plan de ($S_1S_2$), est à une distance D = 1 m de I, le milieu de [$S_1S_2$]. Sur (P), on considère un point M dans la zone d'interférences dont la position est définie par son abscisse x par rapport au point O, projection orthogonale de I sur (P), comme l'indique (Doc 6).



**(Doc 6)**

**1-1)** Décrire les franges observées sur l'écran E.
**1-2)** Interpréter l'existence des franges.
**1-3)** Préciser la nature de la frange dont le centre est en O.
**1-4)** Donner, en fonction de D, a et x, la différence de marche optique au point M.
**1-5)** Établir l'expression de l'abscisse x des centres des franges sombres en fonction de D, $\lambda$ et a.
**1-6)** Déduire la valeur de l'interfrange en fonction de $\lambda$, D et a.
**1-7)** Déterminer le type et l'ordre de la frange dont le centre est à une distance de 3,75 mm de O.
**1-8)** Une lame à faces parallèles, d'épaisseur e et d'indice de réfraction n = 1,5, est placée devant $S_1$. La différence de marche optique en un point M devient : $\delta = (S_2M - S_1M) = \frac{ax}{D} - e(n-1)$. Le centre de la frange centrale brillante occupe maintenant la position précédemment occupée par le centre de la 2$^{e}$ frange sombre. Déterminer e.

**2)** Maintenant, on recouvre la fente $S_1$. La source S, émettant le rayonnement monochromatique, est placée en face de la fente $S_2$ dont la largeur est de 0,10 mm, comme l'indique (Doc 7).



**(Doc 7)**

**2-1)** Nommer le phénomène que la lumière subit à travers la fente.
**2-2)** Calculer la largeur L de la frange centrale obtenue sur l'écran.

**3)** Les deux phénomènes optiques précédents mettent en évidence un aspect particulier de la lumière. Indiquer cet aspect.

| | | |
|---|---|---|
| المادة: الفيزياء – لغة فرنسية<br>الشهادة: الثانوية العامّة<br>الفرع: علوم الحياة<br>نموذج رقم: 1 / 2019<br>المدّة: ساعتان | الهيئة الأكاديميّة المشتركة<br>قسم: العلوم | المركز التربوي للبحوث والإنماء |

أسس التصحيح

**Exercice 1 (6 points) Oscillateur mécanique horizontal**

| Question | Réponse | Note |
|---|---|---|
| **1-1** | La quantité de mouvement du système [($S_1$), ($S_2$)] est conservée puisque les forces appliquées sont les poids $M\vec{g}$ et $m\vec{g}$ et les réactions normales du support $\overrightarrow{N_1}$ et $\overrightarrow{N_2}$ dont la somme est nulle. | ½ |
| **1-2** | $M_S\,\overrightarrow{V_0} = m\overrightarrow{V_2}$ ; sur l'axe des abscisses, on peut écrire : $mV_2 = M_SV_0$ | ½ |
| **1-3** | $V_0 = mV_2/M_S = 0{,}200 \times 0{,}75 / 0{,}600 = 0{,}25$ m/s | ½ |
| **2-1** | $Em = Ec + Ep = ½\,M_Sv^2 + ½\,kx^2$ ($E_{pp} = 0$) | ½ |
| **2-2** | L'énergie mécanique du système [(S), (R), Terre] est conservée du fait de l'absence de toute perte d'énergie (la seule force extérieure appliquée, dont le point d'application se déplace, est la réaction normale dont le travail est nul).<br>$Em = ½\,M_Sv^2 + ½\,kx^2 = \text{constante}\ \forall t$<br>La dérivée par rapport au temps donne : $\frac{dEm}{dt} = M_Sv\frac{dv}{dt} + kx\frac{dx}{dt} = 0\ \forall t$ ; on a :<br>$M_Sv\left(\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{M_S}x\right) = 0\ \forall t$ ; Mais v n'est pas toujours nulle. On obtient : $x'' + \frac{k}{M_S}x = 0$ | 1 |
| **2-3-1** | $x = X_m\sin(\omega_0t)$ ; $v = x' = \omega_0X_m\cos(\omega_0t)$ ; $x'' = -\omega_0{}^2X_m\sin(\omega_0t) = -\omega_0{}^2\,x$ ; On obtient :<br>$x'' + \omega_0{}^2\,x = 0$. En identifiant avec l'équation précédente, on obtient : $\omega_0{}^2 = \frac{k}{M_S} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M_S}}$ | 1 |
| **2-3-2** | Puisque Em = constante, alors, $Em(t_0 = 0) = Em(t) = ½\,M_SV_0{}^2 = 0{,}5 \times 0{,}6 \times (0{,}25)^2 = 0{,}01875$ J<br>L'amplitude est : $X_m = AB/2 = 10$ cm $= 0{,}10$ m ; pour $x = X_m$, $v = 0$ ; $Em = Ep_e = ½\,kX_m{}^2$<br>$0{,}01875 = ½\,k \times (0{,}10)^2$ ; $k = 3{,}75$ N/m | 1 |
| **2-3-3** | Pour $t = t_1$, $v_1 > 0$ puisque G se déplace dans le sens positif et $x_1 = -5{,}0$ cm. Donc :<br>($\omega_0 = \sqrt{\frac{3{,}75}{0{,}600}} = 2{,}5$ rad/s et $T_0 = 2\pi/2{,}5 \approx 2{,}51$ s).<br>$x_1 = 0{,}10\sin(2{,}5t_1) = -0{,}050$ m et $v_1 = 0{,}25\cos(2{,}5t_1) > 0$<br>$\Rightarrow \sin(2{,}5t_1) = -0{,}50$ et $\cos(2{,}5t_1) > 0 \Rightarrow 2{,}5t_1 = -\pi/6$ ou $2{,}5t_1 = 2\pi - \pi/6 = 11\pi/6$<br>La valeur négative de $t_1$ est rejetée, d'où : $t_1 \approx 2{,}3$ s | 1 |

**Exercice 2 (7 points) Détermination des caractéristiques de dipôles électriques**

| Question | Réponse | Note |
|---|---|---|
| **1-1-** | Le circuit est ainsi le siège du phénomène de résonance d'intensité puisque l'intensité efficace du courant prend une valeur maximale $I_0$ pour f = 200 Hz. | ¼ |
| **1-2-** | La fréquence propre est alors $f_0$ = 200 Hz. | ¼ |
| **1-3-** | La valeur maximale de l'intensité efficace du courant est : $I_0$ = 140 mA.<br>Donc : $R = \frac{U}{I_0} = \frac{21}{0,140} = 150\ \Omega$. | ½ |
| **1-4-** | Dans ce cas : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 200$ ; $LC = \frac{1}{4\times\pi^2\times4\times10^4}$<br>$LC = 0,625\times10^{-6}$ SI (1) | ½ |
| **2-1** | $U_m = S_v.Y = 4 \times 5 = 20$ V<br>$u_{AM} = 20 \sin(100\pi t)$ | ½ |
| **2-2** | L'oscillogramme (2), ($u_{DM}$), est en avance de phase de $\lvert\varphi\rvert$ sur l'oscillogramme (1), ($u_{AM}$), car $u_{DM}$ prend une valeur maximale avant $u_{AM}$, les deux tensions évoluant dans le même sens.<br>Une période ($2\pi$) s'étend sur 6 div et la différence de phase $\lvert\varphi\rvert$ est relative à 1 div.<br>Donc : $\lvert\varphi\rvert = \frac{2\pi\times1}{6} = \frac{\pi}{3}$ rad et $\omega = 2\pi f = 100\pi$ rad/s<br>$U_{m2} = S_v.Y = 2\times 5 = 10$ V et<br>$u_{DM} = 10 \sin(100\pi t + \pi/3)$ ($u_{DM}$ en V, t en s) | **1½** |
| **2-3** | La loi d'Ohm donne : $i = \frac{u_{DM}}{R} = \frac{10}{150}\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ ; On obtient :<br>$i = \frac{1}{15}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = 0,067 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ ; (i en A, t en s). | ½ |
| **2-4** | $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_{AB}}{dt}$<br>La tension aux bornes du condensateur s'écrit : $u_{AB} = \frac{1}{C}\int i\, dt = -\frac{1}{1500\pi C}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ ,<br>la constante d'intégration étant nulle car $u_{AB}$ est une tension alternative sinusoïdale. | ½ |
| **2-5** | $u_{BD} = L\frac{di}{dt} = \frac{100}{15}\pi L \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ | ½ |
| **2-6** | $u_{AM} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DM}\quad \forall t$<br>$20\sin(100\pi t) = (\frac{100}{15}\pi L - \frac{1}{1500\pi C})\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3}) + 10\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})$<br>Pour t = 0<br>$0 = (\frac{100}{15}\pi L - \frac{1}{1500\pi C})\cos(\frac{\pi}{3}) + 10\sin(\frac{\pi}{3})$<br>$10^4\pi^2 LC + 15000\pi C\sqrt{3} = 1$ (2) | **1** |
| **3** | Les équations (1) et (2) donnent : $\begin{cases} C = 1,15\times10^{-5}\text{F} = 0,115\ \mu\text{F} \\ L = 0,0543\,\text{H} = 54,3\ \text{mH} \end{cases}$ | **1** |

**Exercice 3 (7 points)** **Aspect de la lumière**

| Question | Réponse | Note |
|---|---|---|
| **1-1** | On observe sur l'écran des franges rectilignes, alternativement brillantes et sombres, parallèles entre elles et aux fentes et de mêmes dimensions. | ½ |
| **1-2** | Nous avons la superposition des deux faisceaux lumineux émis par $S_1$ et $S_2$. Lorsque ces faisceaux lumineux atteignent un certain point en phase, nous avons une interférence constructive et ce point est le centre d'une frange brillante ; lorsqu'ils atteignent un autre point en opposition de phase, nous avons une interférence destructive et ce point est le centre d'une frange sombre. | ½ |
| **1-3** | La différence de marche optique en O s'écrit : $\delta = S_2O - S_1O = 0 \Rightarrow \delta = 0$.<br>Donc, O est le centre d'une frange brillante puisque les ondes reçues en O sont en phase. | ¾ |
| **1-4** | La différence de marche optique s'écrit : $\delta = S_2M - S_1M = \frac{ax}{D}$ | ¼ |
| **1-5** | Pour les centres des franges sombres, on a : $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ et $\delta = \frac{ax}{D}$ où $k \in \mathbf{Z}$.<br>Ainsi : $x = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}$ | ½ |
| **1-6** | L'interfrange est la distance entre les centres de deux franges consécutives de même nature.<br>$i = x_{k+1} - x_k = \left(k + 1 + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a} - \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$ | **1** |
| **1-7** | $x = 3{,}75$ mm $= 3{,}75\times10^{-3}$m<br>M est le centre d'une frange brillante si $\delta = k\,\lambda$,<br>et M est le centre d'une frange sombre si $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$,<br>k étant un nombre entier.<br>Donc : $\frac{\delta}{\lambda} = \frac{ax}{\lambda D} = 10^{-3} \times 3{,}75\times10^{-3} / (625\times10^{-9} \times 1) = 6$<br>Donc, M est le centre de la 6e frange brillante. | **1** |
| **1-8** | Pour le centre de la frange centrale brillante, on a : $\delta = 0$ ; Donc $\frac{ax}{D} = e\,(n-1)$ et $i = \lambda D/a$, soit :<br>$i = 625\times10^{-9} \times 1/ 10^{-3} = 0{,}625\times10^{-3}$ m $= 0{,}625$ mm.<br>Mais l'abscisse x du centre de la deuxième frange sombre s'écrit : : $x = 3i/2 = 9{,}375\times10^{-4}$ m,<br>On obtient : $e = \frac{ax}{D\,(n-1)} = \frac{9{,}375\times 10^{-4} \times 10^{-3}}{1 \times (1{,}5-1)} = 1{,}875 \times 10^{-6}$ m | **1** |
| **2-1** | La largeur de la fente est : $b = 0{,}10$ mm $= 1{,}0\times10^{-4}$ m ; elle est très petite.<br>La lumière subit alors le phénomène de diffraction. | ½ |
| **2-2** | $L = \frac{2\lambda D}{b}$ ; ainsi : $L = \frac{2\lambda D}{b} = \frac{2\times625\times10^{-9}\times1}{10^{-4}} = 1250\times10^{-5}$m $= 12{,}5$ mm | ½ |
| **3** | Le premier phénomène est le phénomène d'interférences de la lumière et le second est le phénomène de diffraction de la lumière. Donc, c'est l'aspect ondulatoire de la lumière. | ½ |