الدورة الإستثنائية للعام 2009	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	

Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages numérotées de 1 à 3.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Premier exercice (7 points)

Réponse d'un dipôle (r, L, C) en courant alternatif sinusoïdal

On réalise le montage du circuit série schématisé par la figure 1. Ce circuit comprend une bobine d'inductance L et de résistance r, un condensateur de capacité C de valeur réglable et un générateur G délivrant, entre ses bornes, une tension alternative sinusoïdale :

$$u_g = u_{AB} = 10\sqrt{3}\,\sin(\frac{200\pi}{3}t + \phi), \qquad (u_g \text{ en V, t en s}).$$

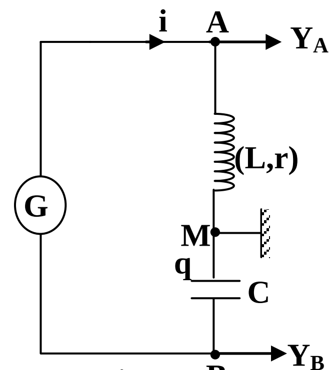


Fig. 1

Pour une certaine valeur de la capacité C, le circuit est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité $i = \sin(\frac{200\pi}{3}t)$, (i en A, t en s). (Prendre $0{,}32\,\pi = 1$).

Un oscilloscope, branché comme l'indique la figure 1, visualise, sur la voie Y_A, la tension $u_{AM} = u_b$ aux bornes de la bobine, et, sur la voie Y_B, la tension $u_{MB} = u_C$ aux bornes du condensateur, le bouton « INV » de la voie Y_B étant enfoncé.

Sur l'écran de l'oscilloscope, on observe les oscillogrammes représentés sur la figure 2.

La sensibilité verticale sur les deux voies est $S_V = 5$ V/div.

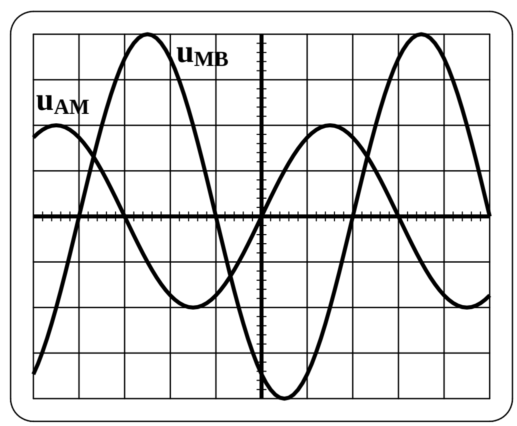


Fig.2

1) En se référant à la figure 2 :
- **a)** déterminer la sensibilité horizontale de l'oscilloscope ;
- **b)** déterminer les amplitudes U_{bmax} et U_{Cmax} des tensions u_b et u_C ;
- **c)** montrer que le déphasage ϕ' entre les tensions u_b et u_C est de $\frac{2\pi}{3}$ rad. Préciser la tension qui est en avance de phase sur l'autre.

2) **a)** **i)** Écrire la relation entre i, C et $\frac{du_C}{dt}$.

ii) Montrer que la tension u_C aux bornes du condensateur s'écrit : $u_C = \frac{3}{200\pi C}\sin(\frac{200\pi}{3}t - \frac{\pi}{2})$.

iii) Déduire que la valeur de C est 240 μF.

b) **i)** En se servant de la figure 2 et de l'expression de u_C, déterminer l'expression de u_b en fonction du temps.

ii) Donner l'expression du u_b en fonction de r, i, L et $\frac{di}{dt}$.

iii) En se servant de ce qui précède, et en donnant à t deux valeurs particulières, montrer que $r = 5\sqrt{3}\ \Omega$ et L = 0,024 H.

3) La relation $u_g = u_{AM} + u_{MB}$ est vérifiée quelle que soit t. Déterminer ϕ sachant que $-\frac{\pi}{2} < \phi_{rad} < \frac{\pi}{2}$.

4) On fait varier C. On remarque que, pour une certaine valeur C' de C, l'amplitude de i prend une valeur maximale.

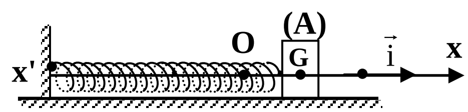
a) Nommer le phénomène physique mis ainsi en évidence.

b) Déterminer C'.

<u>Deuxième exercice</u> (7 points)

Oscillations mécaniques

Le but de cet exercice est d'étudier différents modes d'oscillations d'un pendule élastique horizontal constitué d'un mobile (A), de masse m = 200 g , et d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de raideur k = 80 N/m.



La position du centre d'inertie G de (A) est repérée, à une date t, sur un axe **x'x** , par son abscisse $x = \overline{OG}$; la vitesse de G est alors $\vec{V} = V\vec{i}$ où $V = x' = \frac{dx}{dt}$.

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

A – Oscillations libres non amorties

À l'instant $t_o = 0$, le centre d'inertie G de (A) étant en O (origine des abscisses), (A) est lancé à la vitesse $\vec{V}_0 = V_0\vec{i}$ (V_0 = 2,5 m/s). (A) se déplace alors sans frottement sur le support.

1) Calculer l'énergie mécanique du système [(A), ressort, Terre].

2) **a)** Donner, à la date t, l'expression de l'énergie mécanique du système [(A), ressort, Terre] en fonction de x, k, m, et V.

b) Déterminer l'équation différentielle qui régit le mouvement de G.

c) Déterminer la valeur de la pulsation propre ω_o et celle de la période propre T_o des oscillations.

3) La solution de l'équation différentielle est de la forme : $x = X_m \cos(\omega_o t + \varphi)$.
Déterminer les valeurs des constantes X_m et φ.

B – Oscillations libres amorties – Entretien des oscillations

À présent, G est au repos en O. On écarte (A) de 12,5 cm de O et on l'abandonne sans vitesse à la date $t_o = 0$. (A) effectue alors des oscillations pseudopériodiques de pseudo-période T. Au bout de 10 oscillations, l'amplitude du mouvement devient 12 cm.

1) Calculer la variation de l'énergie mécanique du système durant les 10 oscillations.

2) La valeur de T est très proche de celle de T_o. Pourquoi ?

3) Pour entretenir les oscillations de (A), un dispositif approprié fournit à l'oscillateur une énergie E durant ces 10 oscillations.

a) Que signifie « entretenir les oscillations » ?

b) Calculer la puissance moyenne P_m fournie durant ces 10 oscillations.

Troisième exercice (6 points)

L'effet photoélectrique

On donne : célérité de la lumière dans le vide $c = 3\times10^{8}$ m/s ; 1 eV = $1{,}6\times10^{-19}$ J.

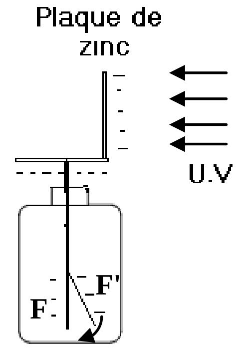


Fig.1

A) L'effet photoélectrique fut découvert par Hertz en 1887. Il peut être mis en évidence par l'expérience représentée par la figure 1. Une plaque de zinc est fixée sur la tige conductrice d'un électroscope. L'ensemble est chargé négativement.
Si on éclaire la plaque par une lampe émettant de la lumière blanche riche en radiations ultraviolettes (U.V), les feuilles F et F' de l'électroscope se rapprochent rapidement.

1) À quoi est dû le rapprochement des feuilles ?
2) L'effet photoélectrique met en évidence un aspect de la lumière. Lequel ?

B) Les expériences réalisées par Millikan vers 1915 consistaient à déterminer les énergies cinétiques maximales E_C des électrons émis par des plaques métalliques lorsque ces plaques sont éclairées par des radiations monochromatiques de longueurs d'onde λ dans le vide de valeurs réglables.
Dans une expérience concernant une plaque de césium, un dispositif permet de mesurer l'énergie cinétique maximale E_C d'un électron émis correspondant à la longueur d'onde λ de la radiation incidente.
Les variations de E_C en fonction de λ sont représentées par le graphique de la figure 2.
Le but de cette partie est de déterminer la valeur de la constante de Planck h et celle de l'énergie d'extraction W_S du césium.

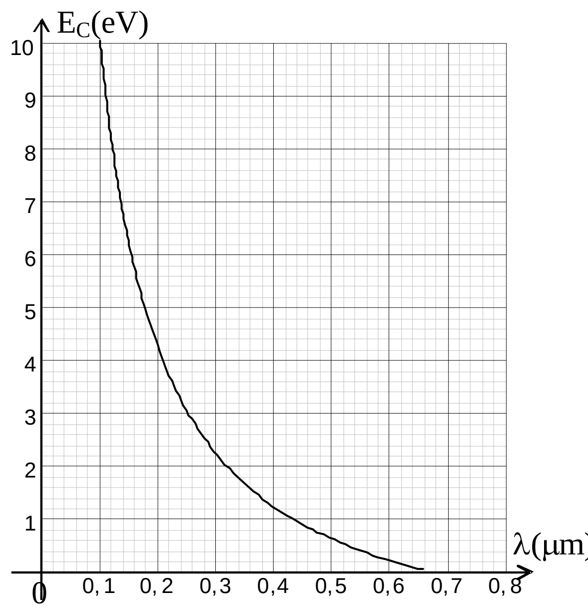


Fig.2

1) Écrire l'expression de l'énergie E d'un photon incident, de longueur d'onde λ dans le vide, en fonction de λ, h et c.
2) **a)** En se basant sur la relation d'Einstein relative à l'effet photoélectrique, montrer que l'énergie cinétique maximale E_C d'un électron extrait peut se mettre sous la forme $E_C = \frac{a}{\lambda} + b$, où a et b sont des constantes.

   b) En déduire l'expression de la longueur d'onde seuil λ_S du césium en fonction de W_S, h et c.
3) En se référant au graphique :
   a) donner la valeur de la longueur d'onde seuil λ_S du césium ;
   b) déterminer la valeur de W_S et celle de h.

أسس التصحيح للثانوية العامة فرع علوم الحياة لمادة الفيزياء. دورة 2009 الاستثنائية

Premier exercice (7 points)

1) **a)** La pulsation de la tension est $\omega = \frac{200\pi}{3} = \frac{2\pi}{T}$ $\Rightarrow$ la période est T = 30 ms

La période couvre 6 divisions sur l'écran $\Rightarrow S_h = \frac{30}{6} = 5\ ms/div$. **(¾)**

b) U_{bmax} = 2div × 5V/div = 10 V ; U_{Cmax} = 4div × 5V/div = 20V. **(½)**

c) ϕ' correspond à 2 div. $\Rightarrow \phi' = \frac{2\pi\times 2}{6} = \frac{2\pi}{3}$ rad. u_b est en avance de ϕ' sur u_c **(¾)**

2) **a) i)** $i = C\frac{du_C}{dt}$. **(¼)**

ii) $i = C\frac{du_C}{dt} \Rightarrow u_C = \frac{1}{C}$ pri.de $i = -\frac{1}{C}\frac{3}{200\pi}\cos(\frac{200\pi}{3}t)$

$\Rightarrow u_c = \frac{3}{200\pi C}\sin(\frac{200\pi}{3}t - \frac{\pi}{2})$. **(½)**

iii) $\frac{1}{C}\frac{3}{200\pi} = U_{Cmax} = 20\ V \Rightarrow C = 2{,}4\times 10^{-4}$ F. **(½)**

b) i) $u_b = 10\sin(\frac{200\pi}{3}t - \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{3}) = 10\sin(\frac{200\pi}{3}t + \frac{\pi}{6})$. **(½)**

ii) $u_b = ri + L\frac{di}{dt}$ **(½)**

iii) $u_b = ri + L\frac{di}{dt} = 10\sin(\frac{200\pi}{3}t + \frac{\pi}{6}). = r\sin(\frac{200\pi}{3}t) + \frac{200\pi}{3}L\cos(\frac{200\pi}{3}t)$.

Pour t = 0, on a : $5 = 0 + \frac{200\pi}{3}L \Rightarrow L = 24$ mH.

Pour $\frac{200\pi}{3}t = \frac{\pi}{2}$ on a : $10\times\frac{\sqrt{3}}{2} = r + 0 \Rightarrow r = 5\sqrt{3} = 8{,}66\ \Omega$. **(1)**

3) $u_g = u_b + u_C \Rightarrow 10\sqrt{3}\sin(\frac{200\pi}{3}t + \phi) = 10\sin(\frac{200\pi}{3}t + \frac{\pi}{6}) + 20\sin(\frac{200\pi}{3}t - \frac{\pi}{2})$.

Pour t = 0 on a : $10\sqrt{3}\sin\phi = 5 - 20 = -15 \Rightarrow \sin\phi = -\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \phi = -\frac{\pi}{3}$ rad **(¾)**

4) **a)** Résonance d'intensité **(¼)**

b) À la résonance, $LC'\omega^2 = 1 \Rightarrow C' = \frac{1\times(3)^2}{0{,}024\times(200\pi)^2} = 9{,}6\times 10^{-4}$ F. **(¾)**

Deuxième exercice (7 points)

A –

1) $E_m = E_c + E_{pe} + E_{pp}$; $E_{pe} = 0$ car (A) est en O et $E_{pp} = 0$ (référence)

alors $E_m = E_c = \frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}(0{,}2)(2{,}5)^2 = 0{,}625$ J **(1)**

2) **a)** $E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2$ **(½)**

b) Les forces dissipatives sont négligeables alors E_m est conservée et

$\frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow$

$\frac{1}{2}m\times 2\times V\times\ddot{x} + \frac{1}{2}\times k\times 2\times V = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ **(½)**

c) $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{m}} = 20$ rd/s et $T_o = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0{,}314$ s **(1)**

3) Au maximum d'élongation $E_c = 0$ alors $E_m = ½\ k\ X^2_m$

La conservation de Em donne : $0{,}625 = ½\ (80)\ X^2_m$ alors Xm =0,125 m

D'autre part : $x = X_m\cos(\omega_o t + \varphi)$ et $V = -X_m\omega_o\sin(\omega_o t + \varphi)$

Pour t = 0 ; x = 0 $\Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{2}$ et $\varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$

Pour t = 0 ; V = 2,5 m/s $\Rightarrow 2{,}5 = -0{,}125 \times 20\sin\varphi \Rightarrow \sin\varphi = -1$

$\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$ rd **(1½)**

B –

1) $\Delta E_m = \frac{1}{2}k(X^2_{2m} - X^2_{1m}) = -0{,}049$J **(¾)**

2) Frottement très faible. **(¼)**

3) **a)** Fournir de l'énergie à l'oscillateur de façon à conserver son amplitude constante. **(½)**

b) Le travail fourni par le dispositif est : $E = |\Delta E_m|$

$\Rightarrow P_m = \frac{0{,}049}{10\times 0.314} = 0{,}016$ w. **(1)**

Troisième exercice (6 points) .

A –

1) la plaque porte un excédent d'électrons ; quand la plaque est exposée aux radiations U.V, des électrons sont arrachés, d'où la décharge de l'électroscope. **(¾)**

2) L'aspect corpusculaire **(½)**

B – 1) $E = \frac{hc}{\lambda}$ **(¼)**

2) a) $E = E_C + W_S \Rightarrow E_C = \frac{hc}{\lambda} - W_S = \frac{a}{\lambda} + b$ avec $a = hc$ et $b = -W_S$. **(1 ¼)**

b) $E_C = 0$ pour $\frac{hc}{\lambda_S} - W_S = 0 \Rightarrow \lambda_S = \frac{hc}{W_S}$. **(1)**

3) a) $\lambda_S = 0{,}66\ \mu m$ **(¾)**

b) Graphiquement on a :

pour $\lambda = 0{,}18\ \mu m$, $E_C = 5$ eV $\Rightarrow 5\times1{,}6\times10^{-19} = \frac{hc}{0{,}18\times10^{-6}} - W_S$

pour $\lambda = 0{,}66\ \mu m$, $W_S = \frac{hc}{0{,}66\times10^{-6}} \Rightarrow W_S = 3\times10^{-19}$ J et $h = 6{,}6\times10^{-34}$ J.s **(1½)**