مسابقة في مادة الفيزياء
المدة ساعتان

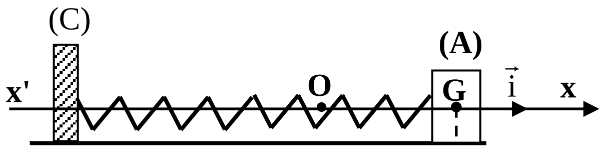
الاسم:
الرقم:

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

Premier exercice : (7 points)

Oscillations mécaniques

Le but de cet exercice est d'étudier deux types d'oscillation d'un pendule élastique horizontal.
Sur une table, on considère un mobile autoporteur (A), de masse m = 200 g , fixé à l'une des extrémités d'un ressort à spires non jointives , de masse négligeable et de constante de raideur k = 80 N/m ; l'autre extrémité du ressort est accrochée à un support fixe (C) (figure ci-contre). (A) glisse sur un rail horizontal et son centre d'inertie G peut alors se déplacer suivant un axe horizontal x'Ox.
À l'équilibre, G coïncide avec l'origine O de l'axe x'x.



À un instant t, la position de G est repérée, sur l'axe $(O, \vec{i})$, par son abscisse $x = \overline{OG}$; sa vitesse est $\vec{v} = v\vec{i}$ 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

On suppose, dans cette partie, que les frottements sont négligeables. À l'instant $t_o = 0$, G, initialement en O, est lancé à la vitesse $\vec{V}_0 = V_0\vec{i}$ (V_0 = 2,5 m/s).

1) Déterminer, à $t_o = 0$, l'énergie mécanique du système [(A), ressort, Terre].

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

3) **a)** Établir l'équation différentielle, en x, qui régit le mouvement de G.
b) Déduire la valeur de la pulsation propre ω_o et celle de la période propre T_o des oscillations.

4) La solution de l'équation différentielle précédente 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

On suppose, à présent, que (A) est soumis à une force de frottement $\vec{f}$ de valeur moyenne f_m.

1) Le centre d'inertie G est écarté de X_{0m} = 12,5 cm de O. On abandonne (A) à l'instant $t_o = 0$ sans vitesse initiale. G passe par O, pour la première fois, à la date t_1 = 0,085 s, avec une vitesse $\vec{V}_1$ de valeur V_1 = 2 m/s.
  a) Déterminer la variation de l'énergie mécanique du système [(A), ressort, Terre] entre les instants t_o et t_1.
  b) Déduire f_m entre les instants t_o et t_1.

2) Pour entretenir les oscillations de (A), un dispositif approprié fournit à l'oscillateur une puissance moyenne P_m.
  a) Que signifie « entretenir les oscillations » ?
  b) Calculer P_m entre les instants t_o et t_1.

<u>Deuxième exercice</u> : (7 points)

Identification de deux dipôles

On dispose de deux dipôles (D_1) et (D_2), d'un générateur (G) délivrant une tension alternative sinusoïdale de pulsation $\omega = 100\pi$ rd/s et d'un conducteur ohmique (R) de résistance $R = 100\ \Omega$. L'un des deux dipôles est une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, l'autre est un condensateur de capacité C.

Prendre $\pi = \dfrac{1}{0,32}$.

A- Caractéristique du dipôle (D_1)

On réalise le circuit série de la figure (1) comportant le dipôle (D_1), le générateur (G) et le conducteur ohmique de résistance R.

Un oscilloscope visualise, sur la voie Y_1, les variations de la tension u_{AM} aux bornes de (D_1) et, sur la voie Y_2, la tension u_{MB} aux bornes du conducteur ohmique ; le bouton "Inv" de la voie Y_2 étant enfoncé. Les oscillogrammes sont représentés sur la figure (2).

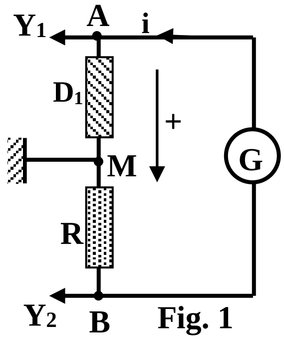
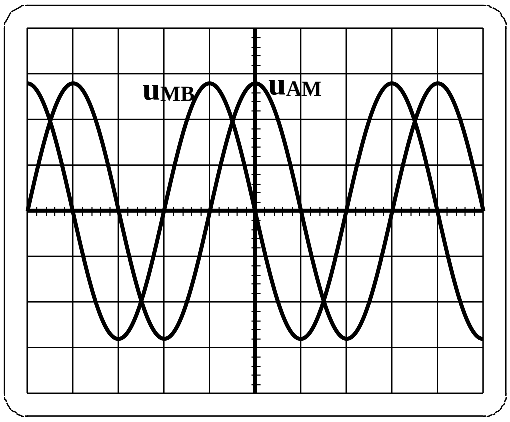


Fig. 1

1) En utilisant les oscillogrammes de la figure 2, montrer que (D_1) est un condensateur.
2) En se référant aux oscillogrammes de la figure 2, déterminer :
   a) la valeur maximale $U_{m(R)}$ de la tension u_{MB} et en déduire la valeur maximale I_m de l'intensité i du courant qui traverse le circuit ;
   b) la valeur maximale $U_{m(D1)}$ de la tension u_{AM}.
3) Sachant que l'expression de i est $i = I_m\cos(\omega t)$, montrer que u_{AM} peut s'écrire sous la forme :

$$u_{AM} = \frac{I_m}{C\omega}\sin(\omega t).$$

4) Déduire la valeur de C.



La sensibilité verticale des deux voies est 5 V/div **Fig. 2**

B- Caractéristique du dipôle (D_2)

(D_2) est donc la bobine. On réalise alors le montage de la figure (3). On visualise sur l'écran de l'oscilloscope la tension $u_{AM} = u_G$ sur la voie Y_1 et la tension u_{BM} sur la voie Y_2**.** On observe alors les oscillogrammes de la figure 4.

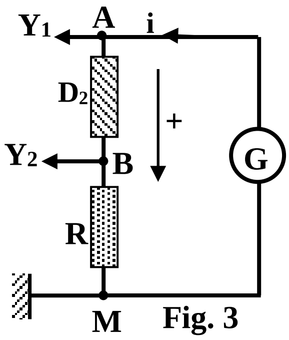
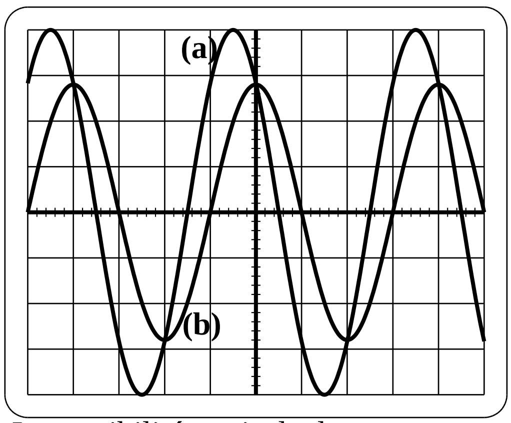


Fig. 3

1) Montrer que la courbe (a) représente u_G.
2) D'après les oscillogrammes de la figure 4, déterminer :
   a) la valeur maximale $U_{m(R)}$ de la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique et en déduire la valeur maximale I_m de l'intensité i du courant dans le circuit ;
   b) la valeur maximale $U_{m(G)}$ de la tension aux bornes du générateur ;
   c) le déphasage φ entre l'intensité i et la tension u_G.
3) Sachant que $i = I_m\cos(\omega t)$:
   a) déterminer l'expression de la tension u_{AB} aux bornes de la bobine en fonction de L, I_m , ω et t ;
   b) écrire l'expression de la tension u_G en fonction du temps.
4) En appliquant la loi d'additivité des tensions entre A et M et en donnant à t une valeur particulière, déterminer la valeur de L.



La sensibilité verticale des deux voies est 5 V/div **Fig. 4**

<u>Troisième exercice</u> : (6 points)

L'atome d'hydrogène

Le but de cet exercice est d'étudier la série de Lyman de l'atome d'hydrogène dont les niveaux d'énergie sont donnés par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$, avec $E_0 = 13,6$ eV et n un nombre entier positif non nul.

Données :

$h = 6,62 \times 10^{-34}$ J·s; $c = 3 \times 10^{8}$ m/s; 1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J; 400 nm $\leq \lambda_{visible} \leq$ 800 nm.

A- Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

1) **a)** Calculer l'énergie de l'atome d'hydrogène, quand il est :

- **i.** dans l'état fondamental ;
- **ii.** dans le premier état excité ;
- **iii.** dans l'état ionisé.

b) L'énergie de l'atome est quantifiée. Justifier.

2) Cet atome, pris dans un niveau d'énergie E_p, reçoit un photon d'énergie E et de longueur d'onde λ dans le vide ; il passe alors à un niveau d'énergie E_m tel que m > p.

a) Ecrire la relation entre E, E_p et E_m.

b) Déduire la relation entre E_0, p, m, h, c et λ.

B- La raie d'absorption « Lyman α »

Certaines galaxies très lointaines contiennent en leur centre un noyau très lumineux appelé « quasar ». Le spectre d'un quasar contient des raies d'émission et des raies d'absorption.

Dans la série d'absorption de Lyman, l'atome passe du niveau fondamental vers un niveau excité d'énergie E_n en absorbant un photon de longueur d'onde λ.

1) Déterminer, dans la série d'absorption de Lyman, la relation entre h, c, λ, E_0 et n.

2) La longueur d'onde d'une raie de la série d'absorption de Lyman est donnée par la relation :

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$; R_H est la constante de Rydberg.

a) Montrer que $R_H = \frac{E_0}{hc}$.

b) Déduire sa valeur dans le SI.

3) **a)** Déterminer la plus grande longueur d'onde de la série d'absorption de Lyman.

b) Déduire le domaine du spectre auquel appartiennent les raies de la série de Lyman : visible, ultraviolet ou infrarouge.

4) « Lyman α », de longueur d'onde $\lambda_\alpha = 121,7$ nm, est l'une des raies du spectre d'absorption de la série de Lyman. Cette raie nous permet de détecter les nuages gazeux qui entourent le quasar. Indiquer la transition de l'atome d'hydrogène qui correspond à la raie d'absorption « Lyman α ».

دورة العام 2014 العادية الاحد 22 حزيران 2014	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	مشروع معيار التصحيح

Premier exercice : Oscillations mécaniques (7 points)		
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	$E_{m0} = E_{c0} + E_{pe0} + E_{pp0}$; $E_{pe0} = 0$ car (A) est en O et $E_{pp} = 0$ (référence) alors $E_{m0} = E_{c0} = \frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}(0,2)(2,5)^2 = 0,625$ J	**0.75**
A.2	$E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$	**0.50**
A.3.a	Les forces dissipatives sont négligeables (Pas de forces non conservatives) alors E_m est conservée $\Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow$ $\frac{1}{2}m2v\ddot{x} + \frac{1}{2}k2xv = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$	**0.75**
A.3.b	L'équation différentielle est de la forme : $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ $\Rightarrow \omega_o = \sqrt{\frac{k}{m}}$ =20 rd/s et $T_o = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ = 0,314 s	**1.00**
A.4	$x = X_m \cos(\omega_o t + \varphi)$; Pour t = 0 ; $x_0 = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{2}$ $x' = v = -\omega_0 Xm \sin(\omega_0 t + \varphi)$; Pour t = 0 ; $V_0 = -\omega_0 Xm \sin(\varphi)$ $\Rightarrow \sin(\varphi) < 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$ rd on remplace φ dans $V_0 = -\omega_0 Xm \sin(\varphi)$ on obtient $X_m = \frac{V_0}{\omega_0}$ = 0,125 m **<u>Ou bien</u>** : 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	**1.50**
B.1.a	Au passage par O, $E_{pe} = 0$ alors $E_m = E_c$ $\Delta E_m = E_{m1} - E_{m0} = E_{c1} - E_{pe0} = ½\, m v_1^2 - ½\, k x_{0m}^2$ $= \frac{1}{2}0,2 \times 2^2 - 0,625 = -0,225$J	**0.75**
B.1.b	$\Delta E_m = W_{\vec{f}} \Rightarrow -0,225 = -f_m\ X_m \Rightarrow f_m = 1,8$ N	**0.75**
B.2.a	Fournir de l'énergie à l'oscillateur pour compenser les pertes en énergie de façon à conserver son amplitude constante.	**0.50**
B.2.b	Le travail fourni par le dispositif est $\Delta W = \lvert\Delta E_m\rvert$ $\Rightarrow P_m = \frac{\lvert\Delta E_m\rvert}{\Delta t} = \frac{0,225}{0,085} = 2,647$ W.	**0.50**

Deuxième exercice : Identification de deux dipôles (7 points)		
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	$u_{MB} = u_R$ (image du courant) est en avance de phase sur u_{AM} donc D_1 est un condensateur	**0.50**
A.2.a	$U_{m(MB)} = 2{,}8\ div \times 5 = 14\ V = RI_m$ donc $I_m = 0{,}14\ A$	**0.75**
A.2.b	$U_m(_{AM}) = 2{,}8\ div \times 5 = 14\ V$	**0.25**
A.3	$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_c}{dt}$; $du_c = \frac{1}{C}idt$; $u_c = \frac{1}{C}\int i.dt = \frac{1}{C}\int I_m \cos(\omega t).dt = \frac{I_m}{C\omega}\sin(\omega t)$	**0.75**
A.4	$\frac{I_m}{C\omega} = U_m(_{AM}) = 14\ V \Rightarrow C = 32\times10^{-6}\ F$	**0.75**
B.1	L'amplitude du gaphe (a) > que celle de (b) et $S_{V1} = S_{V2}$ donc il représente u_{AM} **<u>Ou bien</u>** : (a) en avance sur (b) donc (a) représente la tension aux bornes du générateur et (b) aux bornes du conducteur ohmique (image de i) car c'est un circuit RL (inductif)	**0.50**
B.2.a	$U_m(_{BM}) = 2{,}8\ div \times 5 = 14\ V = RI_m$ donc $I_m = 0{,}14\ A$	**0.50**
B.2.b	$U_{m(G)} = 4\ div \times 5 = 20\ V$	**0.25**
B.2.c	$\lvert\varphi\rvert = \frac{2\pi.0,5div}{4div} = \frac{\pi}{4}$ rd	**0.50**
B.3.a	$u_L = u_{AB} = L(di/dt) = -L\omega I_m \sin(\omega t)$	**0.50**
B.3.b	$u_G = u_{AM} = 20\cos(\omega t + \pi/4)$	**0.50**
B.4	$u_G = u_L + u_R$ $\Rightarrow 20\cos(\omega t+\pi/4) = -L\omega I_m\sin(\omega t) + R\ I_m\cos(\omega t)$ Pour $\omega t = \pi/2 \Rightarrow 20\cos(\pi/2 + \pi/4) = -L\omega I_m \Rightarrow L = 0{,}32\ H$	**1.25**

Troisième exercice : L'atome d'hydrogène (6 points)		
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1.a.i	$E_1 = -\frac{E_0}{1^2} = -13{,}6\text{ eV}$	**0.25**
A.1.a.ii	Pour n = 2, $E_2 = -\frac{13{,}6}{4} = -3{,}4$ eV	**0.25**
A.1.a.iii	A l'état ionisé ; $E\infty = 0$ eV	**0.25**
A.1.b	L'atome prend des valeurs d'énergie bien précises (discontinue)	**0.50**
A.2.a	$E = E_m - E_p$ **.**	**0.50**
A.2.b	$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = -\frac{E_0}{m^2} + \frac{E_0}{p^2} = E_0(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{m^2})$ $\Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = E_0(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{m^2})$	**0.75**
B.1	$E_n - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -\frac{E_0}{n^2} + E_0 = \frac{hc}{\lambda}$ $\frac{hc}{\lambda} = E_0(1 - \frac{1}{n^2})$	**0.50**
B.2.a	$\frac{hc}{\lambda} = E_0(1 - \frac{1}{n^2}) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc}(1-\frac{1}{n^2})$, $\Rightarrow R_H = \frac{E_0}{hc}$	**0.50**
B.2.b	$R_H = \frac{13{,}6 \times 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{6{,}62 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^{8}} = 1{,}096 \times 10^7\text{ m}^{-1}$.	**0.50**
B.3.a	La plus grande longueur d'onde correspond à la plus petite énergie de transition, donc à $E_2 - E_1$ $\frac{hc}{\lambda_{max}} = E_2 - E_1 \Rightarrow \lambda_{max} = 1{,}217 \times 10^{-7}\text{m} = 121{,}7\text{nm}$ Ou bien : n = 2 $\Rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = 1.096 \times 10^7 (1-\frac{1}{2^2}) = 8.217 \times 10^7\text{ m}^{-1} \Rightarrow$ $\lambda_{max} = 1.217 \times 10^{-7}$ m = 121.7 nm.	**1.00**
B.3.b	Le domaine du spectre auquel appartiennent les raies de la série Lyman est l'ultraviolet. Car la plus grande : $\lambda_{max} < 400$ nm.	**0.50**
B.4	$\lambda_{max} = \lambda\alpha \Rightarrow$ cette raie correspond à la transition n = 1 $\rightarrow$ n = 2	**0.50**