TOGETHER WE CAN

an educational and social initiative committed to helping individuals learn and grow together to pursue their passions and make a positive impact.

@wecantogether

wecantogether70@gmail.com

https://linktr.ee/together_we_can

+961-76 096391

@wecantogether0

These files have been meticulously arranged by the 'Together We Can' team,

as we wish you the best of luck on your academic journey,

filled with happiness and success

Join us in creating a better tomorrow,
hand in hand!

@wecantogether

https://linktr.ee/together_we_can

@wecantogether0

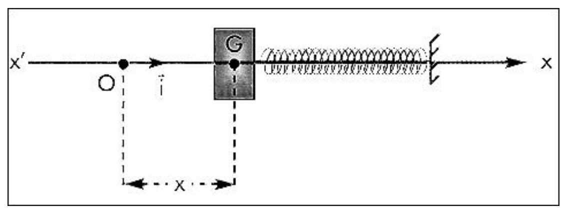
wecantogether70@gmail.com

+961-76 096391

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة فرع علوم الحياة	دورة سنة 2001 العادية
	مسابقة في الفيزياء المدة : ساعتان	الاسم : الرقم :

Cette épreuve, formée de trois exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.
Les calculatrices non programmables sont autorisées.

<u>Premier exercice</u> (7 pts) Etude du mouvement d'un pendule élastique horizontal



Le pendule élastique horizontal de la figure ci-dessous comporte un solide (S) de masse m =100 g et un ressort de constante de raideur k = 80 N/m.

Le centre d'inertie G de (S) peut se déplacer le long d'un axe horizontal (O, $\vec{i}$).
A l'instant $t_o = 0$, G au repos en O, on lance (S) avec une vitesse $\vec{V}_0 = V_0\vec{i}$ (V_0 = 3 m/s). (S) se met alors à osciller et à une date t, l'abscisse de G est x et sa vitesse est $\vec{V} = V\vec{i}$.
Le plan horizontal contenant G est le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

A- Oscillations libres non amorties

Dans cette partie on néglige les forces de frottement.

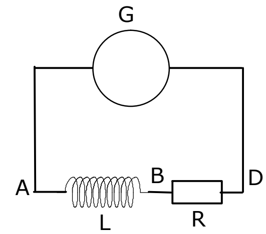
1) a) Ecrire l'expression de l'énergie mécanique du pendule ((S), ressort), en fonction de x et V.
   b) L'énergie mécanique de ce pendule est-elle conservée? Calculer sa valeur.
2) Etablir l'équation différentielle du second ordre qui décrit le mouvement de G.
3) a) Vérifier que $x = x_m \cos(\omega_o t + \varphi)$ est une solution de cette équation où $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{m}}$.
   b) Calculer les valeurs de x_m, de φ et de la période propre T_o du pendule.
   c) Déterminer le temps au bout duquel, G repasse pour la première fois par l'origine O.

B- Oscillations libres amorties

Dans cette partie, les frottements ne sont pas négligeables et (S) effectue des oscillations amorties de pseudo-période T.

1) T est-elle plus petite, égale ou plus grande que T_o?
2) A l'instant t = T, la vitesse de (S) est 2,8 $m.s^{-1}$.
   a) Quelle est la position de G à cet instant?
   b) Calculer le travail effectué par les forces de frottement entre $t_o = 0$ et t = T.

Deuxième exercice (7 points) Détermination de l'inductance d'une bobine

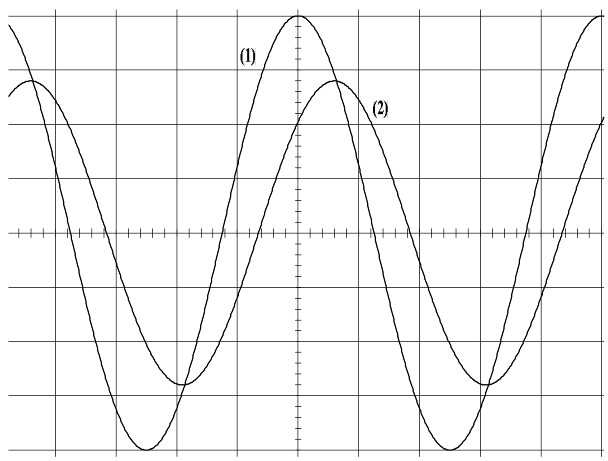


Dans le but de déterminer l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable, on branche cette bobine en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω aux bornes d'un générateur basse fréquence G (Fig. 1). Le générateur G délivre une tension alternative sinusoïdale $u_G = U_m \cos \omega t$ (u_G en V, t en s).

1) Reproduire le schéma de la figure (1), en indiquant les branchements des voies d'un oscilloscope afin de visualiser les tensions u_G aux bornes du générateur et u_R aux bornes du conducteur ohmique.

2) Laquelle des deux tensions, u_G ou u_R, représente l'image de l'intensité i du courant alternatif sinusoïdal traversant le circuit? Justifier la réponse.

3) Dans la figure 2, l'oscillogramme (1) visualise l'évolution de la tension U_G au cours du temps. Justifier en précisant lequel des oscillogrammes, (1) ou (2), est en avance sur l'autre. Déterminer le déphasage entre ces deux oscillogrammes.



Sensibilité horizontale: 5 ms/div
Sensibilité verticale sur les deux voies: 1 V/div.

4) A partir des oscillogrammes, déterminer: la pulsation ω, la valeur maximale U_m de la tension aux bornes de G et l'amplitude I_m de l'intensité i du courant dans le circuit.

5) Ecrire, en fonction du temps t, l'expression de l'intensité i et celle de la tension u_L aux bornes de la bobine.

6) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t une valeur particulière, déterminer la valeur de L.

Troisième exercice : **(6 pts)** **Énergie libérée par la désintégration du cobalt**

L'isotope cobalt $^{60}_{27}Co$ est radioactif de période (demi-vie) T = 5,3 ans. On considère un échantillon de cet isotope ayant une masse $m_o = 1$ g à l'instant $t_o = O$.

Données:

$^{A}_{Z}X$	$^{60}_{27}Co$	$^{60}_{28}Ni$	$^{0}_{-1}e$
Masse (en u)	59,9190	59,9154	0,00055

- 1 u = 931,5 MeV/c^2.
- célérité de la lumière dans le vide: $c = 3 \times 10^8$ m.s^{-1}. constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s
- nombre d'Avogadro: $6,02 \times 10^{23}$ mol^{-1}.
- masse molaire du cobalt: 60 g.mol^{-1}.

1) Déterminer le nombre des noyaux non désintégrés et l'activité de l'échantillon à l'instant t = 10,6 ans.

2) L'une des désintégrations de $^{60}_{27}Co$ donne naissance à l'isotope nickel $^{60}_{28}Ni$.

a) Ecrire, en le justifiant, l'équation de la désintégration d'un noyau cobalt $^{60}_{27}Co$. Identifier la particule émise.

b) Calculer, en MeV, l'énergie libérée par cette désintégration.

c) Déterminer l'énergie libérée par la désintégration de 1 g du cobalt $^{60}_{27}Co$.

d) Sachant que l'énergie libérée par la combustion complète de 1 g de charbon est de 30 kJ, trouver la masse de charbon pouvant libérer la même énergie calculée dans la question c).

Solution

Premier exercice (7 pts)

1) $E_m = E_c + E_{pe} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ (0,5 pt)

2)

a)Les forces de frottement sont négligées alors E_m est conservée.

$E_m = E_{mo} = \frac{1}{2}mv_o^2 + \frac{1}{2}kx_o^2 = 0,45 + 0 = 0,45$ J. (0,75 pt)

b)

$\frac{dE_m}{dt} = mvv' + kxx' = 0$; $v' = x''$ et $x' = v$

(0,75 pt)

$x'' + \frac{k}{m}x = 0$

3)

a) $x = x_m \cos(\omega_o t + \varphi)$; $x' = -x_m \omega_o \cos(\omega_o t + \varphi)$; $x'' = -x_m \omega_o^2 \cos(\omega_o t + \varphi)$

$x'' + \omega_o^2 x = -x_m \omega_o^2 \cos(\omega_o t + \varphi) + x_m \omega_o^2 \cos(\omega_o t + \varphi) = 0$

$x = x_m \cos(\omega_o t + \varphi)$ est une solution de l'équation. (1 pt)

b) - $\omega_o = \frac{2\pi}{T_o} = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow T_o = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 0,22$ s (0,75 pt)

- $x = x_m$; $v = 0$ alors $E_m = \frac{1}{2}kx_m^2 = 0,45$ J $\Rightarrow x_m = 0,106$ m $= 10,6$ cm (0,75 pt)

- à $t = 0$, $x_o = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0$ et $v_o > 0 \Rightarrow \sin\varphi < 0$ donc $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ rad . (0,5 pt)

c) (S) effectue une demi-période $t = 0,11$ s. (0,25 pt)

B-

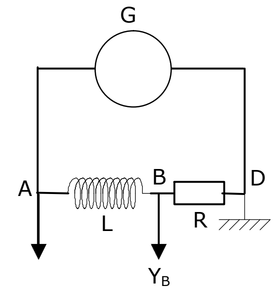
1) $T > T_o$. (0,25 pt)

2)

a) Au bout d'une pseudo-période (S) passe de nouveau par le point O. (0,25 pt)

b) $W_{\vec{f}} = \underset{t=0\to t=T}{\Delta E_m} = E_{m1} - E_{mo} = 0,392 - 0,45 = -0,058$ J (1,25 pts)

Deuxième exercice (7 points)



1) (0,5 pt)

2) $u_R = Ri$, u_R représente alors i à une constante près. (0,5 pt)

3) u_1 s'annule avant u_2, donc $u_1 = u_G$ est an avance de phase sur i ($u_2 = u_R$ représente i).

$T \rightarrow 5$ div $\rightarrow 2\pi$

0,6 div $\rightarrow \varphi \quad \Rightarrow \varphi = 0{,}24\,\pi = 0{,}75$ rd (1 pt)

4) $T = 5 \text{ (div) x } 5 = 25 \text{ ms} \Rightarrow \omega = \dfrac{2\pi}{T} = 80\pi = 251$ rad/s (0,5 pt)

$U_m = 4 \text{ (div) x } 1 = 4$ V (0,5 pt)

$U_{Rm} = 2{,}8 \text{ V} \Rightarrow U_{Rm} = I_m R \Leftrightarrow I_m = \dfrac{U_m}{R} = 0{,}28$ A. (1,5 pts)

5) i est en retard de 0,75 rad sur u_G;

$i = I_m \cos(\omega t - \varphi) = 0{,}28 \cos(80\pi\, t - 0{,}75)$

$u_L = L\dfrac{di}{dt} = -70{,}3\, L \sin(80\pi\, t - 0{,}75)$ (1 pt)

6) $u_G = u_R + u_L = Ri + u_L$

$4\cos(80\pi\, t) = 2{,}8\cos(80\pi\, t - 0{,}75) - 70{,}3\, L \sin(80\pi\, t - 0{,}75)$

Pour t = 0 ; L = 41 mH. (1,5 pts)

Troisième exercice : (6 pts)

1) à $t_o = 0$ on a $N_o = \dfrac{m}{M} \text{x} 6{,}02\text{x}10^{23} = \dfrac{1}{60}\text{x}6{,}02\text{x}10^{23} \approx 10^{22}$ noyaux. (0,5 pt)

à t = 2 T = 10,6 ans, $N = \dfrac{N_o}{2^2} = 25\text{x}10^{22}$ noyaux. (0,5 pt)

$A = \lambda.N = \dfrac{\ln 2}{T} N = \dfrac{0{,}693}{T_{(s)}} N = 3{,}27\text{x}10^{13}$ Bq. (1,25 pts)

2)

a) ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{A}_{Z}X$

La loi de conservation du nombre de charge donne : 27 = 28 + Z, d'où Z = -1. (0,5 pt)

La loi de conservation du nombre de masse donne : 60 = 60 + A, d'où A = 0. (0,5 pt)

La particule émise est la particule β^-.

Alors : ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$ (1 pt)

b) $E = \Delta m \times c^2 = (m_{avant} - m_{après})c^2 = (3{,}05\times10^{-3})\times 931{,}5 = 2{,}84$ MeV (1 pt)

c) $E' = N_o \times E = 2{,}84\times10^{22}$ MeV$=2{,}84\times10^{22}\times1{,}6\times10^{-13} = 4{,}544\times10^{9}$ J. (0,25 pt)

d) $m_{charbon} = \dfrac{4{,}544\times10^{9}}{30\times10^{3}} = 1{,}515\times10^{5}$ g $= 151{,}5$ kg (0,5 pt)

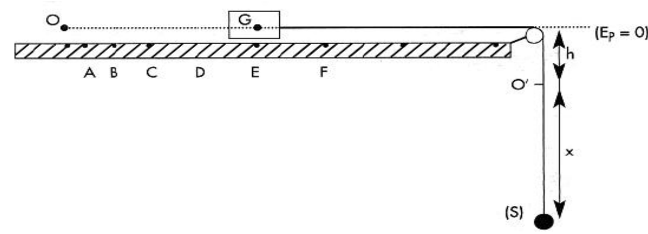
مسابقة في مادة الفيزياء
المدة : ساعتان

الاسم:
الرقم:

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.

<u>Premier exercice</u> (7 pts) Vérification de la deuxième loi de Newton



Pour vérifier la deuxième loi de Newton relative à la dynamique des solides en translation, on dispose d'un mobile autoporteur de centre d'inertie G et de masse M = 200 g, d'une table horizontale à coussin d'air, d'un solide (S) de masse m = 50 g, d'un fil inextensible et d'une poulie de masses négligeables.
On réalise le montage schématisé par la figure ci-contre.
Le brin du fil du côté du mobile autoporteur est tendu horizontalement; l'autre, du côté de (S) est tendu verticalement. Le plan horizontal passant par G est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

A l'instant t = 0, le centre d'inertie G de l'autoporteur est en O et celui du solide (S) est en O', situé à une distance h au dessous du plan de référence. On abandonne (S) sans vitesse initiale, et, en même temps, les positions de G sont enregistrées à des intervalles de temps successifs et égaux à τ = 50 ms.

A l'instant t, G acquiert une vitesse $\vec{V}$ et (S) se trouve à une distance x de O'.
On néglige toutes les forces de frottement et on prend g = 10 m/s^2.

A- 1) Donner l'expression de l'énergie mécanique du système (autoporteur, (S), fil, Terre) en fonction de M, m, x, h, V et g. Cette énergie est conservée. Pourquoi?
2) Déduire l'expression de l'accélération de (S) en fonction de g, m et M et calculer sa valeur.
3) Représenter sur un schéma les forces agissant sur l'autoporteur et déterminer, en utilisant la relation $\sum\vec{F} = M\vec{a}$, la force $\vec{T}$ exercée par le fil sur l'autoporteur.

B- Par des moyens convenables, on détermine les valeurs V de la vitesse $\vec{V}$ du mobile autoporteur et on dresse le tableau suivant:

Point	A	B	C	D	E
t en ms	50	100	150	200	250
V en cm/s	10	20	30	40	50

Déterminer, à partir du tableau, les quantités de mouvement de l'autoporteur $\vec{P}_B$ en B et $\vec{P}_D$ en D et calculer le rapport $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \frac{\vec{P}_D - \vec{P}_B}{\Delta t}$.

C- Comparer $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$ et $\vec{T}$. La deuxième loi de Newton est-elle alors vérifiée? Justifier.

Deuxième exercice **(7 points)** **Détermination de la capacité d'un condensateur**

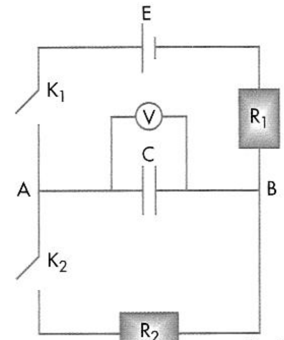


Fig. 1

Dans le but de déterminer la capacité C d'un condensateur, on réalise le circuit de la figure 1. Ce circuit comporte: le condensateur, un générateur de f.é.m. E = 9 V et de résistance interne négligeable, deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 = 200 KΩ et R_2 = 100 KΩ et deux interrupteurs K_1 et K_2.

I- Charge du condensateur

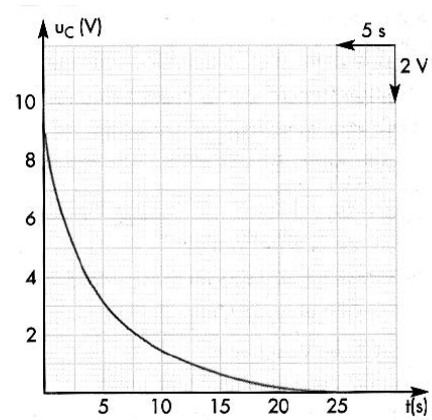
Le condensateur étant initialement non chargé, on ferme K_1 et on laisse K_2 ouvert. Le condensateur se charge.

1) Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de la tension $u_C = u_{AB}$ aux bornes du condensateur.
2) Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme $u_C = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$, déduire l'expression de la constante τ_1 en fonction de R_1 et C.
3) Sachant qu'à la date t_1 = 20 s, le voltmètre indique la valeur u_C =7,78 V, calculer la capacité C du condensateur.

II- Décharge du condensateur

Le condensateur étant chargé sous la tension 9 V, on ouvre K_1 et on ferme K_2.
Le condensateur se décharge.

1) Reproduire le schéma du circuit durant cette phase en indiquant le sens du courant.
2) Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de la tension $u_C = u_{AB}$ aux bornes du condensateur.
3) Sachant que la solution de cette équation différentielle est de la forme $u_C = E\ e^{-\frac{t}{\tau_2}}$, déduire l'expression de:
   a) l'intensité i du courant en fonction du temps, en admettant comme sens positif dans le circuit celui du courant.
   b) la constante de temps τ_2 en fonction de R_2 et C.



4) Un dispositif approprié permet de tracer la courbe des variations de u_C en fonction du temps. (fig. 2)
   Déterminer, à partir de cette courbe, la valeur de τ_2.
   En déduire la valeur de C.

III- Que peut-on conclure à propos des deux valeurs de C? Commenter.

Troisième exercice (6 pts) Réaction nucléaire contrôlée

La réaction nucléaire en chaîne dégage une énergie considérable. Sans précaution, elle conduirait à une explosion. Convenablement maîtrisée dans un réacteur nucléaire, cette réaction peut constituer une source d'énergie nécessaire au fonctionnement d'une centrale électrique.

A- Dans le réacteur nucléaire d'une pile atomique, la préparation de l'uranium 235, utilisé comme combustible, se fait de la façon suivante:

1) Le noyau d'uranium ${}^{238}_{92}U$ capte un neutron rapide et se transforme en un noyau d'uranium ${}^{239}_{92}U$. Ecrire la réaction correspondante.

2) Le noyau d'uranium 239 U, radioactif, se transforme en plutonium après deux désintégrations β^- successives, selon les réactions suivantes:

$${}^{239}_{92}U \rightarrow {}^{A}_{Z}Np + {}^{0}_{-1}e + ...$$

$${}^{A}_{Z}Np \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1}Pu + {}^{0}_{-1}e + ...$$

Compléter ces réactions et déterminer Z, A, Z_1 et A_1 en précisant les lois utilisées.

3) Le noyau de plutonium (Pu) est radioactif α. Le noyau fils est l'isotope 235 de l'uranium. Certaines particules α sont éjectées chacune avec une énergie cinétique de 5,157 MeV et d'autres le sont avec une énergie cinétique de 5,144 MeV.

a) Ecrire l'équation de la désintégration du noyau (Pu).

b) Une de ces désintégrations α est accompagnée par l'émission d'un photon γ. Calculer l'énergie de ce photon et en déduire la longueur d'onde associée.

4) L'uranium 235 est fissile. Au cours de l'une des réactions de fission possibles, la diminution de masse est 0,2 u. Calculer, en MeV et en J, l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235.

B- Dans cette pile atomique, une masse d'uranium 235 de 0,4 kg est consommée en un jour. Le rendement de la transformation de l'énergie nucléaire en énergie électrique est de 30%. Calculer la puissance électrique de cette pile.

Donnée:

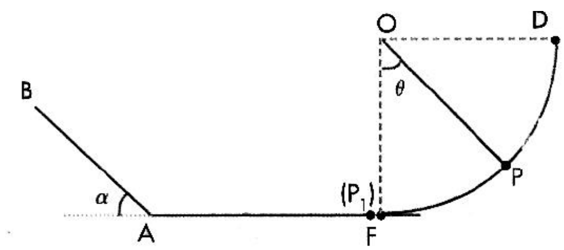
- 1 u = $1,67 \times 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/c^2
- c = 3×10^8 m/s
- Masse molaire de ${}^{235}U$ = 235 g.mol^{-1}
- Constante d'Avogadro N = $6,02 \times 10^{23}$ mol^{-1}
- 1 MeV = $1,6 \times 10^{-13}$ J
- h = $6,63 \times 10^{-34}$ J.s.

مسابقة في الفيزياء المدة : ساعتان	الاسم : الرقم :

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.

<u>Premier exercice</u> (7 pts) Conservation et non-conservation de l'énergie mécanique



Un système matériel (S) comporte un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur l = 0,45 m, portant, à l'une de ses extrémités, une particule (P) de masse m = 0,1 kg. L'autre extrémité du fil est fixée, en O, à un support. A l'équilibre, le fil est vertical.
Prendre g = 10 m/s^2.

1) On écarte (S) de sa position d'équilibre d'un angle θ_m = 90°; le fil restant tendu, on abandonne (P) sans vitesse initiale.
Prendre le niveau horizontal FA comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur du système [(S), Terre]. Négliger les frottements autour de O et la résistance de l'air.

a) Calculer l'énergie mécanique du système [(S), Terre] dans sa position initiale [(P) est en D].
b) Déterminer l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), Terre] en fonction de l, m, g, V et θ où V est la vitesse de (P) quand (S) passe par la position où le fil fait un angle θ avec la verticale.
c) Déterminer la valeur de θ (0° < θ < 90°) pour laquelle l'énergie cinétique de (P) est égale à l'énergie potentielle de pesanteur du système [(S), Terre].
d) Calculer la valeur V_o de la vitesse $\vec{V}_o$ de (P) quand (S) passe par sa position d'équilibre.

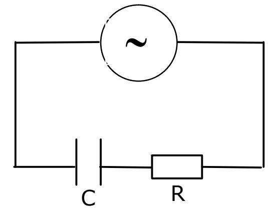
2) En passant par la position d'équilibre, le fil se rompt, et (P) entre en choc frontal avec une particule (P_1) de masse m_1 = 0,2 kg. (P_1) prend alors une vitesse $\vec{V}_1$ de valeur V_1 = 2 m/s. Déterminer la valeur V de la vitesse $\vec{V}$ de (P) juste après le choc, sachant que $\vec{V}_o$, $\vec{V}_1$ et $\vec{V}$ sont colinéaires. Le choc est-il élastique? Justifier la réponse.

3) (P_1), partant à la vitesse V_1 = 2 m/s, se déplace sans frottement le long d'une droite FA et aborde en A, à la vitesse V_1 = 2 m/s, la ligne de plus grande pente AB d'un plan incliné faisant un angle α= 30° avec l'horizontale.

a) En supposant que les frottements sur AB sont négligeables, déterminer la position du point M où (P1) rebrousse chemin.

b) En fait, les frottements le long de AB ne sont pas négligeables et (P_1) rebrousse chemin sur AB en un point N tel que AN = 20 cm. Calculer la variation de l'énergie mécanique du système [(P_1), Terre] entre A et N et déduire l'intensité de la force de frottement, supposée constante.

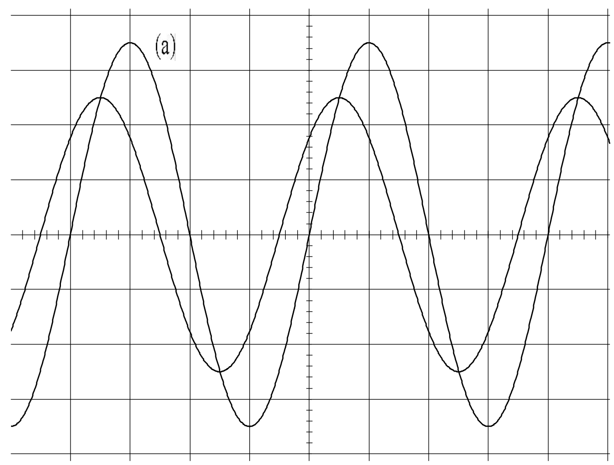
Deuxième exercice (6 ½ points) Détermination de la capacité d'un condensateur



Dans le but de déterminer la capacité C d'un condensateur, on considère les composants suivants:
un GBF présentant entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale: $u = U_m \cos \omega t$ (u en V, t en s)
un conducteur ohmique de résistance $R = 50\ \Omega$, une bobine d'inductance $L = 0{,}16$ H et de résistance négligeable, un oscilloscope et des fils de connexion. (Prendre $0{,}32\pi = 1$).

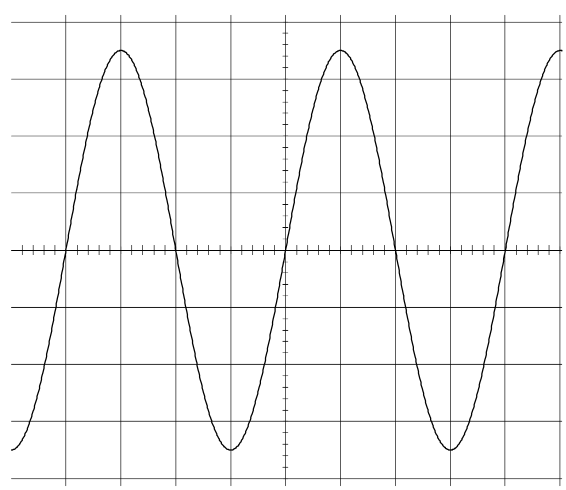
A) Dans une première expérience, le condensateur et le conducteur ohmique sont montés en série aux bornes du GBF. L'oscilloscope est utilisé pour visualiser la tension u aux bornes du GBF sur la voie Y_1 et la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique sur la voie Y_2. Les réglages de l'oscilloscope sont:

- sensibilité verticale: 2 V/div sur les deux voies.
- sensibilité horizontale: 5 ms/div.



1) Reproduire le schéma du circuit et y montrer les branchements de l'oscilloscope.
2) Les oscillogrammes obtenus sont représentés sur la figure ci-contre.
   a) L'oscillogramme (a) représente u. Pourquoi?
   b) Déterminer la fréquence de la tension u et la différence de phase entre u et u_R.
   c) Ecrire, en utilisant les valeurs numériques de U_m et de ω, les expressions, en fonction du temps, de u et de u_R et déduire l'expression de l'intensité instantanée i du courant dans le circuit.
   d) Sachant que a tension aux bornes du condensateur est: $u_C = \frac{q}{C}$, vérifier que u_C s'écrit sous la forme: $u_C = \frac{3{,}2\text{x}10^{-4}}{C} \cos(\omega t - \frac{\pi}{4})$.
   e) Déterminer la valeur de C en appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t une valeur particulière.

B) Dans une deuxième expérience, on place la bobine en série dans le circuit précédent. On obtient ainsi un circuit série RLC. Les branchements de l'oscilloscope restant les mêmes, on observe alors un seul oscillogramme sur l'écran (les deux oscillogrammes sont confondus).
Ce résultat met en évidence un phénomène électrique.
Nommer ce phénomène et calculer de nouveau la valeur de la capacité C.



<u>Troisième exercice</u> (6 ½ points) Radioactivité

On donne les masses des noyaux: m($^{131}_{53}I$) = 130,87697 u; m($^{A}_{Z}Xe$) = 130,87538 u; masse d'un électron = $5,5 \times 10^{-4}$ u;
1 u = 931,5 MeV/c^2; 1 MeV = $1,6 \times 10^{-13}$ J; h = $6,63 \times 10^{-34}$ J.s et c = 3×10^8 m/s

Pour détecter une anomalie dans le fonctionnement de la thyroïde, on y injecte un échantillon du radionucléide $^{131}_{53}I$. Ce radionucléide a pour période 8 jours et il est émetteur β^-. La désintégration du nucléide $^{131}_{53}I$ donne naissance au noyau fils $^{A}_{Z}Xe$ supposé au repos.

1) a) La désintégration du nucléide $^{131}_{53}I$ s'accompagne d'une émission d'un rayonnement γ. A quoi est due l'émission de ce rayonnement?

b) Ecrire l'équation-bilan de la désintégration d'un noyau de $^{131}_{53}I$.

c) Calculer la constante radioactive de ce radionucléide. En déduire le nombre des noyaux de l'échantillon à la date d'injection sachant que l'activité de l'échantillon à cette date est $1,5 \times 10^5$ Bq.

d) Calculer le nombre des noyaux désintégrés au bout de 24 jours.

2) a) Calculer l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau $^{238}_{92}U$.

b) Calculer l'énergie d'un photon γ sachant que la longueur d'onde associée est de $3,55 \times 10^{-12}$ m.

c) L'énergie d'un antineutrino étant 0,07 MeV, calculer l'énergie cinétique moyenne d'un électron émis.

d) Lors de la désintégration des noyaux $^{131}_{53}I$, la glande thyroïde, de masse 40 g, absorbe seulement l'énergie cinétique moyenne des électrons et l'énergie des photons γ. Sachant que la dose absorbée par un corps est l'énergie absorbée par l'unité de masse de ce corps, calculer, en J/kg, la dose absorbée par cette glande durant 24 jours.

Solution

Premier exercice (7 pts)

1)

a) en D: $E_c = 0$ J car v = 0 m/s

E_{pp} = mgl = 0,1x10x0,45=0,45 J

$E_m = E_c + E_{pp} = 0,45$ J (0,75 pt)

b)

$$E_m = E_c + E_{pp} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh; \text{ et } h = l\text{-}l\cos\theta$$

(0,75 pt)

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1\text{-}\cos\theta)$$

c) E_m du système [(S), Terre] est conservée, car les forces de frottement sont négligeables.

$E_m = E_{mD}$ =0,45 J.

$$E_{pp} = E_c = \frac{E_m}{2} = 0,45 \text{ J} \Rightarrow E_{pp} = mgl(1\text{-}\cos\theta) = 0,45 \Rightarrow \theta = 60^o \quad (1 \text{ pt})$$

d) $E_m = E_{mF}$ =0,45 J ; $E_{ppF} = 0$.

$$E_c = \frac{1}{2}mV_o^2 = 0,45 \Rightarrow V_o = 3 \text{ m/s} \quad (0,5)$$

2) Lors du choc, la quantité de mouvement du système (P, P_1) est conservée:

$$m\vec{V}_o = m\vec{V} + m_1\vec{V}_1$$

$\vec{V}_o$, $\vec{V}$ et $\vec{V}_1$ sont colinéaires: $mV_o = mV + m_1V_1 \Rightarrow V = \dfrac{mV_o - m_1V_1}{m_1} = -1$ m/s (1 pt)

E_{ci} du système avant le choc : $E_{ci} = \dfrac{1}{2}mV_o^2 = 0,45$ J.

E_{cf} du système après le choc : $E_{cf} = \dfrac{1}{2}mV^2 + m_1V_1^2 = 0,45$ J.

$E_{ci} = E_{cf} \Rightarrow$ le choc est élastique. (0,75 pt)

3)

a) En A, $E_{pA} = 0$ J $\Rightarrow E_{mA} = E_{cA} = \dfrac{1}{2}m_1V_A^2 = 0,4$ J.

E_m du système (P_1, Terre) est conservée, car les forces de frottement sont négligeables, $E_{mA} = E_{mM}$

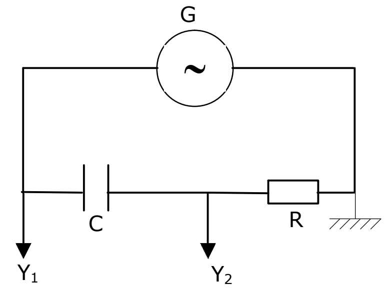
En M, $E_{cM} = 0$ J $\Rightarrow E_{mM} = E_{pM} = m_1gAM\sin\alpha = 0,4 \Rightarrow AM = 0,4$ m . (1 pt)

b) En N, $E_{cN} = 0$ J $\Rightarrow E_{mN} = E_{pN} = m_1gAN\sin\alpha = 0,2$ J

$\Delta E_m = E_{mN} - E_{mA}$ = - 0,20 J

$$\Delta E_m = W_{\vec{f}} = \vec{f}.\overrightarrow{AN} = -f \times AN \Rightarrow f = \frac{-\Delta E_m}{AN} = \frac{0,2}{0,2} = 1 \text{ N} \quad (1,25 \text{ pts})$$

Deuxième exercice (6 ½ points)



1) (0,5 pt)

2)

a) $U_{m(a)} > U_{m(b)}$ (0,5 pt)

b) $T = 4(\text{div}) \times 5 = 20$ ms $\Rightarrow f = \dfrac{1}{T} = 50$ Hz

$T \rightarrow 4 \text{ div} \rightarrow 2\pi$

$0{,}5 \text{ div} \rightarrow \varphi \quad \Rightarrow \varphi = \dfrac{\pi}{4}$

u est en retard de phase sur u_R ou i de $\dfrac{\pi}{4}$. (1,25 pts)

c) $\omega = 2\pi f = 100\pi$ rad/s

$u = 7 \cos 100\pi t$.

$U_{Rm} = 2{,}5(\text{div}) \times 2 = 5$ V

$u_R = 5 \cos(100\pi t + \dfrac{\pi}{4})$ et $i = \dfrac{u_R}{R} = 0{,}1 \cos(100\pi t + \dfrac{\pi}{4})$ (1,75 pts)

d) $i = \dfrac{dq}{dt} \Rightarrow q = \int i\, dt \Rightarrow u_C = \dfrac{q}{C} = \dfrac{1}{C}\int i\, dt = \dfrac{1}{C}\int [0{,}1 \cos(100\pi t + \dfrac{\pi}{4})]\, dt = \dfrac{3{,}2\text{x}10^{-4}}{C}\cos(\omega t - \dfrac{\pi}{4})$ (0,5 pt)

e) $u_G = u_R + u_C = Ri + u_C$

$7 \cos 100\pi t = 5 \cos(100\pi t + \dfrac{\pi}{4}) + \dfrac{3{,}2\text{x}10^{-4}}{C}\cos(\omega t - \dfrac{\pi}{4})$

Pour t = 0: $7 = 5\dfrac{\sqrt{2}}{2} + \dfrac{3{,}2\text{x}10^{-4}}{C} \text{x} \dfrac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow C = 64 \times 10^{-6}$ F $= 64$ µF. (1 pt)

B- Le phénomène est le phénomène de résonance d'intensité.

$f = f_o = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \dfrac{1}{4\pi^2 f_o^2 L} = 64 \text{ x}10^{-6}$ F $= 64$ µF (1 pt)

Troisième exercice **(6 ½ points)**

1)

a) L'émission du rayon γ est due à la désexcitation du noyau fils. (0,25 pt)

b) ${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}Xe + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu} + {}^{0}_{0}\gamma$

La loi de conservation du nombre de charge donne : 53 = Z - 1, d'où Z = 54.

La loi de conservation du nombre de masse donne : 131 = A d'où A = 131. (0,75 pt)

c) $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T_{(s)}} = 10^{-6}\ s$. (0,5 pt)

$A_o = \lambda N_o \Rightarrow N_o = \frac{A_o}{\lambda} = 1,5 \times 10^{11}$ noyaux (0,5 pt)

d) t = 24 jours = 3 T, et le nombre des noyaux désintégrés au bout de 3T est: $N\text{-}N_o$

$N = \frac{N_o}{2^3} \Rightarrow N - N_o = 1,31 \times 10^{11}$ noyaux (1 pt)

2) a) (1 pt)

$E = \Delta m \times c^2 = (m_{avant} - m_{après})c^2 = (0,00104) \times 931,5 = 0,96876\ \text{MeV} = 0,96876 \times 1,6 \times 10^{-13} = 1,55 \times 10^{-13}\ J$

b) $E_{ph} = \frac{hc}{\lambda} = 5,6 \times 10^{-14}\ J = 0,35\ \text{MeV}$ (0,75 pt)

c) Le principe de conservation de l'énergie donne:

$E = E_c(Xe) + E_{ph} + E(\overline{\nu}) + E_c(\beta^-)$

$0,96876 = 0 + 0,35 + 0,07 + E_c(\beta^-) \Rightarrow E_c(\beta^-) = 0,54876\ \text{MeV} = 0,88 \times 10^{-13}\ J$ (0,5 pt)

d) L'énergie absorbée par la glande lors de désintégration d'un seul noyau est:

$E_1 = 0,55 + 0,35 = 0,9\ \text{MeV}$

Pour t = 24 jours, $E_2 = E_1 \times 1,31 \times 10^{11} = 1,18 \times 10^{11}\ \text{MeV} = 1,89 \times 10^{-2}\ J$

$D = \frac{E_2}{\text{masse}} = \frac{1,89 \times 10^{-2}}{0,04} = 0,47\ \text{J/kg}$ (1,25 pts)

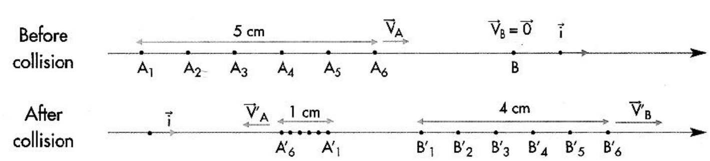
مسابقة في الفيزياء
المدة : ساعتان

الاسم:
الرقم:

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.

<u>Premier exercice</u> (7 points) Collision et lois de conservation



Pour étudier la collision entre deux mobiles, on dispose d'une table à coussin d'air horizontale, équipée d'un lanceur et de deux mobiles autoporteurs (A) et (B) de masses respectives $m_A = 0,2$ kg et $m_B = 0,3$ kg. (A), lancé à la vitesse $\vec{V}_A = V_A \vec{i}$, entre en collision avec (B), initialement au repos. (A) rebondit avec la vitesse $\vec{V}'_A = V'_A \vec{i}$, et (B) part avec la vitesse $\vec{V}'_B = V'_B \vec{i}$.

La figure ci-dessous représente, à l'échelle réelle, une partie des enregistrements de positions des centres d'inertie de (A) et (B), obtenus à des intervalles de temps successifs et égaux à $\tau = 20$ ms.

A) Loi relative à la quantité de mouvement

I) 1) Prouver, à partir de la figure, que les vitesses $\vec{V}_A$, $\vec{V}'_A$ et $\vec{V}'_B$ sont constantes et calculer les valeurs algébriques V_A, V'_A et V'_B.

2) Déterminer les quantités de mouvement, $\vec{P}_A$ et $\vec{P}'_A$ de (A), respectivement avant et après le choc et $\vec{P}'_B$ de (B) après le choc.

3) En déduire les quantités de mouvement, $\vec{P}$ et $\vec{P}'$, du centre d'inertie du système formé par (A) et (B) respectivement avant et après le choc.

4) Comparer $\vec{P}$ et $\vec{P}'$ et conclure.

II) 1) Faire l'inventaire des forces s'exerçant sur le système [(A), (B)].

2) Que vaut la somme de ces forces?

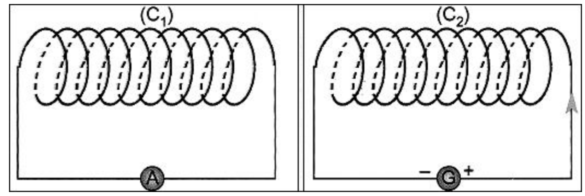
3) Ce résultat est compatible avec la conclusion faite dans (I - 4). Pourquoi?

B) **Loi relative à l'énergie cinétique**

1) Calculer l'énergie cinétique du système formé par (A) et (B) avant et après le choc.

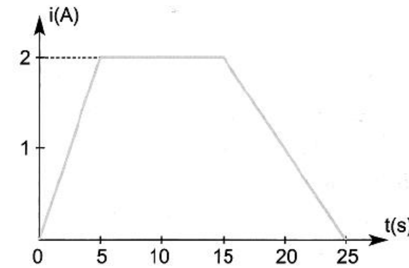
2) En déduire la nature du choc.

Deuxième exercice (7 points) Le transformateur



Le but de cet exercice est de mettre en évidence le principe de fonctionnement et le rôle d'un transformateur idéal.
Dans ce but, on dispose de deux bobines, l'une (C_1) de 1000 spires et l'autre (C_2) de 500 spires; la surface de chacune des spires de (C_1) et (C_2) est de 100 cm^2.

A) Principe de fonctionnement



La bobine (C_1) est reliée à un ampèremètre sensible (A) et la bobine (C_2) est montée aux bornes d'un générateur de façon à former deux circuits fermés. (Fig. 1)
La bobine (C_2) est alors parcourue par un courant d'intensité i évoluant en fonction du temps comme l'indique le graphique de la figure 2. De ce fait, (C_2) crée, à travers (C_1), un champ magnétique $\vec{B}$ supposé uniforme de module $B = 2 \times 10^{-3}$ (B en T et i en A).

1) Donner, en fonction de i, l'expression du flux magnétique à travers (C_1).
2) Donner l'expression e de la f.é.m. induite dans la bobine (C_1).
3) Trouver les valeurs de e pour $0s \leq t \leq 25s$.
4) Tracer le graphique donnant l'évolution de e, en fonction du temps, pour $0s \leq t \leq 25s$.
   Echelle: sur l'axe des temps: 1cm → 5 s et sur l'axe des e: 1cm → 4 mV.
5) Reproduire le schéma de la figure 1 et indiquer, en utilisant la loi de Lenz, le sens du courant dans (C_1), dans l'intervalle $0s \leq t \leq 5s$.

B) Rôle

Les bobines (C_1) et (C_2), séparées des circuits précédents, sont utilisées avec un noyau de fer doux convenable pour former un transformateur idéal (T) dans lequel (C_1) et (C_2) sont respectivement les enroulements primaire et secondaire.

1) On maintient aux bornes de (C_1) une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U_1 = 220V. Un voltmètre, utilisé en mode AC et monté aux bornes de (C_2), indique une valeur U_2.
   a) Donner un schéma simplifié de (T).
   b) (T) se comporte-t-il comme un survolteur ou comme un sous-volteur? Justifier la réponse et calculer U_2.
2) Une lampe, montée aux bornes de (C_2), est parcourue par un courant d'intensité efficace I_2 = 1 A. Calculer l'intensité efficace I_1 du courant passant dans la bobine (C_1).

<u>Troisième exercice</u> (6 points) Fission nucléaire

Données: masse d'un neutron: $m_n = 1,00866$ u

masse d'un noyau d'uranium 235: $m(^{235}U) = 234,99342$ u

masse d'un noyau d'iode A: $m(^{A}I) = 138,89700$ u

masse d'un noyau d'yttrium 94: $m(^{94}Y) = 93,89014$ u

$1\ u = 1,66054 \times 10^{27}$ kg = 931,5 MeV/c^2.

1 eV= $1,6 \times 10^{-19}$ J

Dans une centrale nucléaire, on utilise des noyaux d'uranium 235 comme combustible. Le noyau d'uranium 235, qui subit une réaction nucléaire, a dû être bombardé par un neutron thermique.

1) Une des réactions possibles subies par l'uranium 235 a la forme:

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{A}_{53}I + {}^{92}_{Z}Y + 3\,{}^{1}_{0}n + \gamma$$

a) Le noyau d'uranium 235 est fissile. Pourquoi?

b) Cette réaction nucléaire subie par le noyau d'uranium 235 est dite provoquée. La réaction provoquée est un de deux types de réactions nucléaires. Nommer l'autre type et dire comment distinguer un type de l'autre.

c) Déterminer les valeurs de A et de Z en précisant les lois utilisées.

d) Calculer l'énergie libérée au cours de la réaction précédente. Sous quelles formes apparaît cette énergie libérée?

2) Cette centrale nucléaire convertit 30% de l'énergie libérée en énergie électrique. Calculer la masse d'uranium 235 consommée chaque jour dans une centrale nucléaire sachant qu'elle fournit une puissance électrique de 6×10^8 W.

وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات شهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة سنة 2003 العادية

مسابقة في الفيزياء
المدة : ساعتان

الاسم :
الرقم :

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.

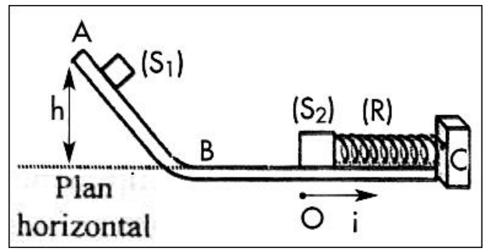
<u>Premier exercice</u> (6 ½ points) Détermination de la constante de raideur d'un ressort

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 $g = 10\ m.s^{-2}$.

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

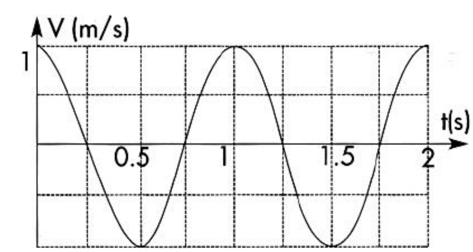
1- (S_1), lâché de A sans vitesse initiale, atteint (S_2), avec une vitesse $\vec{V}_1$, juste avant le choc.
Démontrer que le module de $\vec{V}_1$, est $V_1 = 4$ m/s.

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_o de la vitesse $\vec{V}_o$ 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_o.

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 $\vec{V}_o$.



i- Donner la valeur V_o de $\vec{V}_o$.

ii- Déduire la valeur de m_2.

iii- Donner la valeur de T_o.

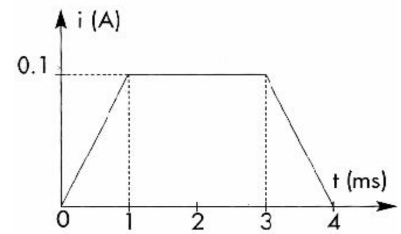
iv- Calculer k.

<u>Deuxième exercice</u> (7 pts) Rôle et caractéristiques d'une bobine

On dispose d'une bobine (B) portant les indications suivantes: $L = 65$ 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.



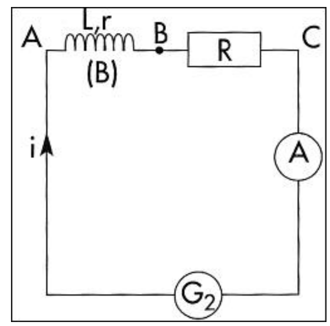
Les variations, en fonction du temps, de l'intensité i du courant électrique qui traverse la bobine sont représentées par la figure (1).

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: $[0;1\,ms]$, $[1\,ms;3\,ms]$, $[3\,ms;4\,ms]$

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

B- Caractéristiques de la bobine



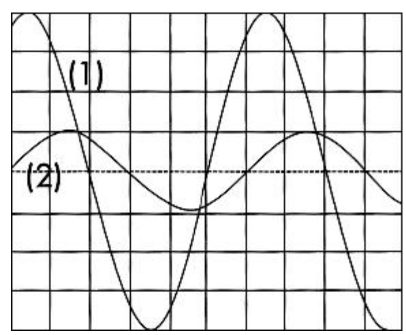
Pour s'assurer des valeurs de L et de r, on réalise les deux expériences suivantes :

I- **<u>Première expérience</u> :** 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 $E = 4$ V et de résistance interne négligeable, (figure 2). Après un certain temps, l'ampèremètre indique $I = 0,1$ A. Déduire la valeur de r.

II-

III-**<u>Deuxième expérience :</u>** 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 schématismes sur la figure (3).



On donne: sensibilité verticale sur les deux voies : 2 V/division
sensibilité horizontale: 1 ms /division

a) L'oscillogramme (1) représente u_g, Pourquoi
b) La tension aux bornes du générateur est de la forme: $u_g = U_{rn}\cos\omega t$. Déterminer U_m et ω.
c) Déterminer le déphasage φ 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.

<u>Troisième exercice</u> (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 λ_s = 670 nm. On envoie sur cette plaque une radiation monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ = 480 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 = $6,6 \times 10^{-34}$ J.s;
célérité de la lumière dans le vide : c = 3×10^{8} m/s;
I eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J.

<u>B- Deuxième expérience</u>

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 λ = 480 nm. La distance de l'écran d'observation au plan des fentes est D = 2 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 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.

وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات شهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة سنة 2003 الاستثنائية

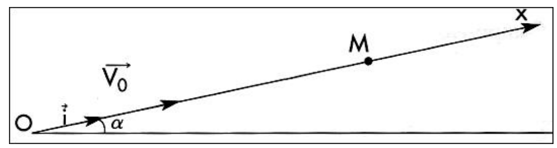
مسابقة في الفيزياء
المدة : ساعتان

الاسم :
الرقم :

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 points) Étude graphique d'un échange énergétique



On dispose d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale (sin α = 0,2) et d'une bille (B) de masse m = 100 g, assimilée à une particule.
On veut étudier l'échange énergétique entre le système (bille, Terre) et le milieu environnant.
Dans ce but, on lance (B), à la date $t_o = 0$, à partir de O suivant la ligne de plus grande pente Ox du plan incliné, avec une vitesse $\vec{V}_o = V_o\vec{i}$. On donne $V_o = 4$ m.s^{-1}, et g = 10 m/s^2.
On prend le plan horizontal passant par le point O comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

A- Les forces de frottement sont supposées négligeables.

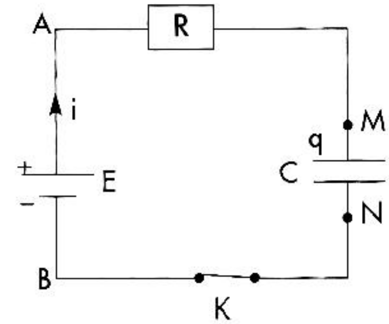
1- Déterminer la valeur de l'énergie mécanique E_m, du système (bille, Terre).
2- La bille passe, à une date t, par un point M d'abscisse 0M = x. Déterminer, en fonction de x, l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} du système (bille, Terre) lorsque la bille passe par M.
3- a) Tracer, dans le même système d'axes, les courbes donnant les variations, en fonction de x, des énergies E_m et E_{pp}.
Echelles : - sur l'axe des abscisses : 1 cm pour 1 m ;
- sur l'axe des énergies : 1 cm pour 0,2 J .
b) Utiliser le graphique pour déterminer la vitesse de (B) pour x = 3 m.
c) À partir du graphique, déterminer la valeur x_m de x pour laquelle la vitesse s'annule.

B- 1. En réalité, la vitesse de la bille s'annule au point d'abscisse x = 3 m. Les frottements ne sont pas négligeables. Calculer alors le travail de ces forces de frottement le long du parcours entre x = 0 m et x = 3 m.
2. Le système (bille, Terre) échange alors de l'énergie avec le milieu environnant. Sous quelle forme et de combien ?

Deuxième exercice (7 ½ pts) Réponses d'un dipôle RC série

Le but de cet exercice est de distinguer la réponse d'un dipôle RC série, quand on applique à ses bornes une tension constante, de sa réponse quand il est parcouru par un courant d'intensité constante.

A. Cas d'une tension constante



Le circuit électrique ci-contre permet de charger, sous la tension constante 9 V, le condensateur de capacité C = 10 µF à travers le conducteur ohmique de résistance R = 100 kΩ.
L'origine des dates t = 0 coïncide avec la date de fermeture de l'interrupteur K.

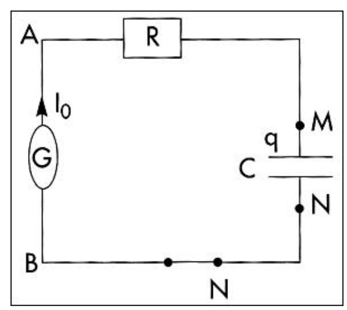
1- On note $u_C = u_{MN}$, la valeur instantanée de la tension aux bornes du condensateur.
   a. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par u_C, est de la forme :
$$u_C + RC\frac{du_C}{dt} = E$$
   b. Sachant que la solution de cette équation s'écrit: $u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, déterminer A et τ.
   c. Tracer Paliure de la courbe donnant l'évolution de u_C en fonction du temps.

2- a. Déterminer l'expression de la tension $u_R = u_{AM}$ en fonction du temps.
   b. Tracer dans le même système d'axes, l'allure de la courbe donnant l'évolution de u_R en fonction du temps.

3- Quelle est la durée t_A au bout de laquelle le condensateur devient pratiquement chargé ?

B. Cas d'un courant d'intensité constante

Le condensateur précédent étant déchargé, on le charge de nouveau, à travers le même conducteur ohmique, sous un courant d'intensité constante I_o = 0,1 mA.



1- a. Montrer que la charge q s'écrit, dans le SI, sous la forme $q = 10^{-4}$ x t.
   b. La tension $u_R = u_{AM}$ aux bornes du conducteur ohmique reste constante. Déterminer sa valeur.
   c. Tracer l'allure de u_R.

2- a. Déterminer l'expression de la tension $u_C = u_{MN}$ en fonction du temps.
   b. Tracer l'allure de u_C.
   c. Déterminer la durée t_B nécessaire pour que la tension u_C atteigne la valeur 9 V.

C. Conclusions

1- Eu utilisant les graphiques précédents, préciser le cas où la tension aux bornes du condensateur atteint, en régime permanent, une valeur limite.

2- Un appareil photographique est équipé d'un flash comportant le dipôle RC précédent fonctionnant sous la tension de 9 V. On désire prendre le plus grand nombre de photos pendant une durée donnée. Lequel des deux modes de charge est-il le plus convenable? Pourquoi?

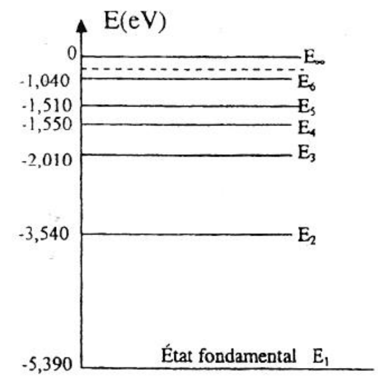
<u>Troisième exercice</u> (6 ½ points)   Isotope $^{7}_{3}\mathrm{Li}$ du lithium

Comme tout élément chimique, l'isotope $^{7}_{3}\mathrm{Li}$ a des propriétés qui le distingue d'autres éléments chimiques.

Le but de cet exercice est de mettre en évidence quelques propriétés de l'isotope $^{7}_{3}\mathrm{Li}$.

A- Spectre d'émission de l'atome de lithium

La figure ci-contre représente les niveaux d'énergie de l'atome de lithium.



1- Calculer, en joules, l'énergie de l'atome quand il est dans l'état fondamental (E_1) et quand il est dans le cinquième état (E_5).

2- a- Lors de sa désexcitation de différents états à l'état fondamental, l'atome de lithium émet des
radiations. Calculer la plus grande fréquence et la plus petite fréquence des radiations émises.

b- Le spectre d'émission de l'atome de lithium est discontinu. Pourquoi ?

3- L'atome de lithium, pris dans son état fondamental, capte :

a- un photon dont la radiation associée a pour longueur d'onde $\lambda = 319{,}9$ nm. Montrer que l'atome absorbe ce photon. Dans quel état l'atome serait-il alors ?

b- un photon d'énergie 6,02 eV. Un électron est alors libéré. Calculer, en eV, l'énergie cinétique de cet électron.

B- Réaction nucléaire

Un noyau $^{A}_{Z}\mathrm{X}$, au repos, est bombardé par un proton d'énergie cinétique o,65 MeV. On obtient alors deux particules α.

1- La réaction nucléaire ainsi produite est-elle spontanée ou provoquée? Justifier la réponse.
2- Déterminer les valeurs de Z et de A en appliquant les lois de conservation convenables. Identifier le noyau X.
3- Calculer le défaut de masse dû à cette réaction et en déduire l'énergie libérée correspondante.
4- Sachant que les deux particules α ont la même énergie cinétique E_1, calculer E_1.

Données : $h = 6{,}62 \times 10^{34}$ J x s $c = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1} ; 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J
1 u = 931,5 MeV/c^2 ;
masse du noyau de l'atome de lithium : m(Li) = 7,01435 u ;
masse de la particule α: m(α) = 4,00150 u ;
masse d'un proton : m_p = 1,00727 u.

وزارة التربية والتعليم العالي	امتحانات شهادة الثانوية العامة	دورة سنة 2004 العادية
المديرية العامة للتربية	فرع علوم الحياة	
دائرة الامتحانات		

	مسابقة في الفيزياء	الاسم :
	المدة : ساعتان	الرقم :

Cette épreuve, constituée de trois pages numérotées de 1 à 3, comporte trois exercices obligatoires. L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

<u>Premier exercice</u> (7 points) Système de suspension d'une voiture

Une voiture roule sur une route comportant des bosses régulièrement espacées. La distance entre deux bosses consécutives est d, et la valeur de la vitesse de la voiture est V.
Pour étudier les effets des bosses sur le comportement de la voiture, on assimile cette voiture et son système de suspension à un oscillateur mécanique (pendule élastique) dont la durée d'une oscillation est T.

A- <u>Étude de T</u>

1. Étude théorique

On dispose d'un pendule élastique horizontal constitué d'un solide de masse m attaché à un ressort de raideur k et de masse négligeable, l'autre extrémité du ressort étant fixée à un support. Les forces de frottement sont supposées négligeables. Le centre d'inertie G du solide peut se déplacer sur un axe horizontal Ox.
Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le centre d'inertie du solide.
Lorsque le solide est au repos, G coïncide avec le point O choisi comme origine des abscisses.
On écarte le solide de sa position d'équilibre d'une distance x_m, puis on l'abandonne sans vitesse initiale à la date $t_0 = 0$.
À un instant t, l'abscisse du centre d'inertie du solide est x, et la mesure algébrique de sa vitesse est v.

a. À partir de l'expression de l'énergie mécanique du système (pendule –Terre), déterminer l'équation différentielle du second ordre qui régit le mouvement du solide.
b. Déduire l'expression de sa période propre T_0.

2. Étude expérimentale

Pour mettre en évidence les effets de la masse du solide et de la raideur du ressort sur la durée T d'une oscillation d'un pendule élastique horizontal, on dispose de quatre ressorts de raideurs différentes et de quatre solides de masses différentes.
Dans chaque expérience, on mesure, à l'aide d'un chronomètre, la durée Δt de 10 oscillations effectuées par chaque pendule.

a) Influence de la masse m du solide

Dans une première expérience, les quatre solides sont accrochés séparément à l'extrémité libre du ressort de raideur k = 10 N / m. Les valeurs de Δt sont inscrites dans le tableau suivant.

m (g)	50	100	150	200
Δ t (s)	4,5	6,3	7,7	8,9

Déterminer, à partir du tableau, les valeurs du rapport T^2 / m. Conclure.

b) Influence de la raideur k du ressort.

Dans une deuxième expérience, le solide de masse m = 100 g, est accroché successivement à l'extrémité libre de chacun des quatre ressorts. Les nouvelles valeurs de Δt sont inscrites dans le tableau suivant.

k (N / m)	10	20	30	40
Δ t (s)	6,3	4,5	3,7	3,2

Déterminer, à partir de ce deuxième tableau, les valeurs du produit $T^2 \times k$. Conclure.

c) Expression de T

Déduire que T peut s'écrire sous la forme $T = A\sqrt{\frac{m}{k}}$ où A est une constante.

B- <u>Oscillations de la voiture</u>

1) La voiture, conducteur seul, est un oscillateur mécanique de période propre voisine de 1 s. Elle se déplace à la vitesse V = 36 km / h sur une route comportant des bosses distantes de d = 10 m. La voiture entre alors en résonance.
   a. Préciser l'excitateur et le résonateur
   b. Expliquer pourquoi la voiture entre en résonance.
   c. Comment le conducteur peut-il éviter cette résonance ?
2) La voiture, conducteur plus quatre passagers, se déplace sur la même route et à la même vitesse de 36 km / h. Elle n'entre pas en résonance. Pourquoi ?

<u>Deuxième exercice</u> (6 points) Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

Les énergies des différents niveaux de l'atome d'hydrogène sont données par la relation :

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \quad \text{(en eV)} \quad \text{où } n \text{ est un entier positif.}$$

Données :
- Constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34}$ J.s
- 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^{8}$ m/s
- 1 nm = 10^{-9} m.

A- <u>Énergie de l'atome d'hydrogène</u>

1) Les énergies de l'atome sont quantifiées. Justifier en utilisant l'expression de E_n.
2) Déterminer l'énergie de l'atome d'hydrogène quand il est:
   a. dans l'état fondamental.
   b. dans le deuxième état excité.
3) Nommer l'état pour lequel l'énergie de l'atome d'hydrogène est nulle.

B- <u>Spectres de l'atome d'hydrogène</u>

1. Spectre d'émission

La série de Balmer de l'atome est l'ensemble des radiations émises par l'atome d'hydrogène excité lorsqu'il revient au niveau n = 2. Les valeurs des longueurs d'onde, dans le vide, des radiations visibles de cette série sont :

411 nm ; 435 nm ; 487 nm ; 658 nm.

a. Préciser, en le justifiant, la longueur d'onde λ_1 de la radiation visible dont l'énergie est la plus grande.
b. Déterminer la transition correspondant à la radiation de longueur d'onde λ_1.
c. Déduire les transitions correspondant aux trois autres radiations visibles.

2. Spectre d'absorption

Les radiations émises par le Soleil traversent un gaz constitué principalement d'hydrogène. L'étude du spectre d'absorption révèle la présence de raies noires.

Préciser, en le justifiant, le nombre et les longueurs d'ondes correspondant à ces raies.

C- <u>Interaction photon - atome d'hydrogène</u>

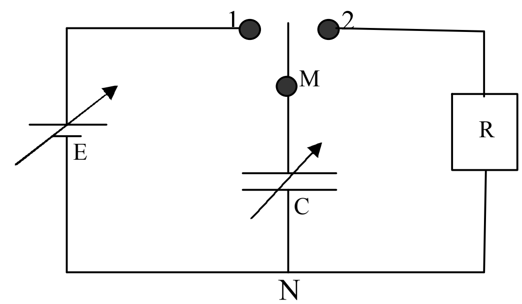
1. On envoie, séparément, sur un atome d'hydrogène, pris dans son état fondamental, deux photons d'énergies 3,40 eV et 10,2 eV.
Préciser, en le justifiant, le photon absorbé.

2. Un atome d'hydrogène, se trouvant dans son état fondamental, absorbe un photon d'énergie 14,6 eV. L'électron de cet atome est alors éjecté.
a. Justifier l'éjection de l'électron.
b. Calculer alors son énergie cinétique en eV.

Troisième exercice (7 points) Un condensateur pour sauver la vie

Pour sauver la vie d'un patient dont le cœur est en contraction désordonnée des fibres musculaires, on lui fait subir des chocs électriques délivrés par un dispositif approprié.

Pour étudier le fonctionnement de ce dispositif, on dispose d'une source de tension continue de valeur E réglable, d'un commutateur, d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur initialement neutre de capacité C ajustable. On réalise le circuit schématisé dans la figure ci-contre.



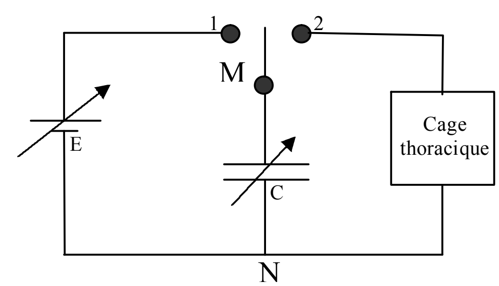
A. Étude théorique

1. Le commutateur est dans la position (1).
a. Donner le nom du phénomène physique qui aura lieu dans le condensateur.
b. Préciser les valeurs de l'intensité du courant électrique et de la tension u_{MN} après quelques secondes.

2. Le commutateur est placé ensuite dans la position (2) à la date $t_0 = 0$.
a. Établir, à la date t, l'équation différentielle donnant l'évolution de la tension $u_C = u_{MN}$ en fonction du temps.
b. L'expression $u_C = A e^{\frac{-t}{\tau}}$, où A et τ sont des constantes, est solution de cette équation. Déterminer les expressions de A et τ en fonction de E, R et C.
c. Établir l'expression donnant l'intensité i du courant de décharge en fonction du temps.

B. Utilisation du dispositif

Au bout d'un choc électrique, l'énergie nécessaire pour sauver la vie du patient est de 360 J. Cette énergie sera fournie dans sa cage thoracique pendant la durée t_1 contrôlée par le commutateur ; cette cage se comportant comme un conducteur ohmique de résistance 50 Ω.



Le condensateur, réglé à la capacité de 1 millifarad, est chargé sous la tension de 1810 V.
1. Déterminer l'énergie emmagasinée dans ce condensateur à la fin de la charge.
2. La décharge commence à l'instant $t_0 = 0$. À l'instant t_1, dès qu'une énergie de 360 J a été délivrée au patient, le commutateur ouvre le circuit.
   a. Calculer l'énergie restant dans le condensateur à l'instant t_1.
   b. En utilisant le résultat de l'étude théorique, déterminer :
      i. la durée t_1.
      ii. l'intensité du courant à la fin du choc électrique.

Premier exercice

A) 1 – a) $E_m = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$;

frottement négligeable.

$\Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow kxv + mvx'' = 0$

$\Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0$

b) $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$; $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$

$\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

2 – a) $\frac{T^2}{m} = 4$ (S.I) $\Rightarrow \frac{T^2}{m} = $ cte.

b) $T^2 \times k = 4$ (S.I) $\Rightarrow T^2 \times k = $ cte

c) T est proportionnelle à $\sqrt{m}$ et T est inversement proportionnelle à $\sqrt{k}$

$\Rightarrow T = A\sqrt{\frac{m}{k}}$

B) 1 – a) L'excitateur est l'ensemble des bosses; le résonateur est la voiture .

b) La voiture subit des impulsions périodiques de période :

$$T' = \frac{d}{V} = 1\text{s} ; T_0 = 1 \text{ s}.$$

$\Rightarrow$ $T' = T_0 \Rightarrow$ Résonance

c) La masse augmente $\Rightarrow T_0$ augmente

$\Rightarrow T_0 \neq T'$

Deuxième exercice

A) 1 – $E_1 = -13{,}6$ eV ; $E_2 = -3{,}4$ eV ; $E_3 = -1{,}51$ eV ; $E_\infty = 0 \Rightarrow$ Les valeurs des énergies sont discontinues.

2 – a) $E_{f.}$ correspond à n = 1 $\Rightarrow E_{f.} = -13{,}6$ eV

b) Deuxième état excité pour n = 3 $\Rightarrow E_3 = -1{,}51$ eV.

3 – état ionisé

B) 1 – a) $E = \frac{hc}{\lambda}$ où l'énergie d'un photon est inversement proportionnelle à $\lambda \Rightarrow \lambda_1 = 411$ nm

b) $\frac{hc}{\lambda} = E_i - E_f \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = (\frac{-13{,}6}{n^2} + \frac{13{,}6}{4})\, 1{,}6 \times 10^{-19}$ J ; pour $\lambda = \lambda_1$; n = 6

c) Les trois autres transitions correspondent à :
n = 5 ; n = 4 ; n = 3 .

2 – Chaque raie noire du spectre d'absorption correspond à une raie brillante, de même longueur d'onde, du spectre d'émission.

On a 4 raies brillantes $\Rightarrow$ on a 4 raies noires de longueur d'onde : 411 nm ; 487 nm ; 658 nm

C) 1 - $-13{,}6 + 3{,}4 = -10{,}2 = \frac{-13{,}6}{n^2} \Rightarrow n = 1{,}15$

$\Rightarrow$ n n'est pas entier; le photon n'est pas absorbé.

$-13{,}6 + 10{,}2 = -3{,}4 = \frac{-13{,}6}{n^2} \Rightarrow$ n = 2 ; n est un entier $\Rightarrow$ le photon est absorbé.

2) a) L'énergie du photon est supérieure à l'énergie d'ionisation.

b) $E_C = -13{,}6 + 14{,}6 = 1$ eV

Troisième Exercice

A) 1 – a) Charge électrique

b) $i = 0$; $u_C = E$.

2 – a) $u_C = Ri = -RC\frac{du_C}{dt}$

$\Rightarrow u_C + RC\frac{du_C}{dt} = 0$

b) à $t = 0$, $u_C = A = E$; En remplaçant u_C dans l'équation différentielle on obtient: $\tau = RC$

c) $i = -C\frac{du_C}{dt} \Rightarrow i = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$

B) 1 – $E = \frac{1}{2}CU^2 \Rightarrow E = 1638$ J

2 – a) $E_1 = 1638 - 360 = 1278$ J

b) i) $E_1 = \frac{1}{2}Cu_C^2 \Rightarrow u_C = 1599$ V ; $u_C = E\,e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow$ t = 6,2 ms

ii) $i = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow i = 32$ A

وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات شهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة سنة ٢٠٠4 الاستثنائية

مسابقة في الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

Cette épreuve, formée de trois exercices obligatoires, est constituée de trois pages numérotées de 1 à 3.
L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

Premier exercice (6 pts) Détermination de la vitesse d'une balle

Une arme à feu est capable de tirer des balles, chacune de masse m = 20 g, avec une vitesse horizontale $\overrightarrow{V_0}$ de valeur V_0.
Dans le but de déterminer V_0, on considère un dispositif constitué d'un bloc de bois, de masse M = 1 kg, suspendu à deux fils inextensibles, de masse négligeable et de même longueur (figure 1).
Ce dispositif peut être assimilé au bloc de bois suspendu à un fil de longueur ℓ = 1 m, initialement au repos dans sa position d'équilibre en G_1.
Une balle frappe le bloc à la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ et s'y incruste au niveau du centre de gravité G du bloc. Juste après le choc, le système (bloc, balle) se met en mouvement à la vitesse $\overrightarrow{V_1}$ horizontale. Le pendule atteint alors un écart angulaire maximal $\alpha = 37^o$. G_1 et G_2 sont les positions respectives de G à la position d'équilibre et à la position la plus élevée. Prendre le plan horizontal passant par G_1 comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur (figure 2). Négliger les frottements avec l'air et prendre g = 9,8 m/s^2.

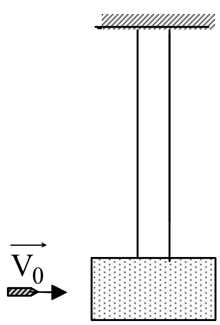


Figure 1

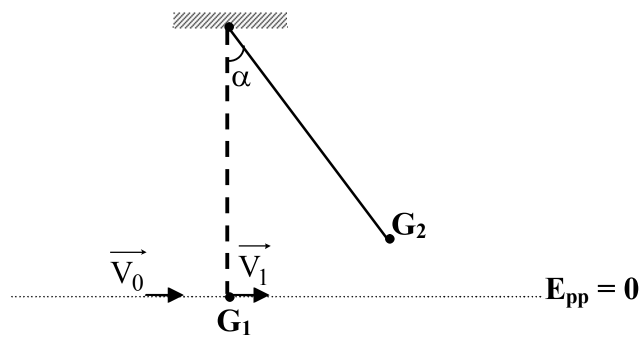


Figure 2

1. Au cours d'un choc, laquelle des deux grandeurs physiques, la quantité de mouvement ou l'énergie cinétique du système, n'est pas toujours conservée?
2. Déterminer l'expression de la valeur V_1 de la vitesse $\overrightarrow{V_1}$ en fonction de M, m et V_0.
3. **a)** Déterminer, juste après le choc, l'énergie mécanique du système (pendule, Terre) en fonction de V_0, M, et m.
   b) Déterminer, en fonction de M, m, g, ℓ et α, l'énergie mécanique du système (pendule, Terre) au point G_2.
   c) Déduire V_0.
4. Vérifier la réponse à la question (1).

Deuxième exercice (7 pts) Détermination de la nature et de la caractéristique d'un dipôle

On dispose de trois dipôles de natures différentes. L'un de ces dipôles est un conducteur ohmique de résistance R , un autre un condensateur de capacité C et le dernier une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

A- Nature de chaque dipôle

Afin de déterminer la nature de chaque dipôle, on dispose d'un générateur G de tension continue, d'un conducteur ohmique de résistance r, d'un ampèremètre A et d'un interrupteur K.

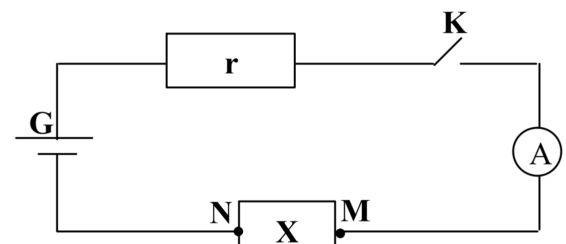


Figure 1

1. Première expérience

On réalise le montage de la figure (1) ci-contre, en branchant, entre M et N, le dipôle nommé X, puis on ferme K. L'ampèremètre indique alors une certaine valeur qui diminue pour atteindre zéro au bout d'un certain temps.
Déterminer la nature du dipôle X.

2. Deuxième expérience

On recommence l'expérience en remplaçant le dipôle X par le dipôle nommé Y. L'ampèremètre indique, dans ce cas, une valeur constante.
Déterminer la nature du dipôle Y.

3. Le troisième dipôle nommé Z est branché seul entre M et N. Indiquer sa nature et préciser son effet sur l'établissement du courant dans le circuit.

B- Caractéristiques des dipôles

1. Valeur de C

On alimente le condensateur, de capacité C, par un GBF (figure 2) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u = U\sqrt{2}\sin 2\pi f t$, de valeur efficace U = 1 V et de fréquence f réglable. Prendre $0{,}32\,\pi = 1$.
On donne à f différentes valeurs et on mesure, à l'aide d'un ampèremètre, les valeurs correspondantes de l'intensité efficace I du courant qui parcourt le circuit.
Le graphique de la figure 3 représente les variations de I en fonction de f.

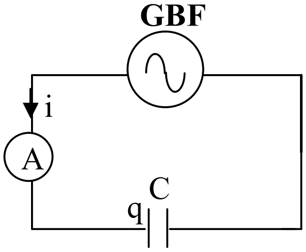
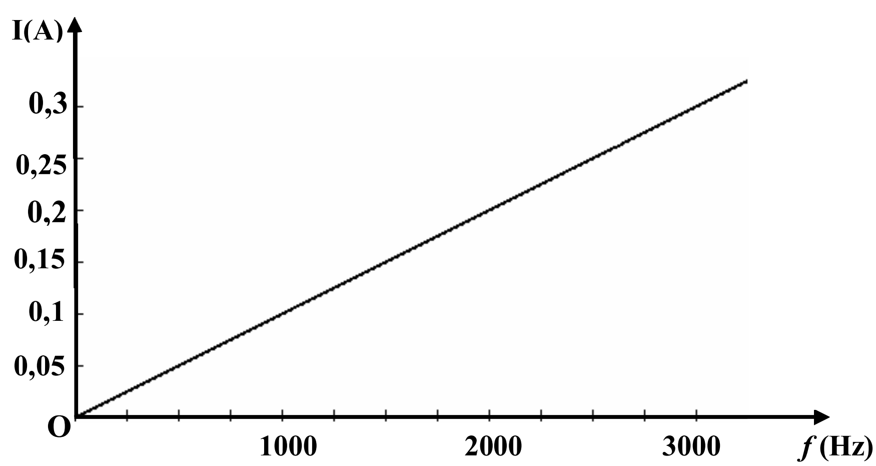


Figure 2

Figure 3



a) D'après le graphique, on peut écrire : $I = B \times f$ où B est une constante. Calculer B.
b) Exprimer B en fonction de U et C en utilisant la relation $i = dq / dt$
c) Déterminer la valeur de C .

2. Valeur de L

Les trois dipôles X, Y et Z sont maintenant montés en série aux bornes du GBF précédent (figure 4).

On fait varier f tout en maintenant constante la tension efficace U. On trouve que la valeur efficace I du courant qui parcourt le circuit varie et prend une valeur maximale I_0 pour f_0 = 120 Hz.

a. L'existence de la valeur maximale I_0 de I met en évidence un phénomène physique. Donner le nom de ce phénomène.

b. Sachant que C = $1,6 \times 10^{-5}$ F, déterminer la valeur de L.

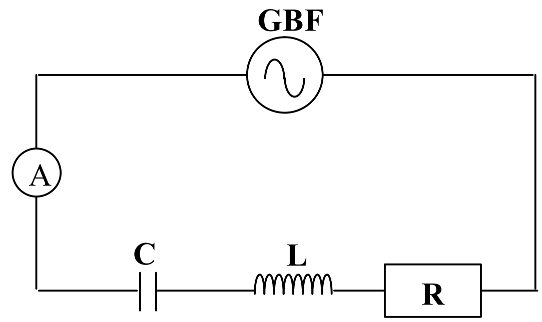


Figure 4

Troisième exercice (7 pts) Le carbone 14

Le but de cet exercice est de mettre en évidence certaines propriétés caractéristiques du radioélément $^{14}_{6}C$ et d'exposer le procédé utilisé pour connaître l'âge de morceaux de bois fossiles.

<u>Données :</u>

masse d'un proton : m_p = 1,00728 u ;
masse d'un neutron : m_n = 1,00866 u ;
masse d'un noyau de $^{14}_{6}C$ = 14,0065 u ;
masse d'un noyau de $^{14}_{7}N$ = 14,0031 u ;
1 u = 931,5 MeV/c^2 ;
masse molaire de $^{14}_{6}C$ = 14 $g \times mol^{-1}$;
nombre d'Avogadro : $\mathcal{N}$ = $6,02 \times 10^{23}$ mol^{-1}.

A - Formation du carbone 14

Dans la haute atmosphère, l'azote $^{14}_{7}$N se transforme, sous l'impact d'un neutron, en $^{14}_{6}C$, isotope du carbone $^{12}_{6}C$.

1. Les nucléides $^{12}_{6}C$ et $^{14}_{6}C$ sont isotopes. Pourquoi ?
2. Écrire l'équation de la réaction de formation de $^{14}_{6}C$.
3. Identifier la particule émise.

B – Désintégration du carbone 14

Le carbone14 est radioactif β^-. Sa désintégration produit l'azote $^{14}_{7}$N.

1. L'émission d'une particule β^- est due à la désintégration d'un nucléon à l'intérieur du noyau. Écrire la réaction qui correspond à cette émission.
2. Calculer l'énergie de liaison par nucléon de chacun des noyaux $^{14}_{6}C$ et de $^{14}_{7}$N.
3. On affirme que la transformation radioactive est une évolution vers un état plus stable. Justifier cette affirmation en tenant compte de ce qui précède.
4. La détermination de l'activité d'une substance contenant le carbone 14 se fait à l'aide d'un compteur de particules β^-. On expose, à ce compteur, un échantillon de bois contenant 0,05 g de carbone 14 dont la période radioactive est T = 5570 années. Déterminer :
   a) la constante radioactive λ du carbone 14.
   b) le nombre de noyaux de carbone 14 contenus dans cet échantillon à l'instant de l'exposition.
   c) l'activité de l'échantillon à l'instant considéré.

C- Âge d'un bois fossile

On se propose de déterminer l'âge d'un morceau de bois fossile. On expose ce morceau au compteur de particules β^- ; il indique 100 désintégrations en 5 minutes. Sachant qu'un morceau de bois identique et fraîchement coupé donne 1000 désintégrations en 5 minutes, déterminer l'âge du morceau de bois fossile.

Solution

Premier exercice (6 pts.)

1. L'énergie cinétique du système (balle, bloc) **(1/4pt.)**

2. $\vec{P}_{\text{avant le choc}} = \vec{P}_{\text{après le choc}}$ **(1/4 pt)**

$m\,\vec{V_0} = (M+m)\vec{V_1}$ **(1/4 pt)** D'où : $V_1 = \dfrac{mV_0}{(M+m)}$ **(1/4 pt.)**

3. a. $E_m = E_{PP} + E_c$ **(1/4pt.)**

$E_m = 0 + E_c = \dfrac{1}{2}(M+m)\,V_1^2$ **(1/4pt.)**

$E_m = \dfrac{1}{2}(M+m)\left[\dfrac{mV_0}{(M+m)}\right]^2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{m^2V_0^{\,2}}{(M+m)}$ **(1/4 pt.)**

b. $E_m = (M+m)gh$ **(1/4pt.)**

$h = l - l\cos\alpha = l\,(1-\cos\alpha)$ **(1/2pt)**

D'où : $E_m = (M+m)g\,l\,(1-\cos\alpha)$ **(1/4pt.)**

c. L'énergie mécanique du système (pendule ,Terre) est conservée car on a négligé les frottements. (**1/2pt.)**

$\dfrac{1}{2}\dfrac{m^2V_0^{\,2}}{(M+m)} = (M+m)g\,l\,(1-\cos\alpha)$

$V_0 = \dfrac{(M+m)}{m}\sqrt{2gl(1-\cos\alpha)}$ **(1pt.)**

$V_0 = 101{,}3$ m/s **(1/2 pt.)**

4. $Ec_{avant} = ½\, m\, V_0^2$ **(1/4pt)**

$Ec_{avant} = 102{,}6$ J **(1/4pt)**

$E_{Caprès} = ½\,(M+m)V_1^2$

$= \dfrac{1}{2}\dfrac{m^2V_0^{\,2}}{(M+m)}$ **(1/4pt)**

$E_{Caprès} = 2$ J **(1/4pt)**

Ec_{avant} est $\neq$ de $E_{caprès}$, la réponse de la question a est vérifiée. **(1/4pt)**

Deuxième exercice (7 pts.)
A-
I. X est un condensateur car le courant s'annule à la fin de la charge.**(3/4 pt.)**

2. Y est un conducteur ohmique car l'intensité du courant reste constante.**(3/4 pt)**

3. Z est une bobine. Le courant s'établit dans le circuit avec un certain retard. **(3/4 pt)**

B-1.a) B = 10^{-4} A / Hz **(1 pt)**
b) On a : i = $\frac{dq}{dt} = \frac{Cdu_C}{dt}$
i = C U $\sqrt{2}$ 2 π f cos2 π ft .Or i = I $\sqrt{2}$ cos2 π ft =>
I = 2 π C U f = B f $\Rightarrow$ B = 2 π C U **(13/4pt.)**

c) C = B / 2 π U = 10^{-4} / 2 π = 16 × 10^{-6} F **(1/2 pt)**

2.a) Résonance d'intensité **(1/2 pt)**
b) $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ **(1/2 pt)**
$\Rightarrow$ L = 0,11 H. **(1/2 pt)**

Troisième exercice (7 pts)

A-1) Les noyaux ont même nombre de charge Z et des nombres de masse A différents. **(1/2 pt.)**

2) ${}^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}p$ **(3/4 pt.)**

3) La particule émise est un proton (ou noyau d'hydrogène) **(1/4pt.)**

B-1. ${}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{1}_{1}p$ **(3/4 pt.)**

2. L'énergie de liaison d'un noyau de masse m_x est : $E_l = \Delta m.c^2$ **(1/4pt.)**

avec $\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - m_x$ **(1/4pt)**

L'énergie de liaison par nucléon est $\frac{E_l}{A}$.**(1/4pt)**

- Pour le noyau ${}^{14}_{6}C$ on a :

$\Delta m = 6 \times 1{,}00728 + 8 \times 1{,}00866 - 14{,}0065$

$\Delta m = 0{,}10646$ u ; $E_l = 99{,}16749$ MeV

$\frac{E_l}{A} = 7{,}083$ MeV **(1/2 pt)**

- Pour le noyau ${}^{14}_{7}N$ on a ;

$\Delta m = 7 \times 1{,}00728 + 7 \times 1{,}00866 - 14{,}0031$

$\Delta m = 0{,}10848$ u ; $E_l = 101{,}04912$ MeV

$\frac{E_l}{A} = 7{,}217$ MeV **(1/2 pt)**

3. On constate que l'énergie de liaison par nucléon de ${}^{14}_{7}N$ est supérieure à celle de ${}^{14}_{6}C$; le noyau d'azote ${}^{14}_{7}N$ est plus stable que le noyau de carbone ${}^{14}_{6}C$. **(1/4pt)**

4.a) $\lambda = \frac{0{,}693}{T}$; **(1/4pt)**

$\lambda = 1{,}244 \times 10^{-4} an^{-1} = 3{,}94 \times 10^{-12}\ s^{-1}$ **(1/4pt)**

b) $n = \frac{0{,}05 \times 6{,}02 \times 10^{23}}{14} = 215 \times 10^{19}\ noyaux$ **(1/2pt)**

c) A= $\lambda \times n$ **(1/4 pt)** ; A=8471×10^{10} Bq. **(1/4pt)**

C- A_0= 200 dés./mn A= 20 dés./mn

$A = A_0 e^{-\lambda t}$ **(1/4pt)** ; $t = \frac{\ln \frac{A_0}{A}}{\lambda}$ = 18509 ans **(1pt)**

Cette épreuve, formée de trois exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.
Les calculatrices non programmables sont autorisées.

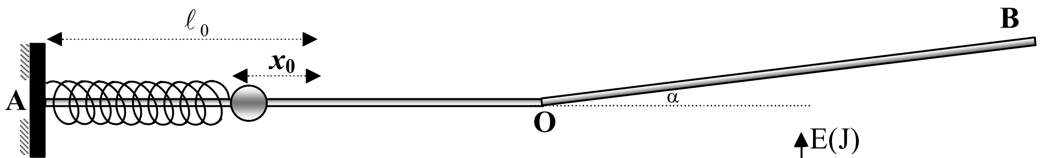
Premier exercice : (6 ½ pts) Détermination de la valeur d'une force de frottement

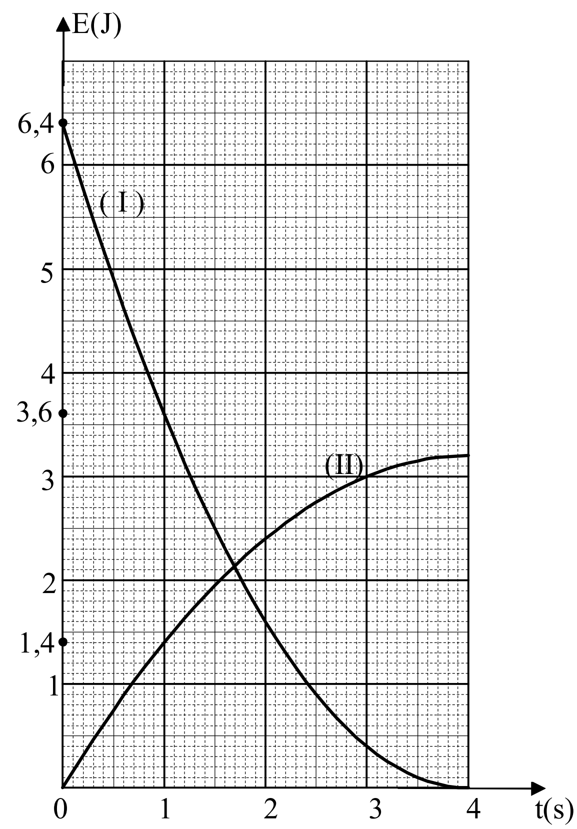
Un solide (S) de masse m = 200 g peut se déplacer sur un rail AOB situé dans un plan vertical. Ce rail est constitué de deux parties : l'une AO rectiligne horizontale et l'autre OB rectiligne et inclinée d'un angle α sur l'horizontale ($\sin\alpha = 0,1$). Sur la partie AO, le mouvement de (S) se fait sans frottement et, sur la partie OB, (S) subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$ supposée constante et parallèle au déplacement.

Le but de l'exercice est de déterminer la valeur f de la force de frottement $\vec{f}$.

A- Lancement du solide

Pour lancer ce solide sur la partie AO, on utilise un ressort de raideur k = 320 N/m et de longueur à vide ℓ_0 ; une des extrémités du ressort est fixée en A à un support. On comprime le ressort de x_o ; on pose le solide contre l'extrémité libre du ressort et on libère l'ensemble. Quand le ressort reprend sa longueur à vide ℓ_0, le solide quitte le ressort à la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de valeur $V_0 = 8$ m/s , poursuit son mouvement en glissant sur le rail horizontal et aborde au point O la partie inclinée OB.





1) Déterminer la valeur de x_o.
2) Le solide arrive au point O avec la vitesse de valeur $V_0 = 8$ m/s. Justifier.

B- Mouvement du solide sur la partie inclinée OB

(S) aborde en O la partie inclinée OB avec la vitesse de valeur V_0 à la date $t_o= 0$. Un système approprié permet de tracer, en fonction du temps, les courbes donnant les variations de l'énergie cinétique E_C du solide et de l'énergie potentielle de pesanteur E_{PP} du système (solide - Terre).

Ces courbes sont représentées sur la figure ci-contre entre les dates $t_o= 0$ et $t_4 = 4$ s, à l'échelle :

- 1 division sur l'axe des temps correspond à 1 s
- 1 division sur l'axe des énergies correspond à 1 J.

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le point O.

Prendre $g = 10 \text{ m / s}^2$.

1) La courbe **I** représente la variation, en fonction du temps, de l'énergie cinétique E_C. Pourquoi ?

2) En utilisant les courbes,

a- préciser, en le justifiant, la forme de l'énergie du système à la date $t_4 = 4$ s ;

b- déterminer la distance maximale parcourue par le solide sur la partie OB ;

c- i. compléter le tableau avec les valeurs de l'énergie mécanique E_m pour chaque date t ;

t (s)	0	1	2	3	4
E_m (J)		5			

ii. justifier l'existence de la force de frottement $\vec{f}$;

iii. calculer la variation de l'énergie mécanique du système entre les dates $t_0 = 0$ et $t_4 = 4$ s ;

iv. déterminer f.

Deuxième exercice : (7 pts) Détermination de l'inductance d'une bobine

Dans le but de déterminer l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable, on place cette bobine dans un circuit comportant en série, un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω, un condensateur de capacité $C = \frac{160}{\sqrt{3}}$ μF et un générateur délivrant, entre ses bornes, une tension alternative sinusoïdale $u_{AM} = U_m \sin(2\pi f t)$, de fréquence réglable (figure 1). Le circuit est alors parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i.

Un oscilloscope branché dans le circuit permet de visualiser, sur la voie Y_1, la tension u_{AM} et, sur la voie Y_2, la tension u_{DM}.

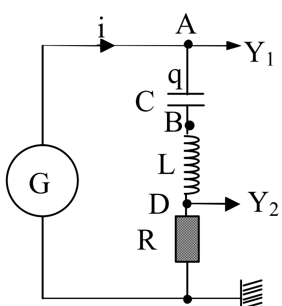


Fig. 1

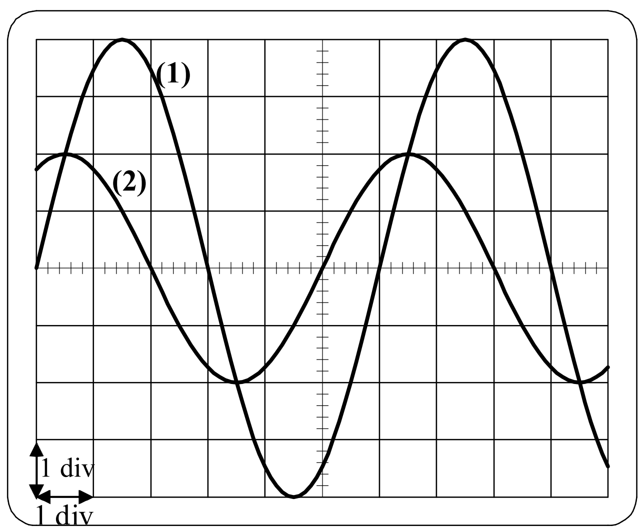


Fig. 2

A) Le générateur est réglé à la fréquence f = 50 Hz.

L'oscillogramme de la figure 2 montre la courbe (1) qui correspond à la tension u_{AM} et la courbe (2) qui correspond à la tension u_{DM}. La sensibilité verticale pour les deux voies est 5 V / division.

Prendre : $\sqrt{3} = 1{,}73$; $0{,}32\pi = 1$

1) En se référant à l'oscillogramme,

a- calculer la tension maximale U_m aux bornes du générateur,

b- montrer que l'expression de la tension u_{DM} s'écrit sous la forme :

$$u_{DM} = 10 \sin(100\pi t + \frac{\pi}{3}) \quad (u_{DM} \text{ en V, t en s}).$$

2) a- Déterminer l'expression de i.

b- Montrer que l'expression de la tension aux bornes du condensateur peut s'écrire :

$$u_C = u_{AB} = -\,20\sqrt{3}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3}) \quad (u_{AB} \text{ en V})$$

c- Déterminer l'expression de la tension u_{BD} aux bornes de la bobine en fonction de l'inductance L et du temps t.

3) La relation $u_{AM} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DM}$ est vérifiée quel que soit le temps t. Déduire la valeur de L.

B - Pour s'assurer de la valeur de L obtenue dans la question **A-3**, on fait varier la fréquence f de la tension délivrée par le générateur, tout en maintenant constante la tension maximale U_m. On remarque que les deux tensions u_{AM} et u_{DM} deviennent en phase lorsque la fréquence est égale à $f_0 = 70{,}7$ Hz.

1) Nommer le phénomène électrique mis ainsi en évidence.

2) Retrouver la valeur de L.

<u>Troisième exercice</u> : (6 ½ pts) Radioactivité

Un laboratoire de physique est équipé d'un compteur de radioactivité associé à une source radioactive au césium $^{137}_{55}Cs$ émetteur β^-.

La fiche technique du compteur porte les indications suivantes:

- *nucléide :* $^{137}_{55}Cs$
- *demi-vie : T = 30 ans*
- *activité de la source à la date de fabrication du compteur :* $A_0 = 4{,}40 \times 10^5$ *Bq*
- *énergie du rayonnement bêta : 0,514 MeV*
- *énergie du rayonnement gamma : 0,557 MeV*

Prendre : 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J.

1 u = 931,5 MeV / c^2

Masses des noyaux et particule : m (C_S) = 136,8773 u ;

m (Ba) = 136,8756 u ;

m (électron) = $5{,}5 \times 10^{-4}$ u.

A- Énergie libérée par un noyau de césium

1) a- Écrire l'équation de désintégration du césium 137, sachant que le noyau fils est le baryum $^{y}_{x}Ba$.

Déterminer x et y.

b- Le baryum $^{y}_{x}Ba$ est obtenu à l'état excité. Écrire l'équation de désexcitation du noyau de baryum.

2) a- Calculer, en MeV, l'énergie E libérée au cours de la désintégration d'un noyau de césium.

b- Déduire, en se référant à la fiche technique l'énergie emportée par l'antineutrino sachant que l'énergie cinétique du noyau de baryum est négligeable.

B- Activité du césium

1) À la rentrée scolaire 2004, on mesure, à l'aide du compteur, l'activité A de la source. On obtient la valeur $3{,}33 \times 10^5$ Bq. Déterminer l'année de fabrication du compteur équipé de sa source sachant que $A = A_0 e^{-\lambda t}$, λ étant la constante radioactive du césium.

2) L'activité de la source ne varie pratiquement pas au cours d'une séance d'une heure . En se basant sur la définition de l'activité d'une source radioactive, calculer le nombre n de désintégrations pendant 1 heure.

C- Conséquence de l'utilisation de la source au césium

1) En tenant compte des valeurs de E et de n, calculer, en J, l'énergie reçue par un élève, durant une séance d'une heure au laboratoire, sachant que cet élève absorbe 1 % de l'énergie nucléaire libérée.

2) Sachant que l'énergie nucléaire maximale que peut supporter l'élève, pendant une heure, est de $1{,}2 \times 10^{-4}$ J, vérifier que l'élève ne court aucun risque.

Solution

Premier exercice

A- 1) Explication **(1/2pt) ;** $\frac{1}{2}k(x_o)^2 = \frac{1}{2}m(V_0)^2$.......... **(1/2 pt)**

$x_0 = 20$ cm ....**(1/2 pt)**

2) La méthode de la conservation de E_m ou $\Sigma\, \vec{F} = \vec{P} + \vec{N} = \vec{0}$, le mouvement est donc rectiligne uniforme de vitesse égale à la vitesse initiale $V_0 = 8$ m/s . ... **(1/2pt)**

B) 1) A l'instant t= 0, la vitesse du solide est 8m/s, son énergie cinétique est maximale. La courbe **I** passe par un maximum à cet instant. **(1/2pt)**

2) a) A la date t = 4 s, $E_C = 0$, l'énergie du système à cette date est une énergie potentielle de pesanteur. ....**(1/2pt)**

b) La distance maximale correspond à une énergie potentielle de pesanteur maximale sur la courbe II ;

$E_{Ppmax} = 3{,}2$ J $= mgh_{max} = mg\, d_{max}\sin\alpha$, d'où : $d_{max} = 16$ m **(1pt).**

c) i. Tableau .... **(1pt)**

t (s)	0	1	2	3	4
E_m (J)	6,4	5	4	3,4	3,2

ii. L'énergie mécanique diminue avec le temps ; ce qui signifie l'existence d'une force de frottement. **(1/4pt)**

iii. $\Delta E_m = 3{,}2 - 6{,}4 = -3{,}2$ J **(1/2pt)**

iv. $\Delta E_m = W(\vec{f}) = -f \times d_{max}$ **(1/2pt)**

$f = \frac{3{,}2}{16} = 0{,}2N$ **(1/2pt)**

Deuxième exercice

A- 1- a) $U_m = 4 \text{ div} \times 5 \text{ V/div} = 20 \text{ V}$ **(1/2pt)**

b) $U_{DMm} = 2 \text{ div} \times 5 \text{ V/div} = 10\text{V}$

Le déphasage entre u_{DM} et u_{AM} est $\varphi_1 = 1\text{div} \times \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$ rad

u_{DM} est en avance de phase sur u_{AM}.

$u_{DM} = 10\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ **(1 ½ pt)**

2) a) $u_{DM} = Ri$ => $i = \sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ **(1/2pt)**

b) $i = C\frac{du_C}{dt}$ **(1/4pt)** => u_C = primitive de $\frac{1}{C}i$ **(1/4pt)**

$= -20\sqrt{3}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ **(1/4pt)**

c) $u_{BD} = L\frac{di}{dt}$ **(1/4pt)**

$= 100\pi L\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ **(1/2pt)**

3) La relation $u_{AM} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DM}$ s'écrit :

$20\sin 100\pi t = -20\sqrt{3}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3}) + 100\pi L\cos(100\pi t + \frac{\pi}{3})$

$+10\sin(100\pi t + \frac{\pi}{3})$ **(1/4pt)**

Pour t = 0, on obtient : $0 = -10\sqrt{3} + 50\pi L + 5\sqrt{3}$ .Ainsi : L = 55 mH.

(11/4pt)

B- 1) Le phénomène de la résonance d'intensité **(1/2pt)**

2) A la résonance, :

$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, ainsi : $L \approx 55$ mH. **(1pt)**

Troisième Exercice

A- 1) a) $^{137}_{55}Cs \rightarrow\ ^{y}_{x}\mathrm{Ba} +\ ^{0}_{-1}e +\ ^{0}_{0}\bar{\nu}$ **(1/2pt)**

$55 = x - 1 \Rightarrow x = 56$; $137 = y + 0 \Rightarrow y = 137$ **(1/2pt)**

b) $^{y}_{x}\mathrm{Ba}^{*} \rightarrow\ ^{y}_{x}\mathrm{Ba} + \gamma$ **(1/2pt)**

2) a) $E = \Delta m \times c^2$. Avec $\Delta m = m_{avant} - m_{après} = m_{Cs} - (m_{Ba} + m_{élecron}) = 1{,}15.10^{-3}$ u

$\Delta m = 1{,}15.10^{-3} \times 931{,}5\ \mathrm{MeV/c^2} = 1{,}0712\ \mathrm{MeV/c^2}$.

$E = 1{,}0712\ \mathrm{MeV/c^2} \times c^2 = 1{,}0712$ MeV. **(1 ½ pt)**

b) $E(\text{libérée}) = E(\gamma) + E(\beta^-) + E_C(\mathrm{Ba}) + E(^{0}_{0}\bar{\nu})$

$1{,}0712\ \mathrm{MeV} = 0{,}557 + 0{,}514 + 0 + E(^{0}_{0}\bar{\nu}) \Rightarrow E(^{0}_{0}\bar{\nu}) = 0{,}0002$ MeV. **(1pt)**

B) 1) $A = A_0 e^{-\lambda t}$, ainsi $t = \frac{1}{\lambda} \times \ln \frac{A_0}{A} = 12$ ans.

Ainsi la date de fabrication du compteur est la rentrée de l'année 1992. **(1/2pt)**

2) Nombre de désintégrations pendant 1 h = n = A $\times$ t = $3{,}33.10^5 \times 3600 = 11988.10^5$ **(1/2 pt)**

C- 1) Energie libérée pendant une heure = $E_1 = E \times$ nombre de désintégrations pendant 1 h = $E \times n = 1{,}0712 \times 11988.10^5$ MeV = $12841{,}5.10^5$ MeV = $0{,}2055.10^{-3}$J.

Energie absorbée par l'élève pendant 1 heure = $E_2 = \frac{0{,}2055.10^{-3}}{100} = 0{,}2055.10^{-5}$J **(1 pt)**

2) $E_2 < 1{,}2 \times 10^{-4}$J => aucun risque **(1/2pt)**

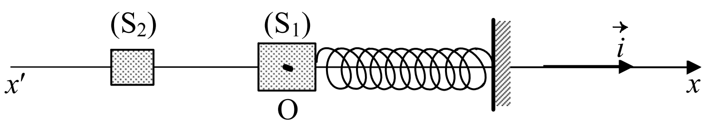
مسابقة في مادة الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

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

<u>Premier exercice</u> (7 pts) Étude d'un oscillateur mécanique

Le but de l'exercice est de déterminer la constante de raideur du ressort d'un oscillateur mécanique horizontal. Cet oscillateur comporte un solide (S_1) de masse M = 400 g et un ressort 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. La position de G est repérée sur cet axe, à l'instant t, par son abscisse $x = \overline{OG}$, O correspondant à la position d'équilibre G_0 de G (figure).



A - Mise en mouvement de l'oscillateur

(S_1) est initialement au repos et G est en O. Pour le mettre en mouvement, on lance vers (S_1), le long de l'axe x′Ox, un solide (S_2) de masse $m = \frac{M}{2}$. Juste avant le choc, (S_2) a une vitesse $\vec{V}_2 = V_2\,\vec{i}$ ($V_2 = 0{,}75$ m/s). (S_2), entrant en choc élastique avec (S_1), rebondit suivant x′Ox . Juste après le choc, (S_1) acquiert la vitesse $\overrightarrow{V_0} = V_0\,\vec{i}$.

1) Quelles sont les deux grandeurs physiques qui restent conservées durant ce choc ?
2) Écrire les équations qui expriment la conservation des grandeurs précédentes.
3) Déduire que $V_0 = 0{,}5$ m/s.

B- Étude énergétique de l'oscillateur

L'enregistrement graphique a montré que l'équation horaire du mouvement de G, après le choc, peut s'écrire sous la forme :

$$x = X_m \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}}\right)t \quad (x \text{ en m ; t en s }) \text{ où } X_m \text{ est une constante positive.}$$

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

1) **a-** Écrire l'expression de l'énergie potentielle élastique E_{Pe} de l'oscillateur en fonction de k, X_m, M et t.
b- Déterminer l'expression de l'énergie cinétique E_C de l'oscillateur en fonction de k , M ,X_m et t.
c- Trouver l'expression de l'énergie mécanique E_m du système (oscillateur, Terre) en fonction de k et X_m.
d- Déduire que (S_1) ne subit aucune force de frottement durant son mouvement.

2) **a-** Déterminer la valeur de E_m.
b- Au cours du mouvement de (S_1), G oscille entre deux positions extrêmes A et B distantes de 20 cm. Déterminer la valeur de k.

Deuxième exercice (6 ½ pts)   Charge d'un condensateur

Le but de l'exercice est de déterminer la capacité d'un condensateur et d'étudier l'effet de certaines grandeurs physiques sur la durée de sa charge.

Le circuit de la figure (1) comporte :

- un générateur idéal présentant entre ses bornes une tension constante $u_{MN} = u_g = E$ réglable ;
- un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- un condensateur de capacité C ;
- un interrupteur K.

I- La valeur de E est réglée à E = 10 V et celle de R à R = 2 kΩ.

Le condensateur étant initialement neutre, on ferme l'interrupteur à la date $t_0 = 0$.

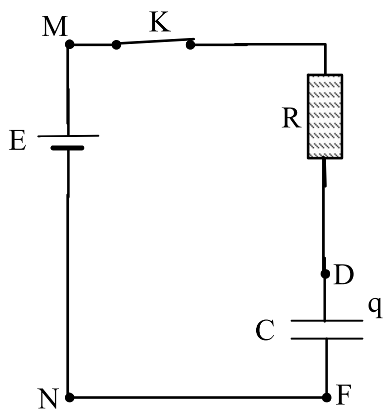


Figure 1

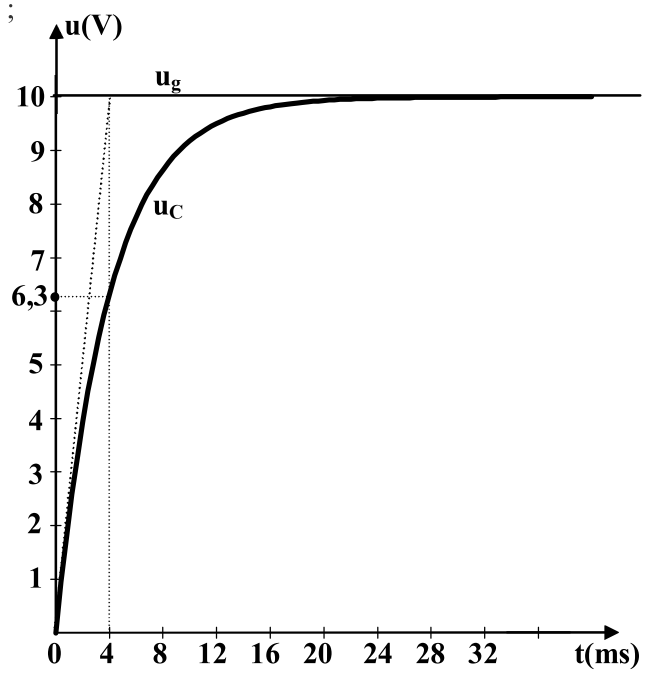


Figure 2

1) **a** -Établir l'équation différentielle donnant les variations de la tension $u_{DF} = u_C$ aux bornes du condensateur en fonction du temps.

b- Vérifier que la solution de cette équation différentielle est $u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{RC}})$.

2) Les tensions u_C et u_g sont visualisées à l'aide d'un oscilloscope (figure 2) .

a- Reproduire le montage de la figure (1) en indiquant les branchements de cet oscilloscope.

b- Donner la valeur maximale de u_C.

3) Une méthode de calcul de C consiste à déterminer la durée t_1 au bout de laquelle la tension u_C atteint 63 % de sa valeur maximale.

a- Montrer que t_1 est, à peu près, égale à RC.

b- En utilisant la figure (2), déterminer la valeur de la capacité C.

4) Une autre méthode permet de déterminer C à partir de la tangente à la courbe $u_C = f(t)$ en O (fig.2).

a- Trouver l'expression de $\frac{du_C}{dt}$, en O, en fonction de E , R et C.

b- Montrer que l'équation de cette tangente à la courbe est $u = \frac{E}{RC}t$.

c- Vérifier que cette tangente coupe l'asymptote à la courbe au point d'abscisse $t_1 = RC$.

d- Déterminer alors la valeur de la capacité C du condensateur.

II – La valeur de R est réglée à R = 1 kΩ.

1) Tracer, sur un même système d'axes, l'allure de la courbe u_C dans les deux cas suivants :

cas (1) : E =10 V, $C = 2\times10^{-6}$ F (courbe 1)

cas (2) : E = 5 V, $C = 2\times10^{-6}$ F (courbe 2)

Échelles : en abscisses :1div ↔ 4 ms ; en ordonnées :1 div ↔ 1 V .

2) Préciser, en le justifiant, laquelle des deux grandeurs E ou R influe sur la durée de charge du condensateur.

Troisième exercice (6 ½ pts) Interaction rayonnement-matière

I - Au début des années 1880, Balmer identifie, dans le spectre d'émission de l'hydrogène, les quatre raies visibles désignées par H_α, H_β, H_γ et H_δ .

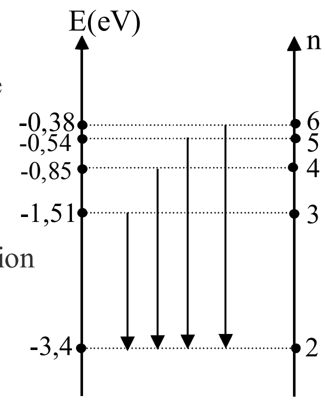
En 1913, Bohr élabore une théorie de structure de l'atome et montre qu'on peut associer, à l'atome d'hydrogène, des niveaux d'énergie donnés par la formule :

$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ où E_0 est une constante positive exprimée en eV et n un nombre entier non nul.

Selon Bohr, chacune des raies de la série de Balmer est caractérisée par sa longueur d'onde λ dans l'air et la transition correspondante :

H_α (λ_α = 658 nm ; transition de n = 3 à n = 2) ;
H_β (λ_β = 487 nm ; transition de n = 4 à n = 2) ;
H_γ (λ_γ = 435 nm ; transition de n = 5 à n = 2) ;
H_δ (λ_δ = 412 nm ; transition de n = 6 à n = 2).

Le diagramme des niveaux d'énergie correspondant à cette série est schématisé par la la figure ci-contre.



1) Déterminer, en s'aidant du diagramme, la valeur de E_0 en eV.

2) **a) Spectre d'émission**

i) Montrer, à partir du diagramme, que la raie H_β correspond à l'émission d'un photon d'énergie 2,55 eV.

ii) Vérifier que la valeur de la longueur d'onde de la raie H_β est environ 487 nm.

b) Spectre d'absorption

Pour obtenir le spectre d'absorption de l'atome d'hydrogène, on doit éclairer de l'hydrogène à l'aide de la lumière blanche. Qu'observe-t-on dans le spectre d'absorption ?

3) L'atome d'hydrogène, pris dans son premier état excité (n = 2), subit l'impact d'un photon d'énergie 2,26 eV. Ce photon n'est pas absorbé par l'atome. Pourquoi ?

II-Une lampe à hydrogène éclaire maintenant une surface métallique de longueur d'onde seuil λ_s = 500 nm.

1) Quelles sont les radiations visibles susceptibles de provoquer l'émission photoélectrique ? Pourquoi?

2) **a)** Déterminer la radiation qui est capable d'arracher un électron possédant la plus grande énergie cinétique E_c .

b) Calculer alors E_c .

III- Les spectres de raies atomiques et le phénomène de l'effet photoélectrique mettent en évidence une caractéristique concernant l'énergie d'une onde électromagnétique et l'échange énergétique entre la matière et les ondes électromagnétiques. Préciser cette caractéristique .

On donne :

- célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \times 10^8$ m/s ;
- constante de Planck $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J.s ;
- 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J ;
- 1 nm = 10^{-9} m.

Premier exercice (7 pts)

A- 1) La quantité de mouvement et l'énergie cinétique du système (S_1 , S_2) **(1/2 pt)**

2) $m\,\overrightarrow{V_2} = m\overrightarrow{V_3} + M\overrightarrow{V_0}$ **(1/2pt)**

$\frac{1}{2}$ m V_2^2 = $\frac{1}{2}$ m V_3^2 + $\frac{1}{2}$M V_0^2 équ ....(1) **(1/2pt)**

3) Les vitesses étant colinéaires, l'expression vectorielle peut s'écrire algébriquement:

m V_2 = mV_3+ MV_0 ou m($V_2 - V_3$) = MV_0 équ………(2) .

L'équation (1) peut s'écrire m(V_2^2 - V_3^2) = M V_0^2 équ……..(3)

Le système des équations (2) et (3) donne :$V_0 = \frac{2m}{m+M} V_2 = \frac{2}{3} \times 0{,}75 = 0{,}5$ m/s ; **(1 ½ pt)**

B- 1) a- $E_{Pe} = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kX_m^2 \sin^2(\sqrt{\frac{k}{M}}\, t)$. **(1/2 pt)**

b-$E_c = \frac{1}{2} MV^2$; avec $V = x' = X_m \sqrt{\frac{k}{M}} \cos \sqrt{\frac{k}{M}}\, t$, on peut écrire :

$E_c = \frac{1}{2} M X_m^2 \frac{k}{M} \cos^2(\sqrt{\frac{k}{M}}\, t) = \frac{1}{2} X_m^2 k \cos^2(\sqrt{\frac{k}{M}}\, t)$ **(3/4pt)**

c- $E_m = E_P + E_c = \frac{1}{2} k X_m^2 \sin^2(\sqrt{\frac{k}{M}}\, t) + \frac{1}{2} X_m^2 k \cos^2(\sqrt{\frac{k}{M}}\, t)$

$E_m = \frac{1}{2} k X_m^2 (\sin^2 \sqrt{\frac{k}{M}}\, t + \cos^2 \sqrt{\frac{k}{M}}\, t) = \frac{1}{2} k X_m^2$. **(3/4pt)**

d- k et X_m sont des constantes => E_m est constante => l'énergie mécanique se conserve au cours du temps ; le mouvement s'effectue alors sans frottement. **(1/2pt)**

2) a - $E_m(t=0) = E_m(t)$ => $\frac{1}{2} MV_0^2 = ½\, k X_m^2 = \frac{1}{2} (0{,}4)(0{,}5)^2 = 0{,}05$ J. **(1/2pt)**

b- AB = 2X_m => X_m = 0,1 m , $k = \frac{2E_m}{(X_m)^2} = \frac{2 \times 0{,}05}{0{,}01} = 10$ N/m.

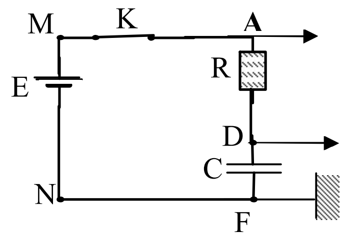
(ou $k = \frac{MV_0^2}{X_m^2}$) **(1pt)**

Deuxième exercice (6 ½ pts)

I-1) a- E =Ri + u_C = RC$\frac{du_C}{dt}$ + u_C **(1pt)**

b- $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{RC} e^{\frac{-t}{RC}}$,

ainsi : E = RC$\frac{E}{RC} e^{\frac{-t}{RC}}$ + E (1-$e^{\frac{-t}{RC}}$) = E



(1/2pt)

2) a- Connexion **(1/4pt)**

b- (u_C $)_{max}$ = E = 10 V **(1/4pt)**

3) a) $u_C = 0{,}63\ E = E(1 - e^{\frac{-t_1}{RC}})$ => $e^{\frac{-t_1}{RC}} = 0{,}37$ => $\ln 0{,}37 = -\frac{t_1}{RC}$ => t_1 =RC.**(1/2pt)**

b) A partir du graphe de la figure (2), on montre que la tension $u_C = 0{,}63 \times 10 = 6{,}3$ V est atteinte au bout d'une durée 4 ms ; cette durée est égale à RC. Ainsi C = 2 $\times 10^{-6}$ F. **(1/2pt)**

4) a) $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{RC} e^{\frac{-t}{RC}}$ => $\frac{du_C}{dt})_{t=0} = \frac{E}{RC}$ **(1/2pt)**

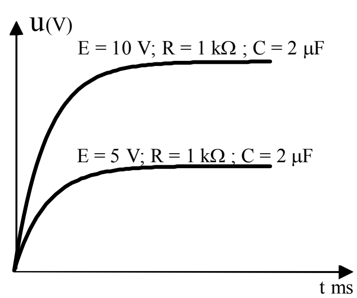
b) L'équation de la tangente à la courbe à l'origine est u = a_0 t = $\frac{E}{RC}$t **(1/2pt).**

c) Pour u = E , on a : E = $\frac{E}{RC} t_1$, d'où t_1 = RC. **(1/2 pt)**

d) L'abscisse du point d'intersection de la tangente avec l'asymptote est RC = 4 ms. **(1/2 pt)**

D'où : $C = \frac{4\times10^{-3}}{2000} = 2 \times 10^{-6}$ F. **(1/2pt)**

II – 1) Tracé **(1/2 pt)**



2) la durée de la charge est t = 5RC $\Rightarrow$ t dépend de R et ne dépend pas de E. **(1/2 pt)**

Troisième exercice (6 ½ pts)

I –1- Pour n = 2 , E_2 = -3,4 eV ; on peut écrire : -3,4 = - $\frac{E_0}{4}$ => E_0 = 13,6 eV. **(1/2 pt)**

2-a-i) E(photon) = $E_4 - E_2$ = -0,85 – (-3,4) = 2,55 eV **(1/4 pt)**

ii) E(photon) = $h\nu = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E(photon)} = \frac{6{,}63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2{,}55\times1{,}6\times10^{-19}}$ = 487,5 nm.

(3/4pt)

b) On voit 4 raies noires. **…………** ……………………………**(1/2pt)**

3) Si l'atome absorbe ce photon, on peut écrire E (photon) = $E_n - E_2$

$2{,}26 = -\frac{13{,}6}{n^2} - (-3{,}4)$ => n = 3,45 ; or n doit être entier => ce photon n'est pas absorbé…**…………………………………………………………….(1pt)**

Ou : Pour passer du niveau n = 2 au niveau n = 3 , l'atome doit absorber un photon d'énergie $E_{2--->3}$ = -1,51 – (-3,4) = 1,89 eV
Pour passer du niveau n = 2 au niveau n = 4 , l'atome doit absorber un photon d'énergie $E_{2--->4}$ = -0,85 – (-3,4) = 2,55 eV.
1,89 < 2,26 < 2,55 => l'atome n'absorbe pas ce photon.

II-1) L'émission photoélectrique ne se produit qui si la longueur d'onde de la radiation incidente est plus petite ou égale à la longueur d'onde seuil du métal .
Ainsi $\lambda(\alpha)$ > 500 nm => pas d'effet photoéctrique pour cette radiation.
Les autres radiations ont des longueurs d'onde < 500 nm => elles provoquent l'émission photoélectrique……………………………………………..**(1pt)**

2- a) L'énergie d'un photon est inversement proportionnelle à sa longueur d'onde et la relation d'Einstein donne : E(photon) = W + E_C => E_C croit avec E(photon) ; ainsi la radiation qui a la longueur d'onde la plus petite (H_δ) arrache l'électron le plus énergétique. ………………………**(1pt)**

b) E_c = E(photon) - $\frac{hc}{\lambda_{seuil}} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{seuil}} = hc(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{seuil}}) \Rightarrow$ $E_c = 8{,}5\times10^{-20}$ J. **(1pt)**

III- L'échange d'énergie est quantifié ; l'énergie d'une onde électromagnétique est quantifiée (ou la quantification, ou le quantum d'énergie). **(1/2pt)**

مسابقة في مادة الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

Cette épreuve, formée de trois exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.
Les calculatrices non programmables sont autorisées.

Premier exercice : (6 ½ pts) Vérification de la deuxième loi de Newton

Un mobile (S), de masse M = 100 g et de centre d'inertie G, peut glisser sur un rail incliné d'un angle α sur l'horizontale tel que $\sin\alpha = 0{,}40$. G peut alors se déplacer sur un axe $x'x$ parallèle au rail (figure 1). On donne $g = 10\ m/s^2$.

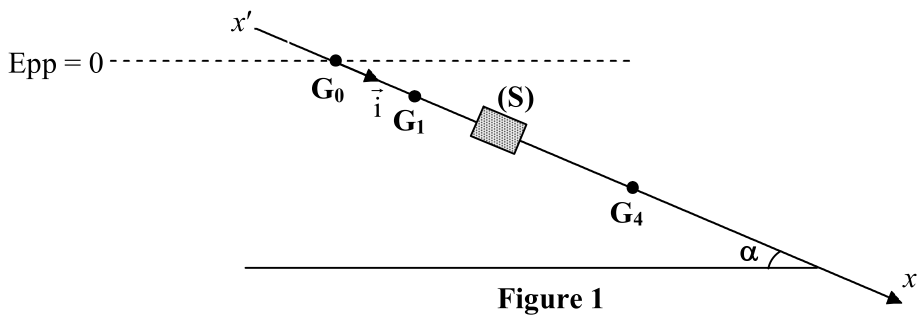


Figure 1

On lâche (S) sans vitesse initiale à la date $t_o = 0$ et on enregistre, à des intervalles de temps successifs et égaux à τ = 50 ms, quelques positions de G : G_o, G_1, G_2, …..G_5 aux dates respectives $t_o = 0$, t_1, t_2, ... t_5.
Les valeurs des abscisses $x = G_0G$ de G sont inscrites dans le tableau suivant :

t	$t_0 = 0$	$t_1 = \tau$	$t_2 = 2\tau$	$t_3 = 3\tau$	$t_4 = 4\tau$	$t_5 = 5\tau$
x (cm)	0	$G_0G_1 = 0{,}50$	$G_0G_2 = 2{,}00$	$G_0G_3 = 4{,}50$	$G_0G_4 = 8{,}00$	$G_0G_5 = 12{,}50$

1) Vérifier que les valeurs de la vitesse du mobile aux dates $t_2 = 2\tau$ et $t_4 = 4\tau$ sont respectivement $V_2 = 0{,}40$ m/s et $V_4 = 0{,}80$ m/s.
2) **a)** Calculer l'énergie mécanique du système (mobile- Terre) aux dates t_0, t_2 et t_4, sachant que le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le point G_0.
   b) Pourquoi peut-on admettre que le mobile se déplace sans frottement sur le rail ?
3) Déterminer la variation de la quantité de mouvement $\Delta\vec{P} = \vec{P_4} - \vec{P_2}$ de (S) durant $\Delta t = t_4 - t_2$.
4) **a)** Faire l'inventaire des forces s'exerçant sur (S).
   b) Montrer que la somme $\Sigma\vec{F}$ de ces forces s'écrit $\Sigma\vec{F} = (Mg\sin\alpha)\vec{i}$.
5) En admettant que Δt est suffisamment petit, on peut confondre $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$ et $\frac{d\vec{P}}{dt}$. Montrer alors que la deuxième loi de Newton est vérifiée entre les dates t_2 et t_4.

Deuxième exercice : (6 ½ pts) Mesure de la vitesse d'une balle

Pour mesurer la valeur de la vitesse d'une balle de fusil, on se sert d'un dispositif approprié. Le fonctionnement de ce dispositif est basé sur la charge d'un condensateur.

A- Étude de la charge d'un condensateur

On étudie la charge d'un condensateur à l'aide d'un circuit série comportant un générateur de f.é.m. E constante et de résistance interne négligeable, un condensateur de capacité C initialement neutre, un conducteur ohmique de résistance R, un interrupteur K et des fils de connexion (figure 1).

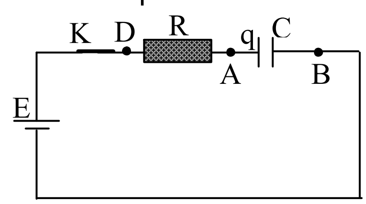


Figure 1

On ferme l'interrupteur K à la date $t_0 = 0$.
Le condensateur commence à se charger. À la date t, le circuit est parcouru par un courant d'intensité i et l'armature A porte la charge q.

1) En appliquant la loi d'additivité des tensions, déterminer l'équation différentielle traduisant les variations de la tension $u_C = u_{AB}$ en fonction du temps.

2) **a)** Vérifier que $u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$, où $\tau = RC$, est solution de l'équation différentielle.
b) Que représente la durée τ ?

3) Au bout de quel temps le régime permanent est–il pratiquement atteint ?

B - Mesure de la vitesse d'une balle de fusil

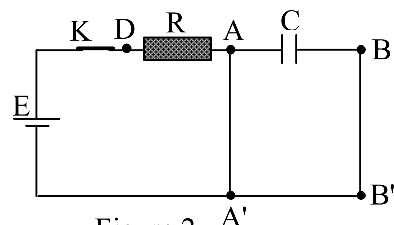


Figure 2

Le dispositif utilisé pour mesurer la valeur V de la vitesse $\vec{V}$ d'une balle de fusil est schématisé à la figure 2.
AA' et BB' sont deux fils conducteurs très fins, tendus, parallèles, verticaux, distants de L et de résistance négligeable.

On donne : E = 100 V ; R = 1000 Ω ; C = 4 μF ; L = 1 m.
Le condensateur étant déchargé, on ferme l'interrupteur K.

1) **a)** La tension entre A et A' est nulle. Pourquoi ?
b) La charge du condensateur ne débute pas. Pourquoi ?

2) K étant fermé, on tire la balle normalement à AA' et BB' à la vitesse $\vec{V}$ de valeur V (fig.3).

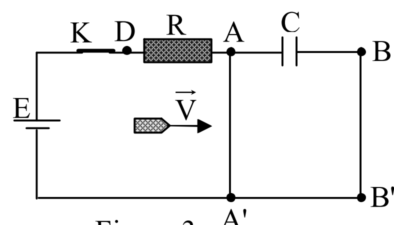


Figure 3

À la date $t_0 = 0$, la balle coupe le fil AA' et le condensateur commence à se charger (fig.4). La balle continue son mouvement supposé rectiligne à la même vitesse $\vec{V}$.
À la date t_1, la balle coupe le fil BB' et le phénomène de charge du condensateur s'arrête. La tension aux bornes du condensateur se stabilise alors à la valeur 45,7 V.

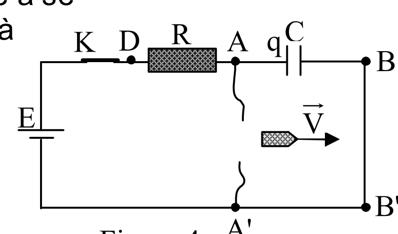


Figure 4

a) En se référant à la partie (A), déterminer la durée t_1 que prend la balle pour parcourir la distance L.
b) Calculer V.

3) Pour une mesure précise de V, la distance L ne doit pas dépasser une valeur maximale L_{max}. Déterminer la valeur de L_{max} .

Troisième exercice : (7 pts) Mesure de l'âge de la Terre

Une des questions qui a préoccupé l'Homme depuis qu'il a commencé à explorer son Univers, c'est l'âge de la Terre. Dès 1905, Rutherford propose de mesurer l'âge des minéraux grâce à la radioactivité. En 1956, Clair Paterson utilise la méthode (uranium - plomb) pour mesurer l'âge d'une météorite en supposant qu'elle vient d'une planète formée, à peu près, en même temps que la Terre.

I – Famille radioactive de l'uranium $^{238}_{92}U$

L'uranium 238 de période radioactive T = $4{,}5 \times 10^9$ a (ans) est à l'origine d'une famille radioactive conduisant à l'isotope stable $^{206}_{82}Pb$ du plomb.

Chacune des désintégrations successives s'accompagne de l'émission d'une particule α ou d'une particule β^-.

Le diagramme (Z , N) donne tous les noyaux radioactifs issus de l'uranium $^{238}_{92}U$ aboutissant à l'isotope stable $^{206}_{82}Pb$ (page 4).

On indique, dans les tableaux, la période radioactive de chaque nucléide (page 4).

1) Dans la première désintégration, un noyau d'uranium $^{238}_{92}U$ donne un noyau de thorium $^{234}_{90}Th$ et une particule notée $^{A_1}_{Z_1}X$.

- **a)** Écrire l'équation de cette désintégration et calculer A_1 et Z_1.
- **b)** Préciser le type de radioactivité correspondant à cette transformation.

2) Dans la deuxième désintégration, le noyau de thorium $^{234}_{90}Th$ subit une radioactivité β^-.

Le noyau fils est le protactinium $^{A_2}_{Z_2}Pa$. Calculer A_2 et Z_2.

3) **a)** En utilisant le diagramme, dire combien de particules α et combien de particules β^- sont émises lorsqu'un noyau d'uranium $^{238}_{92}U$ se transforme en un noyau de plomb $^{206}_{82}Pb$.

b) Écrire l'équation bilan de la désintégration de l'uranium 238 en plomb 206.

4) En se référant au diagramme (Z, N) et aux tableaux, dire pourquoi, on peut négliger la présence des noyaux intermédiaires dans les produits de la désintégration uranium – plomb au bout de quelques milliards d'années.

II- L'âge de la Terre

On a étudié un échantillon d'une météorite dont l'âge correspond à celui de la Terre. À la date t, l'échantillon étudié contient 1 g d'uranium 238 et 0,88 g de plomb 206. On considère qu'à la date de sa formation $t_0 = 0$, la météorite ne contient aucun atome de plomb.

Données numériques : masse molaire de l'uranium: 238 g/mol ;
masse molaire du plomb: 206 g/mol ;
nombre d'Avogadro: $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ /mol.

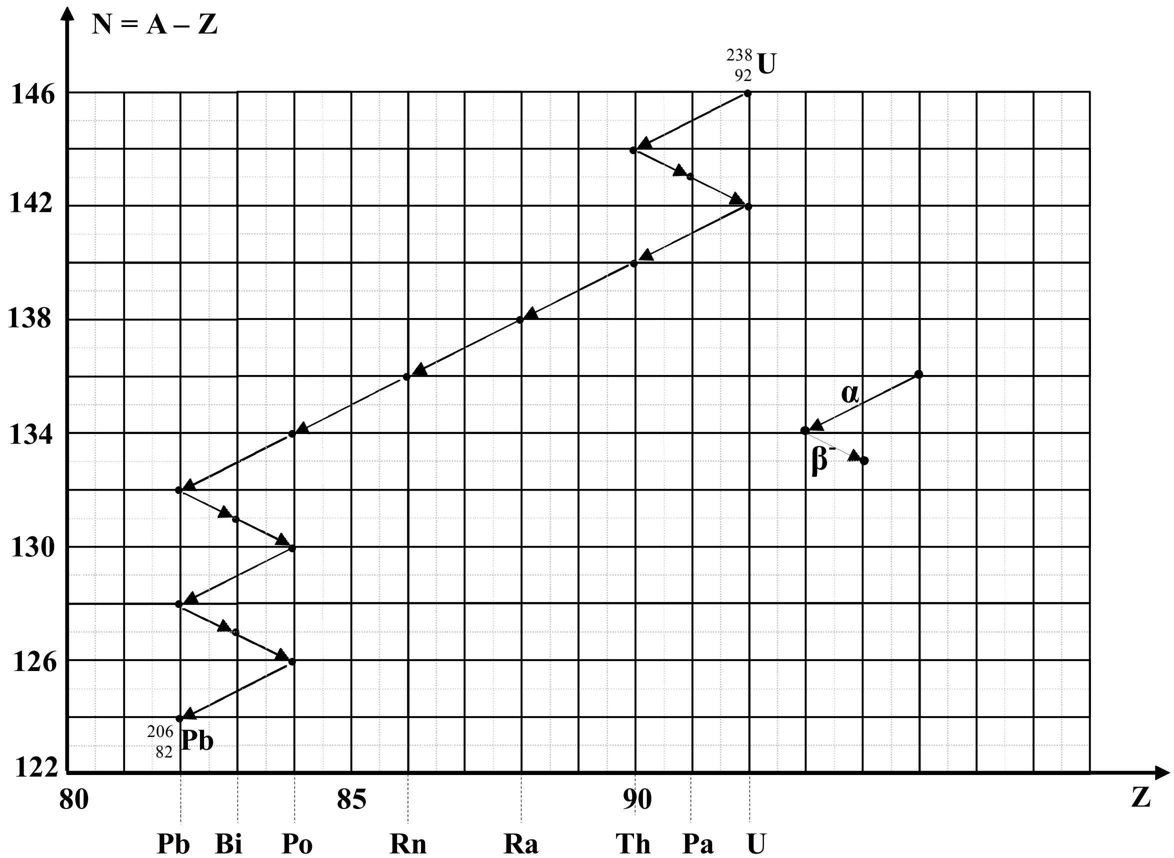
1) Calculer, à la date t :

- **a)** le nombre des noyaux d'uranium 238 noté $N_U(t)$ présents dans l'échantillon.
- **b)** le nombre des noyaux de plomb 206 noté $N_{Pb}(t)$ présents dans l'échantillon.

2) Déduire le nombre des noyaux d'uranium 238 noté $N_U(0)$, présents dans l'échantillon à la date $t_0 = 0$.

3) Donner l'expression de $N_U(t)$ en fonction de $N_U(0)$, t, et T.

4) Déduire l'âge de la Terre à la date t.



Noyau	$^{238}_{92}U$	$^{234}_{90}Th$	$^{234}_{91}Pa$	$^{234}_{92}U$	$^{230}_{90}Th$	$^{226}_{88}Ra$	$^{222}_{86}Rn$
Période radioactive	$4,5.10^{9}$ a	24 j	6,7 h	$2,5.10^{5}$ a	$7,5.10^{3}$ a	$1,6.10^{3}$ a	3,8 j

Noyau	$^{218}_{84}Po$	$^{214}_{82}Pb$	$^{214}_{83}Bi$	$^{214}_{84}Po$	$^{210}_{82}Pb$	$^{210}_{83}Bi$	$^{210}_{84}Po$
Période radioactive	3,1 min	27 min	20 min	$1,6.10^{-4}$s	22 a	5 j	138 j

Premier exercice : (6 ½ pts)

1) $V_2 = \dfrac{G_1G_3}{2\tau} = \dfrac{G_0G_3 - G_0G_1}{2\tau} = \dfrac{(4,5-0,5)\times 10^{-2}}{0,1} = 0,4$ m/s. **($\frac{1}{2}$ pt)**

$V_4 = \dfrac{G_3G_5}{2\tau} = \dfrac{G_0G_5 - G_0G_3}{2\tau} = \dfrac{(12,5-4,5)\times 10^{-2}}{0,1} = 0,8$ m/s. **($\frac{1}{2}$ pt)**

2) **a)** $E_m = E_C + E_{PP}$;

$E_{m0} = E_{C0} + E_{PP0} = 0 + 0 = 0$

$E_{m2} = E_{C2} + E_{PP2} = \frac{1}{2} M(V_2)^2 - Mgh_2$;

$h_2 = G_0G_2 \times \sin\alpha = 2 \times 0,4 = 0,8$ cm $= 0,008$ m $\Rightarrow E_{m2} = 0$ J.

$E_{m4} = E_{C4} + E_{PP4} = \frac{1}{2} M(V_4)^2 - Mgh_4$;

$h_4 = G_0G_4 \times \sin\alpha = 8 \times 0,4 = 3,2$ cm $= 0,032$ m $\Rightarrow E_{m4} = 0$ J. **(2 pts)**

b) $E_{m0} = E_{m2} = E_{m4}$ $\Rightarrow$l'énergie mécanique est conservée durant le mouvement $\Rightarrow$ pas de frottement. **($\frac{1}{2}$ pt)**

3) $\Delta\vec{P} = \vec{P_4} - \vec{P_2} = M\,(V_4\vec{i} - V_2\vec{i}) = 0,04\vec{i}$ **($\frac{3}{4}$ pt)**

4) **a)** Les forces qui s'exercent sur (S) sont :

Le poids $\vec{P}$ de (S) et l'réaction normale $\vec{N}$ du rail. **($\frac{1}{4}$ pt)**

b) $\Sigma\vec{F} = \vec{P} + \vec{N} = \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{N}$

avec : $\vec{P_1} = Mg\sin\alpha\,\vec{i}$, $\vec{P_2} = -Mg\cos\alpha\,\vec{j}$,

$\vec{N} = N\vec{j}$; $\vec{P_2} + \vec{N} = \vec{0}$ (pas de mouvement sur y'y)

$\Rightarrow \Sigma\vec{F} = \vec{P_1} = mg\sin\alpha\,\vec{i}$ **(1 pt)**

5) La deuxième loi de Newton s'écrit : $\Sigma\vec{F} = \dfrac{d\vec{P}}{dt} = \dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$.

On a : $\Sigma\vec{F} = mg\sin\alpha\,\vec{i} = 0,4\vec{i}$ et $\dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \dfrac{0,04\vec{i}}{0,1} = 0,4\,\vec{i} \Rightarrow$ la deuxième loi de Newton est donc vérifiée.

(1pt)

Deuxième exercice (6 ½ pts)

A- 1) $E = u_R + u_C \Rightarrow E = Ri + u_C = R\frac{dq}{dt} + u_C = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$ **(1 pt)**

2) a) $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{RC} e^{\frac{-t}{\tau}} \Rightarrow E = RC \Rightarrow \frac{E}{RC} e^{\frac{-t}{\tau}} + E(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}) = E$ **(1 pt)**

b) τ c'est le temps au bout duquel u_c = 63% E. **($\frac{1}{2}$ pt)**

3) le régime permanent est pratiquement atteint pour t = 5RC. **($\frac{1}{2}$ pt)**

B - 1) a) Car AA' est un fil de connexion de résistance négligeable. **($\frac{1}{4}$ pt)**

b) $u_C = u_{AA'} = 0$ **($\frac{1}{4}$ pt)**

2) a) On a $u_C = E(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$ est la tension aux bornes du condensateur au cours de la charge. On peut écrire :

$$1 - e^{\frac{-t}{\tau}} = \frac{u_C}{E} \Rightarrow e^{\frac{-t}{\tau}} = 1 - \frac{u_C}{E} \Rightarrow -\frac{t_1}{RC} = \ln\left(1 - \frac{u_C}{E}\right)$$

$$\Rightarrow t_1 = -RC \times \ln\left(1 - \frac{u_C}{E}\right) = -0{,}004 \times \ln\left(1 - \frac{45{,}7}{100}\right) = 2{,}44 \text{ ms.}$$

t_1 est le temps de charge et par conséquent le temps de vol de la balle. **(1$\frac{1}{2}$ pt)**

b) $V = \frac{L}{t_1} = \frac{1}{2{,}44 \times 10^{-3}} = 410$ m /s. **($\frac{1}{2}$ pt)**

3) Car si la durée de la charge dépasse 5RC, le régime permanent est atteint et u_C ne varie pratiquement plus.

Il faut donc que $t \leq 5RC \Rightarrow \frac{L}{V} \leq 5RC$

$\Rightarrow L \leq 5RCV \Rightarrow L \leq 8{,}02 \text{ m} \Rightarrow L_{max} = 8{,}02$ m. **(1 pt)**

Troisième exercice : (7 pts)

I-1) a) ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{A_1}_{Z_1}X$

$238 = 234 + A_1 \Rightarrow A_1 = 4$.

$92 = 90 + Z_1 \Rightarrow Z_1 = 2$ **(1pt)**

b) Le noyau ${}^{A_1}_{Z_1}X$ est l'hélium $\Rightarrow$ Le type de radioactivité est α. **($\frac{1}{2}$ pt)**

2) ${}^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A_2}_{Z_2}Pa$

$234 = 0 + A_2 \Rightarrow A_2 = 234$

$90 = -1 + Z_2 \Rightarrow Z_2 = 91$ **(1pt)**

3) **a)** Il y a **8** particules α et **6** particules β^- émises. **($\frac{3}{4}$ pt)**

b) ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\ {}^{4}_{2}He + 6\ {}^{0}_{-1}e$ **($\frac{1}{2}$ pt)**

4) La période radioactive de chaque noyau de la famille est très petite par rapport à celle de l'uranium ${}^{238}_{92}U$. **($\frac{1}{4}$ pt)**

II - 1) a) $Nu(t) = \dfrac{N_A \times 1}{238} = 252941 \times 10^{16}$ noyaux **($\frac{1}{2}$ pt)**

b) $N_{Pb}(t) = \dfrac{N_A \times 0{,}88}{206} = 257165 \times 10^{16}$ noyaux **($\frac{1}{2}$ pt)**

2) $N_U(0) = N_U(t) + N_{Pb}(t) = 510106 \times 10^{16}$ noyaux **($\frac{3}{4}$ pt)**

3) $N_U(t) = N_U(0) \times e^{\frac{-0{,}693t}{T}}$ **($\frac{1}{2}$ pt)**

4) $t = \dfrac{T}{0{,}693} \times \ln \dfrac{N_U(0)}{N_U(t)} = 4{,}55 \times 10^9$ a.

L'âge de la Terre est 4,55 milliards d'années **($\frac{3}{4}$ pt)**

وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات الشهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة سنة 2006 الاكمالية الاستثنائية

مسابقة في مادة الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

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

<u>Les calculatrices non programmables sont autorisées.</u>

<u>Premier exercice</u> : (6 ½ pts)

Oscillateur mécanique horizontal

On dispose d'un oscillateur mécanique, constitué d'un solide (S) de masse m = 0,1 kg et d'un ressort de raideur k. (S) peut se déplacer, sans frottement, sur un rail horizontal et son centre d'inertie G sur un axe horizontal x'x .

Un dispositif permet d'enregistrer les positions de G à des intervalles de temps successifs égaux à $\tau = 20$ ms.

On écarte (S) d'une certaine distance, dans le sens positif, à partir de la position d'équilibre O de G puis on le lâche sans vitesse initiale à la date $t_0 = 0$.

Le dispositif d'enregistrement fournit les positions G_0, G_1, G_2, G_3….de G aux dates respectives $t_0=0$, $t_1=\tau$, $t_2=2\tau$, $t_3 = 3\tau$ ……

Quelques positions de G sont données dans le tableau suivant :

t	0	τ	2τ	3τ	4τ	5τ	6τ
OG = x(cm)	OG_0	$OG_1 = 9,53$	$OG_2 = 8,09$	$OG_3 = 5,88$	$OG_4 = 3,09$	$OG_5 = 0$	$OG_6 = -3,09$

1) À la date t, l'abscisse de G est x et la mesure algébrique de sa vitesse est v.
Écrire, en fonction de x, v, m et k, l'expression de l'énergie mécanique du système (oscillateur, Terre), en prenant le plan horizontal passant par G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

2) Établir l'équation différentielle du second ordre qui régit le mouvement de G.

3) La solution de l'équation différentielle peut se mettre sous la forme :
$x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ où X_m, ω_0 et φ sont des constantes.
- **a)** Déterminer l'expression de ω_0 en fonction de m et k.
- **b)** Déterminer la position de G pour laquelle la valeur de la vitesse de (S) est maximale (V_{max}).
- **c)** En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique, démontrer que : $(V_{max})^2 = v^2 + \omega_0^2 x^2$.

4) En se référant au tableau ci-dessus, montrer que :
- **a)** la valeur de la vitesse à la date t_3 est 1,250 m/s ;
- **b)** la valeur maximale de la vitesse est $V_{max} = 1,545$ m/s.

5) Déduire la valeur de k.

Deuxième exercice : (7 pts)

Le condensateur - Un capteur d'humidité

Dans le but de mettre en évidence le rôle du condensateur dans le capteur d'humidité, on réalise le montage de la figure 1.

Ce montage comprend un GBF délivrant entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale de fréquence f, une bobine d'inductance L = 0,07 H et de résistance négligeable, un conducteur ohmique de résistance R = 100 KΩ et un condensateur de capacité C.

La tension instantanée aux bornes du GBF est $u_{AM} = U_m \sin \omega t$, ($\omega = 2\pi f$) et l'intensité instantanée i du courant est: $i = I_m \sin(\omega t+\varphi)$

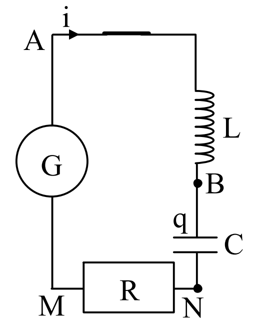


Figure 1

1) On désigne par $u_C = u_{BN}$ la tension instantanée aux bornes du condensateur, par u_{AB} la tension instantanée aux bornes de la bobine et par u_{NM} celle aux bornes du conducteur ohmique.

Montrer que :

a) $i = C \dfrac{du_C}{dt}$.

b) u_C peut se mettre sous la forme : $u_C = \dfrac{-I_m}{C\omega} \cos(\omega t+\varphi)$.

c) $u_{AB} = L\omega I_m \cos(\omega t + \varphi)$.

2) La relation : $u_{AM} = u_{AB} + u_{BN} + u_{NM}$ est vérifiée quelque soit t. En donnant à ω t une valeur particulière, montrer que : $\tan \varphi = \dfrac{\dfrac{1}{C\omega} - L\omega}{R}$.

3) Un oscilloscope, convenablement branché, visualise les variations, en fonction du temps, de u_{AM} et de u_{NM} respectivement sur les voies (Y_1) et (Y_2). Ces variations sont données par l'oscillogramme de la figure 2.

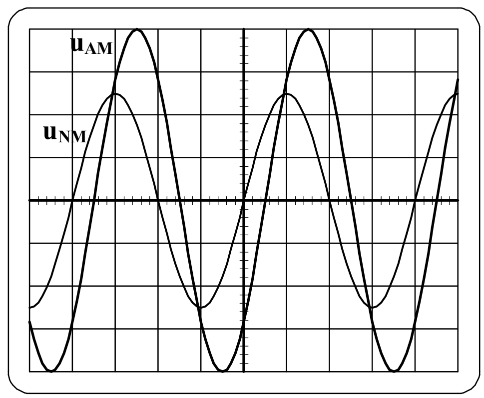


Figure 2

a) Reproduire la figure 1 en montrant le branchement de l'oscilloscope.

b) La courbe représentative de u_{NM} est l' « image » de l'intensité i. Pourquoi ?

c) Trouver la valeur de f , sachant que la sensibilité horizontale est de 5ms/division.

d) Déterminer le déphasage φ entre i et u_{AM} .

4) Déduire la valeur de la capacité C.

5) On fait varier la fréquence f , tout en maintenant constante la valeur efficace de u_{AM} . On constate que, pour une valeur f_1 de f, u_{AM} est en phase avec i.

a) Nommer le phénomène se manifestant dans le circuit.

b) Déduire, de ce qui précède, la relation qui lie L, C et f_1.

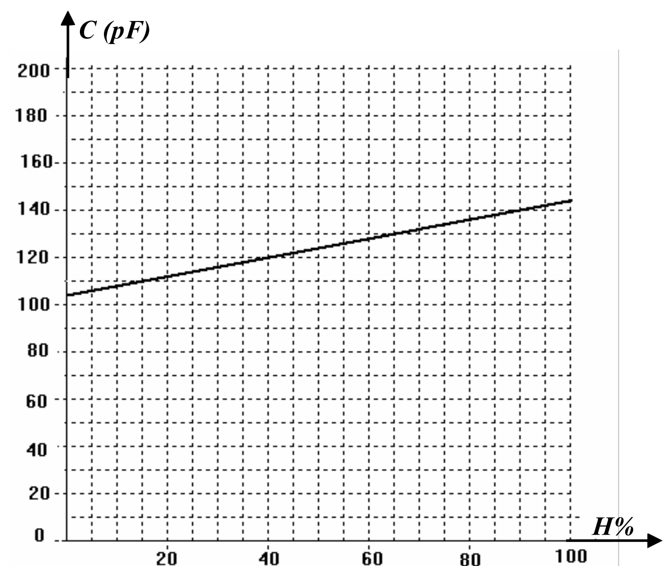


Figure 3

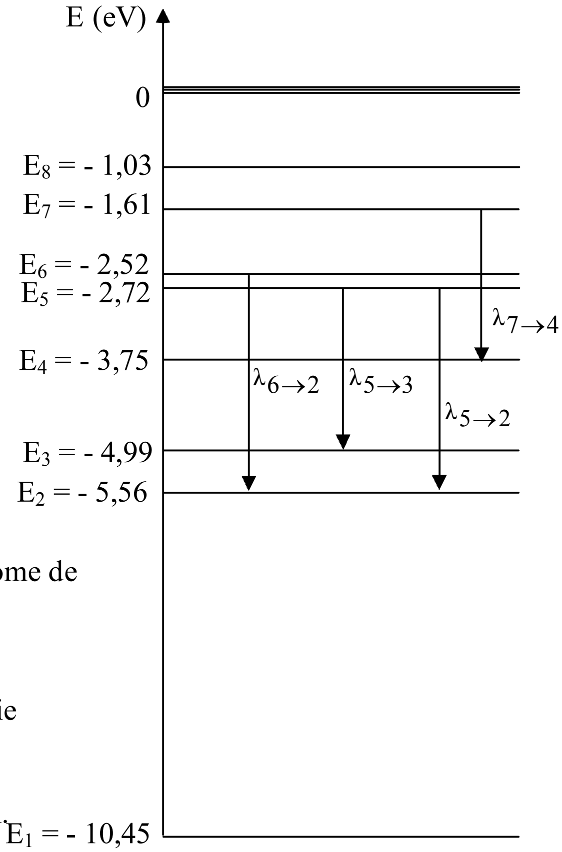
6) Un capteur d'humidité, est assimilé à un condensateur dont la capacité C augmente lorsque le taux d'humidité relative H % de l'air augmente.

Le fabricant nous fournit le graphique donnant les variations de C en fonction du taux d'humidité relative H % (Fig.3). (1 pF = 10^{-12} F).
On remplace le condensateur du circuit de la figure 1 par le capteur.
Pour mesurer la valeur de C, on fait varier la fréquence f ; on constate que la tension u_{AM} et l'intensité i sont en phase pour une fréquence $f = 5,20 \times 10^4$ Hz.
Déduire le taux d'humidité relative de l'air dans les conditions atmosphériques de l'expérience.

<u>Troisième exercice</u> : (6 ½ pts)

Spectre d'émission d'une lampe à vapeur de mercure

Le but de l'exercice est de déterminer le spectre d'émission dans le domaine visible d'une lampe à vapeur de mercure.
Le diagramme ci-contre donne, de manière simplifiée, le niveau fondamental E_1, les niveaux excités E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8 et le niveau d'ionisation E = 0 de l'atome de mercure.



<u>On donne:</u>
constante de Planck $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s;
célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8$m/s;
1 eV= $1,6 \times 10^{-19}$J;

I- Quantification de l'énergie de l'atome

1) L'énergie de l'atome de mercure est quantifiée. Qu'est-ce qu'on entend par énergie quantifiée?

2) **a)** Que signifie « ioniser » un atome?
b) Calculer, en eV, l'énergie d'ionisation de l'atome de mercure pris dans son état fondamental.

3) Interaction photon-atome.
Un photon ne peut faire passer un atome d'un niveau d'énergie E_P à un niveau supérieur d'énergie E_n que si son énergie est exactement égale à la différence des énergies (E_n - E_P) de l'atome.
L'atome de mercure est dans son état fondamental.

a) Déterminer la longueur d'onde maximale de l'onde associée au photon capable d'exciter cet atome.
b) L'atome de mercure subit l'impact d'un photon de longueur d'onde $\lambda_1 = 2,062 \times 10^{-7}$ m.
i) Montrer que ce photon n'est pas absorbé.
ii) Quel est alors l'état de cet atome ?
c) L'atome reçoit maintenant un photon de longueur d'onde λ_2 . L'atome est ainsi ionisé et l'électron arraché est au repos. Calculer λ_2.

II- Émission par une lampe à vapeur de mercure

Un électron peut faire passer un atome d'un niveau d'énergie E_P à un niveau supérieur d'énergie E_n si son énergie est au moins égale à la différence des énergies (E_n- E_P) de l'atome.
Lors d'une collision électron-atome, l'atome absorbe, de l'électron, une certaine énergie suffisante pour assurer une transition. Le reste de l'énergie est emporté par l'électron sous forme d'énergie cinétique.
Lorsque la lampe à vapeur de mercure est soumise à une tension convenable, une décharge électrique se produit. Des électrons, dont chacun a une énergie cinétique de 9 eV, circulant dans la vapeur de mercure entre les deux électrodes de la lampe, bombardent les atomes gazeux et leur

cèdent de l'énergie. Pour cette lampe, les atomes sont initialement dans l'état fondamental.

1) Vérifier qu'un atome excité ne peut pas dépasser le niveau d'énergie E_7.

2) Le spectre d'émission dans le domaine visible, dû à la désexcitation de l'atome de mercure, est formé de quatre raies de longueurs d'onde :

$\lambda_{7\to4}$; $\lambda_{6\to2}$; $\lambda_{5\to2}$; $\lambda_{5\to3}$ ***(se référer au diagramme).***

Déterminer les longueurs d'onde limites du spectre d'émission visible de la lampe à vapeur de mercure.

<u>Premier exercice</u> : (6 ½ pts)

1) $E_m = E_C + E_{PP} + E_{Pe} = ½ mv^2 + ½ kx^2 + 0$ **(1/2 pt)**

2) Les frottements son négligeables

$\Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 = mx'x'' + kxx' \Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0$.**(1/2 pt)**

3) a- $x' = X_m\,\omega_0 \cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow x'' = -X_m\,\omega_0^2\sin(\omega t + \varphi)$; en remplaçant x''et x dans l'équation différentielle on obtient : $-X_m\,\omega_0^2\sin(\omega t + \varphi) + \frac{k}{m}X_m\sin(\omega t + \varphi) = 0$

$\Rightarrow X_m\sin(\omega t + \varphi)\,(-\omega_0^2 + \frac{k}{m}) = 0 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$

(1 pt)

b- $v = x' = X_m\,\omega_0\cos(\omega t + \varphi)$; |v| est max. si $\cos(\omega t + \varphi) = \pm 1 \Rightarrow x = 0$.(ou d'après la cons. de l'E_m) **(1 pt)**

c- Em = cte = E_m (au point O) = E_m (au point quelconque d'abscisse x et de vitesse v). Soit $½\, m (V_{max})^2 = ½\, mv^2 + ½\, kx^2 \Rightarrow (V_{max})^2 = v^2 + \omega_0^2\, x^2$ **(1pt)**

4) a- $v_3 = \frac{G_4G_2}{2\tau}$ = 1,250 m/s. **(1/2pt)**

b- $V_{max} = v_O = \frac{G_6G_4}{2\tau}$ = 1,545 m/s. **(1/2pt)**

5) En utilisant la relation $(V_{max})^2 = v^2 + \omega_0^2\, x^2$ au point d'abscisse x_3 = 5,88 cm, on obtient : ω_0 = 15,44 rad/s.

(1pt)

La relation $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ donne k = 23,85 N/m. **(1/2 pt)**

<u>Deuxième exercice</u> : (7 pts)

1) a- $i = dq / dt$ et $q = C u_C$ d'où $i = C du_C / dt$. **(1/2 pt)**

b- $u_C = \frac{1}{C}\int i dt = \frac{-I_m}{C\omega}\cos(\omega t + \varphi)$. **(1/2 pt)**

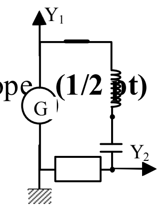
c- $u_{AB} = L di/dt = L\omega I_m \cos(\omega t + \varphi)$ **(1/2pt)**

2) $u_{AM} = u_{AB} + u_{BN} + u_{NM}$

$\Rightarrow U_m \sin\omega t = L\omega I_m \cos(\omega t + \varphi) -$
$(I_m / C\omega)\cos(\omega t + \varphi) + R I_m \sin(\omega t + \varphi)$.

Pour $\omega t = 0 \Rightarrow 0 = L\omega I_m \cos\varphi - (I_m/C\omega)\cos\varphi + R I_m \sin\varphi$

D'où $\tan\varphi = \dfrac{\frac{1}{C\omega} - L\omega}{R}$. **(1 pt)**



3) 3) a- branchement de l'oscilloscope **(1/2 pt)**

b- $u_{CM} = Ri$ $i = u_{NM}/cte$ donc la courbe représentative de u_{NM} est l' « image » de i **(1/2 pt)**

c- $T \to 4$ div $\Rightarrow T = 20$ ms $\Rightarrow f = 50$ Hz **(1/2 pt)**

d- $|\varphi| = \frac{\pi}{4}$ rad **(1/2 pt)**

4) $\omega = \frac{2\pi}{T} = 100\,\pi$, la relation $\tan\varphi = \dfrac{\frac{1}{C\omega} - L\omega}{R}$

donne $C = 32$ nF **(1/2pt)**

5) a- Le circuit est dans l'état de résonance d'intensité **(1/2pt)**

b- À la résonance d'intensité on a : $\varphi = 0 \Rightarrow \frac{1}{C\omega} - L\omega = 0 \Rightarrow 4\,\pi^2 L C f_1^{\,2} = 1$ **(1/2pt)**

6) C = 132 pF Graphiquement, on trouve pour C=132 pF, le taux d'humidité relative de l'air est 70 %. **(1 pt)**

<u>Troisième exercice</u> : (6 ½ pts)

I -

1) Seules certaines valeurs de l'énergie de l'atome sont permises **(1/2 pt)**

2) a- Donner à l'atome une énergie permettant de lui arracher un électron **(1/2 pt)**

b- E(ionisation) = $E - E_1 = 0 - (-10,45) = 10,45$ eV. **(1/2 pt)**

3) a- $\lambda = \frac{hc}{E_n - E_1}$.

λ_{max} correspond a $(E_n)_{min} \Leftrightarrow n = 2 \Rightarrow \lambda_{max} = 2,54 \times 10^{-7}$ m **(1 pt)**

b- i) Pour λ_1 , L'énergie d'un photon est:

$E = \frac{hc}{\lambda} = 9,63.10^{-19}$ J = 6,02 eV; le niveau d'énergie de l'atome doit être $E_1 + E = -4,43$ eV ; or ce niveau n'existe pas sur le diagramme des énergies , le photon n'est pas donc absorbé. **(1 pt)**

ii) l'atome reste dans son état fondamental **(1/4 pt)**

c- W= 10,45 eV $\Rightarrow$ $\lambda_2 = 1,188.10^{-7}$ m. **(3/4 pt)**

II-**1-** $E_1 + 9 = (-10,45) + 9 = -1,45\text{eV} < E_8$ **(1 pt)**

2- $(\Delta E)_{6\to2} = 3,04$ eV; $(\Delta E)_{5\to3} = 2,27$ eV; $(\Delta E)_{7\to4} = 2,14$ eV

$(\Delta E)_{5\to2} = 2,84$ eV. $(\Delta E)_{max} = 3,04$ eV et $(\Delta E)_{min} = 2,14$ eV

$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$

$\lambda_{min} \Rightarrow (\Delta E)_{max} = E_6 - E_2$ d'où $\lambda_{6\to2} = 408,3$ nm

$\lambda_{max} \Rightarrow (\Delta E)_{min} = E_7 - E_4$ d'où $\lambda_{7\to4} = 580,0$ nm **(1pt)**

وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات الشهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة سنة 2007 العادية

مسابقة في مادة الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur quatre pages numérotées de 1 à 4
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé

Premier exercice (7 ½ pts) Oscillateur mécanique

On dispose d'un oscillateur mécanique constitué par un solide (S) de centre d'inertie G et de masse m et un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur k. (S) peut glisser sur un rail horizontal ; G est repéré sur un axe horizontal $\overrightarrow{Ox}$ dont l'origine O correspond à la position de G quand (S) est dans la position d'équilibre (Fig.1).

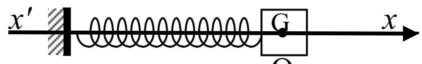


Fig.1

Un dispositif permet d'enregistrer les variations de l'abscisse x de G et de la mesure algébrique v de sa vitesse en fonction du temps.
Le plan horizontal contenant G est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
Le but de l'exercice est de comparer les valeurs de certaines grandeurs physiques associées au mouvement de l'oscillateur dans deux situations.

A - Première situation

Le solide effectue des oscillations et l'énergie mécanique E_m du système (oscillateur, Terre) garde une valeur constante $E_m = 64 \times 10^{-3}$ J.
Le dispositif d'enregistrement fournit alors les courbes indiquées sur les figures (2) et (3).

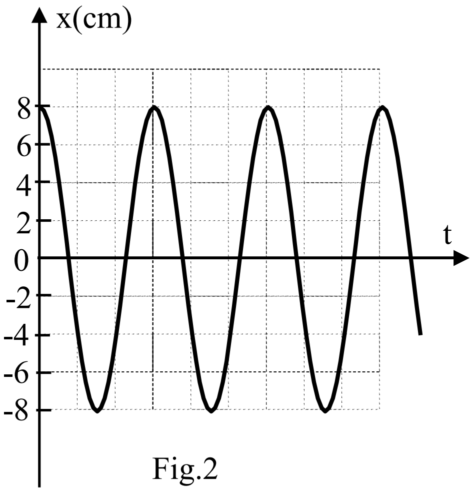


Fig.2

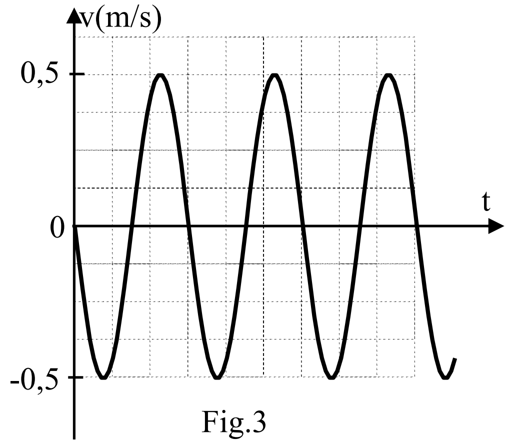


Fig.3

1) Se référer aux figures (2) et (3) .
  a) Indiquer le type d'oscillations de (S).
  b) Préciser : **i)** l'abscisse x_0 et la valeur v_0 de la vitesse à la date $t_0 = 0$;
    ii) la valeur de l'amplitude X_m des oscillations et la valeur maximale V_m de la vitesse;
    iii) le sens du déplacement de G quand il passe pour la première fois par l'origine O.

2) En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique, montrer que :
  a) la constante de raideur du ressort a pour valeur k = 20 N/m ;
  b) la masse de (S) a pour valeur m = 512 g.

3) **a)** Écrire l'expression de l'énergie mécanique du système (oscillateur, Terre) en fonction de m, v, k, et x.

b) Déterminer l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.

c) Déduire l'expression de la pulsation propre ω_0 en fonction de k et m.

d) La solution de l'équation différentielle du second ordre dans cette situation est $x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ où φ est une constante. Déterminer la valeur de φ.

B- Deuxième situation

Le solide (S), écarté maintenant d'une distance x_{o1} de sa position d'équilibre, est lancé, à la date $t_o = 0$, dans le sens positif avec une vitesse de valeur v_{o1}. Le dispositif enregistre alors les variations de l'abscisse x en fonction du temps (Fig.4).

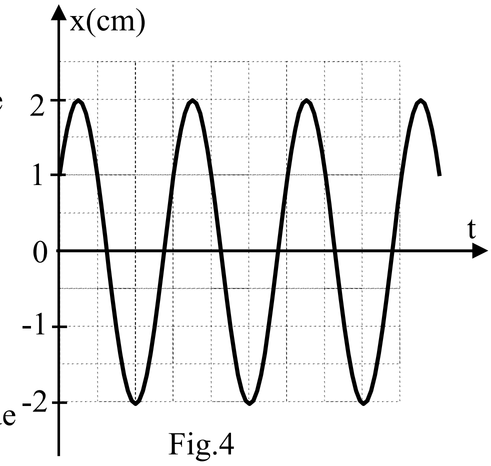


Fig.4

1) En se référant à la figure 4 :
   - **a)** donner la valeur de x_{o1} et celle de l'amplitude X_{m1} du mouvement ;
   - **b)** montrer que l'énergie mécanique E_{m1} du système (oscillateur,Terre) ne varie pas au cours du temps ;
   - **c)** montrer que la valeur de E_{m1} est différente de celle de E_m donnée dans la première situation.
2) Calculer la valeur de l'énergie potentielle élastique de l'oscillateur à $t_0 = 0$ et déterminer la valeur de v_{o1}.
3) La valeur de ω_0 est la même dans les deux situations. Pourquoi ?
4) La solution de l'équation différentielle du second ordre dans cette situation est $x_1 = X_{m1} \cos(\omega_0 t + \varphi_1)$. Montrer que la valeur de φ_1 est différente de celle de φ.

<u>Deuxième exercice</u> (6 ½ pts) Utilisation d'une bobine

A- Première expérience

Un aimant droit peut être déplacé selon l'axe d'une bobine dont les bornes A et C sont reliées à un conducteur ohmique de résistance R.

On approche le pôle nord de l'aimant de la face A de la bobine (Fig.1). Un courant induit d'intensité i passe dans le circuit.

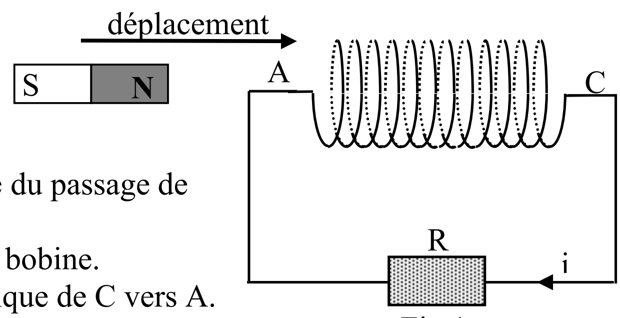


Fig.1

1) Donner le nom du phénomène physique responsable du passage de ce courant.
2) Donner, en le justifiant, le nom de chaque face de la bobine.
3) Le courant induit passe à travers le conducteur ohmique de C vers A. Pourquoi ?
4) Déterminer le signe de la tension u_{AC} .

B- Deuxième expérience

Une bobine d'inductance L = 0,01H et de résistance négligeable est montée en série avec un générateur G et un conducteur ohmique de résistance R (Fig.2). La bobine est alors parcourue par un courant dont l'intensité i varie avec le temps comme l'indique la figure 3.

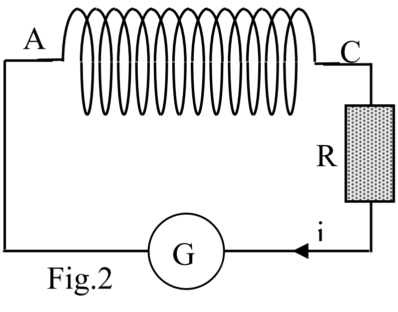


Fig.2

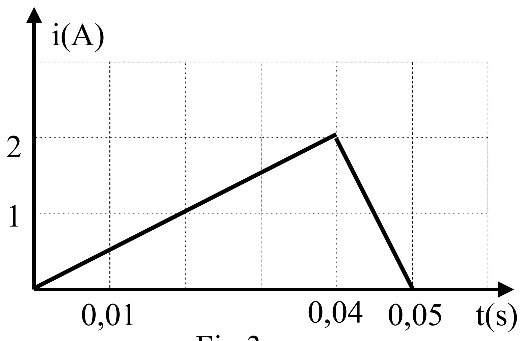


Fig.3

1) Donner le nom du phénomène physique qui apparaît dans la bobine.
2) Déterminer la valeur de la tension u_{AC} dans chacun des deux intervalles : [0; 0,04 s] et [0,04 s; 0,05 s].

C- Troisième expérience

1) La figure 4 représente le schéma d'un transformateur en charge. Le générateur délivre une tension alternative sinusoïdale de fréquence f. La bobine (1) est parcourue par un courant alternatif sinusoïdal de fréquence f et d'intensité i_1. La bobine (2) est alors parcourue par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i_2 et de même fréquence f.
Expliquer l'apparition du courant dans la bobine (2).

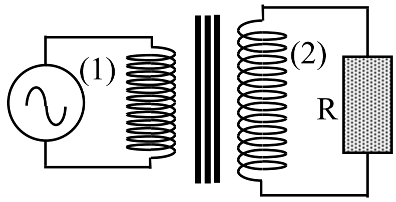


Fig.4

2) Cette partie a pour but de mettre en évidence le rôle d'un transformateur dans le transport de l'énergie électrique.
Un générateur électrique G délivre une puissance P = 20 kW sous une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U. Une ligne de transport de résistance totale r = 1Ω alimente une installation électrique B. L'intensité efficace du courant qui passe dans la ligne est I. Le facteur de puissance de l'ensemble constitué par la ligne et l'installation est cosφ = 0,95.

- **a)** Exprimer la puissance P en fonction de U, I et cosφ.
- **b)** **i)** Exprimer la puissance P' perdue, par effet Joule dans la ligne, en fonction de P, r, cosφ et U.
  - **ii)** Calculer P' dans le cas où U = 220 V (Fig.5).

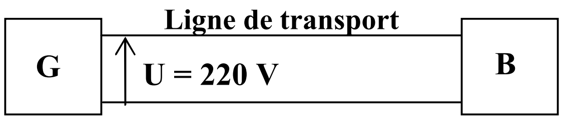


Fig.5

  - **iii)** Un transformateur, branché aux bornes du générateur, élève la valeur efficace de la tension aux bornes de la ligne de transport. Le transport de la même puissance P à travers la ligne se fait alors sous la nouvelle tension efficace $U = 10^4$ V (Fig.6). Calculer la nouvelle valeur de P'.

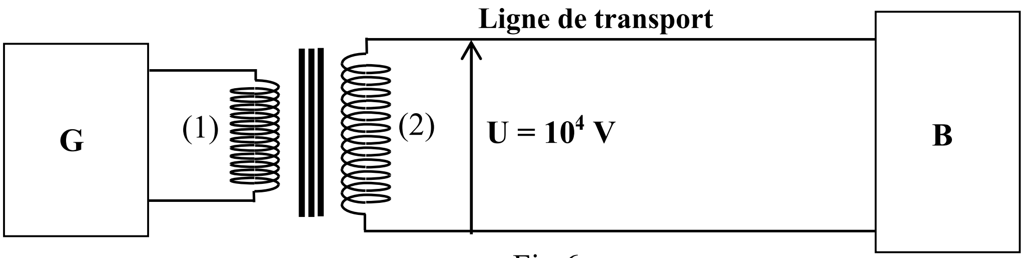


Fig.6

- **c)** Tirer une conclusion à propos de l'importance de l'utilisation du transformateur dans le transport de l'énergie électrique à grande distance.

<u>Troisième exercice</u> (6 pts) Fusion nucléaire

Données : Les masses des noyaux : ${}_{1}^{2}H$: 2,0134 u ; ${}_{1}^{3}H$: 3,0160 u ; ${}_{2}^{4}He$: 4,0015 u ;
${}_{92}^{235}U$: 235,12 u ; ${}_{0}^{1}n$: 1,0087 u .
1 u = 931,5 MeV/c^2 = $1,66\times10^{-27}$ kg. 1 MeV = $1,6\times10^{-13}$J.
La combustion de 1 tonne de pétrole produit une énergie de 42×10^{9}J.

La fusion nucléaire contrôlée, si la technique en a été maîtrisée, offre d'énormes possibilités énergétiques. Actuellement, dans les centres de recherche, toutes les études portent sur la réaction de fusion qui se produit entre un noyau de deutérium (${}_{1}^{2}H$) et un noyau de tritium (${}_{1}^{3}H$) dont l'équation est:

$$ {}_{1}^{2}H + {}_{1}^{3}H \longrightarrow {}_{2}^{4}He + {}_{0}^{1}n $$

Le deutérium est abondant dans la nature ; l'eau constitue un réserve énorme de ce gaz. Le tritium est facilement obtenu par irradiation neutronique du lithium disponible en grande quantité en minerai.

A - Avantages de la fusion deutérium - tritium

1) Montrer que la perte de masse dans cette réaction est : $\Delta m = 0,0192$ u.
2) Calculer, en MeV puis en J, l'énergie libérée par cette réaction.
3) Montrer que l'énergie libérée par la fusion de 1 g d'un mélange constitué d'un même nombre de noyaux de deutérium et de tritium est $3,42\times10^{11}$J.
4) Calculer, en J, l'énergie libérée par la combustion de 1 g de pétrole.
5) La fission d'un noyau d'uranium 235 donne, en moyenne, une énergie de 200 MeV. Déterminer, en J, l'énergie libérée par la fission de 1 g d'uranium 235.
6) Donner trois raisons qui rendent la fusion contrôlée une source d'énergie plus avantageuse que le pétrole et la fission nucléaire.

B - La réaction de fusion deutérium - tritium se produit-elle dans le Soleil ?

Les deux noyaux de tritium et de deutérium se repoussent. Pour qu'ils fusionnent, il faut réaliser entre eux un choc à très grande vitesse, chacun des deux noyaux possédant alors avant le choc une énergie cinétique dont la valeur minimale est $E_C = 0,35$ MeV.

1) Pourquoi les deux noyaux de deutérium et de tritium se repoussent-ils ?
2) L'énergie cinétique d'un noyau est proportionnelle à la température T du milieu où il se trouve : $E_C = 1,3\times10^{-4}T$ (E_C en eV et T en K). Calculer la température minimale T_1 du milieu favorable à la fusion de ces deux noyaux.
3) Cette réaction de fusion se produit dans le cœur de certaines étoiles. La température du cœur du Soleil étant $T_2 = 15\times10^{6}$ K, montrer que cette réaction de fusion ne se produit pas dans le cœur du Soleil.

Solution

Premier exercice (7 ½ pts)

A- 1) a) Les oscillations sont **libres et non amorties**. **(1/4 pt)**

b) i) À $t = 0$: $x_0 = 8$ cm et $v_0 = 0$. **(1/2 pt)**

ii) $X_m = 8$ cm ; $V_m = 0,5$ m/s. **(1/2 pt)**

iii) En passant pour la première fois par O, $v < 0$

$\Rightarrow$ (S) se déplace dans le sens négatif. **(1/4 pt)**

2- a) $E_m = \frac{1}{2} k(X_m)^2 \Rightarrow k = 20$ N/m. **(1/2 pt)**

b) $E_m = \frac{1}{2} m (V_m)^2 \Rightarrow m = 512$ g. **(1/2 pt)**

3- a) $E_m = \frac{1}{2} m(v)^2 + \frac{1}{2}k (x)^2$. **(1/2 pt)**

b) $E_m = cte \Rightarrow (E_m)' = 0 \Rightarrow mvv' + Kxv = 0$

$\Rightarrow x'' + \dfrac{K}{m} x = 0$. **(1/2 pt)**

c) L'équation différentielle est de la forme : $x'' + (\omega_0)^2 x = 0$

$\Rightarrow \quad (\omega_0)^2 = \dfrac{k}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\dfrac{k}{m}}$. **(1/2 pt)**

d) Pour $t = 0$ on a : $x = x_0 = X_m \cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$. **(1/2 pt)**

B- 1)

a) $x_{01} = 1$ cm ; $X_{max1} = 2$ cm. **(1/2 pt)**

b) Car l'amplitude du mouvement X_{m1} ne diminue pas au cours du temps. **(1/4 pt)**

c) $E_m = \frac{1}{2} k(X_m)^2$; $X_{m1} = 2$ cm et $X_m = 8$ cm $\Rightarrow E_{m1} \neq E_m$ **(1/2 pt)**

2) $E_{P0} = \frac{1}{2} k(x_{01})^2 = 10^{-3}$J **(1/4 pt);**

$\frac{1}{2} k(x_{01})^2 + \frac{1}{2} m(v_{01})^2 = \frac{1}{2} k(X_{m1})^2 = 4\times 10^{-3}$J $\Rightarrow v_0 = 0,108$ m/s. **(3/4 pt)**

3) Car la pulsation propre dépend de m et de k et indépendante des conditions initiales **(1/4 pt)**

4) Dans la situation A, ona : $\cos\varphi = \dfrac{x_0}{X_m} = \dfrac{8}{8} = 1 \quad (\varphi = 0)$

Dans la situation B, on a : $\cos\varphi_1 = \dfrac{x_{01}}{X_{m1}} = \dfrac{1}{2} \quad (\varphi_1 = -\dfrac{\pi}{3}\text{rad})$

$\Rightarrow \varphi_1 \neq \varphi$ **(1/2pt)**

Deuxieme exercice (6 ½ pts)

A- **1)** L'induction électromagnétique. **(1/4 pt)**

2) Pour s'opposer au rapprochement du pôle nord de l'aimant (loi de Lenz), A est la face nord et B la face sud. **(1/2pt)**

3) Le champ magnétique induit $\vec{B_i}$ doit être de sens contraire à $\vec{B}$ créé par l'aimant, le courant induit doit circuler donc de C vers A dans le conducteur ohmique. **(1/2 pt)**

4) A est la borne négative du générateur $\Rightarrow u_{AC} < 0$. **(1/2pt)**

B- **1)** L'auto-induction. **(1/4pt)**

2) $u_{AC} = L\dfrac{di}{dt}$ **(1/4 pt)**

Pour $0 \leq t \leq 0{,}040$ s, $\dfrac{di}{dt} = \dfrac{2}{0{,}04} = 50A/s$

$\Rightarrow u_{AC} = 0{,}01 \times 50 = 0{,}5V$. **(3/4pt)**

Pour $0{,}040 \leq t \leq 0{,}050$ s, $\dfrac{di}{dt} = -\dfrac{2}{0{,}01} = -200A/s \Rightarrow$

$u_{AC} = 0{,}01 \times -200 = -2V$. **(3/4pt)**

C-1) i_1 est variable $\Rightarrow$ un champ magnétique $\vec{B}$ variable est créé dans le primaire. L'intensité de $\vec{B}$ est la même en tout point du primaire et du secondaire : le flux dans le secondaire est variable => le secondaire est le siège d'une f.e.m. induite ; le secondaire est un circuit fermé, il est donc traversé par un courant induit i_2 . **(1/2 pt)**

2) a) $P = UI\cos\varphi$. **(1/4 pt)**

b) i) $P' = rI^2 = r\left(\dfrac{P}{U\cos\varphi}\right)^2$. **(1/2 pt)**

ii) $P' = \dfrac{1\times 4\times 10^8}{0{,}9025\times U^2} = \dfrac{4{,}4\times 10^8}{U^2}$.

Si U = 220 V, on a : $P' = 9\times 10^3$ W **(1/2 pt)**

iii) Si $U = 10^4$ V, on a : P' = 4,4 W. **(1/2pt)**

c) Les pertes par effet Joule, imposent un transport d'énergie électrique à haute tension; on utilise alors un transformateur survolteur. **(1/2 pt)**

Troisième exercice (6 pts)

A-

1) $\Delta m = m(^2_1H) + m(^3_1H) - [m(^4_2H_e) + m(^1_0n)] = 2{,}0134 + 3{,}0160 - [4{,}0015 + 1{,}0087] = 0{,}0192$ u **(1pt)**

2) L'énergie libérée E provient du défaut de masse Δm. $E = \Delta m \times c^2 = 0{,}0192 \times 931{,}5 = 17{,}88$ MeV
L'énergie libérée par la fusion des deux noyaux est $E = 17{,}88$ MeV $= 28{,}6 \times 10^{-13}$ J. **(1pt)**

3) Chaque fusion met en jeu $2{,}0134 + 3{,}0160 = 5{,}0294$ u$= 8{,}35 \times 10^{-24}$ g du mélange et libère une énergie $E = 28{,}6 \times 10^{-13}$ J. 1 g du mélange peut libérer $E' = \dfrac{28{,}6 \times 10^{-13}}{8{,}35 \times 10^{-24}} = 3{,}42 \times 10^{11}$ J. **(1pt)**

4) L'énergie libérée par 1 g de pétrole est : $4{,}2.10^4$ **J (1/4 pt)**

5) La masse d'un noyau d'uranium 235 est 235,12 u $= 3{,}9 \times 10^{-22}$ g .
L'énergie libérée par la fission de 1 g d'uranium 235 est : $\dfrac{3{,}2 \times 10^{-11}}{3{,}9 \times 10^{-22}} = 8{,}2 \times 10^{10}$ J **(1/2 pt)**

6)
- La fusion nucléaire est plus énergétique
- La fusion nucléaire n'est pas polluante
- La matière première s'obtient facilement et elle est moins coûteuse. **(3/4pt)**

B - 1) Car les noyaux sont chargés positivement. **(1/4pt)**

2) $E_C > 0{,}35 \times 10^6$ eV => $1{,}3 \times 10^{-4}$ T $> 0{,}35 \times 10^6$ => $T_{min} = T_1 = 2{,}7 \times 10^9$ K. **(3/4pt)**

3) $T_2 < T_1$ (180 fois plus faible) => La fusion deutérium- tritium n'a pas lieu dans le Soleil. **(1/2pt)**

مسابقة في مادة الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

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

<u>Premier exercice</u> (7 pts) Interaction mécanique

Le but de cet exercice est d'étudier certaines grandeurs physiques d'un système dont les parties sont en interaction mécanique.

Pour cela, on dispose de deux mobiles autoporteurs (A) et (B), de masses respectives $m_A = 100$ g et $m_B = 120$ g, pouvant se déplacer sans frottement sur une table horizontale. Chaque autoporteur porte à sa périphérie une lame d'acier élastique de masse négligeable.

Les deux autoporteurs sont réunis en contact l'un avec l'autre, à l'aide d'un fil inextensible, tendu et de masse négligeable qui les entoure, de sorte que les lames soient comprimées. Le système (S) ainsi formé est au repos (Figure 1).

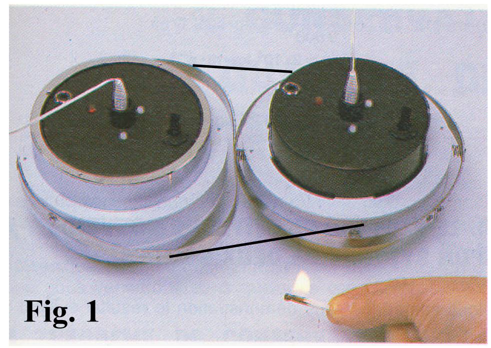


Fig. 1

On brûle le fil; les lames se détendent et les autoporteurs se repoussent. On a ainsi réalisé "l'explosion" du système (S) formé par les deux autoporteurs et les lames.

Les positions du centre d'inertie de chaque autoporteur sont enregistrées à des intervalles de temps, successifs et égaux à $\tau = 50$ ms.

La figure (2) représente l'enregistrement, sur l'axe x'x, des positions des centres d'inertie G_A et G_B des autoporteurs après l'explosion.

Fig. 2

1) En utilisant le document de la figure (2), montrer qu'après l'explosion :
 a- chaque autoporteur est animé d'un mouvement uniforme ;
 b- les valeurs des vitesses de (A) et (B) sont respectivement $V_A = 1{,}2$ m/s et $V_B = 1$ m/s.

2) Vérifier la conservation de la quantité de mouvement du système (S) lors de l'explosion.

3) En appliquant la deuxième loi de Newton $\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum \overrightarrow{F_{ext}}$ sur chaque autoporteur et en admettant que la durée de l'explosion $\Delta t = 0{,}05$ s est suffisamment petite pour confondre $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$ et $\frac{d\vec{P}}{dt}$,
 a- déterminer les forces $\vec{F}_{A\to B}$ et $\vec{F}_{B\to A}$ exercées respectivement par (A) sur (B) et par (B) sur (A).
 b- vérifier la loi des actions réciproques.

4) Le système (S) possède une certaine énergie avant l'explosion.
 a- Préciser la partie de (S) emmagasinant cette énergie.
 b- Sous quelle forme cette énergie est-elle emmagasinée?
 c- Déterminer la valeur de cette énergie.

Deuxième exercice (6 ½ pts) Charge et décharge d'un condensateur

Le but de l'exercice est d'étudier le fonctionnement d'un dispositif permettant d'allumer et d'éteindre automatiquement une lampe au bout d'une durée t_1 réglable.

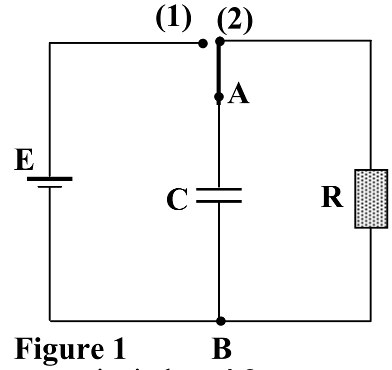


Figure 1

A- Principe de fonctionnement du dispositif

On dispose d'une source de tension continue de valeur E, d'un commutateur, d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur, initialement neutre, de capacité C réglable. On réalise le circuit schématisé par la figure 1.

1- Charge du condensateur

Le commutateur est placé en position (1). Le condensateur se charge.

a- La durée de la charge du condensateur est très courte. Pourquoi?

b- Quelle serait la valeur de la tension $u_C = u_{AB}$ aux bornes du condensateur ainsi chargé ?

2- Décharge du condensateur

Le condensateur étant ainsi chargé, on relâche le commutateur qui revient automatiquement en position (2) à la date $t_0 = 0$. Le condensateur se décharge à travers le conducteur ohmique.

a- Déterminer, l'équation différentielle qui régit l'évolution de u_C en fonction du temps.

b- La solution de l'équation différentielle précédente est de la forme $u_C = a\ e^{\frac{-t}{\tau}}$ où a et τ sont des constantes positives. Déterminer les expressions de a et τ en fonction de E, R et C.

c- Montrer que, pour $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur est égale à 37 % de sa valeur à la date $t_0 = 0$.

B -Utilisation du dispositif

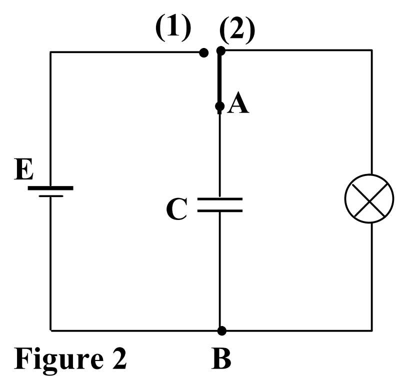


Figure 2

Le dispositif d'allumage utilisé est modélisé par le circuit de la figure 2 où $E = 10$ V et le conducteur ohmique est remplacé par une lampe de résistance $R = 3\ k\Omega$.
La lampe demeure allumée tant que la tension entre ses bornes est supérieure ou égale à une tension limite notée U.

1) **a-** En utilisant la solution de l'équation différentielle (donnée à la question (A-2-b)), déterminer l'expression de la durée t_1 d'allumage de la lampe en fonction de U, E et τ.

b- Calculer t_1 pour U = 3,7 V et $C = 2 \times 10^{-2}$ F.

2) On garde la même lampe et la même alimentation. Sur quel composant, dans le montage, doit-on agir et comment, afin d'augmenter la durée d'allumage de la lampe ?

Troisième exercice (6 ½ pts) Radioactivité du Cobalt

Le cobalt $^{60}_{27}Co$ est radioactif β^-. Le noyau fils $^{A}_{Z}Ni$ se désexcite pour retrouver son état fondamental. L'énergie due à cette désexcitation est $E(\gamma) = 2{,}5060$ MeV. La particule β^- est émise avec une énergie cinétique $E_C(\beta^-) = 0{,}0010$ MeV.

Données numériques : masse du noyau $^{60}_{27}Co$: 59,91901 u ;
masse du noyau $^{A}_{Z}Ni$: 59,91544 u ;
masse d'un électron : $5{,}486 \times 10^{-4}$ u ;
$1 \text{ u} = 931{,}5 \text{ MeV/c}^2$;
$1 \text{ MeV} = 1{,}6 \times 10^{-13}$ J .

A – Étude de la désintégration

1) Déterminer Z et A.

2) Calculer, en u, la perte de masse Δm au cours de cette désintégration.

3) En déduire, en MeV, l'énergie E libérée par cette désintégration.

4) Lors de la désintégration, le noyau fils est pratiquement obtenu au repos. Sous quelle forme l'énergie E apparaît-elle ?

5) **a-** Déduire de ce qui précède, que l'électron, émis au cours de la désintégration envisagée, est accompagné d'une certaine particule.

b- Nommer cette particule.

c- Donner le nombre de charge et le nombre de masse de cette particule.

d- Déduire, en MeV, l'énergie de cette particule.

6) Écrire l'équation bilan de cette désintégration.

B – Utilisation du cobalt 60

On utilise, en médecine, une source radioactive de cobalt $^{60}_{27}Co$ d'activité $A = 6 \times 10^{19}$ Bq.

Les particules β^- émises sont absorbées par l'organisme vivant.

1) L'énergie de la particule mentionnée dans la question (A-5) n'est pas absorbée par l'organisme vivant. Pourquoi ?

2) Calculer, en W, la puissance transférée à l'organisme.

3) Cette grande puissance est utilisée en radiothérapie. Quel est son effet ?

Solution

Premier exercice (7 pts)

1)

a- Les distances parcourues pendant le même temps sont égales.

(½ pt)

b- $V_B = \frac{d}{t} = \frac{d}{4\tau} = \frac{0,2}{4 \times 0,05} = 1 m/s.$ **(¾ pt)**

$V_A = \frac{0,24}{4 \times 0,05} = 1,2 m/s.$ **(¾ pt)**

2) $\overrightarrow{P_{avant}} = \vec{0}$; $\overrightarrow{P_{après}} = m_A \overrightarrow{V_A} + m_B \overrightarrow{V_B}$

$= 0,1 \times (-1,2\vec{i}) + 0,12 \times (\vec{i}) = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{P_{avant}} = \overrightarrow{P_{après}}$; d'où la conservation de la quantité de

mouvement du système formé par les deux autoporteurs. **(1 pt)**

3)

a- La deuxième loi de Newton, appliquée sur A donne :

$\frac{d\vec{P}}{dt} = \overrightarrow{m_A g} + \overrightarrow{N_A} + \overrightarrow{F_{B \to A}} = \overrightarrow{F_{B \to A}}$

$= \frac{0,1(-1,2-0)\vec{i}}{0,05} = -2,4\vec{i}$. **(1 pt)**

$\frac{d\vec{P}}{dt} = \overrightarrow{m_B g} + \overrightarrow{N_B} + \overrightarrow{F_{A \to B}} = \overrightarrow{F_{A \to B}}$

$= \frac{0,12(1-0)\vec{i}}{0,05} = 2,4\vec{i}$. **(1 pt)**

b- $\overrightarrow{F_{B \to A}} = -\overrightarrow{F_{A \to B}}$ **(½ pt)**

4)

a- Aux lames élastiques **déformées**. **(¼ pt)**

b- Énergie potentielle élastique. **(¼ pt)**

c- L'énergie mécanique du système est conservée car il est énergétiquement isolé (il n'échange aucune énergie avec l'extérieur) ou (l'énergie potentielle élastique se transforme en énergie cinétique) :

$E_m = E_C + E_{Pel} = E_{m\ avant} = E_{m\ après} = 0 + E_{pel} = E_C + 0 \Rightarrow$

$E_{pel.} = \frac{1}{2} m_A V_A^2 + \frac{1}{2} m_B V_B^2 = 0,132 J$ **(1 pt)**

<u>Deuxième exercice</u> (6 ½ pts)

A-

1) a- Car $\tau = RC \approx 0$ pendant la charge. **(½ pt)**

b- $u_C = E$ **(¼ pt)**

2) a- $u_C = Ri$ et $i = - C\dfrac{du_C}{dt}$

$\Rightarrow u_C + RC\dfrac{du_C}{dt} = 0$ **(1 ¼ pt)**

b- $\dfrac{du_C}{dt} = -\dfrac{a}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow a\, e^{\frac{-t}{\tau}} + RC(-\dfrac{a}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}) = 0$

$\Rightarrow 1 - \dfrac{RC}{\tau} = 0 \Rightarrow \tau = RC$;

Pour $t = 0$, $u_C = E = a$. **(1 ½ pt)**

c- Si $t = \tau$, $u_C = E e^{-1} = 0{,}37\ E = 37\%E$. **(1 pt)**

B-

1) a- $u_C = E\ e^{\frac{-t}{\tau}} \Rightarrow U = E\, e^{-\frac{t_1}{RC}}$

$\Rightarrow \dfrac{t_1}{RC} = \ln\dfrac{E}{U}$

$\Rightarrow t_1 = RC\ln\dfrac{E}{U} = \tau\ln\dfrac{E}{U}$. **(1 pt)**

b- $t_1 = 60$ s. **(½ pt)**

2) Condensateur **(¼ pt)**

On doit augmenter C, car t_1 étant
Proportionnelle à C. **(¼ pt)**

<u>Troisième exercice</u> (6 ½ pts)

A –

1) La conservation du nombre de masse et
la conservation du nombre de charge donnent :
Z = 28 et A = 60 **(½ pt)**

2) $\Delta m = m_{avant} - m_{après}$
$= 59{,}91901 - (59{,}91544 + 0{,}0005486)$
$= 0{,}0030214$ u. **(½ pt)**

3) $\Delta m = 0{,}0030214 \times 931{,}5$ MeV/c^2
$= 2{,}8144$ MeV/c^2.
$E = \Delta m \times c^2 = 2{,}8144$ MeV **(¾ pt)**

4) E apparaît sous forme d'énergie cinétique
des produits obtenus et en énergie rayonnante
sous forme de photons γ. **(½ pt)**

5) **a-** $E_C(\beta^-) + E(\gamma) = 0{,}0010 + 2{,}5060$
$= 2{,}507$ MeV
est inférieure à E= 2,8144 ; il n'y a pas donc conservation de l'énergie, d'où la nécessité d'admettre l'émission d'une autre particule que l'électron. **(1 pt)**

b- L'antineutrino . **(¼ pt)**

c- Z = 0 et A = 0. **(½pt)**

d- E = 2,8144 – 2,507 = 0,3074 MeV. **(½ pt)**

6) ${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\upsilon} + \gamma$ **(¼ pt)**

B –

1) Car l'antineutrino ne subit aucune interaction
avec la matière. **(¼ pt)**

2) L'activité correspond à 6×10^{19} désintégrations
par seconde, soit à 6×10^{19} électrons émis par seconde
$\Rightarrow P = 6 \times 10^{19} \times 0{,}0010 \times 1{,}6 \times 10^{-13}$ W = 9,6 kW.
(1¼ pt)

3) La destruction des cellules. **(¼ pt)**

دورة سنة 2008 العادية	امتحانات الشهادة الثانوية العامة فرع 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 quatre pages numérotées de 1 à 4.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Premier exercice (7 points)
Oscillateur horizontal

On dispose d'un oscillateur mécanique formé d'un ressort (R) de raideur k et d'un corps (C) de centre d'inertie G et de masse m.

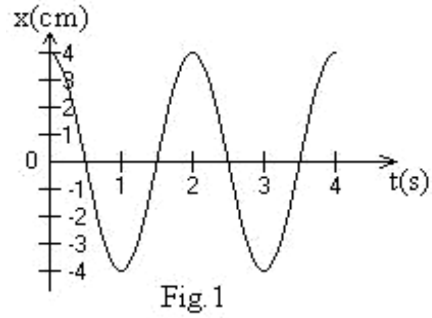


Fig.1

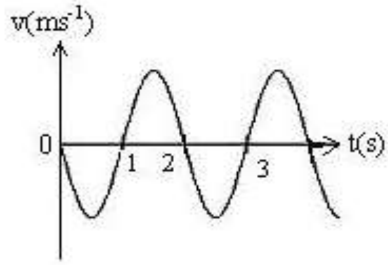


Fig.2

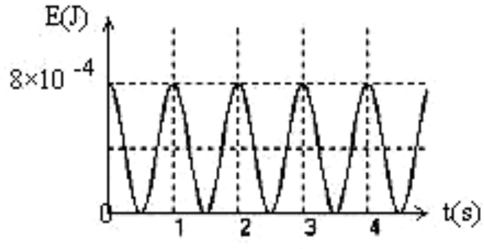


Fig.3

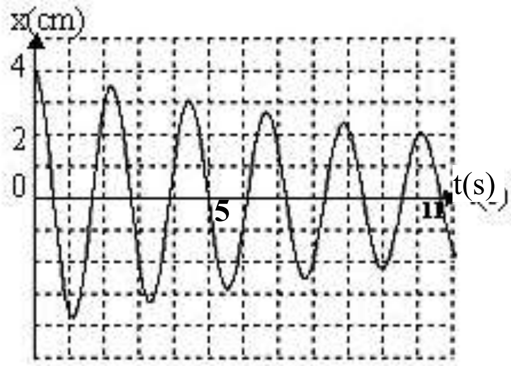


Fig.4

A- Détermination de k et m

Dans le but de déterminer les valeurs de k et m de cet oscillateur, on le place sur une table à coussin d'air horizontale. La table fonctionnant normalement, on écarte (C) de sa position d'équilibre et on le lâche sans vitesse à la date $t_0 = 0$. (C) peut alors se déplacer sans frottement sur la table, G se déplaçant sur un axe horizontal. L'origine O de cet axe est la position de G lorsque (C) est à l'équilibre.

x et v sont respectivement l'abscisse et la mesure algébrique de la vitesse de G à la date t. Des dispositifs appropriés permettent d'enregistrer les variations, en fonction du temps, de x, de v et de l'une des énergies de l'oscillateur. Ces variations sont données par les graphiques des figures 1, 2 et 3. Le plan horizontal contenant G est le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

Prendre : $\pi^2 = 10$

1) En se référant aux figures 1 et 2, déterminer :
  a) le mode des oscillations;
  b) les conditions initiales x_0 et v_0 du mouvement;
  c) la valeur de la période propre T_0 du mouvement.

2) a) La figure 3 donne les variations d'une énergie E de l'oscillateur en fonction du temps. De quelle forme d'énergie s'agit-il ? Justifier.
  b) L'énergie E est l'un des deux termes de l'énergie mécanique E_m du système (corps, ressort). Reproduire la figure 3 en représentant, sur cette figure, les allures de E_m et de l'autre terme de cette énergie.

3) Déduire les valeurs de m et k.

B- Entretien des oscillations

La table à coussin d'air ne fonctionne plus normalement, les frottements ne sont plus alors négligés. On recommence l'expérience dans les mêmes conditions initiales. Les variations de x, en fonction du temps, enregistrées par le dispositif sont données par le graphique de la figure 4.

1) Préciser le mode des oscillations effectuées par l'oscillateur.

2) Déterminer la valeur de la variation de l'énergie mécanique de l'oscillateur entre les instants $t_0 = 0$ et $t = 11$ s.

3) Un dispositif approprié permet d'entretenir ces oscillations.
  a- Que signifie « entretenir » les oscillations ?
  b- Déduire la valeur de la puissance moyenne de ce dispositif entre les dates 0 et 11 s.

Deuxième exercice (7 points)
Rôle d'un condensateur dans un circuit

Le but de cet exercice est d'étudier le rôle d'un condensateur dans un circuit électrique dans deux cas différents. ($g = 10\ m/s^2$)

A- Variation de l'intensité d'un courant dans un circuit

1- Étude qualitative

On réalise les deux circuits schématisés ci-dessous ; les deux lampes identiques L_1 et L_2 sont respectivement alimentées par les générateurs identiques G_1 et G_2, chacun de tension constante E, le dipôle (D) étant un condensateur initialement déchargé (Fig.1).

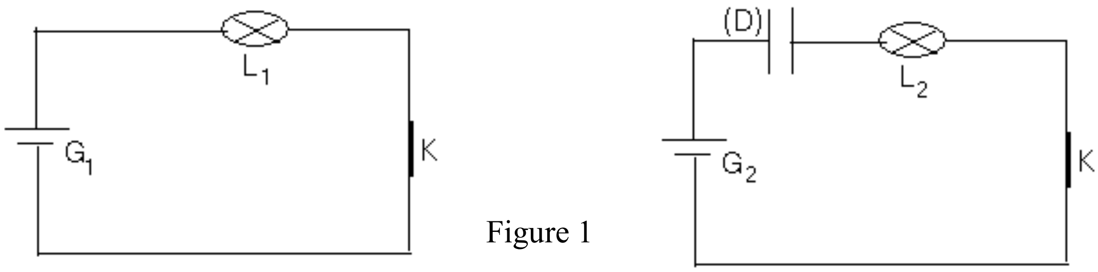


Figure 1

On ferme simultanément les deux interrupteurs à la date $t_0 = 0$. On constate, au début, que L_1 et L_2 brillent avec le même éclat, mais la luminosité de la lampe L_2 diminue progressivement puis elle s'éteint au bout d'un certain temps, L_1 conservant la même luminosité.

a- Que peut-on dire de la tension aux bornes de chacune des lampes à la date $t_0 = 0$? Justifier.

b- i) Comment varie la tension aux bornes de L_2 à partir de $t_0 = 0$?

ii) Déduire, lorsque la lampe L_2 s'éteint, la valeur de la tension aux bornes du condensateur.

2- Étude quantitative

On réalise un montage comprenant, en série, un générateur idéal de force électromotrice E constante, un interrupteur K, un conducteur ohmique de résistance R et un condensateur de capacité C. À l'instant $t_0 = 0$, le condensateur étant déchargé, on ferme K (Fig.2).

À l'instant t, la charge de l'armature B du condensateur est q et i l'intensité du courant qui passe dans le circuit.

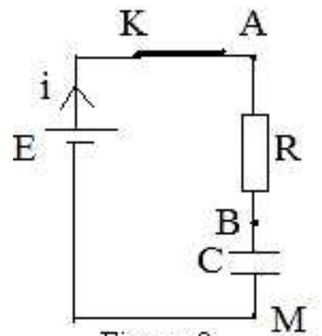


Figure 2

a- Écrire la relation entre i et $\frac{dq}{dt}$.

b- Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_{BM} = u_C$.

c- Cette équation différentielle admet pour solution : $u_C = E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

i) Déterminer l'expression de τ en fonction de R et C.

ii) Déterminer l'expression de l'intensité i du courant dans le circuit en fonction du temps.

iii) Tracer l'allure de chaque courbe représentant les variations de u_C et de i en fonction du temps.

3- Déduire le rôle du condensateur, en régime de charge, sur la variation de i, dans un circuit RC alimenté par une tension continue.

B- Énergie emmagasinée dans un condensateur

1- Étude qualitative

On réalise l'expérience schématisée par le montage de la figure (3), où (M) est un moteur auquel est suspendu un objet de masse m, (D) un condensateur de grande capacité C, G un générateur idéal de tension continue E et K_1 et K_2 des interrupteurs.

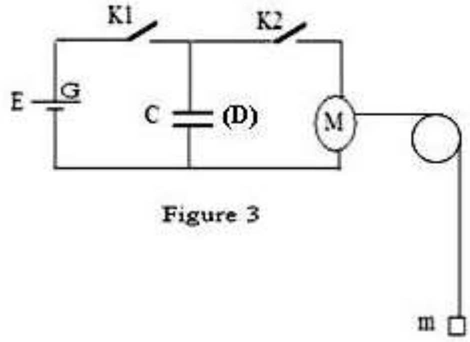


Figure 3

Dans la première étape de l'expérience, l'interrupteur K_2 est ouvert, et l'interrupteur K_1 est fermé.
Dans la deuxième étape, on ouvre K_1 et on ferme K_2.
On observe une élévation de l'objet.
Expliquer ce qui se passe dans chaque étape de l'expérience et dire pourquoi l'objet s'élève.

2- Étude quantitative

Le condensateur est de capacité C = 1 F, l'objet est de masse m = 500g et la f.é.m de G est E= 3 V.

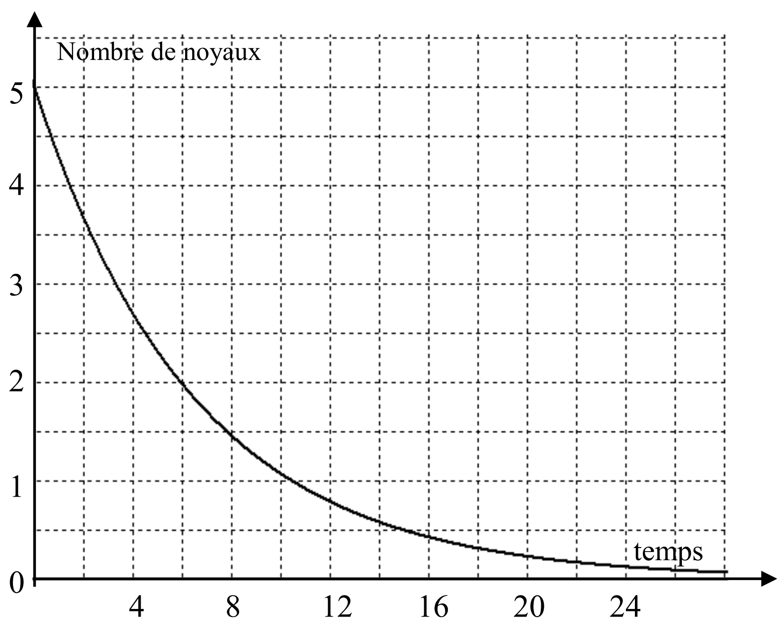
a- Calculer la valeur de l'énergie initialement emmagasinée dans le condensateur.
b- Calculer la hauteur dont s'élève l'objet en supposant négligeable toute perte d'énergie.
c- De quel type de transfert d'énergie s'agit-il ?
d- En réalité, l'objet s'élève de 83 cm. Pourquoi ?
e- Déduire, le rôle du condensateur dans le circuit précédent.

Troisième exercice (6 points)
Détermination de l'âge de la Terre

Le but de cet exercice est de déterminer l'âge de la Terre à partir de la désintégration d'un noyau d'uranium 238 ($^{238}_{92}U$) en un noyau de plomb 206 ($^{206}_{82}Pb$).

En déterminant le nombre des noyaux de ^{206}Pb dans un échantillon d'une roche qui, à sa naissance, n'en contenait pas , on peut alors déterminer son âge qui est le même que celui de la Terre.

La figure ci-contre représente la courbe de décroissance radioactive du nombre N_u de noyaux d'uranium 238 en fonction du temps.
1 division sur l'axe des ordonnées correspond à 10^{12} noyaux ;
1 division sur l'axe des abscisses correspond à 10^9 ans.



1- L'équation –bilan de la désintégration de l'uranium 238 qui aboutit au plomb 206 est :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\beta^- + y\ \alpha$$

Déterminer, en précisant les lois utilisées, les valeurs de x et de y.

2- Indiquer, en se référant à la courbe, le nombre N_{0u} des noyaux d'uranium 238 qui existe dans l'échantillon à la date de sa naissance $t_0 = 0$.

3- En se référant à la courbe, déterminer la période (demi-vie) de l'uranium 238. Déduire la valeur de la constante radioactive λ de l'uranium 238.

4- a) Donner, en fonction de N_{0u}, λ et t , l'expression du nombre N_u des noyaux d'uranium 238 qui reste dans l'échantillon à la date t.

b) Calculer le nombre des noyaux d'uranium 238 qui reste dans l'échantillon à la date $t_1 = 2\times10^9$ années.

c) Vérifier graphiquement ce résultat.

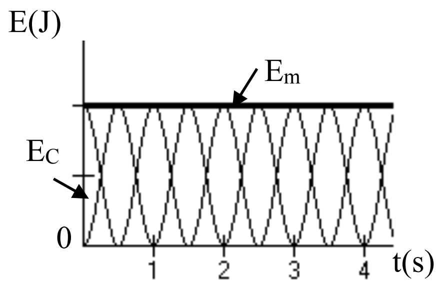
5- Le nombre des noyaux de plomb contenu dans l'échantillon à la date de mesure (âge de la Terre) est $N_{Pb} = 2,5 \times 10^{12}$ noyaux.

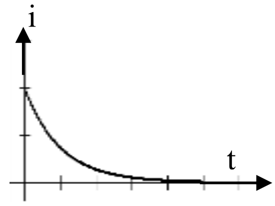
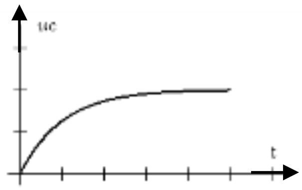
a) Donner la relation qui existe entre N_u, N_{0u} et N_{Pb}.

b) Calculer le nombre N_u des noyaux d'uranium restant dans l'échantillon à la date de mesure.

c) Déterminer l'âge de la Terre.

الدورة العادية للعام 2008	**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**

Partie de la Q.	Corrigé	Note
	Premier exercice (7 points)	
A.1.a	Mode : oscillations libres non amorties	0.50
A.1.b	à t = 0 on a : $x = x_0 = 4$ cm et $v = v_0 = 0$.	0.50
A.1.c	$T_0 = 2$ s	0.50
A.2.a	Energie potentielle élastique. Car à t = 0, $x = X_m$ et la valeur de cette énergie est maximale.	0.50
A.2.b	Les courbes sont représentées sur la figure ci-contre. 	1.25
A.3	$\frac{1}{2}kX_m^2 = 8\times10^{-4} \Rightarrow k = 1$ N/m. $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \frac{kT_0^2}{4\pi^2} \Rightarrow m = 0,1$ kg	1.50
B.1	Mode: oscillations libres amorties	0.50
B.2	$\Delta E_m = \frac{1}{2}kX_{m(t)}^2 - \frac{1}{2}kX_{m(0)}^2 = -6\times10^{-4}$ J.	0.75
B.3.a	Fournir à l'oscillateur l'énergie qu'il a perdue durant les oscillations.	0.25
B.3.b	$P_m = \frac{\lvert\Delta E_m\rvert}{\Delta t} = 5,45\times10^{-5}$ W.	0.75
	Deuxième exercice (7 points)	
A.1.a	Les deux tensions sont égales car les lampes brillent avec le même éclat.	0.25

A.1.b.i	u_2 diminue, en effet $E = u_2 + u_C = cte$ comme u_C augmente alors u_2 dimunue.	0.50
A.1.b.ii	Lorsque L_2 s'éteint $u_2 = 0 \Rightarrow E = u_C + u_2 = u_C \Rightarrow$ on peut donc retrouver la tension du générateur G_2 aux bornes du condensateur	0.50
A.2.a	$i = \frac{dq}{dt}$	0.25
A.2.b	$E = Ri + u_C$, or $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt} \Rightarrow E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$	0.75
A.2.c.i	$C\frac{du_C}{dt} = C \times \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow E = R \times C \times \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ $\Rightarrow \frac{RC}{\tau} - 1 = 0 \Rightarrow \tau = RC$.	0.75
A.2.c.ii	$i = C\frac{du_C}{dt} = C \times \frac{E}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$.	0.50
A.2.c.iii	 	0.50
A.3	Le condensateur ne laisse pas passer le courant que pendant un certain temps dans un circuit alimenté par une tension continue.	0.50
B.1	Dans la première étape le condensateur se charge jusqu'à atteindre une tension $u_C = E$. Dans la deuxième étape le condensateur se décharge dans le moteur en présentant entre les bornes du moteur une tension u_C qui diminue à partir de la valeur E, ce qui fait monter la masse m.	0.50
B.2.a	$W = 1/2\ CE^2 = 1/2\ (1)(9) = 4{,}5$ J	0.50
B.2.b	$W = mgh_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{4{,}5}{0{,}5 \times 10} = 0{,}9$m .	0.75
B.2.c	L'énergie électrostatique du condensateur se transforme en énergie mécanique.	0.25
B.2.d	À cause des frottement	0.25
B.2.e	Le condensateur emmagasine l'énergie électrostatique et la restitue Quand on le désire.	0.25
	Troisième exercice (6 points)	
1	$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{206}_{82}Pb + x\,^{0}_{-1}e + y\,^{4}_{2}He$ Les lois de conservation du nombre de masse et du nombre de charge donnent : $238 = 206 + 4y \Rightarrow y = \frac{32}{4} = 8$ desintegrations α $92 = 82 - x + 2y \Rightarrow x = 82 + 16 - 92 = 6$ desintegrations β^-.	1.25
2	$N_{0u} = 5 \times 10^{12}$ noyaux	0.50
3	La demi-vie est le temps au bout duquel $N_u = \frac{N_{0u}}{2} = 2.5 \times 10^{12}$ noyaux.	1.50

	Sur le graphique pour N_u = 2,5$\times 10^{12} noyaux$ on trouve approximativement T = 4,5$\times 10^9$ années. $\lambda = \frac{0.693}{4.5\times10^9} = 1.54 \times 10^{-10} an^{-1}$.	
4.a	$N_u = N_{0u} e^{-\lambda t}$	0.25
4.b	$N_u = 5 \times 10^{12} e^{-1.54\times10^{-10}\times2\times10^9} = 3.675 \times 10^{12} noyaux$	0.75
4.c	Sur le graphique : 2×10^9 années correspond à $3.7 \times 10^{12} noyaux$.	0.50
5.a	Les noyaux de Pb à la date t_0=0 étaient des noyaux de N_u alors : $N_{0u}=N_u+N_{Pb}$	0.25
5.b	$N_u=N_{0u}- N_{Pb}=5 \times 10^{12} - 2.5 \times 10^{12} = 2.5 \times 10^{12} noyaux$.	0.50
5.c	$N_u=\frac{N_{0u}}{2}$ alors l'âge de la Terre est égale à la demi-vie de l'uranium 238 soit $4.5 \times 10^9 ans$.	0.50

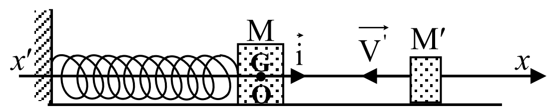
الدورة الإستثنائية للعام 2008	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	

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)

Oscillateur mécanique

Un ressort à spires non jointives, de raideur k = 10 N/m et d'axe horizontal, est fixé par une de ses extrémités à un obstacle fixe ; l'autre extrémité est accrochée à un palet M de masse m = 100 g. Le centre d'inertie G de M peut se déplacer, sans frottement, sur un axe x'x d'origine O et de vecteur unitaire $\vec{i}$.



Le plan horizontal qui passe par G est considéré comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
À l'instant $t_0 = 0$, le palet M, initialement au repos en O, est heurté par un autre palet M', de masse $m' = \frac{m}{2}$, animé d'une vitesse $\overrightarrow{V'} = -V'\,\vec{i}$ ($V' > 0$). Après la collision, le palet M' rebondit sur M avec la vitesse $\overrightarrow{V'_1}$ et le palet M, lancé avec une vitesse $\overrightarrow{V_0} = V_0\,\vec{i}$, effectue des oscillations d'amplitude constante $X_m = 10$ cm.

1) Donner le signe de V_0.
2) Soient x et v respectivement l'abscisse et la valeur algébrique de la vitesse de G à un instant t après la collision.
   a) Écrire, en fonction de x, m, k et v, l'expression de l'énergie mécanique du système (M, ressort, Terre) à l'instant t.
   b) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de M.
   c) La solution de cette équation différentielle est de la forme $x = A\sin(\omega_0 t + \varphi)$. Déterminer les valeurs des constantes positives A, ω_0 et φ.
   d) En déduire que la valeur de la vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de M, juste après la collision, est 1 m/s.
3) Sachant que la collision entre M' et M est supposée parfaitement élastique, déterminer :
   a) la valeur V′ de la vitesse de M' avant la collision ;
   b) la vitesse $\overrightarrow{V'_1}$ de M' juste après la collision.

Deuxième exercice (7 points)

Détermination de la capacité d'un condensateur

Dans le but de déterminer la capacité C d'un condensateur, on le branche en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 10\sqrt{2}\ \Omega$ aux bornes d'un générateur basses fréquences (G) délivrant entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale $u_G = U_m \cos \omega t$.

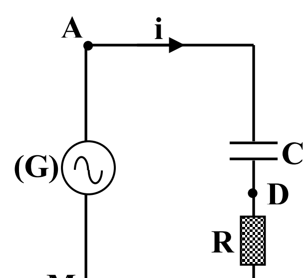


Figure 1

Le circuit ainsi constitué est alors parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i (Fig1).

Prendre $\sqrt{2} = 1,4$ et $0,32\pi = 1$.

1) Reproduire le schéma de la figure (1), et indiquer les branchements d'un oscilloscope permettant de visualiser les tensions $u_G = u_{AM}$ aux bornes du générateur et $u_R = u_{DM}$ aux bornes du conducteur ohmique.

2) Laquelle des deux tensions, u_G ou u_R, représente l'image de l'intensité i ? Justifier la réponse.

3) Dans la figure 2, l'oscillogramme (1) représente l'évolution de la tension u_G au cours du temps.

- **a)** Préciser, en le justifiant, laquelle des tensions, u_G ou u_R , est en avance sur l'autre.
- **b)** Déterminer le déphasage entre les tensions u_G et u_R.

4) À partir des oscillogrammes de la figure 2, déterminer la pulsation ω, la valeur maximale U_m de la tension u_G et la valeur maximale I_m de l'intensité i.

Sensibilité horizontale : 5 ms/div.

Sensibilité verticale pour les deux voies : 1 V/div.

5) **a)** Écrire, l'expression de i en fonction du temps t.

b) Déduire l'expression de la tension $u_C = u_{AD}$ aux bornes du condensateur en fonction de C et t.

6) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t une valeur particulière, déterminer la valeur de C.

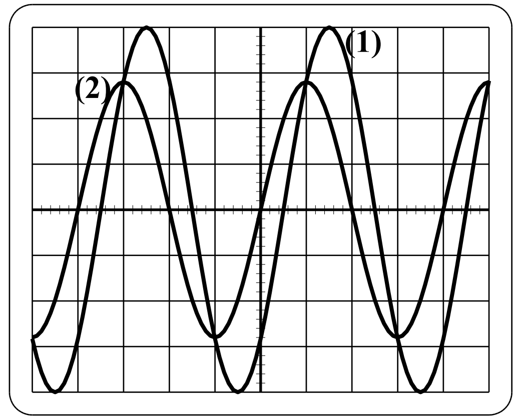
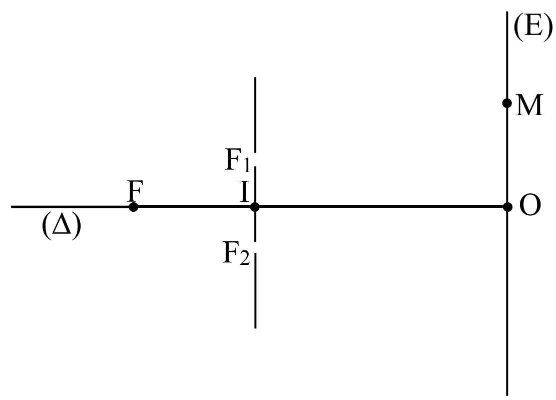


Figure 2

Troisième exercice (6 points)

Interférences lumineuses

On considère le dispositif des fentes de Young constitué de deux fentes très fines F_1 et F_2, parallèles et distantes de a = 1 mm, d'un écran d'observation (E) disposé parallèlement au plan des fentes à une distance D = 2 m du milieu I de F_1F_2 et d'une fente fine F, équidistante de F_1 et F_2, située sur la droite (Δ) dont l'intersection avec (E) est le point O.



Le but de l'exercice est d'étudier la figure d'interférences observée sur l'écran (E) dans des situations différentes.

A – Première situation

La fente F est éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde dans l'air $\lambda = 0,64\ \mu m$.

1) Décrire la figure d'interférences observée sur (E).

2) On considère un point M sur l'écran à la distance d_1 de F_1 et d_2 de F_2.
Préciser la nature de la frange qui se forme en M dans chacun des cas suivants :

- **a)** $d_2 - d_1 = 0$;
- **b)** $d_2 - d_1 = 1,28\ \mu m$;
- **c)** $d_2 - d_1 = 0,96\ \mu m$.

3) On fait subir à F une translation le long de (Δ). On remarque que les franges d'interférences conservent leurs positions. Expliquer pourquoi.

4) On fait subir à F une translation perpendiculaire à (Δ) du côté de F_2. On remarque que la frange centrale se déplace. Dans quel sens et pourquoi ?

B – Deuxième situation

La fente F est éclairée maintenant par une lumière blanche.

1) On observe au point O une frange blanche. Justifier.

2) Préciser la couleur de la frange brillante la plus proche de la frange brillante centrale.

C – Troisième situation

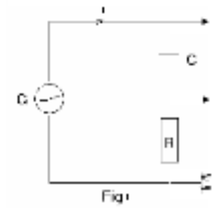
On considère deux lampes (L_1) et (L_2) émettant des radiations de même longueur d'onde. On éclaire F_1 avec (L_1) et F_2 avec (L_2). On remarque que, dans ce cas, le système des franges d'interférences n'apparait pas sur l'écran (E). Pourquoi ?

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	الدورة الإستثنائية للعام 2008
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

Premier exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1	$V_0 < 0$.	0.25
2.a	Énergie mécanique : $E_m = E_{pe} + E_C = \frac{1}{2}k\cdot x^2 + \frac{1}{2}m\cdot V^2$	0.50
2.b	Sans frottement $\Leftrightarrow$ Conservation de l'énergie mécanique $\Leftrightarrow$ $E_m = \frac{1}{2}k\cdot x^2 + \frac{1}{2}m\cdot V^2$ = constante. Dérivons par rapport au temps: $\frac{dE_m}{dt} = kx\dot{x} + mV\dot{V} = 0$; $\Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$.	1.00
2.c	$x = A\sin(\omega_0 t + \varphi)$; $\dot{x} = A\omega_0\cos(\omega_0 t + \varphi)$ et $\ddot{x} = -A\omega_0^2\sin(\omega_0 t + \varphi)$ Remplaçons dans l'équation différentielle : $-A\omega_0^2\sin(\omega_0 t + \varphi) + \frac{k}{m}A\sin(\omega_0 t + \varphi) = 0 \Leftrightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{10}{0,1} = 100$, . $\omega_0 = 10$ rd/s. Pour $t = 0$, $x = A\sin(\varphi) = 0$, donc $\varphi = 0$ ou π et $v = A\omega_0\cos(\varphi) = V_0 < 0$; comme $A > 0$, alors $\cos\varphi < 0$ donc $\varphi = \pi$ rad et $A = +10$ cm.	1.50
2.d	$v = \dot{x} = -\omega_0 A\cos(\omega_0 t)$; à $t_0 = 0$, $v = V_0 = -\omega_0 x_m = -1$ m/s.	0.75
3 a)	Conservation de la quantité de mouvement: $\Leftrightarrow \vec{P}_i = \vec{P}_f \Leftrightarrow$ $m'\vec{V}' = m'\vec{V}'_1 + m\vec{V}_0$ En valeurs algébriques: $V' = V'_1 + 2V_0$. (I) Collision élastique $\Leftrightarrow$ Conservation de l'Ec : $\Leftrightarrow$ $\frac{1}{2}m'V'^2 = \frac{1}{2}m'V'^2_1 + \frac{1}{2}mV_0^2$ $\Leftrightarrow m'(V'^2 - V'^2_1) = mV_0^2$ (II) $\Leftrightarrow \frac{(II)}{(I)} \Leftrightarrow V' + V'_1 = V_0$ En substituant dans (I) on obtient: $V' = \frac{3}{2}V_0 = 1,5\,V_0 = -1,5$ m/s.	2.00
3 b)	$V'_1 = V_0 - V' = -1 - (-1,5) = 0,5$ m/s $\vec{V'_1} = 0,5\,\vec{i}$	1

Deuxième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1		0.5
2	$u_R = Ri$ = cte i => u_R est l'image de i.	0.50
3.a	u_R est en avance sur u_G, car dans ce circuit le courant i est toujours en avance sur la tension aux bornes du générateur . (u_R atteint le max. avant)	0.5
3.b	$T \rightarrow 2\pi \rightarrow 4$ div. $\varphi \rightarrow 0{,}5\text{div}$ => $\varphi = \frac{\pi}{4}$ rad.	0.75
4	T = 4div$\times$5 ms/div = 20 ms => $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0{,}02} = 100\pi$ rad/s. U_m = 4 div$\times$1 V/div = 4 V. $(U_R)_m$ = 2,8 div$\times$1 V/div = 2,8 V = $2\sqrt{2}$ V = R I_m => $I_m = \frac{2\sqrt{2}}{10\sqrt{2}} = 0{,}2$ A	2
5 a)	$i = I_m\cos(\omega t + \frac{\pi}{4}) = 0{,}2\cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$	0.25
5 b)	$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$ => $u_C = \frac{1}{C}$ primitive de i = $\frac{0{,}2}{100\pi C}\sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$.	1
6	$u_G = u_C + u_R$; $u_R = 2\sqrt{2}\cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$ $4\cos\omega t = \frac{0{,}2}{100\pi C}\sin(\omega t + \frac{\pi}{4}) + 2\sqrt{2}\cos(\omega t + \frac{\pi}{4})$. Pour t = 0, on a : $4 = \frac{0{,}2}{100\pi C} \times \frac{\sqrt{2}}{2} + 2\sqrt{2}\,\frac{\sqrt{2}}{2}$ => $C = 224 \times 10^{-6}$F.	1.5

Troisième exercice (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	- Les franges sont parallèles aux fentes - Les franges sont alternativement brillantes et obscures - Les franges sont équidistantes	0.75
A.2.a	d_2-d_1 = 0 = $k\lambda$ avec k = 0 ; M est une frange brillante centrale.	0. 5
A.2.b	d_2-d_1 = 1,28 μm = $k\lambda$ avec k = 2 ;M est une frange brillante d'ordre 2.	0.75
A.2.c	d_2-d_1 = 0,96 μm = $(2k+1)\lambda/2$ avec k = 1 ; M est une frange obscure d'ordre 1 .	0.75
A.3	FF_1 reste égale à FF_2, la différence de marche optique $\delta = \frac{ax}{D}$ ne varie pas et par suite l'interfrange i ne varie pas.	0.75
A. 4	$FF_1 > FF_2$; le chemin optique FF_1 M augmente. Pour retrouver la frange brillante centrale O', où $FF_1O' = FF_2O'$, le chemin optique F_2O' doit augmenter =>la frange centrale se déplace du coté de F_1.	1
B.1	On voit, au point O une lumière blanche car toutes les franges brillantes centrales se superposent en ce point.	0.50
B.2	$x = k\frac{\lambda D}{a}$ **; pour k =1 ,** x la plus petite correspond à la longueur d'onde la plus petite => on voit la frange brillante violette.	0.75
C	Non, car les deux sources ne sont pas cohérentes.	0.25

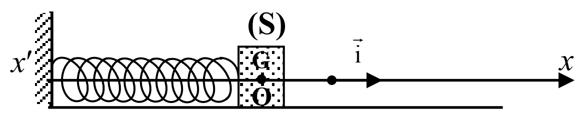
الدورة العادية للعام 2009	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	

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.

<u>Premier exercice</u> (7 points)

Pendule élastique horizontal

L'extrémité libre d'un ressort d'axe horizontal $(O, \vec{i})$, de masse négligeable et de raideur k = 15 N/m, est attaché à un solide (S) de masse m. (S) est capable de se déplacer sur une table horizontale et G, centre d'inertie de (S), peut se déplacer sur l'axe horizontal $(O, \vec{i})$.
Le plan horizontal passant par G est considéré comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.



A – Étude théorique

G, déplacé d'une distance x_0 à partir de sa position d'équilibre O, le long de l'axe $(O, \vec{i})$ dans le sens positif, est lâché sans vitesse à la date $t_0 = 0$. (S) effectue alors des oscillations harmoniques simples de période propre T_0.

À une date t, l'abscisse de G est x et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = \dfrac{dx}{dt}$.

1) Exprimer, à la date t, en fonction de k, m, x et v, l'énergie mécanique du système [(S), ressort, Terre].

2) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.

3) **a)** La solution de cette équation est de la forme : $x = X_m \cos(\dfrac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$. Déterminer, en fonction des données, les expressions de T_0 et X_m et calculer la valeur de φ.

b) Écrire l'expression instantanée de v. En déduire la relation entre x_0, T_0 et la valeur maximale V_m de v.

B – Étude expérimentale

I – On enregistre, en fonction du temps, les variations de l'abscisse x de G (figure 1) et celles de v (figure 2).

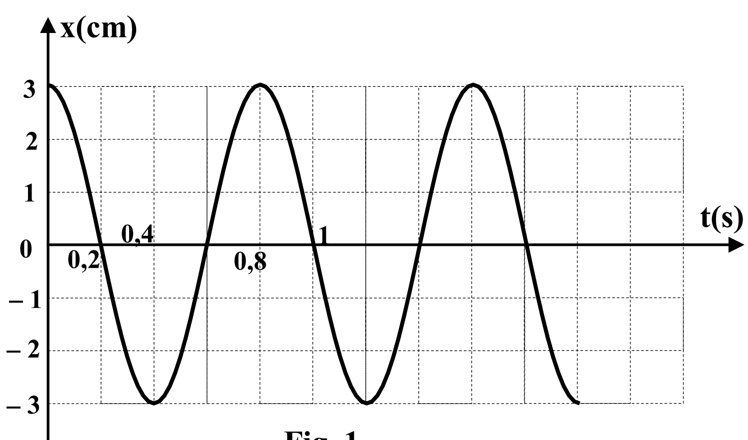


Fig. 1

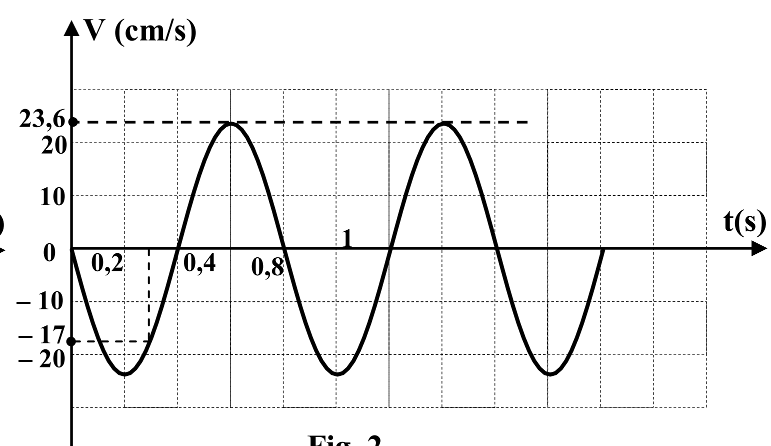


Fig. 2

1) En se référant aux graphiques des figures 1 et 2, préciser la valeur de T_0, celle de V_m et les valeurs de x et v à la date $t_0 = 0$.
2) Déterminer la masse m de (S).

II – 1) Recopier et compléter le tableau ci-dessous, sachant que E_C est l'énergie cinétique de (S), $E_{Pé}$ est l'énergie potentielle élastique du ressort et E_m est l'énergie mécanique du système [(S), ressort, Terre]

t(s)	0	0,2	0,3
v(m/s)		– 0,236	–0,17
E_C (J)		$6{,}77\times10^{-3}$	
x(m)	0,030		–0,021
$E_{pé}$ (J)	$6{,}75\times10^{-3}$		
E_m (J)			

2) Déduire du tableau un indicateur qui affirme que les oscillations sont harmoniques simples.

Deuxième exercice (7 points)

Mesure de la vitesse d'un avion

Le but de cet exercice est de mesurer la valeur de la vitesse d'un avion en utilisant le phénomène d'induction électromagnétique.

A – Mouvement d'un conducteur dans un champ magnétique uniforme

Une tige métallique homogène MN de longueur ℓ, glisse, sur deux rails métalliques AA' et EE' horizontaux et parallèles, avec une vitesse constante $\vec{v}$. Au cours de ce glissement, la tige reste perpendiculaire aux rails et son centre de gravité G se déplace sur l'axe Ox. À la date $t_0 = 0$, G est en O, origine des abscisses. À une date t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et $v = \dfrac{dx}{dt}$ est la mesure algébrique de sa vitesse. Le dispositif, constitué par la tige et les rails, est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan horizontal des rails (Figure 1).

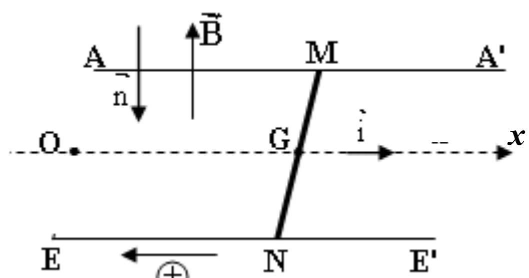


Fig. 1

1) Déterminer, à la date t, en fonction de B, ℓ et x, l'expression du flux magnétique qui traverse la surface AMNE tout en respectant le sens positif arbitraire choisi sur la figure 1.
2) Expliquer l'existence d'une f.é.m induite e qui s'établit entre les extrémités M et N de la tige.
3) Déterminer l'expression de la f.é.m induite e en fonction de B, ℓ et v.
4) La tige n'est pas traversée par un courant électrique. Pourquoi ?
5) Déduire la polarité des points M et N de la tige et donner l'expression de la tension u_{NM} en fonction de e.

B – Mesure de la vitesse d'un avion

Un avion vole horizontalement en ligne droite, à la vitesse constante $\vec{v_1}$, de valeur v_1, dans le champ magnétique terrestre uniforme $\vec{B}$. Le vecteur $\vec{B}$, dans la région de vol, a une composante horizontale d'intensité $B_h = 2{,}3\times10^{-5}$ T et une composante verticale d'intensité $B_v = 4\times10^{-5}$ T.

Les ailes de l'avion, assimilées à un conducteur rectiligne horizontal de longueur ℓ' = M'N' = 30 m, balaient une surface au cours du temps (Figure 2).

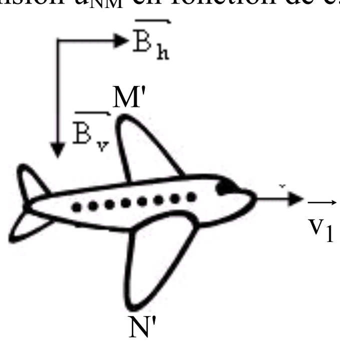


Fig.2

1) **a)** Le flux magnétique de $\overrightarrow{B_h}$ à travers la surface balayée est nul. Pourquoi ?

b) Donner, en fonction de B_v, ℓ' et v_1, l'expression de la f.é.m induite e_1 qui apparaît aux bornes M' et N' des ailes.

2) Déterminer v_1, si la tension aux bornes des ailes a pour valeur 0,36 V.

<u>Troisième exercice</u> (6 points)

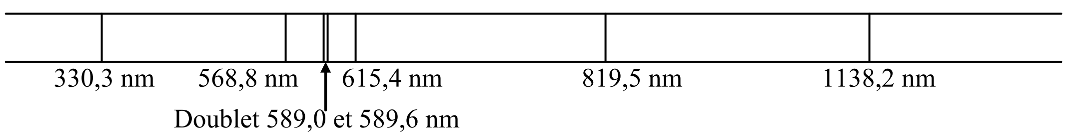
Lampe à vapeur de sodium

On utilise les lampes à vapeur de sodium pour éclairer les routes. Ces lampes contiennent de la vapeur de sodium sous très faible pression. Cette vapeur est excitée par un faisceau d'électrons qui traversent le tube contenant la vapeur. Les électrons cèdent de l'énergie aux atomes de sodium, et les atomes restituent l'énergie reçue lors du retour à l'état fondamental sous forme de radiations électromagnétiques.

<u>Données</u>: $h = 6,62\times10^{-34}$ J.s; $c = 3\times10^{8}$ ms^{-1}; $e = 1,60\times10^{-19}$ C ; 1 nm = 10^{-9}m.

1) Que représentent les grandeurs h, c et e ?

2) L'analyse du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium révèle la présence de raies de longueurs d'onde λ bien définies. La figure ci-dessous représente quelques raies de ce spectre.



a) Le doublet jaune de longueurs d'onde dans le vide λ_1= 589,0 nm et λ_2 = 589,6 nm est beaucoup plus intense que les autres raies.

i) À quel domaine, visible, infrarouge ou ultraviolet, appartient chacune des autres raies du spectre ?

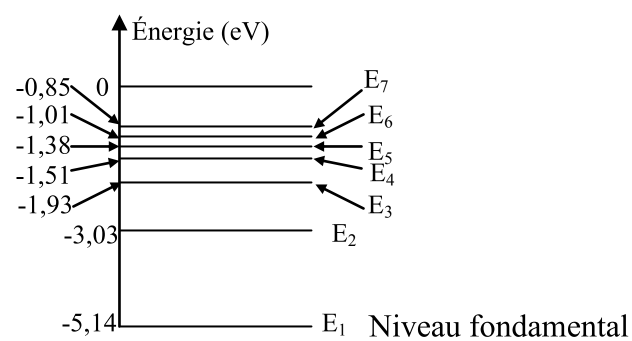
ii) Les lampes à vapeur de sodium sont caractérisées par l'émission d'une lumière jaune. Pourquoi?

b) La lumière visible émise par la lampe de sodium est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier la réponse.

3) **a)** En se référant au diagramme des niveaux d'énergie de l'atome de sodium ci-contre :

i) Préciser un indicateur qui justifie la discontinuité du spectre d'émission d'une lampe à vapeur de sodium.

ii) Vérifier que l'émission de la raie de longueur d'onde λ_1 correspond à la transition du niveau d'énergie E_2 au niveau fondamental.



b) En fait, le niveau d'énergie E_2 est dédoublé, c'est-à-dire qu'il est constitué de deux niveaux d'énergie très rapprochés. Faire un schéma montrant la transition précédente et celle qui correspond à l'émission de la radiation de longueur d'onde λ_2.

4) L'atome de sodium, pris dans son état fondamental, est heurté successivement par les électrons (a) et (b), d'énergies cinétiques respectives 1,01 eV et 3,03 eV.

a) Déterminer l'électron qui peut interagir avec l'atome de sodium.

b) Préciser l'état de l'atome de sodium après chaque collision.

c) Déduire l'énergie cinétique de l'électron après son interaction avec l'atome de sodium.

Premier exercice (7 points)

A –

1) $E_m = ½ mv^2 + ½ kx^2$ (¼)

2) Il y a conservation de l'énergie mécanique, Em = constant, donc $\frac{dE_m}{dt} = 0$

$½ m 2 V\dot{V} + ½ k2x\dot{x} = 0$. $m\dot{x}(\ddot{x} + \frac{k}{m}x) = 0$; comme $\dot{x} \neq 0$ $\forall$ t, alors:

$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ (¾)

3) **a)** $x = x_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$; $\frac{dx}{dt} = \dot{x} = -\frac{2\pi}{T_0}x_m \sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$;

$\frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} = -x_m\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2\cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$. En remplaçant dans l'équation différentielle et en simplifiant par $\dot{x} \neq 0$, on obtient:

$\ddot{x} + \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 x = 0$, en comparant : $\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

pour $t_0 = 0$, $x = x_m\cos(\varphi) = x_0 > 0$ et $v = -\frac{2\pi}{T_0}x_m\sin(\varphi) = 0$

$\Rightarrow \varphi = 0$ ou π. $x_m > 0 \Rightarrow \cos\varphi = 1$ ainsi $x_m = x_0$ et $\varphi = 0$ **(1¾)**

b) $v = \frac{dx}{dt} = \dot{x} = -\frac{2\pi}{T_0}x_0\sin(\frac{2\pi}{T_0}t)$; $\Rightarrow |V_m| = \frac{2\pi}{T_0}x_0$ **(1)**

B – I – 1) $T_0 = 0,8$ s, $x_0 = 3$ cm , $V_m = 23,6$ cm/s ; $v_0 = 0$. **(1)**

2) $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow m = \left(\frac{T_0}{2\pi}\right)^2 k = \left(\frac{0.8}{2\pi}\right)^2 \times 15 = 0,243$ kg. **(¾)**

II – 1) (1¼)

t(s)	0	0.2	0.3
v(m/s)	0	- 0,236	-0,17
KE (J)	0	$6,77\times10^{-3}$	$3,51\times10^{-3}$
x(m)	0,030	0	-0,021
EPE (J)	$6,75\times10^{-3}$	0	$3,31\times10^{-3}$
ME (J)	$6,75\times10^{-3}$	$6,77\times10^{-3}$	$6,82\times10^{-3}$

2) l'énergie mécanique reste à peu près la même. **(¼)**

Deuxième exercice (7 points)

A –

1) $\varphi = BS\cos\alpha = -BS = -B\ell x$. **(¾)**

2) Le flux magnétique varie, une f.é.m e apparaît aux bornes N et M de la tige **(½)**

3) $e = -\frac{d\varphi}{dt} = B\ell\frac{dx}{dt} = B\ell v$. **(¾)**

4) Le circuit est ouvert $\Rightarrow$ i = 0. **(½)**

5) $u_{NM} = e - ri\ (i = 0) \Rightarrow u_{NM} = e > 0$,
Le point N est le pôle positif et le point M est le pôle négatif.
$U_{NM} = e = B\ell v$ **(2)**

B –

1) a) $\varphi_h = B_h\, S\cos 90^0 = 0$ **(½)**

b) $\varphi_V = B_V\, S\cos 0^0 = B_V\, \ell'\, x$

$e = -\frac{d\varphi}{dt} = -B_v\ell'\frac{dx}{dt} = -B_v\ell' v_1$. **(1)**

2) $|u_{NM}| = B_v\,\ell' v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{0.36}{4\times10^{-5}\times30} = 300$ m/s. **(1)**

Troisième exercice (6 points)

1) h: constante de Planck; c: célérité de la lumière dans la vide, e: charge élémentaire **(½)**

2) **a) i)** 330.3 nm domaine ultraviolet;

568.8 nm, 589 nm et 615.4 nm domaine visible;
819.5 nm et 1138.2 nm domaine infrarouge. **(¾)**

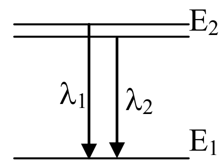
ii) Car cette lumière est beaucoup plus intense que les autres. **(¼)**

b) Elle est polychromatique car elle est formée de plusieurs radiations **(¼)**

3) a) i) La discontinuité du spectre d'émission est justifiée par les niveaux discontinus de l'énergie de l'atome de sodium **(½)**

ii) $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{589} = 3{,}37\times10^{-19}$ J ou $E = \frac{3.37\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}} = 2{,}11$ eV. $E_1 + E = -5{,}14 + 2.11 = -3{,}03$ ev **(1¼)**

b) **(½)**



4) a) 1.01 + (-5.14) = - 4.13 ev , ce niveau n'existe pas $\Rightarrow$ l'électron (a) n'interagit pas avec l'atome .
3.03 + (-5.14) = - 2.11 ev , - 3.03 < - 2.11 < - 1.93 ev , $\Rightarrow$ l'électron (b) interagit avec l'atome. **(1)**

b) pour l'électron (a) l'atome reste dans l'état fondamental
pour l'électron (b) l'atome passe à l'état E_2. **(½)**

c) pour l'électron (b), $E_C = 3{,}03 - (-3{,}03 + 5{,}14) = 0{,}92$ ev **(½)**

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.

<u>Premier exercice</u> (7 points)

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

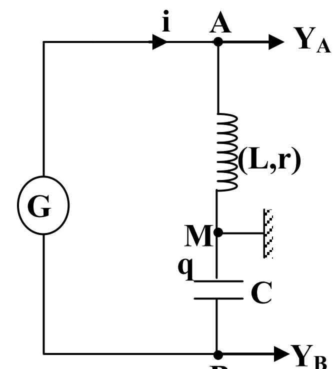


Fig. 1

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 :

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

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.

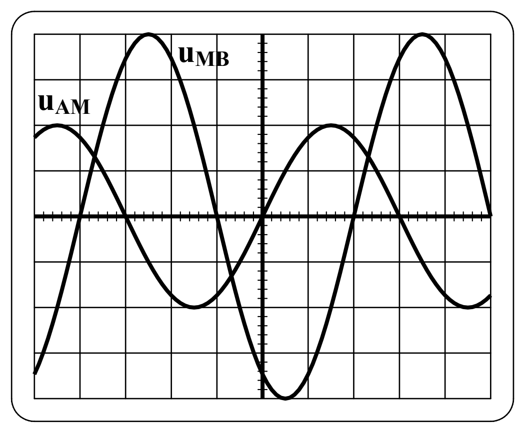


Fig.2

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.

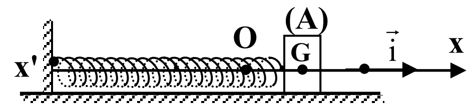
a) Nommer le phénomène physique mis ainsi en évidence.

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.

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.

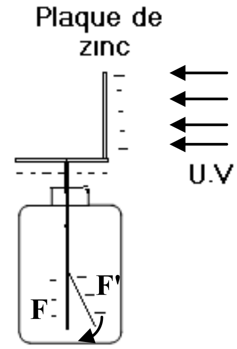


Fig.1

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.

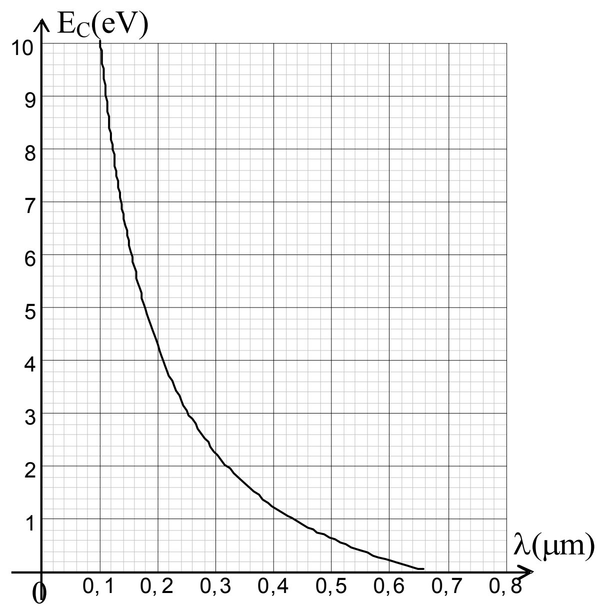


Fig.2

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.

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 $\Rightarrow S_h = \frac{30}{6} = 5\ \text{ms/div}$. **(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 $E_m = ½\, k\, X_m^2$

La conservation de Em donne : $0{,}625 = ½\,(80)\,X_m^2$ alors $X_m = 0{,}125$ 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) $\Delta E_m = \frac{1}{2}k(X_{2m}^2 - X_{1m}^2) = -0{,}049$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) $E = \dfrac{hc}{\lambda}$ **(¼)**

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

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

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

b) Graphiquement on a :

pour $\lambda = 0{,}18\ \mu m$, $E_C = 5$ eV $\Rightarrow 5 \times 1{,}6 \times 10^{-19} = \dfrac{hc}{0{,}18 \times 10^{-6}} - W_S$

pour $\lambda = 0{,}66\ \mu m$, $W_S = \dfrac{hc}{0{,}66 \times 10^{-6}} \Rightarrow W_S = 3 \times 10^{-19}$ J et $h = 6{,}6 \times 10^{-34}$ J.s **(1½)**

2010 الدورة العادية للعام	**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 : (6 points)
Détermination de la résistance d'un conducteur ohmique

On désire déterminer la résistance R d'un conducteur ohmique (R). On réalise alors le circuit représenté par la figure (1), comportant un générateur idéal de f.é.m. E = 5 V, le conducteur ohmique (R), un condensateur (C) déchargé de capacité C = 33 μF et un commutateur (K).

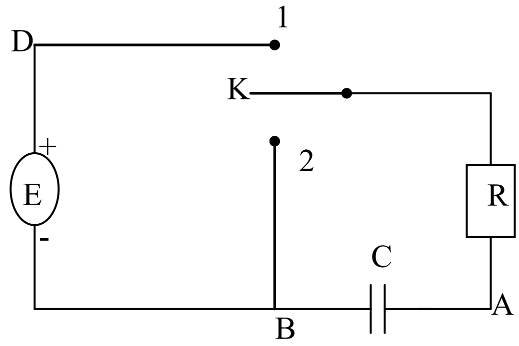


Fig. 1

A – Charge du condensateur

1) On désire charger le condensateur. Dans quelle position, 1 ou 2, faut-il alors placer (K)?
2) Le circuit atteint le régime permanent après un certain temps. Donner alors la valeur de la tension u_{AB} aux bornes de (C) et celle de la tension aux bornes de (R).

B – Décharge du condensateur

1) Schématiser le circuit de décharge en y précisant le sens réel du courant électrique qui le traverse.
2) Établir l'équation différentielle vérifiée par $u_{AB} = u_C$ durant la décharge.
3) La solution de cette équation différentielle est de la forme :

   $u_C = E\ e^{\frac{-t}{\tau}}$ (u_C en V, t en s),

   où τ est une constante.

   a) Déterminer l'expression de τ en fonction de R et C.

   b) Déterminer la valeur de u_C à la date $t_1 = \tau$.

   c) Donner, en fonction de τ , la durée minimale à partir de laquelle le condensateur sera pratiquement considéré comme totalement déchargé.

   d) Établir l'expression de $\ell n\ u_C$ [logarithme népérien de u_C] en fonction de E , τ et t.

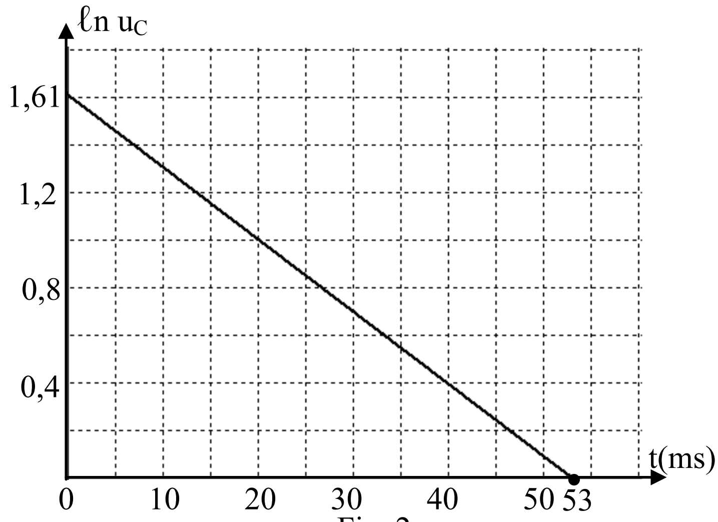


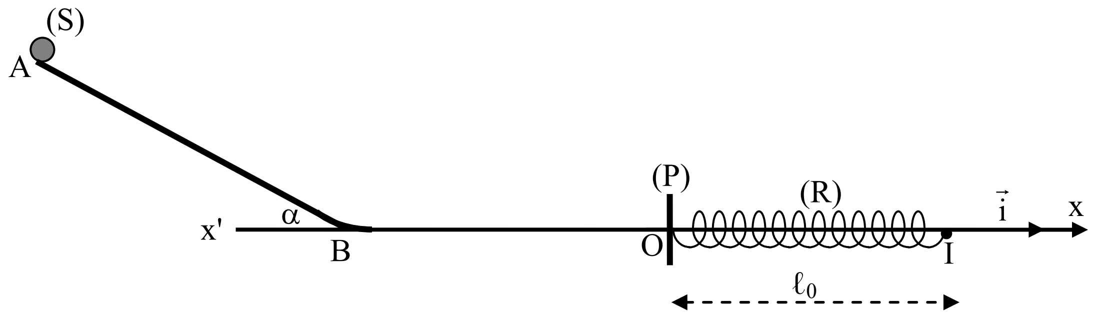
Fig. 2

   e) Le schéma de la figure 2 représente les variations de $\ell n\ u_C$ en fonction du temps.

   En se référant à la courbe de la figure 2, déterminer la valeur de R.

<u>Deuxième exercice</u> : (7 points) Pendule élastique horizontal

Une particule (S) de masse m_1 = 100 g peut glisser, sans frottement, sur une piste située dans un plan vertical, constituée d'une partie rectiligne AB, de longueur 10 cm, inclinée d'un angle $\alpha = 30^0$ par rapport à l'horizontale et d'une partie rectiligne horizontale Bx.
Un ressort (R) de masse négligeable, à spires non jointives, de longueur à vide ℓ_0 et de raideur k= 10 N/m, est disposé horizontalement sur la partie Bx. Une extrémité du ressort est fixée à la piste en I et l'autre extrémité est soudée à un plateau (P). (R) présente sa longueur à vide ℓ_0 et (P) est placé au point O de la piste (figure ci-dessous). Le point O est l'origine des abscisses de l'axe x'ox .
La particule (S) est abandonnée au point A sans vitesse initiale. Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par Bx. Prendre g = 10 m/s^2.



A – Mouvement de la particule entre A et O

1) Calculer l'énergie mécanique du système [(S), Terre] au point A.
2) L'énergie mécanique du système [(S), Terre] est conservée entre les points A et O. Pourquoi ?
3) (S) arrive en O avec la vitesse $\vec{V_0} = V_0\vec{i}$. Montrer que V_0 = 1 m/s.

B – Mouvement de l'oscillateur dans deux situations

I – Première situation
Le plateau (P) a une masse négligeable.
(S) entre en choc avec (P) et reste en contact avec lui en formant ainsi un seul corps [(P), (S)] dont le centre d'inertie est G. À la date $t_0 = 0$, G est en O. L'ensemble [(S), (P), ressort] constitue un oscillateur mécanique horizontal. À une date t, l'abscisse de G est x et la mesure algébrique de sa vitesse est v.

1) Écrire l'expression de l'énergie mécanique du système [oscillateur, Terre] en fonction de m_1 , x, v et k.
2) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.
3) En déduire la nature du mouvement de G et l'expression de la période T_1 de ce mouvement en fonction de m_1 et k.
4) G, quittant O à la date $t_0 = 0$, repasse par O pour la première fois à la date t_1. Calculer la durée t_1.

II – Deuxième situation
On remplace (P) par un autre plateau (P'), de masse m_2 = 300 g, placé en O. En reprenant les conditions du début, (S) arrive juste avant le choc avec (P') à la vitesse $\vec{V_0} = V_0\vec{i}$ (V_0 = 1 m/s). Juste après le choc frontal (vitesses colinéaires), (S) et (P') se séparent, à la date $t_0 = 0$, avec les vitesses respectives $\vec{V_1}$ et $\vec{V_2} = V_2\vec{i}$ avec V_2 = 0,5 m/s.

1) Déterminer $\vec{V_1}$.
2) Montrer que le choc est élastique.
3) (P') quitte O à la date $t_0 = 0$ et repasse par le point O pour la première fois à la date t_2. Les deux durées t_1 et t_2 vérifient la relation $t_2 > t_1$. Justifier.

Troisième exercice: (7 points)

Le radio-isotope polonium $^{210}_{84}Po$

Données :

1u = $1{,}66 \times 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/c^2**;** h = $6{,}63\times10^{-34}$ J.s **;** 1 MeV = $1{,}6\times10^{-13}$ J ; c = 3×10^{8} m/s.

Masses des noyaux : m(Po) = 209,9829 u ; m(Pb) = 205,9745 u ; m(α) = 4,0026 u .

A – Désintégration du polonium 210

Le polonium $^{210}_{84}Po$ est un émetteur α. Le noyau fils produit par cette désintégration est un noyau de plomb $^{A}_{Z}Pb$.

1) Déterminer Z et A en précisant les lois utilisées.

2) Calculer, en MeV et en J, l'énergie libérée par cette désintégration.

3) Le noyau $^{210}_{84}Po$ est initialement au repos. Le noyau fils $^{A}_{Z}Pb$, supposé obtenu au repos, se trouve dans l'état fondamental. En déduire l'énergie cinétique de la particule α émise.

4) La désintégration du $^{210}_{84}Po$ est, en général, accompagnée de l'émission d'un rayonnement γ.

- **a)** À quoi est due l'émission du rayonnement γ ?
- **b)** Le rayonnement γ émis a une longueur d'onde dans le vide $\lambda = 1{,}35\times10^{-12}$ m.
  En utilisant la conservation de l'énergie totale, déterminer l'énergie cinétique de la particule α émise.

B – Période radioactive du polonium 210

La figure ci-après montre la courbe représentant les variations, en fonction du temps t, du nombre N de noyaux présents dans un échantillon d'une substance radioactive $^{210}_{84}Po$, ce nombre étant N_0 à la date $t_0 = 0$. La même figure montre également la tangente à cette courbe à la date $t_1 = 263$ jours.

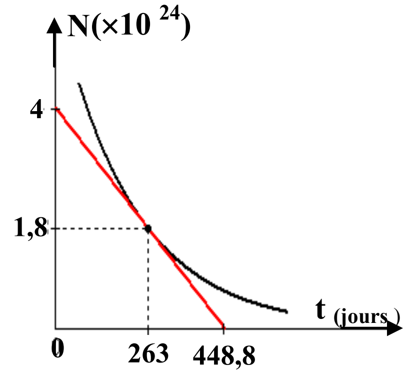
1) Écrire l'expression de N en fonction de t et préciser la signification de chaque terme.

2) L'activité radioactive de l'échantillon est donnée par :

$$A = -\frac{dN}{dt}.$$

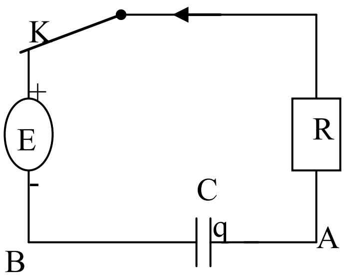
- **a)** Définir l'activité radioactive A.
- **b)** En se référant à la figure ci-contre, déterminer la valeur de A à la date $t_1 = 263$ jours.

3) En déduire la valeur de la constante radioactive et la valeur de la période radioactive à (demi-vie) du polonium 210.



الدورة العادية للعام 2010	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 (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	Il faut placer le commutateur (K) à la position 1	0.25
A.2	après un certain temps $\Rightarrow$ uc = E = 5 V, $u_R = 0$	1
B.1		0.5
B.2	$q = C\,u_c$, alors $i = -C\,\frac{du_C}{dt}$ Mais $u_{AB} = Ri = u_c$ $-Ri + u_c = 0$ $RC\frac{du_C}{dt} + \quad = 0$	0.75
B.3.a	$\frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{\tau}\,E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ $-RC\,\frac{1}{\tau}\,E\,e^{\frac{-t}{\tau}} + E\,e^{\frac{-t}{\tau}} = 0$ $\Rightarrow \tau = RC$	0.75
B.3.b	$t_1 = \tau \Rightarrow$ uc = 1,85 V.	0.5
B.3.c	$t_{min} = 5\,\tau$	0.5
B.3.d.	$\ell n\, u_c = -\frac{t}{\tau} + \ell n\, E$	0.75
B.3.e	Pente $= -\frac{1}{\tau} = -\frac{1.61}{0.053}$ $= RC \Rightarrow R = \frac{\tau}{C} = 10^3\ \Omega$.	1

Deuxième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	$E_{mA} = E_{CA} + E_{PPA} = 0 + m_1gh = m_1g(AB\sin\alpha) = 0,1\times10\times0,1\times0,5$ $E_{mA} = 0,05$ J	
A.2	Les frottements sont négligeables	
A.3	$E_{mA} = E_{mO} = E_{PPO} + E_{CO} = 0 + ½\, m_1V^2 \Rightarrow V = 1$ m/s	
B.I.1	$E_m = ½\, m_1v^2 + ½\, kx^2$	
B.I.2	$\frac{dE_m}{dt} = 0 = m_1vx'' + kxv \Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0.$	
B.I.3	forme $x'' + \omega_0^2 x = 0$; Mouvement rectiligne sinusoïdal ; $\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m_1}}\ T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$.	
B.I.4	$t_1 = \frac{T_1}{2} = \pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} = \pi\sqrt{\frac{0,1}{10}} = 0,314$ s	
B.II.1	La quantité de mouvement est conservée $m_1\vec{V} + \vec{0} = m_1\vec{V_1} + m_2\vec{V_2} \Rightarrow m_1V = m_1V_1 + m_2V_2$ $m_1(V-V_1) = m_2V_2 \Rightarrow V_1 = -0,5$ m/s $\Rightarrow \vec{V_1} = -0,5\ \vec{i}$	
B.II.2	$E_{C\,avant} = ½\, m_1V_0^2 + 0 = 0,05$ J ; $E_{Caprès} = ½\, m_1V_1^2 + ½\, m_2V_2^2 = 0,05$ J $E_{Cavant} = E_{Caprès} \Rightarrow$ choc élastique	
B.II.3	La période augmente avec la masse $\Rightarrow T_2 > T_1 \Rightarrow t_2 > t_1$	

Troisième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	${}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$; En utilisant les lois de la conservation des nombres de charge et de masse : Z = 82 et A = 206	
A.2	$E = \Delta mc^2$, $\Delta m = 209{,}9829 - (4{,}0026+205{,}9745) = 0{,}0058$ u , $E = (0{,}0058)\ (931{,}5 MeV/c^2)\ c^2 = 5{,}4$ MeV $= 5{,}4\times1{,}6\times10^{-13}$ J $E = 8{,}64\times10^{-13}$ J	
A.3	$E(\gamma) = 0 \Rightarrow E_{C(\alpha)} = E = 5{,}4$ MeV $= 8{,}64\times10^{-13}$ J	
A.4.a	Si le noyau fils est né dans un état excité. Il se désexcite en émettant γ.	
A.4.b	$E(\gamma) = hc/\lambda = 1{,}4733\times 10^{-13}$ J $= 0{,}92$ MeV ; $m(Po)c^2 + 0 = m(Pb)\ c^2 + 0 + m(_{\alpha})\ c^2 + E_{C(\alpha)} + E(\gamma)$ $\Rightarrow E = \Delta mc^2 = E_{C(\alpha)} + E(\gamma) \Rightarrow E_{C\alpha} = 5{,}4 - 0{,}92 = 4{,}48$ MeV.	
B.1	$N = N_o\, e^{-\lambda t}$, N_o est le nombre des noyaux présents à $t_0 = 0$, λ est la constante radioactive et t le temps	
B.2.a.i	Activité est le nombre de noyaux désintégrés par unité de temps.	
B.2.a.ii	A = -(pente de la courbe) = $\frac{4\times10^{24}}{448.8} = 8{,}91\times10^{21}$ désintégrations/jour.	
B.2.b	$A = \lambda N$ ainsi $\lambda = A/N = 0{,}00495$ jour^{-1} ; $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}69}{0{,}00495}$ 140 jours	

الدورة الإستثنائية للعام 2010	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.

<u>L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.</u>

<u>Premier exercice</u>: (7 points) Étude d'un circuit série RLC

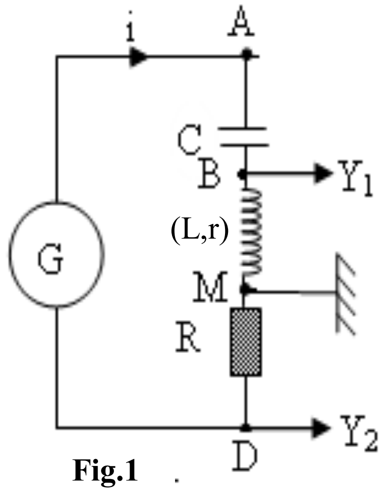


Fig.1

On considère le circuit (fig. 1) comportant en série une bobine (L, r), un conducteur ohmique de résistance R = 50 Ω, un condensateur de capacité C = 64 μF et un générateur G maintenant entre ses bornes, A et D, une tension alternative sinusoïdale de fréquence f réglable et de valeur efficace U constante. Le circuit est alors parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i dont l'expression en fonction du temps est :
$i = I_m \sin(2\pi f t)$ (i en A , t en s).
Un oscilloscope, branché convenablement, permet de visualiser la tension u_{BM} aux bornes de la bobine sur la voie Y_1 et la tension u_{MD} aux bornes du conducteur ohmique sur la voie Y_2 . On obtient les oscillogrammes (a) et (b) représentés sur la figure 2.
La sensibilité verticale pour les deux voies est 2V/div.
La sensibilité horizontale est 5 ms/div.
Prendre : $0{,}32\pi = 1$.

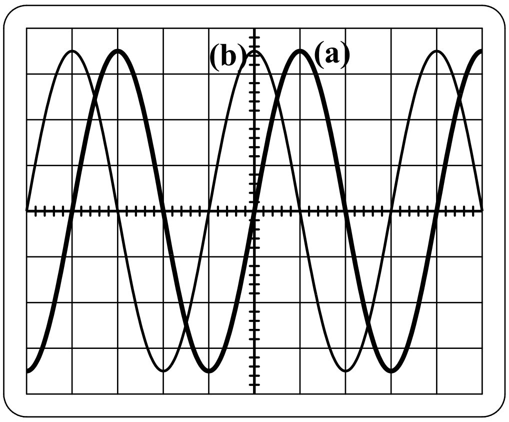


Fig.2

1) Le bouton « INV » de la voie Y_2 est enfoncé. Pourquoi ?
2) Lequel des oscillogrammes représente la tension u_{BM} ? Pourquoi ?
3) En se référant à la figure 2 ,
   a) calculer f ;
   b) i) calculer le déphasage entre les tensions u_{BM} et u_{MD} ;
      ii) déduire que la bobine n'a pas de résistance ;
   c) calculer la tension maximale $U_{BM(max)}$ aux bornes de la bobine ;
   d) calculer la tension maximale $U_{MD(max)}$ aux bornes du conducteur ohmique.
4) Montrer que l'expression de la tension u_{MD} s'écrit sous la forme : $u_{MD} = 7 \sin(100\pi t)$ (u_{MD} en V, t en s).
5) Déterminer l'expression, en fonction du temps, de :
   a) l'intensité i ;
   b) la tension u_{BM} ;
   c) la tension u_{AB} aux bornes du condensateur.
6) a) En appliquant la loi d'additivité des tensions, déterminer l'expression, en fonction du temps, de la tension u_{AD} aux bornes du générateur.
   b) i) En déduire que la puissance moyenne électrique P consommée dans le circuit est maximale.
      ii) Calculer P.

<u>Deuxième exercice</u> : (6 points) **L'effet photoélectrique**

Une plaque métallique recouverte d'une couche de césium est éclairée par un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 0{,}45 \times 10^{-6}$ m. Le travail d'extraction du césium est $W_S = 1{,}88$ eV.
Un dispositif approprié (D) est utilisé pour détecter des électrons émis par la plaque éclairée.

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

1) Quel aspect de la lumière le phénomène de l'effet photoélectrique met-il en évidence ?

2) Définir le "travail d'extraction" d'un métal.

3) Le faisceau lumineux qui éclaire la plaque métallique est constitué de photons.

a) **i)** Écrire l'expression de l'énergie E d'un photon en fonction de h, c et λ.

ii) Calculer, en eV, l'énergie d'un photon incident.

b) (D) détecte des électrons émis par la plaque. Pourquoi y a-t-il une émission d'électrons par la plaque ?

c) Calculer, en eV, l'énergie cinétique maximale d'un électron émis.

4) La puissance lumineuse P reçue par la plaque est de 10^{-3} W, et les électrons émis constituent un courant électrique d'intensité I = 5 μA.

a) Calculer le nombre n de photons reçus par la plaque en une seconde.

b) Sachant que l'intensité I du courant est liée au nombre N d'électrons émis par seconde et à la charge élémentaire e par la relation $I = N \times e$, calculer N.

c) **i)** Calculer le rendement quantique $r = \dfrac{N}{n}$.

ii) Déduire que le nombre des photons efficaces par seconde est relativement petit.

d) On augmente la puissance lumineuse P reçue par la plaque, sans changer la longueur d'onde λ.
L'intensité du courant électrique augmente-t-elle ou diminue-t-elle ? Pourquoi ?

Troisième exercice: (7 points) Force résistante sur une voiture

Une voiture de masse M = 1500 kg se déplace sur une route rectiligne horizontale, son centre d'inertie G décrivant l'axe $(O\ ;\ \vec{i})$. La voiture est soumise à l'action des forces :

- son poids,
- la réaction normale de la route,
- une force motrice constante $\vec{F}_m = F_m \vec{i}$ où $F_m = 3500$ N,
- une force résistante $\vec{F}_f = -F_f \vec{i}$.

Pour déterminer F_f, on mesure la valeur V de la vitesse de la voiture à différentes dates, séparées par le même intervalle de temps $\tau = 1$ s .

A – Valeur de $\vec{F}_f$ entre les dates $t_0 = 0$ et $t_5 = 5$ s

L'enregistrement obtenu a permis de dresser le tableau suivant

Instant	$t_0 = 0$	$t_1 = \tau$	$t_2 = 2\tau$	$t_3 = 3\tau$	$t_4 = 4\tau$	$t_5 = 5\tau$
Position	O	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5
V(m/s)	0	2	4	6	8	10

1) En utilisant l'échelle ci-dessous, tracer la courbe représentant les variations de la valeur V de la vitesse en fonction du temps.
- 1 cm en abscisses représente 1 s ;
- 1 cm en ordonnées représente 1 m/s.

2) Montrer que la relation liant la vitesse $\vec{V} = V\vec{i}$ au temps t est de la forme $\vec{V} = b\,t\,\vec{i}$ où b est une constante.

3) **a)** La constante b est une grandeur caractéristique du mouvement. Nommer cette grandeur.
b) Calculer la valeur de b.

4) En appliquant la 2ème loi de Newton,
a) montrer qu'entre $t_0 = 0$ et $t_5 = 5$ s, F_f est constante ;
b) calculer la valeur F_f de $\vec{F}_f$.

B – Variation de F_f entre les dates $t_5 = 5$ s et t = 140 s

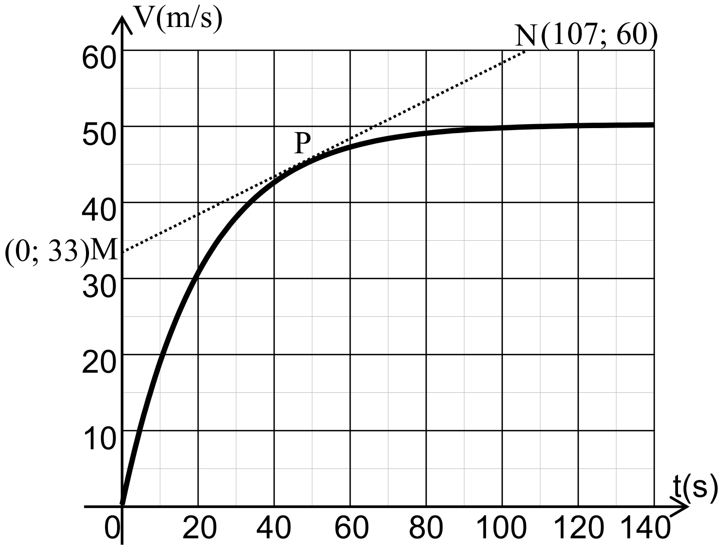
En réalité, la mesure de V entre les dates $t_0 = 0$ et t = 140 s a permis de tracer le graphique de la figure ci-contre.

1) Montrer que la partie de ce graphique comprise entre les dates $t_0 = 0$ et $t_5 = 5$ s est en accord avec le graphique de la partie A.

2) On a tracé la tangente MN à la courbe au point P à la date t_P où $V_P = 45$ m/s.
a) Déterminer la valeur de l'accélération à la date t_P.
b) En déduire la valeur de F_f à la date t_P.

3) À partir de la date 100 s, V atteint une valeur limite $V_\ell = 50$ m/s . Calculer alors la valeur de F_f.

4) Indiquer l'intervalle de temps au cours duquel F_f augmente.



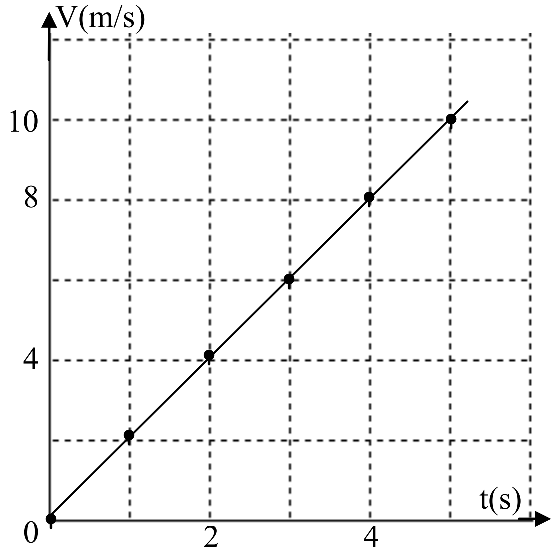
Premier exercice: (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1	Pour visualiser u_{MD} et non pas u_{DM}	0.25
2	La tension aux bornes d'une bobine est en avance sur i, ainsi (b) représente u_{BM}	0.50
3.a	La période T correspond à 4 div, ainsi $T = 4\ div \times 5 ms/div = 20$ ms. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20\times10^{-3}} = 50$ Hz	0.75
3.b.i	4 divisions correspondent à une différence de phase 2π rad. 1 division correspond à φ_1 rad , ainsi $\varphi_1 = \frac{2\pi\times1}{4} = \frac{\pi}{2}$ rad	0.75
3.b.ii	Le déphasage entre u_{BM} et i étant $\frac{\pi}{2}$, ainsi la bobine a une résistance négligeable	0.50
3.c	$U_{BM(max)} = 3,5\ div \times 2V/div = 7$ V.	0.25
3.d	$U_{MD(max)} = 3,5\ div \times 2V/div = 7$ V	0.25
4	u_{MD} est en phase avec i $\Rightarrow u_{MD} = U_{MD(max)} \sin 2\pi ft = 7 \sin(100\pi t)$	0.5
5.a	$U_{MD(max)} = RI_m \Rightarrow I_m = \frac{7}{50} = 0,14\ A \Rightarrow i = 0,14 \sin(100\pi t)$	0.5
5.b	$u_{BM} = U_{BM(max)} \sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) = 7 \sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) = 7 \cos(100\pi t)$.	0.50
5.c	$i = C\frac{du_{AB}}{dt}$ $\Rightarrow u_{AB} = \frac{1}{C}$ primitive de $i = -\frac{0,14}{100\pi C}\cos 100\pi t = -7\cos(100\pi t)$.	0.75
6.a	$u_{AD} = u_{AB} + u_{BM} + u_{MD} = -7\cos 100\pi t + 7\cos(100\pi t) + 7\sin(100\pi t)$ $u_{AD} = 7\sin(100\pi t)$	0.5
6.b.i	Le déphasage entre $u_{AD} = u_g$ et i est nul , le circuit est en cas de résonance où I_m est dans ce cas est maximum. $\cos\varphi = 1$ est max $\Rightarrow$ P est max.	0.5
6.b.ii	$P = UI = \frac{0,14}{\sqrt{2}} \times \frac{7}{\sqrt{2}} = 0,49$ W.	0.5

Deuxième exercice : (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1	Aspect corpusculaire	0.25
2	Le travail d'extraction d'une matière est l'énergie minimale capable d'extraire un électron de cette matière	0.50
3.a.i	$E = \frac{hc}{\lambda}$	0.25
3.a.i.i	$E = \frac{6,6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{0,45\times10^{-6}} = 44\times10^{-20}\,J = 2,75\ eV.$	0.75
3.b	car E = 2,75 eV est > W_s = 1,88 eV.	0.50
3c	La relation d'Einstein relative à l'effet photoélectrique est : $E = W_0 + E_C \Rightarrow E_C = 2,75 - 1,88 = 0,87$ eV.	0.75
4.a	$P = nE \Rightarrow n = \frac{1\times10^{-3}}{44\times10^{-20}} = 227\times10^{13}$ photons/ s.	0.75
4.b	$N = \frac{5\times10^{-6}}{1,6\times10^{-19}} = 3,125\times10^{13}$ électrons/s.	0.50
4.c.i	r = 0,014 = 1,4 %.	0.50
4.c.ii.	r très faible $\Rightarrow$ le nombre des photons efficace par seconde est faible.	0.25
4.d	$P = nE = n\frac{hc}{\lambda}$; si on augmente P à λ constante, $\Rightarrow$ n augmente $\Rightarrow$ N = nombre d'électrons émis augmente $\Rightarrow$ I = (N× e) augmente.	1

Troisième exercice : (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1		1
A.2	La courbe représentative est une droite passant par l'origine , conforme avec la fonction $\vec{V} = bt\vec{i}$ où b est une constante.	0.5
A.3.a	b est l'accélération du mouvement	0.5
A.3.b	$b = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10-0}{5} = 2 \text{ m/s}^2$	1
A.4.a	$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt} \Rightarrow \frac{d\vec{P}}{dt} = M\vec{g} + \vec{R} + \vec{F}_m + \vec{F}_f$. Projection suivant l'horizontale: $M\frac{dV}{dt} = F_m - F_f \Rightarrow Mb = F_m - F_f$; F_m = cte, M = cte et b = cte $\Rightarrow F_f$ = cte.	1
A.4.b	$\Rightarrow F_f = F_m - Mb = 3500 - 1500\times 2 = 500$ N	0.5
B.1	Pour une vitesse < 10 m/s la partie de la courbe V = f(t) peut être assimilée à une droite	0.5
B.2.a	$a = \frac{dV}{dt}$ est la pente de la tangente, $a = \frac{60-33}{107} = 0,25 \text{ m/s}^2$	0.75
B.2.b	$F_f = 3500 - 2500\times 0,25 = 3125$ N	0.5
B.3	$a = 0 \Rightarrow F_f = F_m = 3500$ N	0.5
B. 4	5s < t < 100s	0.25

الدورة العادية للعام 2011	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)

Pendule élastique horizontal

Le but de cet exercice est d'étudier des grandeurs physiques associées à un pendule élastique horizontal, constitué d'un ressort de raideur K = 20 N/m et d'un solide (S) de masse m = 500 g.

Prendre $g = 10\ m/s^2$, $\pi^2 = 10$ et négliger toutes les forces de résistance.

A – Étude théorique

Le ressort, disposé horizontalement, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe. On accroche à l'autre extrémité le solide (S). (S) peut se déplacer sur un rail horizontal CD et son centre d'inertie G peut alors se déplacer sur un axe horizontal x'x. À l'équilibre, G coïncide avec l'origine O de l'axe x'x.

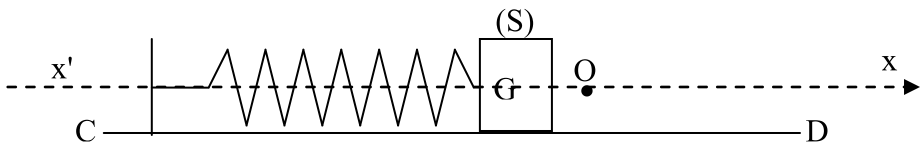


Fig. 1

On déplace (S) vers la gauche à partir de O ; G occupe alors la position G_0 telle que $x_0 = \overline{OG_0} = -10$ cm. À l'instant $t_0 = 0$, on lâche (S) sans vitesse. À un instant t, l'abscisse de G est x et la mesure algébrique de sa vitesse est $v = \frac{dx}{dt}$ (Fig. 1).

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

1) **a)** Établir l'équation différentielle en x qui régit le mouvement de G.
   b) i) En déduire l'expression de la pulsation propre ω_0 de cet oscillateur et celle de sa période propre T_0.
   ii) Calculer ω_0 et T_0.
2) L'équation horaire $x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle précédente, X_m et φ étant des constantes. Déterminer les valeurs de X_m et φ.
3) **a)** Déterminer l'expression de v en fonction du temps.
   b) En déduire la valeur maximale de v.
4) En tenant compte des conditions initiales, tracer l'allure de la courbe représentant les variations de x en fonction du temps.
5) **a)** Calculer la valeur de l'énergie mécanique du système (oscillateur, Terre).
   b) Retrouver la valeur maximale de v.

B – Exploitation des courbes des énergies

Un dispositif approprié fournit les courbes donnant les variations, en fonctions du temps, de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle élastique du système (oscillateur, Terre) (Fig. 2).

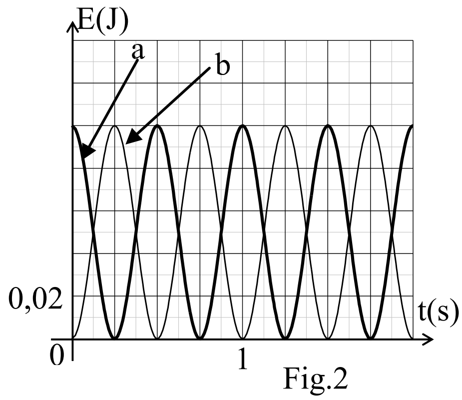
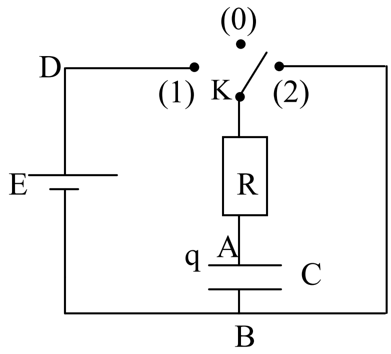


Fig.2

1) Identifier, en le justifiant, les deux courbes a et b.
2) Les énergies cinétique et potentielle élastique sont des fonctions périodiques de période T.
   Déterminer la relation entre T et T_0.

Deuxième exercice (7 points)

Décharge d'un condensateur : la foudre



Le circuit électrique schématisé ci-contre permet de réaliser la charge et la décharge d'un condensateur de capacité C, à travers un conducteur ohmique de résistance R. Le générateur utilisé a une force électromotrice constante E et une résistance interne négligeable.

A – Charge du condensateur

Le condensateur est initialement non chargé et le commutateur K est en position (0).

1) En quelle position, (1) ou (2), doit être placé le commutateur K pour charger le condensateur ?

2) La tension $u_C = u_{AB}$ aux bornes du condensateur évolue en fonction du temps suivant l'expression : $u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{RC}})$. Déduire la valeur de u_C en fonction de E à la fin de la charge du condensateur.

B – Décharge du condensateur

La charge étant terminée, le commutateur K est de nouveau placé en position (0).

1) En quelle position doit être placé le commutateur K pour décharger le condensateur ?

2) La date $t_0 = 0$ correspond au début de la décharge. À une date t, le circuit est parcouru par un courant d'intensité i.

a) Schématiser le circuit de décharge en y indiquant le sens réel du courant choisi comme sens positif.

b) i) Dans ce cas, l'intensité du courant s'écrit $i = -\frac{dq}{dt}$ et non $i = +\frac{dq}{dt}$. Pourquoi ?

ii) Montrer que l'équation différentielle en i s'écrit : $i + RC\frac{di}{dt} = 0$.

c) Vérifier que $i = \frac{E}{R}\,e^{\frac{-t}{RC}}$ est la solution de cette équation différentielle.

3) Tracer l'allure de la courbe représentant les variations de i en fonction du temps.

4) Donner, en fonction de R et C, la durée au bout de laquelle la décharge du condensateur est pratiquement complète.

C – La foudre

Les collisions entre les particules d'eau, dans un nuage, entrainent l'apparition de charges positives et négatives : la base du nuage se charge négativement et sa partie supérieure positivement. Simultanément, le sol se charge positivement par influence. Il se forme ainsi un condensateur de capacité $C = 10^{-10}$ F dont le sol est l'armature positive, la base du nuage est l'armature négative et l'air entre elles étant l'isolant. La tension entre ces armatures est $E = 10^{8}$ V. Dans certaines conditions, l'air entre les armatures devient conducteur de résistance R= 5000 Ω. On suppose que la foudre correspond à la décharge complète de ce condensateur à travers l'air.

1) Calculer la durée de la foudre.

2) Déterminer la valeur maximale de l'intensité du courant électrique dû à la foudre.

Troisième exercice (6 points)

Réactions nucléaires et datation

Données:

$m(\alpha) = 4,00150$ u ; $m({}^{1}_{0}n) = 1,00866$ u ; $m({}^{1}_{1}p) = 1,00728$ u ; $m({}^{14}_{7}N) = 13,99924$ u ;
$m({}^{14}_{6}C) = 13,99995$ u ; $m({}^{17}_{8}O) = 16,99473$ u ; $1\ u = 931,5\ MeV/c^2$.

A – Réaction artificielle

La première réaction nucléaire provoquée artificiellement a été réalisée en 1919 par Ernest Rutherford à Cambridge. Il a bombardé des noyaux d'azote (${}^{14}_{7}N$) avec des particules α (${}^{4}_{2}He$) de grandes énergies cinétiques. Il a obtenu des noyaux d'oxygène (${}^{17}_{8}O$) et des protons (${}^{1}_{1}p$). L'équation qui traduit la réaction relative à un noyau d'azote s'écrit : ${}^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{17}_{8}O + x\,{}^{1}_{1}p$

1) Montrer, en précisant la loi utilisée, que x = 1.

2) **a)** Calculer la « masse avant » et la « masse après » dans cette réaction nucléaire.
b) En déduire que cette réaction a besoin de l'énergie pour se réaliser.

3) On néglige l'énergie cinétique du proton et des noyaux d'azote et d'oxygène. Montrer, par application du principe de conservation de l'énergie totale, que l'énergie cinétique de la particule α vaut 1,183 MeV.

B – Réaction naturelle

Une réaction provoquée de l'azote 14 se produit naturellement. En effet, lorsque, dans la haute atmosphère, un neutron faisant partie du rayonnement cosmique rencontre un noyau d'azote (${}^{14}_{7}N$), une réaction se produit et donne naissance à un noyau de carbone (${}^{14}_{6}C$), un isotope radioactif du carbone stable (${}^{12}_{6}C$). L'équation qui traduit cette réaction s'écrit : ${}^{1}_{0}n + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}p$

1) Calculer la « masse avant » et la « masse après » dans cette réaction nucléaire.

2) En déduire que cette réaction libère de l'énergie.

C- Datation au Carbone

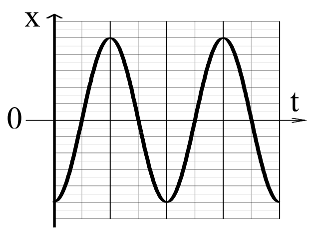
Des végétaux absorbent le dioxyde de carbone de l'atmosphère provenant du carbone 14 et du carbone 12. La proportion de ces deux isotopes est la même dans les végétaux et dans l'atmosphère. Lorsqu'une plante meurt, elle cesse d'absorber le dioxyde de carbone. Le carbone 14 qu'elle contient se désintègre alors sans être renouvelé. La période (demi-vie) du carbone 14 est T = 5730 ans.

1) Calculer, en an^{-1}, la constante radioactive λ du carbone 14.

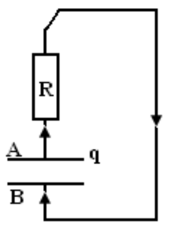
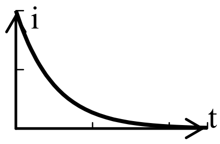
2) L'analyse d'un échantillon de bois (plante morte) trouvé dans une tombe égyptienne montre que son activité est 750 désintégrations par minute alors que l'activité d'une plante de même nature et de même masse fraîchement coupée est 1320 désintégrations par minute.
Déterminer l'âge de l'échantillon de bois trouvé dans la tombe égyptienne.

الدورة العادية للعام 2011	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 (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A-1-a	$E_m = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2 + 0 = cte$ $\Rightarrow (E_m)' = 0 = kxv + mvx''$ $\Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0.$	½ ¼ ¼ ¼
A-1-b-i	$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$; $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	¼ ¼
A-1-b-ii	$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{20}{0,5}} = 2\pi = 6,32 \text{ rad/s.}$; $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{0,5}{20}} = 1\text{s.}$	½ ½
A-2	$x(t=0) = x_0 = X_m \cos(\varphi) = -0,1 < 0$ et $v(t=0) = v_0 = -X_m\omega_0 \sin(\varphi) = 0 \Rightarrow \sin(\varphi) = 0 \Rightarrow \varphi = 0$ ou π rd ; si $\varphi = 0$, $x_0 = X_m > 0 \Rightarrow \varphi = \pi$ rd. $X_m \cos(\varphi) = -0,1 \Rightarrow X_m = 0,1$ m.	½ ¼ ¼
A-3-a	$v(t) = -X_m\, \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi) = -0,2\pi \sin(2\pi t + \pi).$	¼
A-3-b	$v_m = 0,2\pi$ m/s $= 0,632$ m/s	¼
A-4		½
A-5-a	$E_m = \frac{1}{2} k(x_0)^2 = \frac{1}{2}(20)(0,1)^2 = 0,1$ J.	½
A-5-b	$E_m = \frac{1}{2} m(v_m)^2 = 0,1 \Rightarrow v_m = 0,632$ m/s.	½
B-1	La courbe (b) représente E_C car $V_0 = 0$ et la courbe b passe par l'origine La courbe (a) représente Epe car à $t_0 = 0$, Epe passe par le max.	¼ ¼ ¼
B-2	$T = 0,5$ s $\Rightarrow \quad T = \frac{T_0}{2}.$	¼ ¼

Deuxième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A-1	En position (1).	¼
A-2	A la fin de la charge, $t \to \infty$, $\Rightarrow$ $u_C \to E(1-e^{-\infty}) \to E(1-0) \to E$. ou bien t = 5RC uc = E(1-0.007) = 0.993 E ≈ E	¼ ¼
B-1	On place le commutateur k en position (2).	¼
B-2-a		½
B-2-b-i	$i = -\frac{dq}{dt}$ avec i > 0 ; or q ↘ (décroissante) $\Rightarrow$ $\frac{dq}{dt} < 0$ $\Rightarrow$ i > 0	¾
B-2-b-ii	$u_C = Ri = \frac{q}{C} \Rightarrow R\frac{di}{dt} = \frac{1}{C}\frac{dq}{dt} = \frac{-i}{C} \Rightarrow R\frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = 0 \Rightarrow i + RC\frac{di}{dt} = 0.$	1
B-2-c	$i = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{E}{R^2C}e^{-\frac{t}{RC}}$ $i + RC\frac{di}{dt} = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{RC}} + RC(\frac{-E}{R^2C}e^{-\frac{t}{RC}}) = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{RC}} - \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{RC}} = 0$ ✓	1 ¼
B-3		½
B-4	$t_{\text{décharge}} = 5RC$	½
C-1	$t = 5RC = 5(5000)(10^{-10}) = 25\times10^{-7}$s.	½
C-2	A t = 0s, $i = \frac{E}{R}e^{0} = \frac{E}{R}$ Cette valeur correspond à $I_{max} = \frac{E}{R} = \frac{10^8}{5000} = 20000\ A$.	¼ ¼ ½

Troisième exercice (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A-1	${}_{2}^{4}He + {}_{7}^{14}N \longrightarrow {}_{8}^{17}O + x\,{}_{1}^{1}p$ Conservation du nombre de charge : $2 + 7 = 8 + x \Rightarrow x = 1$; **<u>Ou</u>** Conservation du nombre de masse : $4 + 14 = x + 17 \Rightarrow x = 1$;	½
A-2-a	$m_{avant} = m({}_{2}^{4}He) + m({}_{7}^{14}N) = 4{,}00150 + 13{,}99924 = 18{,}00074$ u. $m_{après} = m({}_{8}^{17}O) + m({}_{1}^{1}H) = 16{,}99473 + 1{,}00728 = 18{,}00201$ u.	¼ ¼ ¼ ¼
A-2-b	C'est une réaction qui absorbe de l'énergie, car $m_{avant} < m_{après}$	½
A-3	$E_{C(\alpha)} + m_{(\alpha)}C^2 + \cancel{E_{C(N)}} + m_{(N)}C^2 = \cancel{E_{C(O)}} + m_{(O)}C^2 + \cancel{E_{C(p)}} + m_{(p)}C^2$ $\Rightarrow \Delta m \times c^2 = - E_{C(\alpha)}$ Or $\Delta m = - 0{,}00127$ u $\Rightarrow E_{C(\alpha)} = 0{,}00127 \times \frac{931.5}{\cancel{C^2}} \times \cancel{C^2} = 1{,}183$ MeV.	½ ¼ ¼
B-1	$m_{avant} = m({}_{0}^{1}n) + m({}_{7}^{14}N) = [1{,}00866 + 13{,}99924] = 15{,}00790$ u. $m_{après} = m({}_{6}^{14}C) + m({}_{1}^{1}H) = [13{,}99995 + 1{,}00728] = 15{,}00723$ u.	¼ ¼
B-2	$m_{avant} > m_{après}$ C'est une réaction qui libère de l'énergie.	½
C-1	La constante radioactive $\lambda = \ell n2/T$ $= \ell n2/(5730) = 1.21 \times 10^{-4}$ an^{-1}	¼ ½
C-2	On a $A = A_0e^{-\lambda t} \Rightarrow \ell n(A/A_0) = -\lambda t = - 0{,}565$ $\Rightarrow$ L'âge de ce morceau de bois : t = 4673 ans.	½ ¼ ½

الدورة الإستثنائية للعام 2011	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 (6 ½ points)

Détermination de l'inductance d'une bobine

Dans le but de déterminer l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable, on branche cette bobine en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 10\ \Omega$ aux bornes d'un générateur G (Fig. 1). Le générateur G délivre une tension alternative sinusoïdale $u_{AD} = u_G = U_m \cos\omega t$ (u_G en V, t en s).
Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité i.

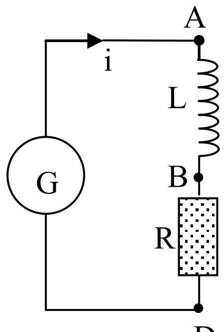


Fig.1

1) Reproduire le schéma de la figure (1), en indiquant le branchement d'un oscilloscope afin de visualiser la tension u_G aux bornes du générateur et la tension $u_R = u_{BD}$ aux bornes du conducteur ohmique.

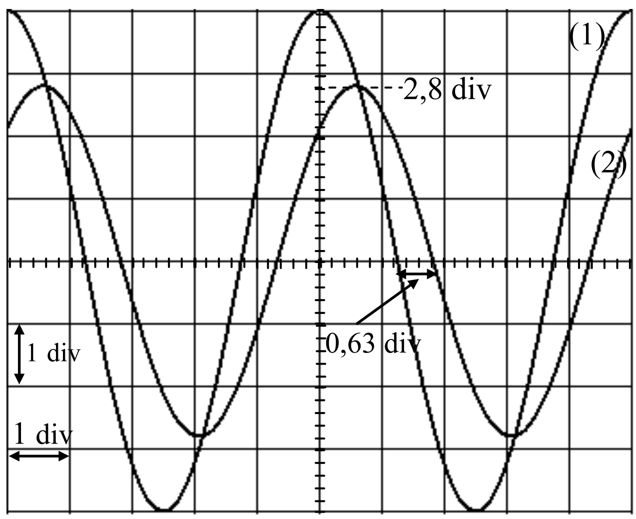
2) Laquelle de ces deux tensions représente l'image de i ?
Justifier la réponse.

3) Dans la figure 2, l'oscillogramme (1) représente l'évolution de u_G en fonction du temps.
- Sensibilité horizontale: 5 ms/div.
- Sensibilité verticale sur les deux voies: 1 V/div.

a) Préciser, en le justifiant, lequel des oscillogrammes, (1) ou (2), est en avance de phase sur l'autre.

b) Déterminer :
- **i.** le déphasage entre ces deux oscillogrammes.
- **ii.** la pulsation ω.
- **iii.** la valeur maximale U_m de la tension aux bornes de G .
- **iv.** l'amplitude I_m de i.

c) Écrire l'expression de l'intensité i en fonction du temps t.



· Fig.2

4) Déterminer la tension $u_{AB} = u_L$ aux bornes de la bobine en fonction de L et t.

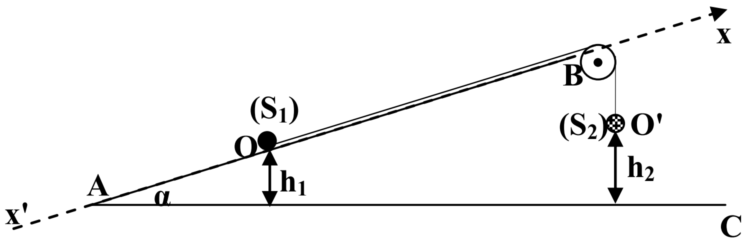
5) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t une valeur particulière, déterminer la valeur de L.

Deuxième exercice (7 points)

Accélération d'une particule

Le but de l'exercice est de déterminer l'expression de la valeur de l'accélération d'une particule par deux méthodes.

Le dispositif utilisé est constitué de deux particules (S_1) et (S_2) de masses respectives m_1 et m_2, accrochées aux extrémités d'un fil inextensible qui s'enroule sur la gorge d'une poulie. (S_1), (S_2), le fil et la poulie forment un système mécanique (S).



Le fil et la poulie ont des masses négligeables.

(S_1) peut se déplacer sur la ligne de plus grande pente AB d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale AC et (S_2) pend verticalement. Au repos, (S_1) se trouve au point O à une altitude h_1 de AC et (S_2) se trouve en O' à une altitude h_2 (figure ci-dessus).

À la date $t_0 = 0$, on libère le système (S) à partir du repos. (S_1) monte sur AB et (S_2) descend verticalement. À une date t, la position de (S_1) est repérée par son abscisse $x = \overline{OS_1}$ sur un axe x'Ox confondu avec AB orienté de A vers B.

Prendre le plan horizontal contenant AC comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. On néglige toutes les forces de frottement.

1) Méthode énergétique

- **a)** Écrire, à la date $t_0 = 0$, l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), Terre] en fonction de m_1, m_2, h_1, h_2 et g.
- **b)** À la date t, l'abscisse de (S_1) est x et la mesure algébrique de sa vitesse est v. Déterminer, à cette date t, l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), Terre] en fonction de m_1, m_2, h_1, h_2, x, v, α et g.
- **c)** En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique, vérifier que :
  $$v^2 = \frac{2(m_2 - m_1 \sin\alpha)gx}{(m_1 + m_2)}.$$
- **d)** En déduire l'expression de la valeur a de l'accélération de (S_1).

2) Méthode dynamique

- **a)** Reproduire le schéma de la figure et représenter, sur ce schéma, les forces extérieures appliquées à (S_1) et (S_2). (La tension du fil appliquée à (S_1) sera notée $\vec{T}_1$ de module T_1 et celle appliquée à (S_2) sera notée $\vec{T}_2$ de module T_2).
- **b)** En appliquant le théorème du centre d'inertie $\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$, à chaque particule, déterminer les expressions de T_1 et T_2 en fonction de m_1, m_2, g, α et a.
- **c)** Sachant que $T_1 = T_2$, déduire l'expression de a.

Troisième exercice (6 ½ points)

Réactions nucléaires provoquées

Le but de l'exercice est de comparer l'énergie libérée par nucléon par une fission nucléaire à celle libérée par une fusion nucléaire.

Données :

Symbole	${}_{0}^{1}n$	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{2}^{4}He$	${}_{92}^{235}U$	${}_{Z}^{94}Sr$	${}_{54}^{A}Xe$
Masse en u	1,00866	2,01355	3,01550	4,0015	234,9942	93,8945	138,8892

1u = 931,5 MeV/c^2

A – Fission nucléaire

La fission de l'uranium 235 est utilisée pour produire de l'énergie.

1) La fission d'un noyau d'uranium 235 se produit par le bombardement de ce noyau par un neutron lent, dit thermique, d'énergie cinétique proche de 0,025 eV . L'équation de la réaction s'écrit :

$${}_{92}^{235}U + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{Z}^{94}Sr + {}_{54}^{A}Xe + 3\,{}_{0}^{1}n$$

a) Calculer A et Z en précisant les lois utilisées.
b) Montrer que l'énergie E libérée par la fission d'un noyau d'uranium est de 179,947 MeV.
c) **i)** Le nombre de nucléons participant à cette réaction est de 236. Pourquoi ?
ii) Calculer alors E_1 , l'énergie libérée par nucléon participant à cette réaction de fission.

2) Chaque neutron formé a une énergie cinétique moyenne $E_0 = \frac{E}{100}$.

a) Dans ce cas, les neutrons obtenus ne peuvent pas, en général, réaliser la fission. Pourquoi ?
b) Que faut-il faire alors pour réaliser la fission ?

B – Fusion nucléaire

Des recherches se font actuellement afin de produire de l'énergie par fusion nucléaire. La plus accessible est la réaction entre un noyau de deutérium ${}_{1}^{2}H$ et un noyau de tritium ${}_{1}^{3}H$.

1) Le deutérium et le tritium sont deux isotopes de l'hydrogène. Écrire le symbole du troisième isotope de l'hydrogène.

2) Écrire la réaction de fusion d'un noyau de deutérium avec un noyau de tritium sachant que cette réaction libère un neutron et un noyau ${}_{Z}^{A}X$. Calculer Z et A et préciser le nom de ce noyau ${}_{Z}^{A}X$**.**

3) Montrer que l'énergie libérée par cette réaction est E' =17,596 MeV.

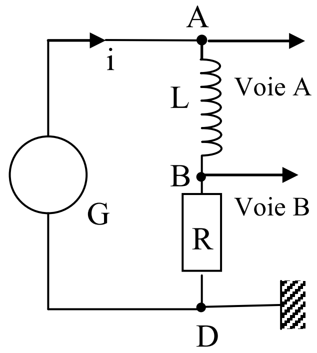
4) Calculer E'_1 , l'énergie libérée par nucléon participant à cette réaction.

C – Conclusion

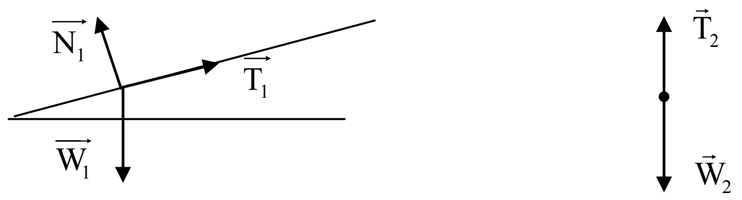
Comparer E_1 et E'_1 et conclure.

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	الدورة الإستثنائية للعام 2011
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

Premier exercice (6 ½ points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1		½
2	$u_R = Ri$, u_R est proportionnelle à i.	½
3-a	u_1 s'annule avant u_2, donc $u_1 = u_G$ est en avance de phase sur i ($u_2 = u_R$ représente i).	½
3-b-i	$T \leftrightarrow 5$ div $\leftrightarrow 2\pi$ rad $0{,}63$ div $\leftrightarrow \varphi \Rightarrow \varphi = 2\pi\times\frac{0{,}63}{5} = 0{,}79$ rd	¾
3-b-ii	$T = 5$ (div)$\times$5 ms/div = 25 ms $\omega = \frac{2\pi}{T} = 251{,}3$ rad/s	½
3-b-iii	$Um = 4$ (div)$\times$ 1 V/div = 4 V	½
3-b-iv	$U_{Rm} = 2{,}8\times1 = 2{,}8$ V $\Rightarrow I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = \frac{2{,}8}{10} = 0{,}28$ A	¾
3-c	i est en retard de 0,79 rad sur u_G; $i = I_m \cos(\omega t - 0{,}79)$ $i = 0{,}28 \cos(80\pi\, t - 0{,}79)$	½
4	$u_L = L\frac{di}{dt} = -70{,}37L \sin(80\pi t - 0{,}79)$	1
5	$u_G = u_R + u_L = Ri + u_L$ $4 \cos(80\pi\, t) = 2{,}8 \cos(80\pi\, t - 0{,}79) - 70{,}37L \sin(80\pi\, t - 0{,}79)$ Pour t = 0 ; L = 0,04 H = 40 mH.	1

Deuxième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1.a	$E_m = E_{C1} + E_{PP1} + E_{C2} + E_{PP2} = 0 + m_1gh_1 + 0 + m_2gh_2$	½
1.b	$E_m = E_{C1} + E_{PP1} + E_{C2} + E_{PP2}$ $E_m = ½\, m_1v^2 + m_1g(h_1 + x\sin\alpha) + ½\, m_2v^2 + m_2g(h_2 - x)$	1
1.c	$½\, m_1v^2 + m_1g(h_1 + x\sin\alpha) + ½\, m_2v^2 + m_2g(h_2 - x) = m_1gh_1 + m_2gh_2$ $\Rightarrow ½\,(m_1 + m_2)\, v^2 = (m_2 - m_1\sin\alpha)gx \Rightarrow v^2 = \frac{2(m_2 - m_1\sin\alpha)gx}{(m_1 + m_2)}$.	¾
1.d	Dérivons l'expression de v^2 par rapport au temps , on obtient: $2va = \frac{2(m_2 - m_1\sin\alpha)g}{(m_1+m_2)}v \Rightarrow a = \frac{(m_2 - m_1\sin\alpha)g}{(m_1+m_2)}$.	1
2.a		1¼
2-b	La relation $\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ appliquée à S_1 donne : $\vec{P}_1 + \vec{N}_1 + \vec{T}_1 = m_1\vec{a}_1$ (1) La relation $\Sigma\vec{F}_{ext} = m_2\vec{a}_2$ appliquée à S_2 donne : $\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2\vec{a}_2$. (2) Par projection de (1) sur l'axe $\overrightarrow{ox}$ on obtient : $- m_1g\sin\alpha + T_1 = m_1a_1$ $\Rightarrow T_1 = m_1g\sin\alpha + m_1a$ (Avec $a_1 = a_2 = a$). Par projection de (2) sur un axe vertical orienté vers le bas on obtient : $P_2 - T_2 = m_2a_2 \Rightarrow T_2 = m_2g - m_2a$.	2
2.c	La relation $T_1 = T_2$ donne: $m_1g\sin\alpha + m_1a = m_2g - m_2a$ $\Rightarrow a = (\frac{m_2 - m_1\sin\alpha}{m_1 + m_2})g$.	½

Troisième exercice (6 ½ points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a	Conservation du nombre des nucléons : 235+1=94+A+3 donc A = 139 Conservation du nombre de charges : 92=Z+54 donc Z = 38	**1**
A.1.b	$E = \Delta mc^2 = (234{,}9942+1{,}00866 - 93{,}8945 - 138{,}8892 - 3\times1{,}00866).931{,}5$ Énergie = 179,947 MeV	**1**
A.1.c-i	On a 235+1 = 236 nucléons	**¼**
A.1.c-ii	E_1 = 179,947/236 = 0,76 MeV/nucléon	**¼**
A.2-a	E_0 = 179,947/100 = 1,79947 MeV ; Or c'est beaucoup plus grande que 0,025 ev .	**½**
A.2.b	Il faut les ralentir	**¼**
B.1	${}_1^1H$	**¼**
B.2	${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^1n$ 2+3 = A + 1 donc A = 4 ; 1+1 = Z donc Z = 2 Le noyau est l'hélium ${}_2^4He$	**1**
B.3	$E' = (2{,}01355+3{,}0155-4{,}0015-1{,}00866).931{,}5=17{,}596$ MeV	**1**
B.4	On a 2+3= 5 nucléons ; E'_1=17,596/5=3,5912 MeV/nucléon	**½**
C	E'_1' est plus grande que E_1 ; la fusion est plus rentable.	**½**

الدورة العادية للعام 2012	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.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Premier exercice (7 points) Pendule élastique horizontal

L'objet de cet exercice est d'étudier l'influence de la masse sur le mouvement d'un pendule élastique horizontal.

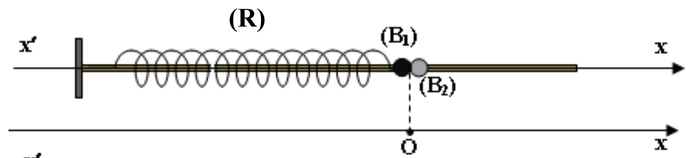


Fig. 1

Ce pendule est formé :

- d'un ressort élastique (R), de masse négligeable et de raideur k = 400 N/m, enroulé sur une tige horizontale ;
- d'un solide (B) supposé ponctuel et de masse m = 100 g.

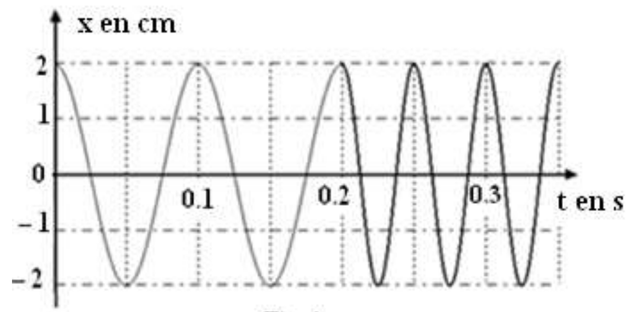


Fig. 2

Le solide (B) est formé de deux particules (B_1) et (B_2) collées ensemble et de masses respectives m_1 = 25 g et m_2 = 75 g. Ce solide peut glisser, sans frottement, sur la tige (Fig. 1).

À l'équilibre, (B) est en O, pris comme origine des abscisses de l'axe x'x. (B) est déplacé d'une distance X_m, à partir de O, dans le sens positif, puis lâché sans vitesse initiale à la date $t_0 = 0$.

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

Au bout de deux oscillations complètes, (B_2) se détache de (B_1) et le système [(R), (B_1)] continue à osciller. La figure 2 représente les variations de l'abscisse x du solide en mouvement, en fonction du temps, dans les deux intervalles [0 ; 0,2 s] et [0,2s ; 0,35 s]. **Prendre** : $\pi^2 = 10$.

A- Étude graphique

En se référant à la figure 2, donner dans chacun des intervalles [0 ; 0,2 s] et [0,2s ; 0,35 s] :

1) la valeur de l'amplitude du mouvement ;
2) le type des oscillations accomplies par l'oscillateur;
3) la valeur de la période propre des oscillations.

B- Étude théorique des oscillations de (B)

Considérons le système [(R), (B), Terre].

1) Calculer, à $t_0 = 0$, la valeur de l'énergie mécanique de ce système.

2) À une date t, (B) a une abscisse x et possède une vitesse $\vec{v}$ de mesure algébrique $v = \frac{dx}{dt}$.
Écrire, à cette date, l'expression de l'énergie mécanique de ce système en fonction de k, m, x et v.

3) **a)** Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de (B).
b) Déduire l'expression de la période propre T des oscillations.
c) Calculer la valeur de T, puis la comparer au résultat de **(A – 3)**.

4) L'équation horaire du mouvement de (B) est de la forme : $x = X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$.
Déterminer la valeur de la constante φ.

C- Étude théorique des oscillations de (B_1)

Considérons le système [(R), (B_1), Terre].

1) En se référant à la figure 2, indiquer l'instant où (B_2) se détache de (B_1).

2) L'énergie mécanique du système [(R), (B_1), Terre] est égale à celle du système [(R), (B), Terre]. Justifier.

3) Lorsque (B) passe par O, sa vitesse est V et lorsque (B_1) passe par O, sa vitesse est V_1. Montrer que $V_1 = 2V$.

<u>Deuxième exercice</u> : (7 points) **Étude de la décharge d'un condensateur**

Un condensateur de capacité C est initialement chargé sous une tension E.
À $t_0 = 0$, on relie les bornes du condensateur à celles d'un conducteur ohmique de résistance $R = 1\ k\Omega$ (Fig.1).
À l'instant t, l'armature A porte la charge q > 0 et le circuit est parcouru par un courant électrique d'intensité i.

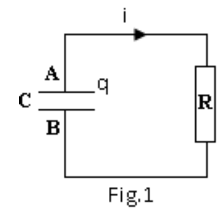


Fig.1

A- Étude théorique

1) Écrire la relation entre i et q.

2) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C = u_{AB}$ aux bornes du condensateur est $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = 0$.

3) La solution de cette équation différentielle est $u_C = D\,e^{\frac{-t}{\tau}}$.
Déterminer les expressions des constantes D et τ en fonction de E, R et C.

4) Montrer qu'au bout d'une durée $t = \tau$, la tension aux bornes du condensateur atteint 37% de sa valeur maximale E.

B- Détermination de la capacité C

Pour déterminer la valeur de C, on utilise des dispositifs appropriés, capables de tracer, au cours de la décharge du condensateur, les courbes représentatives $u_C = g(t)$ (Fig.2) et $\ell n(u_C) = f(t)$ (Fig.3).

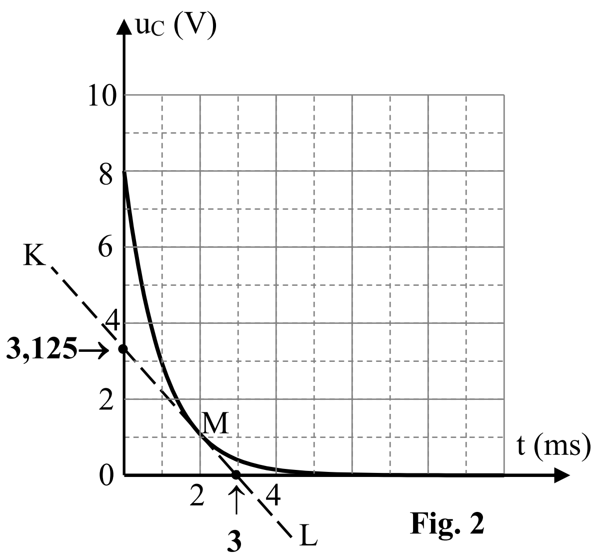


Fig. 2

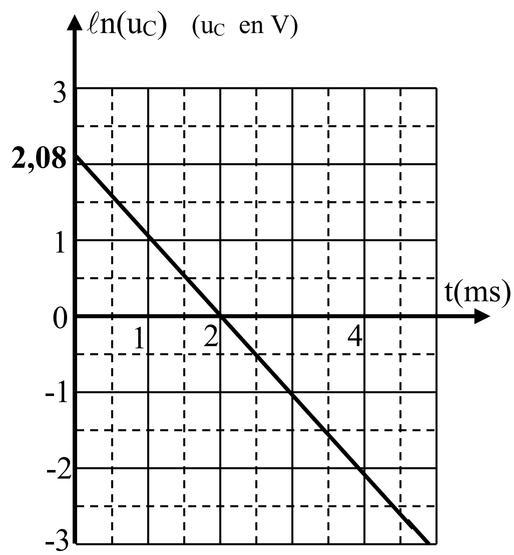


Fig.3

On procède selon les trois méthodes suivantes :

1) Première méthode

En se référant à la courbe de la figure 2 :

a) donner la valeur de E ;

b) déterminer la valeur de τ en utilisant les résultats de la question **(A - 4)** et en déduire la valeur de C

2) Deuxième méthode

La figure 2 montre aussi la tangente KL à la courbe au point M (2 ms ; 1 V).

a) En se référant à cette figure, déterminer la pente de la tangente au point M.

b) Déterminer la valeur de C.

3) Troisième méthode

a) Déterminer l'expression de $\ell n\,(u_C)$ en fonction de E, R, C et t.

b) Montrer que l'allure de la courbe de la figure 3 est en accord avec l'expression obtenue pour la fonction $\ell n\,(u_C) = f(t)$.

c) En se référant à la courbe de la figure 3, déterminer les valeurs de E et C.

<u>Troisième exercice</u> : (6 points) L'iode 131

Le but de cet exercice est de mettre en évidence certaines caractéristiques de l'iode 131.

L'iode 131 ($^{131}_{53}I$) est radioactif β^-. Sa période radioactive (demi-vie) est de 8 jours.

On donne : Masse d'un électron : $m_{e^-} = 5{,}5\times10^{-4}$ u ; 1 MeV = $1{,}6\times10^{-13}$ J ; 1 u = 931,5 MeV/c^2.

Élément	Iode ($^{131}_{53}I$)	Césium ($^{137}_{55}Cs$)	Xénon ($^{131}_{54}Xe$)
Masse du noyau	130,8770 u	136,8773 u	130,8754 u

A- Désintégration de l'iode 131

1) Écrire l'équation de désintégration de l'iode 131 et identifier le noyau fils.

2) La désintégration d'un noyau d'iode 131 s'accompagne le plus souvent d'une émission γ. À quoi est due cette émission ?

3) Calculer la constante radioactive λ de l'iode 131 en $jour^{-1}$ et en s^{-1}.

4) Montrer que l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau d'iode 131 est $E_{lib}=1{,}56\times10^{-13}$J.

B- Application en médecine

Au cours d'un examen médical, on injecte dans le sang d'un patient, une solution d'iode 131. La thyroïde de ce patient fixe de cette solution un nombre N = 10^{11} noyaux d'iode.

1) Calculer, en Bq, l'activité A correspondant à ces N noyaux sachant que A = λN.

2) Calculer, en J, l'énergie libérée par la désintégration de ces N noyaux.

3) Déduire, en J/kg, la valeur de la dose absorbée par la glande thyroïde sachant que sa masse est de 25 g.

C- Contamination

Le 26 Avril 1986, un accident à la centrale nucléaire de Tchernobyl provoque l'explosion d'un de ses réacteurs. Parmi les nombreux éléments radioactifs rejetés dans l'atmosphère, on note l'iode 131. Cet élément, se répandant sur le sol, est absorbé par les vaches ; il contamine leur lait et par suite se fixe sur la glande thyroïde des consommateurs.

Chaque matin, une personne boit une certaine quantité de lait contenant $N_o = 2{,}6\times10^{16}$ noyaux d'iode 131. On suppose que tous ces noyaux sont fixés par la thyroïde de cette personne et que la première quantité de lait est bue à la date $t_o = 0$.

1) Déterminer, en fonction de N_0 et λ (exprimée en $jour^{-1}$), le nombre de noyaux d'iode 131 restant dans la thyroïde, à la date :

a) t_1 = 1 jour et juste après avoir bu la deuxième quantité de lait ;

b) t_2 = 2 jours et juste après avoir bu la troisième quantité de lait.

2) En déduire, qu'à la date t_3 = 3 jours et juste après avoir bu la quatrième quantité de lait, le nombre N_3 de noyaux restant dans la thyroïde est donné par :

$$N_3 = N_0\,(1 + e^{-\lambda} + e^{-2\lambda} + e^{-3\lambda})$$ où λ est exprimée en $jour^{-1}$.

3) Des troubles sérieux de la glande thyroïde apparaissent si l'activité de l'iode 131 dépasse 75×10^9 Bq. Montrer qu'à la date t_3, la personne est en danger.

الدورة العادية للعام 2012	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	D- وزارة التربية والتعليم العالي E- المديرية العامة للتربية F- دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	مشروع معيار التصحيح

Premier exercice : pendule élastique horizontal		**7 points**
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	X_m de B est de 2cm et X_m de B_1 est de 2cm	½
A.2	Le mouvement est libre non amorti.	½
A.3	$T_B = 0,1$ s et $T_{B1} = 0,05$ s.	¾
B.1	E_m est conservée car l'amplitude du mouvement est constante. $E_m = E_C + E_{Pe} + E_{Pg} = ½\ m\ V^2 + ½\ kx^2 + 0$, pour $x = X_m$, $V = 0$ donc $E_m = E_{Pmax} = ½\ k\,X_m^2$. $E_m = 200\times(0,02)^2 = 0,08$ J.	¾
B.2	$E_m = ½mv^2 + ½kx^2$	¼
B.3.a	E_m étant constante, sa dérivée est donc nulle, $0 = mVV' + kxx'$ $V = x'$ n'est pas toujours $= 0$ et $V' = x''$ nous obtenons $x'' + (k/m)x = 0$	1
B.3.b	L'équation différentielle est de la forme : $x'' + \omega^2\ x = 0$ $\Rightarrow \omega^2 = k/m \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	½
B.3.c	$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{20\pi} = 0,1$ s ; Cette valeur est en accord avec le résultat obtenu dans la partie A -3	¼ ¼
B.4	L'équation horaire est $x = X_m \sin((2\pi/T)t + \varphi)$, et à $t_0 = 0$, $x = X_m$ $X_m = X_m \sin(\varphi) \Rightarrow \sin(\varphi) = 1 \Rightarrow \varphi = \pi/2$ rd;	½
C.1	(B_2) se détache à $t = 0,2$ s.	¼
C.2	E_m est la même dans les deux intervalles car $E_m = [E_{pe}]\max = ½\ k\,X_m^2$: même K et même X_m	½
C.3	En O, L'E_m = énergie cinétique car pour $x = 0$, l'énergie potentielle est nulle ($E_{Pé} = 0$). Ainsi pour B : $0,08 = ½\ mV^2$ et pour B_1 : $0,08 = ½\ m_1V_1^2$, $m_1 = 25$ g et $m = 100$ g $= 4m_1 \Rightarrow 4m_1\ V^2 = m_1V_1^2 \Rightarrow$ $V_1^2 = 4\ V^2$ et $V_1 = 2V$.	1

Deuxième exercice : Etude de la décharge d'un condensateur		7 points
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	$i = -\frac{dq}{dt}$.	¼
A.2	$u_C = Ri = -R\frac{dq}{dt} = -RC\frac{du_C}{dt}$; $u_C + RC\frac{du_C}{dt} = 0$	½
A.3	$\frac{du_C}{dt} = -\frac{D}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow -\frac{D}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{RC}\times D e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Rightarrow \tau = RC$. Pour t = 0, u_C = E=D.	1
A.4	$u_C = E e^{-\frac{t}{\tau}}$; Pour $t = \tau$: $u_C = E.e^{-1} = 0,37\ E$	¾
B.1.a	E = 8 V	¼
B.1.b	$u_C = 0,37\ E = 0,37\times 8 = 2,96\ V \approx 3V$. Graphiquement, on trouve pour u_C = 3V, $t = \tau = 1ms = 10^{-3}s$. $\tau = RC = 10^3C \Rightarrow C = 10^{-6}F$.	1
B.2.a	Pente $= \frac{du_C}{dt} = -\frac{3,125}{0,003} = -1041,6$ V/s	½
B.2.b	L'équation différentielle s'écrit $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = 0 \Rightarrow \frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{RC}u_C$. $-\frac{1}{RC}u_C = -\frac{1}{10^3C}\times 1 \Rightarrow 1041,6 = \frac{1}{10^3C} \Rightarrow C = 0,96\times 10^{-6}F$.	¾
B.3.a	$\ln(u_C) = \ln(E e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow \ln(u_C) = \ln E - \frac{t}{RC}$.	¾
B.3.b	ln (u_C) = f(t) est une fonction affine du temps : l'allure de la courbe est une droite décroissante	¼
B.3.c	Pour t = 0, on a : $\ln(u_C) = 2,08 = \ln E \Rightarrow E = 8$ V Et $\ln(u_C) = 0$, pour t = 2ms $\Rightarrow \ln E = \ln 8 = 2,08 = \frac{2\times 10^{-3}}{10^3\times C} \Rightarrow C = 0,96\times 10^{-6}F$.	1

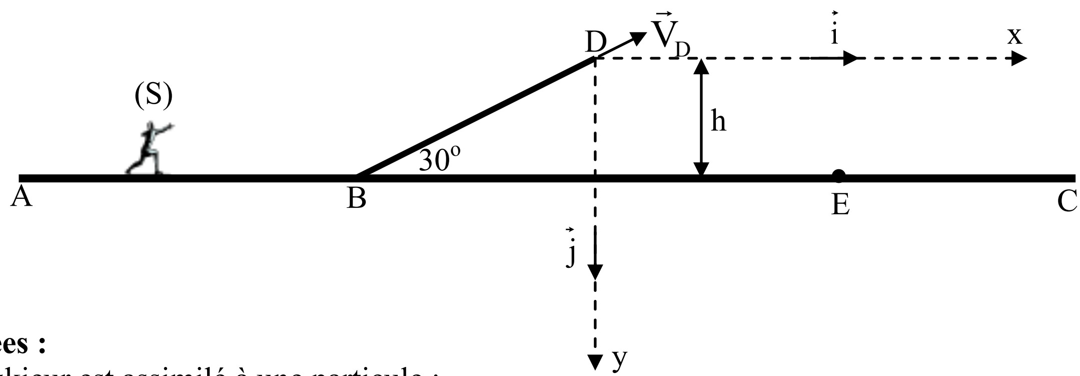
Troisième exercice		6 points
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$ conservation de nombre de masse : A = 131 conservation de nombre de charge : 53 = Z - 1$\Rightarrow$ Z = 54 le noyau est le Xénon de symbole ${}^{131}_{54}Xe$	1
A.2	Le noyau fils ${}^{131}_{54}Xe$ est obtenu dans un état excité. Lors la désexcitation vers l'état fondamental, il émet le rayonnement (photon) γ	0,25
A.3	$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{8} = 0,087$ jour^{-1} et $\lambda = \frac{0,087}{24 \times 3600} = 10^{-6}$ s^{-1} .	0,75
A.4	$\Delta m = m_{avant} - m_{après} = 130,8770 - 130,8754 - 5,5 \times 10^{-4} = 1,05 \times 10^{-3}$ u $\Delta m = 1,05 \times 10^{-3} \times 931,5 = 0,978$ MeV $\times 1,6 \times 10^{-13} = 1,56 \times 10^{-13}$ J	1.00
B.1	$A = \lambda N = 10^{-6} \times 10^{11} = 10^{5}$ Bq.	0,25
B.2	l'énergie libérée est : $E = 10^{11} \times 1,56 \times 10^{-13} = 1,56 \times 10^{-2}$ J.	0,25
B.3	La dose absorbée est : $D = \frac{E}{m} = \frac{1,56 \times 10^{-2}}{25 \times 10^{-3}}$ 0,624 J/kg.	0,5
C.1.a	D'après la loi de décroissance radioactive $N = N_0\, e^{-\lambda t}$, il reste après une durée t_1=1 jour : $N_0\, e^{-\lambda}$ (λ en jour^{-1}) Les atomes d'iode initialement fixés, auxquels on ajoute N_0 noyaux d'iode supplémentaires apportés par la deuxième quantité de lait : $N_1 = N_0 + N_0\, e^{-\lambda} = N_0\,(1 + e^{-\lambda})$	0,75
C.1.b	Au deuxième jour, il reste $N_1\, e^{-\lambda}$, auxquels on ajoute N_0 noyaux d'iode supplémentaires apportés par la troisième quantité de lait : $N_2 = N_1\, e^{-\lambda} + N_0 = N_0(1 + e^{-\lambda})\, e^{-\lambda} + N_0 = N_0(1 + e^{-\lambda} + e^{-2\lambda})$	0,25
C.2	Au troisième jour, il reste $N_2\, e^{-\lambda}$, auxquels on ajoute N_0 noyaux d'iode supplémentaires apportés par la quatrième quantité de lait : $N_3 = N_2\, e^{-\lambda} + N_0 = N_0(1 + e^{-\lambda} + e^{-2\lambda})\, e^{-\lambda} + N_0 = N_0(1 + e^{-\lambda} + e^{-2\lambda} + e^{-3\lambda})$	0,25
C.3	À t=3 jours, le nombre N_3 de noyaux est : $N_2 = N_0(1 + e^{-0,087} + e^{-2\times 0,087} + e^{-3\times 0,087}) = 9,17 \times 10^{16}$ noyaux. L'activité correspondante vaut : $A_3 = \lambda N_3 = 10^{-6} \times 9,17 \times 10^{16} = 91,7$ GBq> 75 GBq À la date t_3, la personne est donc en danger.	0,75

الدورة الإستثنائية للعام 2012	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) Étude du mouvement d'un skieur

Un skieur (S), de masse m = 80 kg, est tiré par un bateau à l'aide d'une corde parallèle à la surface de l'eau. Il démarre d'un point A à l'instant $t_0 = 0$ sans vitesse initiale.
À l'instant t = 60 s, le skieur passe par un point B à la vitesse $V_B = 6$ m/s et lâche la corde. Il aborde ensuite un tremplin BD incliné d'un angle de 30^o par rapport à la surface horizontale de l'eau. On suppose que la vitesse en B ne change pas en module lorsque le skieur passe de AB à BD.
Le skieur arrive au point D, situé à une altitude h = 1,6 m de la surface de l'eau, avec une vitesse $\vec{V}_D$ où il quitte le tremplin et retombe sur l'eau en E (voir figure ci-dessous).



Données :

- le skieur est assimilé à une particule ;
- sur le trajet AB, la force de traction $\vec{F}$ exercée par la corde sur le skieur a une intensité constante F et l'ensemble des forces de frottement est équivalent à une force unique $\vec{f}$ opposée au déplacement, d'intensité f = 100 N ;
- les frottements sont négligeables le long du trajet BDE ;
- après avoir quitté le point D, le skieur effectue un mouvement dans le plan vertical Dxy contenant $\vec{V}_D$;
- le plan horizontal passant par AB est le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10$ m/s^2.

A- Mouvement du skieur entre A et B

1) Faire l'inventaire des forces extérieures qui s'exercent sur (S) le long du trajet AB et les représenter sur un schéma sans tenir compte d'une échelle.

2) En appliquant au skieur, entre les points A et B, la deuxième loi de Newton $\frac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma\vec{F}_{ext}$, exprimer l'accélération a du mouvement du skieur, en fonction de F, f et m.

3) Déterminer l'expression de la vitesse V du skieur en fonction de F, f, m et du temps t.

4) Déduire F.

B- Mouvement du skieur sur le tremplin BD

1) Pourquoi peut-on appliquer le principe de la conservation de l'énergie mécanique du système [(S),Terre] sur le trajet BD ?
2) Déduire que $V_D = 2$ m/s.

C- Mouvement du skieur entre D et E

Le skieur quitte le tremplin en D à une date t_0 prise comme une nouvelle origine de temps.

1) Appliquer la deuxième loi de Newton au skieur et démontrer, à une date t, que la composante verticale P_y de la quantité de mouvement du skieur est $P_y = 800t - 80$ (en S.I.).
2) Déduire l'équation paramétrique y(t) du mouvement du skieur dans le repère Dxy.
3) Déterminer la durée que met le skieur pour passer de D à E.

<u>Deuxième exercice</u> : (7 points) Induction électromagnétique et auto-induction

A- Induction électromagnétique

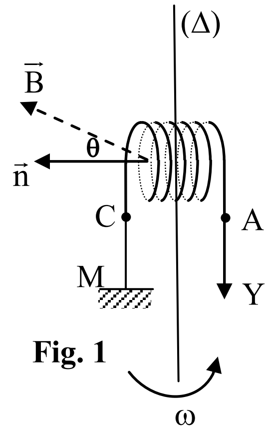


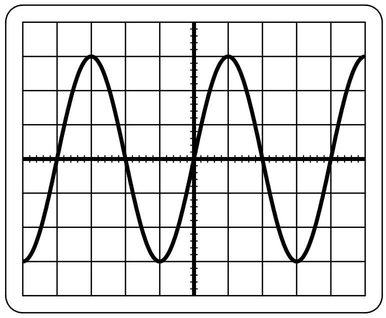
Fig. 1

Une bobine, d'axe horizontal, est formée de N = 500 spires circulaires dont chacune a une surface S = 10 cm^2. La normale $\vec{n}$ aux plans des spires de la bobine est orientée comme l'indique la figure 1.

La bobine tourne à vitesse angulaire constante ω autour d'un axe vertical (Δ) dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ constant et horizontal. Les extrémités A et C de la bobine sont liées respectivement à l'entrée Y et à la masse M d'un oscilloscope.

Soit θ l'angle que fait $\vec{n}$ avec $\vec{B}$ à une date t.

1) Sachant que θ = 0 à la date $t_0 = 0$, montrer que θ = ωt.
2) En déduire que l'expression du flux magnétique à travers la bobine est donnée par : $\phi = NBS\cos(\omega t)$.
3) Justifier, qualitativement, l'existence d'une f.é.m. induite "e" lors de la rotation de la bobine.
4) **a)** Déterminer l'expression de la f.é.m. induite "e" en fonction de N, B, S,ω et t.
   b) La bobine n'est pas parcourue par un courant électrique. Pourquoi ?
   c) En déduire l'expression de la tension u_{AC} en fonction de N, B, S, ω, et t, en supposant que la bobine est orientée positivement de A vers C.
5) L'oscillogramme de la figure 2 représente les variations de la tension u_{AC} en fonction du temps. En s'aidant de l'oscillogramme, déterminer :
   a) la vitesse angulaire ω de la bobine ;
   b) la valeur maximale de la tension u_{AC} ;
   c) la valeur B du champ magnétique $\vec{B}$.



$S_h = 10$ ms/div **Fig.2**
$S_V = 1$V/div

B- Auto-induction

La bobine a une résistance négligeable et une inductance L. Elle est montée en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 1 kΩ et un générateur G (fig. 3).
Le circuit de la figure 3 est alors parcouru par un courant triangulaire d'intensité i. Le circuit est orienté positivement dans le sens du courant.

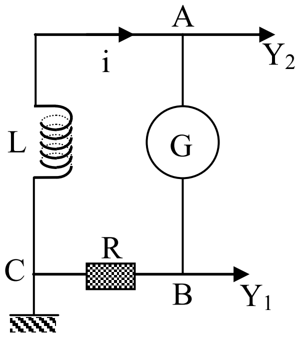


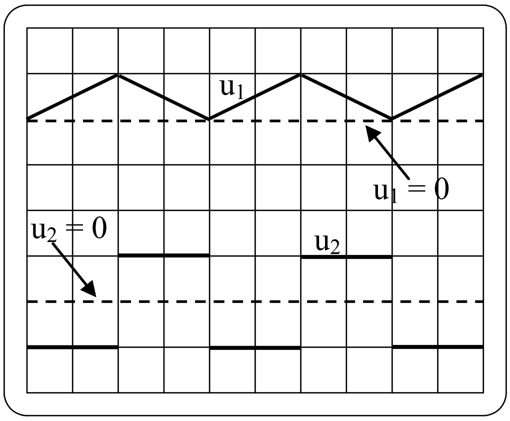
Fig. 3

À l'aide de l'oscilloscope, on visualise les variations des tensions $u_1 = u_{BC}$ aux bornes du conducteur ohmique et $u_2 = u_{AC}$ aux bornes de la bobine (fig. 4).

1) Montrer que $u_2 = -\dfrac{L}{R}\dfrac{du_1}{dt}$.

2) L'allure de la courbe obtenue sur la voie Y_2 est carrée. Justifier cette allure.

3) Déterminer la valeur de L.



S_h = 5 ms/div ;
Sv_1 = 1 V/div; Sv_2 = 10 mV/div

Fig. 4

Troisième exercice : (6 points) Lampe à vapeur de sodium

Une lampe à vapeur de sodium émet principalement une lumière jaune dite doublet, de longueurs d'onde 589,0 nm et 589,6 nm. D'autres longueurs d'onde sont aussi émises, à savoir : λ_1 = 330,3 nm, λ_2 = 568,8 nm, λ_3 = 615,4 nm, λ_4 = 819,5 nm et λ_5 = 1138,2 nm.

La figure 1 ci-dessous montre seulement le doublet jaune du spectre d'émission de l'atome de sodium.

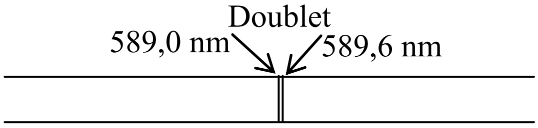


Fig. 1

Données : $h = 6{,}62\times10^{-34}$ J.s ; $c = 3\times10^{8}$ m/s; 1eV = $1{,}6\times10^{-19}$ J.

A- Analyse du spectre

1) À quel domaine : visible, infrarouge ou ultraviolet appartient chacune des radiations de longueurs d'onde λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 et λ_5 ?

2) La lampe à vapeur de sodium est-elle une source de lumière monochromatique ou polychromatique ? Justifier la réponse.

3) Considérons la radiation jaune de longueur d'onde 589,0 nm. Montrer que la valeur de l'énergie d'un photon qui correspond à l'émission de cette radiation vaut approximativement 2,11 eV.

B- Analyse du diagramme énergétique

La figure 2 ci-contre montre un diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium.

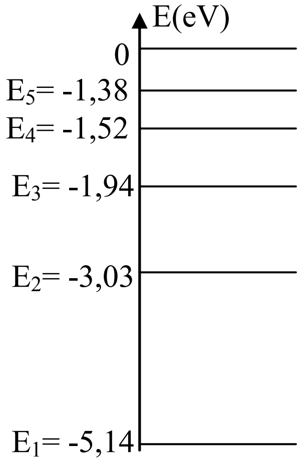


Fig. 2

1) a) Un de ces niveaux d'énergie représente l'état fondamental. Préciser lequel.

b) Qu'appelle-t-on chacun des autres niveaux ?

2) a) Définir le spectre d'émission.

b) En se basant sur le diagramme de la figure 2, justifier la discontinuité du spectre d'émission.

3) L'émission de la radiation jaune de longueur d'onde 589,0 nm est due à la transition de l'atome de sodium d'un niveau excité E_n vers le niveau fondamental. Déterminer E_n.

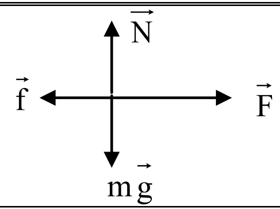
4) En fait, le niveau d'énergie E_n est dédoublé, c'est-à-dire qu'il est constitué de deux niveaux d'énergie E_n et E'_n très proches. Comparer, en le justifiant, E_n et E'_n.

5) L'atome de sodium, étant dans un état excité E_x, reçoit un photon transportant une énergie 1,51 eV et passe à un autre état excité E_y ; E_x et E_y existent sur le diagramme de la figure 2.

a) Déterminer les deux niveaux E_x et E_y.

b) La raie spectrale associée à la transition $x \rightarrow y$ est-elle une raie d'émission ou une raie d'absorption ? Justifier la réponse.

الدورة الإستثنائية للعام 2012	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		**7 points**
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	Les forces qui s'exercent sur (S) sont : le poids $m\vec{g}$, la réaction normale de la surface de l'eau $\vec{N}$, $\vec{F}$ et $\vec{f}$. 	½
A.2	$\frac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = \overrightarrow{mg} + \vec{N} + \vec{F} + \vec{f} = m.\vec{a}$ par projection suivant l'axe de mouvement $\frac{dP}{dt} = F - f \Rightarrow$ ma= F-f $\Rightarrow a = \frac{F-f}{m}$	1
A.3	V = primitive de a = at + V_0 =($\frac{F-f}{m}$) t ; avec $V_0 = 0$ **<u>Ou</u>** : a = constante, donc M.R.U.A. $\Rightarrow$ v = at + V_0 ; avec $V_0 = 0$	¾
A.4	V = V_B = 6 m/s pour t = 60 s $\Rightarrow 6 = (\frac{F-100}{80})60 \Rightarrow$ F = 108 N	¾
B.1	Car les frottements sont négligeables entre B et D	¼
B.2	$E_{mB} = E_{mD} \Rightarrow$ ½ $m(V_B)^2 + 0$ = ½ $m(V_D)^2 + mgh$ $\Rightarrow$ ½ (80)(36) =1/2 $(80)(V_D)^2 + 80\times10\times1,6 \Rightarrow V_D = 2$ m/s	1
C.1	$\frac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = mg\,\vec{j}$; par projection sur Dy : $\frac{dP_y}{dt} = mg \Rightarrow P_y = mgt + P_{oy}$ $P_{oy} = mV_{oy} = m(-V_D \sin30) = -80\times2\times1/2 = -80$ $\Rightarrow P_y = 800t - 80$	1
C.2	$V_y = \frac{P_y}{m} = 10t - 1 \Rightarrow y = 5t^2 - t + y_0$; avec $y_0 = 0$	¾
C.3	$1,6 = 5t^2 - t \Rightarrow 5t^2 - t + 1,6 = 0 \Rightarrow \Delta = 1 + 32 = 33$ $t = \frac{1 \pm \sqrt{33}}{10} \Rightarrow t = \frac{1+\sqrt{33}}{10} = 0,67$ s.	1

Deuxième exercice		7 points
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	La vitesse angulaire est constante, donc : $\theta = \omega t + \theta_0$ avec $\theta_0 = 0$	½
A.2	Le flux magnétique à travers la bobine est: $\phi = N\vec{B}\cdot S\vec{n} = NBS\cos(\theta)=NBS\cos(\omega t)$	¼
A.3	Lors de la rotation de la bobine, θ varie ⇒ Le flux magnétique varie ⇒ e existe **<u>Ou</u>** car le flux est une fonction variable en fonction du temps ⇒ e existe	½
A.4.a	$e = -\frac{d\varphi}{dt} = -NBS(-\omega\sin(\omega t)) \Rightarrow e = NBS\,\omega\sin(\omega t)$	½
A.4.b	Car la bobine est reliée à l'oscilloscope de résistance infinie	¼
A.4.c	$u_{AC} = ri - e = -e = -NBS\,\omega\sin(\omega t)$	½
A.5.a	La période est T = 40 ms $\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 157$ rd/s	½
A.5.b	$u_{AC}(max) = 3$ div × 1V/div = 3 V	½
A.5.c	$u_{AC}(max) = NBS\,\omega$ $\Rightarrow B = u_{AC}(max) / NS\,\omega = 3/500\times10\times10^{-4}157 = 0{,}038$ Tesla (T)	¾
B.1	$u_2 = u_{AC} = e - ri = e = -L\frac{di}{dt}$ et $u_1 = R\,i \Rightarrow i = \frac{u_1}{R} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{1}{R}\frac{du_1}{dt}$ Ainsi $u_2 = -\frac{L}{R}\frac{du_1}{dt}$	1
B.2	- Dans une demie - période : i est une fonction affine du temps (**<u>ou</u>** i = at + b, fonction linéaire en fonction du temps) ⇒ $u_1 = Ri = Rat + Rb$ (**<u>ou</u>** u_1 est une fonction linéaire en fonction du temps) or $u_2 = -\frac{L}{R}\frac{du_1}{dt} = -\frac{L}{R}Ra = -La$ = constante - Dans la deuxième demie - période : même résonnement mais le signe de la pente change, par suite le signe de la constante change - D'où la forme carré de u_2	¾
B.3	On a pendant la première demi période : $\frac{du_1}{dt} = \frac{1\times1}{2\times5\times10^{-3}} = 100$ V/s Et $u_2 = -10\times10^{-3}$ V $= -\frac{L}{1000}\times100 \Rightarrow L = 0{,}1$ H ou 100 mH.	1

Troisième exercice		6 points
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	λ_1 : U.V ; λ_2 et λ_3: visible ; λ_4 et λ_5 : I.R.	¾
A.2	Elle est polychromatique car elle est formée de plusieurs longueurs d'onde (radiations)	½
A.3	$E = hc/\lambda = 3{,}37\times10^{-19}$ J = 2,11 eV	½
B.1.a	Le niveau d'énergie -5,14 eV correspond à l'état fondamental, car c'est le niveau de plus basse énergie	½
B.1.b	E_2, E_3,E_4 et E_5 sont des niveaux excités. Le niveau d'énergie 0 est appelé le niveau d'ionisation	½
B.2.a	Le spectre d'émission est l'ensemble de raies que peut émettre un atome.	¼
B.2.b	À chaque transition entre deux niveaux énergétiques correspond une raie d'émission, puisque les niveaux du diagramme énergétique de l'atome de sodium sont discontinus $\Rightarrow$ le spectre de raie doit être discontinu	½
B.3	$E_n – E_1 = 2{,}11$ eV ; $E_n = 2{,}11 + E_1 = 2.11 + (-5{,}14) = - 3{,}03$ eV $= E_2$.	½
B.4	$\left.\begin{array}{l} En – (-5{,}14) = \dfrac{hc}{\lambda} \\ E'_n - (- 5{,}14) = \dfrac{hc}{\lambda'} \end{array}\right\}$ $\boxed{\lambda' > \lambda \Rightarrow E'_n < E_n}$ **<u>Ou</u>** : l'écart énergétique ΔE est inversement proportionnelle à la longueur d'onde de la radiation émise ; puisque $\lambda' > \lambda$ et $\Delta E' < \Delta E \Rightarrow E'_n < E_n$	1
B.5.a	$E_Y – E_X = 1{,}51$ eV qui correspond à $E_4 – E_2 = 1{,}51$ eV. Donc $E_x \rightarrow E_2$ et $E_y \rightarrow E4$	½
B.5.b	La raie associée est une raie d'absorption car l'atome passe d'un niveau à un niveau plus énergétique, donc il absorbe de l'énergie. **<u>Ou</u>** car l'atome absorbe un photon	½

دورة سنة 2013 العادية	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الجمعة في 28حزيران 2013

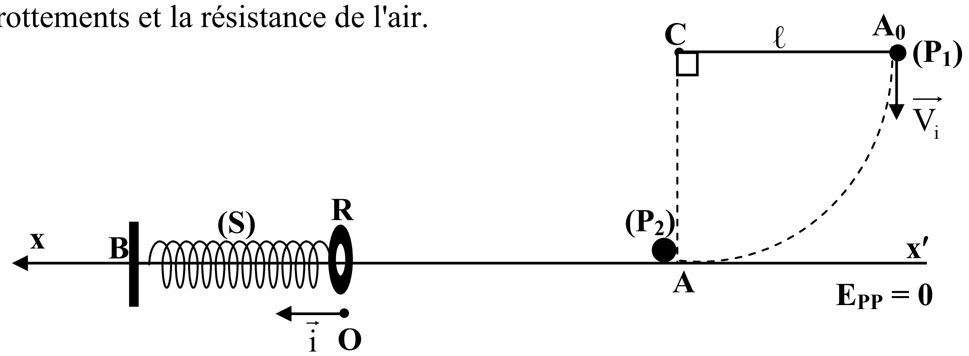
Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages numérotées de 1 à 3.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Premier exercice :(7 points) **Collisions et oscillateur mécanique**

A) Collision

Un pendule est formé d'un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur ℓ = 1,8 m, portant à l'une de ses extrémités une particule (P_1) de masse m_1 = 200g ; l'autre extrémité du fil est fixée en C à un support fixe.

Le fil est tendu horizontalement. On communique à (P_1), en A_0, une vitesse $\vec{V}_i$ dirigée verticalement vers le bas de valeur V_i = 8m/s. Dans la position la plus basse A, (P_1) entre en collision frontale et parfaitement élastique avec une autre particule (P_2) de masse m_2 = 300 g initialement au repos. On néglige les frottements et la résistance de l'air.



Prendre :

- Le plan horizontal passant par A, comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- g = 10 m/s^2.

1) a) Calculer l'énergie mécanique du système [pendule, Terre] à l'instant de lancement de (P_1) en A_0.

b) Déterminer la valeur V_1 de la vitesse $\vec{V}_1$ de (P_1) juste avant la collision avec (P_2).

2) a) Nommer les grandeurs physiques conservées durant cette collision.

b) Démontrer que la valeur V'_2 de la vitesse $\vec{V}'_2$ de (P_2), juste après la collision, est 8m/s.

B) Oscillateur mécanique

Un ressort horizontal (S), de masse négligeable et de constante de raideur K=120N/m, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe en B et l'autre extrémité est accrochée à un anneau R.

(P_2), se déplaçant suivant un trajet horizontal AB, heurte R en O et s'y accroche pour former ensemble un solide (P), supposé ponctuel, de masse m = 1,2 kg. Ainsi (P) forme avec le ressort (S) un oscillateur mécanique horizontal de centre d'inertie G ; G peut se déplacer sans frottement sur un axe horizontal x'Ox passant par AB.

À l'instant initial t_0= 0, G coïncide avec O position d'équilibre de (P) et possède juste après la collision une vitesse $\vec{V}_0 = V_0\ \vec{i}$ avec V_0 = 2m/s.

À l'instant t, G a pour abscisse x et pour vitesse de valeur algébrique $v = \frac{dx}{dt}$.

1) Ecrire l'expression de l'énergie mécanique du système (oscillateur-Terre) à un instant t en fonction de K, m, x et v.

2) Établir l'équation différentielle en x qui régit le mouvement de G et déduire la nature de son mouvement.

3) Sachant que $x = X_m \cos(\sqrt{\frac{K}{m}}\ t + \varphi)$, déterminer les valeurs des constantes X_m et φ.

Deuxième exercice : (7 points)

Détermination des caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur

Le but de cet exercice est de déterminer les caractéristiques : d'une bobine et d'un condensateur.

Dans ce but on relie en série un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et de résistance r, un conducteur ohmique de résistance R = 20 Ω et un générateur (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale u de valeur maximale constante U_m et de fréquence réglable f. Un courant alternatif sinusoïdal i passe alors dans le circuit (Fig.1).

Un oscilloscope, convenablement branché, sert à visualiser la tension $u = u_{AM}$ aux bornes du générateur sur la voie (Y_1) et la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique (R) sur la voie (Y_2).

Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants :

sensibilité horizontale S_h = 2 ms/div ;

sensibilité verticale :
- sur la voie (Y_1) : S_{V1} = 2 V/div ;
- sur la voie (Y_2) : S_{V2} = 0,25 V/div.

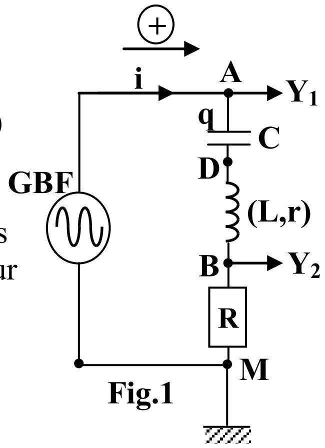


Fig.1

A- Pour une valeur f_o de f on observe sur l'écran de l'oscilloscope les oscillogrammes représentés par la figure 2.

1) Déterminer f_o et la pulsation ω_o.

2) Déterminer la valeur maximale U_m de u et la valeur maximale I_m de i.

3) **a)** Les oscillogrammes montrent qu'un phénomène physique s'est produit dans le circuit. Nommer ce phénomène ; justifier.

b) Déduire la relation entre L et C.

4) Le circuit entre A et M est équivalent à un conducteur ohmique de résistance R_t = R+ r. Déterminer R_t et en déduire r.

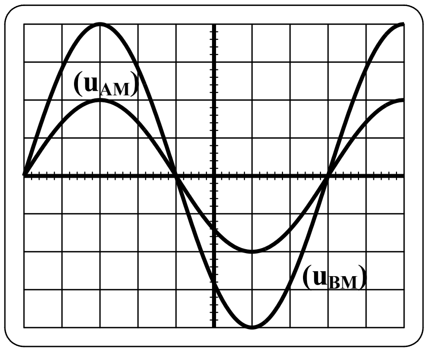


Fig.2

B- La bobine du circuit de la figure 1 est remplacée par un conducteur ohmique de résistance r_1 = 60 Ω (figure 3).

La tension aux bornes du générateur est $u = u_{AM} = U_m \cos \omega_o t$. Sur l'écran de l'oscilloscope on observe les oscillogrammes représentés par la figure 4.

Les réglages de l'oscilloscope sont les mêmes que précédemment.

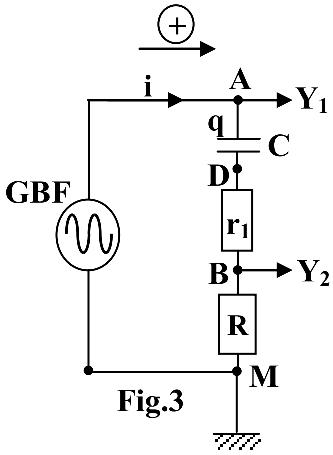


Fig.3

1) En utilisant les oscillogrammes de la figure 4 :

a) dire pourquoi la tension u_{AM} est en retard de phase par rapport à u_{BM} ;

b) calculer le déphasage φ entre u_{AM} et u_{BM} ;

c) déterminer, en fonction du temps, l'expression donnant u_{BM} et celle donnant u_{AM}.

2) Écrire, en fonction du temps, l'expression de i.

3) La tension aux bornes du condensateur s'exprime par :

$$u_{AD} = \frac{8.9 \times 10^{-5}}{C} \sin(125\,\pi t + \frac{\pi}{4}) \quad ; \text{[u en V et t en s]}.$$

En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t une valeur particulière, déterminer C.

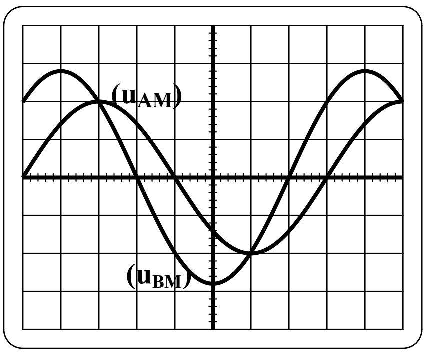


Fig.4

C- En utilisant la relation trouvée dans **[A-3(b)]**, calculer L.

Troisième exercice : (6 points)

Datation par le carbone 14

L'isotope $^{14}_{6}C$ du carbone est radioactif β^-. $^{14}_{6}C$ existe en proportion constante avec le carbone 12 dans l'atmosphère. Les plantes vivantes absorbent le dioxyde de carbone provenant indifféremment du carbone 12 et du carbone 14. Juste après leur mort, cette absorption s'arrête et le carbone 14, qu'elles contiennent, se désintègre avec une demi-vie T = 5700 ans.

Dans un organisme vivant, la proportion du nombre d'atomes de carbone 14 par rapport au nombre d'atomes de carbone 12 est $r_0 = \dfrac{\text{nombre initial d'atomes de carbone 14}}{\text{nombre d'atomes de carbone 12}} = \dfrac{N_o(^{14}C)}{N'(^{12}C)} = 10^{-12}$.

Quand l'organisme est mort, et après une durée t de la mort, la proportion du nombre d'atomes de carbone 14 par rapport au nombre d'atomes de carbone 12 s'exprime par le rapport :

$r = \dfrac{\text{nombre restant d'atomes de carbone 14}}{\text{nombre d'atomes de carbone 12}} = \dfrac{N(^{14}C)}{N'(^{12}C)}$.

1) La désintégration du carbone 14 est donnée par : $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{A}_{Z}N + \beta^- + {}^{0}_{0}\bar{\upsilon}$.
Calculer Z et A en précisant les lois utilisées.

2) Calculer, en année^{-1}, la constante radioactive λ du carbone 14.

3) En utilisant la loi de décroissance radioactive du carbone 14 : $N(^{14}C) = N_0(^{14}C) \times e^{-\lambda t}$,montrer que $r = r_0\, e^{-\lambda t}$.

4) Des mesures des rapports $\dfrac{r}{r_0}$, pour des échantillons a,b et c, sont données dans le tableau suivant :

rapport	échantillon a	échantillon b	échantillon c
$\dfrac{r}{r_0}$	0,914	0,843	0,984

a) L'échantillon b est le plus ancien. Pourquoi ?
b) Déterminer l'âge de l'échantillon b.

5) a) Calculer le rapport $\dfrac{r}{r_0}$ pour $t_0 = 0$, $t_1 = 2T$, $t_2 = 4T$ et $t_3 = 6T$.

b) Tracer alors la courbe $\dfrac{r}{r_0} = f(t)$ en prenant comme échelles :

- en abscisses 1 cm $\leftrightarrow$ 2T ;
- en ordonnées 1 cm $\leftrightarrow$ $\dfrac{r}{r_0} = 0,2$.

c) Pour connaître la date de la mort d'un organisme vivant, il suffit de mesurer $\dfrac{r}{r_0}$. En se servant de la courbe tracée, expliquer pourquoi on ne peut pas dater la mort, d'un organisme, qui a eu lieu il y a quelques millions d'années.

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

Premier exercice (7 points)

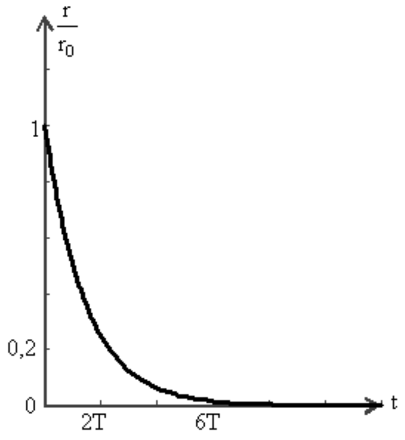
Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a	$Em_i = Ec_i + E_{ppi} = ½m_1 V_i^2 + m_1 g\ell = 0{,}5×0{,}2×64 + 0{,}2×10×1{,}8 = 10$ J	0.75
A.1.b	conservation de l'énergie mécanique : $Em_i = Em_A = 10 \text{ J} = ½m_1 V_1^2$ $V_1 = 10$ m/s	0.75
A.2.a	Conservation de la quantité de mouvement Conservation de l'énergie cinétique	0,5
A.2.b	Conservation de la quantité de mouvement: $m_1 \vec{V}_1 + \vec{0} = m_1\vec{V}_1' + m_2\vec{V}'_2$ $\Rightarrow m_1V_1 + 0 = m_1 V_1' + m_2V'_2 \Rightarrow m_1 (V_1 - V_1') = m_2 V'_2$ (1) Collision élastique: $½ m_1V_1^2 = ½ m_1 (V_1')^2 + ½ m_2 V'^2_2$ $\Rightarrow m_1[V_1^2 - (V_1')^2] = m_2 (V'_2)^2$ (2) Divisons (2) par (1) on obtient: $V_1 + V_1' = V'_2 \Rightarrow V_1' = V'_2 - V_1$ (3) Equations (1) et (3) donnent $V'_2 = 8$ m/s.	1,5
B.1	$E_m = ½ kx^2 + ½ mV^2$.	0. 5
B.2	$E_m = cte$. $\frac{dE_m}{dt} = 0$ ' $kxx' + mVV' = 0$ avec : $V = x'$ and $V' = x''$. L'equation differentielle: $x'' + (k/m)x = 0$. Elle est de la forme $x'' + \omega_o^2 x = 0$ le movement est rectiligne sinusoidal **ou** oscillation harmonique simple	1
B.3.	$Em_{(x=0)} = Em_{(x=xm)}$ alors $\frac{1}{2} mV_o^2 + \frac{1}{2} Kx_o^2 = \frac{1}{2} Kx_m^2$ $\frac{1}{2} ×1.2×2^2 + 0 = \frac{1}{2} × 120 × x_m^2$ so x_m 0.2m = 20cm. **Ou** à partire des conditions initiales $x = x_m\cos(\sqrt{\frac{K}{m}} t + \varphi)$ at $t = 0$ s, $x = 0$ alors : $0 = x_m \cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 0$ $\Rightarrow \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$ or à $t = 0$,$v = V_o = -x_m\sin \varphi > 0$ donc $\varphi = -\frac{\pi}{2}$	1 1

1

Deuxième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	$T_o = 8 \times 2 = 16$ ms $\Rightarrow f_o = \frac{1}{T_o} = \frac{1}{16x10^{-3}} = 62{,}5Hz$ et $\omega_o = 2\pi f_o = 125\ \pi$ rd/s	1
A.2	$U_m = 2 \times 2 = 4$ V $U_{Rm} = 4 \times 0{,}25 = 1$ V $\Rightarrow I_m = \frac{U_{Rm}}{R} = \frac{1}{20} = 0{,}05$ A	1
A.3.a	Résonance d'intensité , car la tension aux bornes du générateur et celle aux bornes du conducteur ohmique (image du courant) sont en phase	0.5
A.3.b	À la résonance la fréquence propre est $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow$ $(62{,}5)^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} \Rightarrow LC = 6{,}49\times10^{-6}$ SI **<u>ou</u>** $LC\omega_0^2 = 1 \Rightarrow LC = 6{,}49\times10^{-6}$ SI	0.75
A.4	Car u et i sont en phase . $U_m = R_t\, I_m \Rightarrow R_t = \frac{4}{0{,}05} = 80\ \Omega$ $r = R_t - R = 60\ \Omega$.	0.5
B.1.a	u_{BM} (image de i) est en avance de phase sur $u_{AM} = u_g$.	0.25
B.1.b	2π rd $\rightarrow$ 8 div $\varphi \rightarrow$ 1div $\Rightarrow \varphi = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4} rd$	0. 5
B.1.c	$U_{BMmax} = 2{,}8x0{,}25 = 0{,}7$ V ; $\omega_o = 125\ \pi$ rd $\Rightarrow u_{BM} = 0{,}7 \cos(125\ \pi\ t + \pi/4)$ (u_{BM} en V , t en s) $U_{AMmax} = 2x2 = 4$ V alors $u_{AM} = 4 \cos 125\ \pi\ t$ (u en V ,t en s)	0.75
B.2	$I_m = \frac{U_{BM\max}}{R} = \frac{2{,}8x0{,}25}{20} = 0{,}035$ A $\Rightarrow i = 0{,}035 \cos(125\ \pi\ t + \frac{\pi}{4})$ (i en A , t en s)	0.50
B.3	Additivité des tensions : $u_{AM} = u_{AD} + u_{DB} + u_{BM}$ $\Rightarrow 4 \cos 125\ \pi\ t = \frac{8{,}9x10^{-5}}{C}\sin(125\pi t + \frac{\pi}{4}) + 80\times0{,}035 \cos(125\ \pi t + \frac{\pi}{4})$ Pour $125\ \pi\ t = \frac{\pi}{2}$ on a : $0 = \frac{8{,}9x10^{-5}}{C}\sin(\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{4}) + 2{,}8\cos(\frac{\pi}{2}+\frac{\pi}{4}) \Rightarrow$ $-\frac{8{,}9\times10^{-5}}{C}\times\frac{\sqrt{2}}{2} = 2{,}8(-\frac{\sqrt{2}}{2}) \Rightarrow C = 32\times10^{-6}F = 32\ \mu F$	1.00
C	$LC = 6{,}49 \times 10^{-6} \Rightarrow L = \frac{6{,}49\times10^{-6}}{32\times10^{-6}} = 0{,}2$ H	0.25

Troisième exercice (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1	lois de conservation de nombre de masse et de charge ${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}X + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$	1
2	$\lambda = \frac{0{,}693}{T} = 1{,}216 \times 10^{-4}\,annee^{-1}$	0.75
3	$r = \frac{N_{14}}{N_{12}} = \frac{N_{014}e^{-\lambda t}}{N_{12}}$ avec $r_0 = \frac{N_{014}}{N_{12}}$, on peut écrire $r = r_0\,e^{-\lambda t}$.	0.75
4.a	Le rapport $\frac{r}{r_0} = e^{-\lambda t}$ diminue avec le temps, $\frac{r}{r_0} = 0{,}843$ a la valeur la plus petite $\Rightarrow$l'échantillon b est le plus ancien.	0.5
4.b	$\frac{r}{r_0} = e^{-\lambda t} = 0{,}843 \Rightarrow -\lambda t = \ln 0{,}843$ $\Rightarrow$l'âge de l'échantillon est $t = \frac{0{,}171}{1{,}216 \times 10^{-4}} = 1406$ ans.	1
5.a	$\frac{r}{r_0} = e^{-\lambda t} = 2^{-n}$, $n = \frac{t}{T}$ $t_0 = 0$; $\frac{r}{r_0} = 1$ $t_1 = 2T$; $\frac{r}{r_0} = 0{,}25$ $t_2 = 4T$; $\frac{r}{r_0} = 0{,}0625$ $t_3 = 6T$; $\frac{r}{r_0} = 0{,}01565$	1
5.b	$\frac{r}{r_0} = e^{-\lambda t}$ et construction 	0.5
5.c	L'analyse de la courbe montre que pour T > 6T= 34200 ans, le rapport $\frac{r}{r_0}$ devient très petit. Il est donc impossible de déterminer t pour des durées supérieures à 34200 ans ou de quelques millions d'années.	0.5

الجمعة 5 تموز 2013	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

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)

Charge d'un condensateur

Pour charger un condensateur, on réalise le circuit série schématisé par la figure 1. Ce circuit comprend :

- un générateur de f. é.m. constante E et de résistance interne négligeable;
- un conducteur ohmique de résistance R;
- un condensateur de capacité C = 1 μF;
- un interrupteur K.

Le condensateur est initialement déchargé. À la date $t_0 = 0$, on ferme K. À une date t, l'armature A porte la charge q et le circuit est parcouru par un courant d'intensité i dont le sens est indiqué sur le circuit.

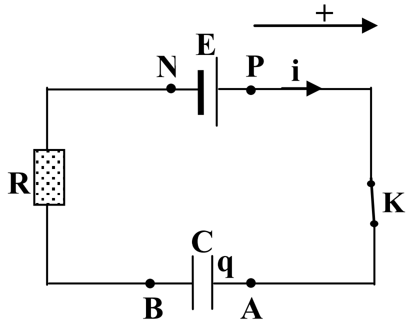


Fig.1

A. Étude analytique

1) Ecrire l'expression de q en fonction de u_{AB} et C.
2) Établir l'équation différentielle qui régit l'évolution de q en fonction du temps.
3) En utilisant l'équation différentielle, déduire :
  a) que l'expression de l'intensité du courant, à la date $t_0 = 0$, est $I_0 = \frac{E}{R}$;
  b) l'expression de la valeur maximale Q_m de q, en fonction de C et E.

B. Exploitation de la courbe

La variation de la charge q, en fonction du temps, est représentée par la courbe de la figure2.
La droite (OM) représente la tangente à la courbe à l'instant $t_0 = 0$.
En utilisant la figure 2 :

1) **a)** indiquer la valeur maximale Q_m de q ;
  b) déduire la valeur de E.
2) **a)** Démontrer que la valeur de I_0 est 1 mA ;
  b) déduire la valeur de R.
3) Déterminer la valeur de u_{AB} et celle de i à l'instant $t_1 = 10^{-2}$ s.

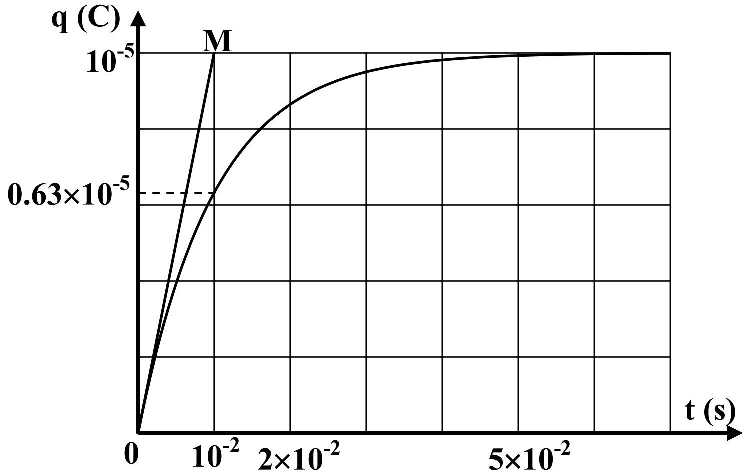


Fig.2

C. Énergie emmagasinée dans le condensateur

Sachant que l'énergie emmagasinée dans le condensateur à un instant t est donnée par $w = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$, déterminer :

1) les valeurs de w à $t_0 = 0$ et $t_1 = 10^{-2}$ s ;
2) la puissance électrique moyenne reçue par le condensateur entre les instants t_0 et t_1.

<u>Deuxième exercice</u> : (6 points)

Mesure de la masse d'un astronaute

Le but de cet exercice est de mesurer, dans une navette spatiale, la masse d'un astronaute en utilisant un oscillateur mécanique horizontal.

A. Etude théorique

Considérons un oscillateur mécanique horizontal formé d'un solide (S), de masse M, connecté à deux ressorts identiques, de masse négligeable et de constante de raideur k_1 chacun. Le centre d'inertie G de (S) peut se déplacer le long d'un axe horizontal (x'Ox), où O est confondu avec la position d'équilibre de G. À l'équilibre, les deux ressorts ne sont ni allongés ni comprimés (figure 1).

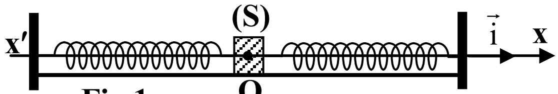


Fig.1

Le solide (S), déplacé d'une distance x_0 à partir de sa position d'équilibre dans le sens positif choisi, est lâché sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$. À un instant t, l'abscisse de G est x et la valeur algébrique de sa vitesse $\vec{v}$ est $v = \frac{dx}{dt} = x'$.

On néglige toutes les forces de frottement et on considère le plan horizontal passant par G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1) Montrer que l'expression de l'énergie potentielle élastique du système [(S), deux ressorts, Terre] est $E_{Pé} = ½\, kx^2$ avec $k = 2\, k_1$.

2) Ecrire, à l'instant t, en fonction de k, M, x et v, l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), deux ressorts, Terre].

3) Établir l'équation différentielle, en x, qui décrit le mouvement de G.

4) La solution de cette équation différentielle est de la forme: $x = A \cos(\omega_0 t + \varphi)$ où A, ω_0 et φ sont des constantes. Déterminer les expressions de A et ω_0 en fonction de x_0, k et M et déterminer la valeur de φ.

5) Déduire, en fonction de M et k_1, l'expression de la période propre T_0 des oscillations de G.

B. Etude pratique

Dans les navettes spatiales, les astronautes mesurent leurs masses en utilisant un oscillateur mécanique horizontal similaire à celui de la partie précédente.

Un astronaute assis sur une chaise attachée à deux ressorts identiques, de masse négligeable, chacun de raideur $k_1 = 700$ N/m, forme un oscillateur horizontal (Fig.2).

Soit M la masse totale de l'astronaute et de la chaise.

À l'aide d'un dispositif approprié, on enregistre la variation de l'abscisse x du centre de masse du système [astronaute, chaise, deux ressort] en fonction du temps (Fig. 3).

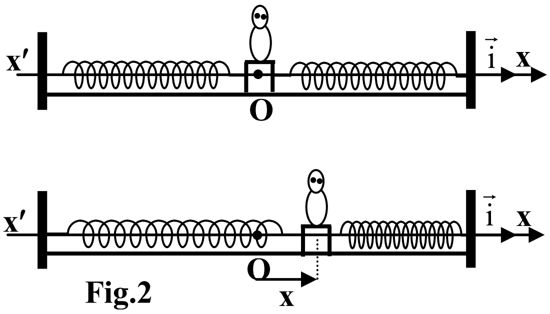


Fig.2

1) Indiquer :

  a) le type des oscillations observées ;

  b) la valeur de la pseudo-période T de ces oscillations.

2) La pseudo-période T est à peu près égale à la période propre T_0. Conclure.

3) Déduire la masse de l'astronaute sachant que la masse de la chaise est de 6,5 kg.

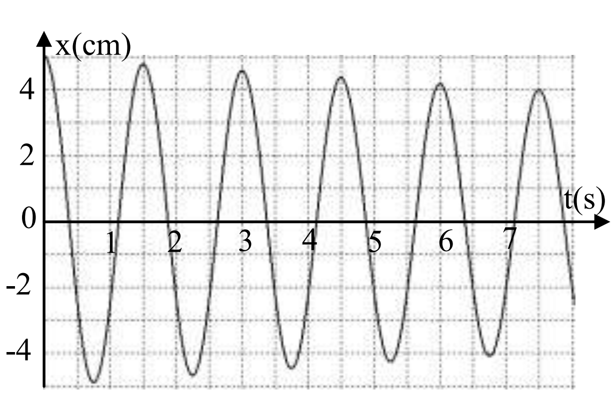


Fig. 3

Troisième exercice : (7 points)

Niveaux d'énergie d'un atome d'hydrogène et d'un noyau de nickel

Le but de cet exercice est de comparer et d'étudier les niveaux d'énergie d'un atome et d'un noyau.

On donne : $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s ; $c = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1} ; 1 eV= $1{,}6 \times 10^{-19}$J.

Diagramme énergétique d'un atome d'hydrogène

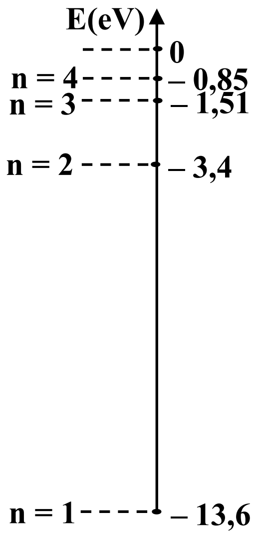
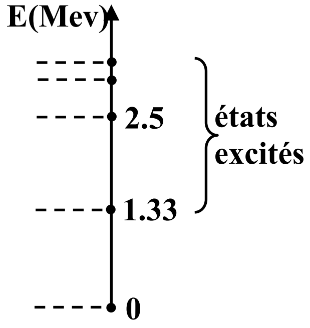


Diagramme énergétique d'un noyau de nickel 60



A. Comparaison :

En se référant aux deux diagrammes :

1) nommer l'état correspondant à l''énergie E = 0 :

a) pour l'atome d'hydrogène ;

b) pour le noyau de nickel.

2) montrer que les transitions du noyau de nickel sont beaucoup plus énergétiques que celles de l'atome d'hydrogène ;

3) montrer que l'énergie de l'atome d'hydrogène et celle du noyau du nickel sont quantifiées.

B. Atome d'hydrogène

1) L'atome d'hydrogène est dans son état fondamental. Déterminer l'énergie minimale nécessaire pour ioniser cet atome.

2) La série de Lyman de l'atome d'hydrogène correspond à des transitions jusqu'au niveau n = 1. Déterminer la longueur d'onde maximale λ_m du photon émis dans cette série.

3) On envoie, séparément, à un atome d'hydrogène trois photons a,b et c dont les énergies sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Photon	a	b	c
Énergie en eV	12,09	12,30	14,60

Sachant que l'atome d'hydrogène se trouve dans son état fondamental dans chaque cas,

a) préciser les photons susceptibles d'être absorbés par l'atome d'hydrogène ;

b) indiquer l'état de l'atome dans chacun des trois cas.

C. Noyau de nickel 60

L'isotope de cobalt ${}^{60}_{27}Co$ utilisé pour le traitement de certains cancers, est émetteur β^-. Le noyau fils nickel produit est dans un état excité (${}^{60}_{28}Ni^*$).

1) Écrire l'équation de désintégration β^- du cobalt 60.

2) Écrire l'équation de la désexcitation de ${}^{60}_{28}Ni^*$.

3) En utilisant le diagramme d'énergie du noyau de nickel, déterminer la longueur d'onde maximale λ'_m du photon émis lors de la désexcitation de ce noyau à l'état fondamental.

4) Comparer λ_m et λ'_m.

مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
الجمعة 5 تموز 2013	المدة ساعتان	الرقم:

Premier exercice: (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	$q_A = C\,u_{AB}$.	0.25
A.2	$E = u_{AB} + Ri$ tel que $i = \frac{dq_A}{dt} \Rightarrow E = \frac{q_A}{C} + R\frac{dq_A}{dt}$.	0.75
A.3.a	À $t = 0$; $q_A = 0$ et $i = \frac{dq_A}{dt} = I_0 \Rightarrow E = RI_0 \Rightarrow I_0 = \frac{E}{R}$.	0.75
A.3.b	quand t augmente indéfiniment q_A prend une valeur Cte = Qm et $\frac{dq_A}{dt} = 0 \Rightarrow Qm = CE$.	0.50
B.1-a	$Qm = 10^{-5}$ C	0.25
B.1-b	$E = \frac{Qm}{C} = \frac{10^{-5}}{10^{-6}} = 10$ V	0.25
B.2.a	Le coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t = 0 est : $I_0 = \frac{10^{-5}}{10^{-2}} = 10^{-3}$ A	0.75
B.2.b	$I_0 = \frac{E}{R} \Rightarrow R = \frac{E}{I_0} = \frac{10}{10^{-3}} = 10^4\ \Omega$	0.50
B.3	À la date $t = 10^{-2}$ s, 0n trouve graphiquement $q_A = 0{,}63 \times 10^{-5}$ C $\Rightarrow u_{AB} = \frac{q_A}{C} = 6{,}3$ V ; $u_{BN} = E - u_{AB} = 10 - 6{,}3 = 3{,}7$ V. $i = \frac{u_{BN}}{R} = 3{,}7 \times 10^{-4}$ A.	1.50
C.1	A $t_o = 0$, $q_0 = 0 \Rightarrow w_0 = 0$ A $t_1 = 10^{-2}$ s, $q_1 = 0{,}63 \times 10^{-5}$ C $\Rightarrow w_1 = \frac{1}{2}\frac{q_1^2}{C} = 0.198 \times 10^{-4}$ J	1.00
C.2	$P_m = \frac{\Delta w}{\Delta t} = 0.198 \times 10^{-2}$ W	0.50

Deuxième exercice: (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	L'énergie potentielle emmagasinée dans le ressort allongé de x est : $E_{Pé}(1) = ½ k_1x^2$ et celle du ressort comprimé de x est aussi : $E_{Pé}(2) = ½ k_1x^2$ $\Rightarrow E_{Pé} = E_{Pé}(1) + E_{Pé}(2) = ½ kx^2$ avec $k = 2k_1$.	**0.75**
A.2	$E_m = ½ mv^2 + ½ kx^2$	**0.50**
A.3	Pas de frottement, E_m = constante $\Rightarrow d(E_m)/dt = 0$, $\Rightarrow Mv\dot{v} + kx\dot{x} = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M}x = 0$	**0.75**
A.4	$\dot{x} = - A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$ et $\ddot{x} = - A\omega_0^2\cos(\omega_0 t + \varphi)$. En remplaçant chaque terme par sa valeur, on obtient : $\Rightarrow \omega_0^2 - \frac{k}{M} = 0 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$. Pour t = 0: $x = x_0$ et $v_0 = 0 \Rightarrow x_0 = A\cos\varphi$ et $v_0 = - A.\sin\varphi = 0$; $\Rightarrow \varphi = 0$ ou π or $x_0 > 0 \Rightarrow \varphi = 0$ et $x_0 = A$	**1.50**
A.5	La période propre : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} = \pi\sqrt{\frac{2M}{k_1}}$	**0.50**
B.1-a	Ce sont des oscillations amorties (ou peu amorties)	**0.25**
B.1-b	La pseudo-période T = 1,5 s.	**0.50**
B.2	$T = T_0$ car les amortissements sont faibles.	**0.25**
B.3	$T_0 = \pi\sqrt{\frac{2M}{k_1}} \Rightarrow M = \frac{k_1T_0^2}{2\pi^2} \Rightarrow M = 79,87$ kg. La masse de l'astronaute est : $M_A = 79,87 – 6,5 = 73.37$ kg.	**1.00**

Troisième exercice: (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a	Pour un atome : E= 0 correspond à l'état ionisé.	**0.25**
A.1.b	Pour un noyau : E= 0 correspond à l'état fondamental	**0.25**
A.2	Pour un atome, l'énergie échangée est de l'ordre de eV. Pour un noyau, l'énergie échangée est de l'ordre de MeV.	**0.50**
A.3	Le noyau comme l'atome ne peut prendre que certaines valeurs bien spécifiques de l'énergie.	**0.25**
B.1	$E_{ionisation} = E_{\infty} - E_1 = 13,6$ eV.	**0.50**
B.2	La plus grande λ, correspond à la plus petite énergie de transition $\Rightarrow$de n=2 $\rightarrow$ n=1. $\Rightarrow E_2 - E_1 = - 3.4 -(-13,6) = 10,2$ eV = $16,32\times10^{-19}$ J. $E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_m} \Rightarrow \lambda m = 1.216 \times 10^{-7}$m.	**0.75**
B.3.a	• Avec le photon a, l'atome doit avoir une énergie : -13,6 + 12,09 = - 1,51 eV = E_3 donc le photon a est absorbé • Avec le photon b, l'atome doit avoir une énergie : -13,6 + 12,3 = - 1,3 eV $\neq$ En $\Rightarrow$ l'atome n'absorbe pas ce photon. • Avec le photon c, et comme son énergie est supérieure à E_i = 13,6 eV $\Rightarrow$ le photon est absorbé	**1.50**
B.3.b	• Avec le photon a$\Rightarrow$ l'atome passe au niveau n= 3 (ou deuxième niveau excité). • Avec le photon b $\Rightarrow$l'atome reste à l'état fondamental • Avec le photon c $\Rightarrow$ l'atome est ionisé	**0.75**
C.1	${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{60}_{28}Ni^{*} + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$	**0.50**
C.2	${}^{60}_{28}Ni^{*} \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + \gamma$.	**0.25**
C.3	λ'_m correspond à la plus petite énergie $\Delta E = 1,33 - 0 = 1,33$ MeV= 2.128×10^{-13} J $\lambda'_m = \frac{h.C}{\Delta E} = 9,33\times10^{-13}$ m	**1.00**
C.4	$\frac{\lambda'_m}{\lambda_m} = 7,6\times10^{-6} \Rightarrow \lambda'_m <<<<< \lambda_m$	**0.50**

3

دورة العام 2013 الاستثنائية	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 (6 points)

Applications sur la diffraction de la lumière

A- Mesure de la largeur d'une fente

Un faisceau de lumière laser, de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 632,8$ nm, tombe normalement sur une fente verticale de largeur « a ». La figure de diffraction est observée sur un écran placé perpendiculairement au faisceau laser à une distance D = 1,5 m de la fente. Soit « L » la largeur linéaire de la tache centrale (Fig. 1).
L'angle de diffraction θ correspondant à une frange sombre de rang n est donné par $\sin\theta = \frac{n\lambda}{a}$ avec $n = \pm1, \pm2, \pm3\ldots$

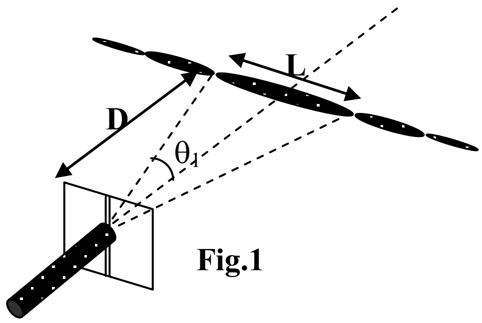


Fig.1

Pour faibles angles, prendre $\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$ en radian.

1) Décrire l'aspect des franges de diffraction observées sur l'écran.
2) Écrire la relation entre a, θ_1 et λ.
3) Établir la relation entre a, λ, L et D.
4) Sachant que L = 6,3 mm, calculer la largeur « a » de la fente utilisée.

B- Contrôle de la fabrication des fils fins

Un fabricateur de fils fins désire contrôler le diamètre des fils produits. Il conserve la même source laser mentionnée dans (A) mais il remplace la fente par un fil fin vertical. Il observe sur l'écran le phénomène de diffraction (figure 2).
Pour D = 2,60 m, il obtient une tache centrale de largeur linéaire constante $L_1 = 3,4$ mm.

1) Calculer la valeur du diamètre « a_1 » du fil éclairé en un point donné.
2) Le fabricateur éclaire le fil en différentes positions dans les mêmes conditions précédentes. Préciser l'indicateur qui lui permet de contrôler que le diamètre du fil est constant.

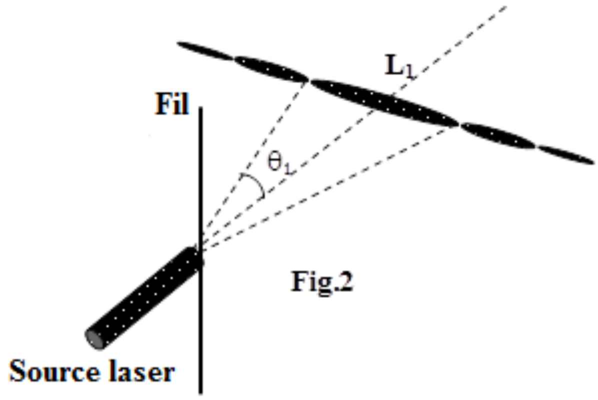


Fig.2

C- Mesure de l'indice de l'eau

On plonge le dispositif de la partie (A) dans l'eau d'indice de réfraction n_{eau}. On obtient une nouvelle figure de diffraction.
On trouve que pour D = 1,5 m et a = 0,3 mm, la largeur linéaire de la tache centrale est $L_2 = 4,7$ mm.

1) Calculer la longueur d'onde λ' de la lumière laser dans l'eau.
2) **a)** Déterminer la relation entre λ, λ' et n_{eau}.
b) Déduire la valeur de n_{eau}.

Deuxième exercice (7 points) Oscillateur mécanique

On dispose d'un oscillateur mécanique constitué d'un ressort, de masse négligeable, à spires non jointives de raideur k et d'un solide (S) de masse m = 0,1 kg.
Le ressort, disposé horizontalement, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe et (S) est accroché à l'autre extrémité. (S) peut se déplacer sans frottement sur un rail horizontal AB et son centre d'inertie G peut alors se déplacer sur un axe horizontal x'O x. À l'équilibre, G coïncide avec l'origine O de l'axe x'x (Fig. 1).

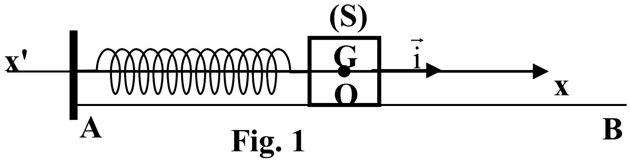


Fig. 1

On écarte (S) à partir de sa position d'équilibre, d'une distance $x_0 = \overline{OG_0}$ et on lui communique, à l'instant $t_0 = 0$, dans le sens positif une vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0\vec{i}$. (S) effectue alors des oscillations mécaniques le long de x'O x.

A- Étude théorique

À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la mesure algébrique de sa vitesse est $v = \frac{dx}{dt}$.

Prendre le plan horizontal passant par G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1) Écrire, à un instant t, l'expression de l'énergie mécanique E_m du système (oscillateur, Terre) en fonction de m, x, k et v.

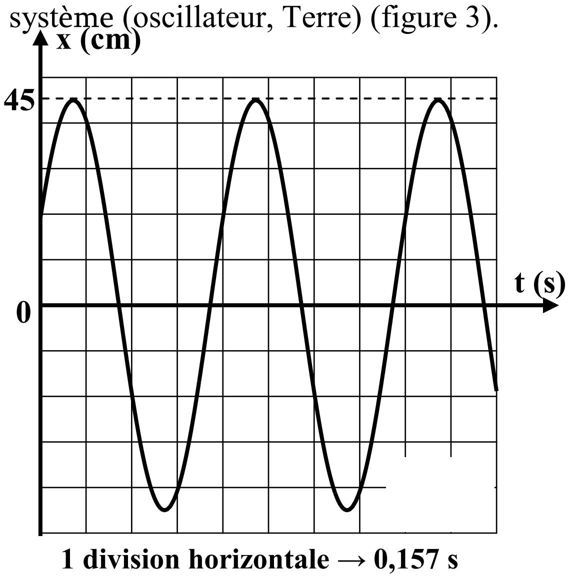
2) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.

3) La solution de cette équation différentielle a pour expression $x = X_m \sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$, où X_m, T_0 et φ sont des constantes. Déterminer l'expression de la période propre T_o en fonction de m et k.

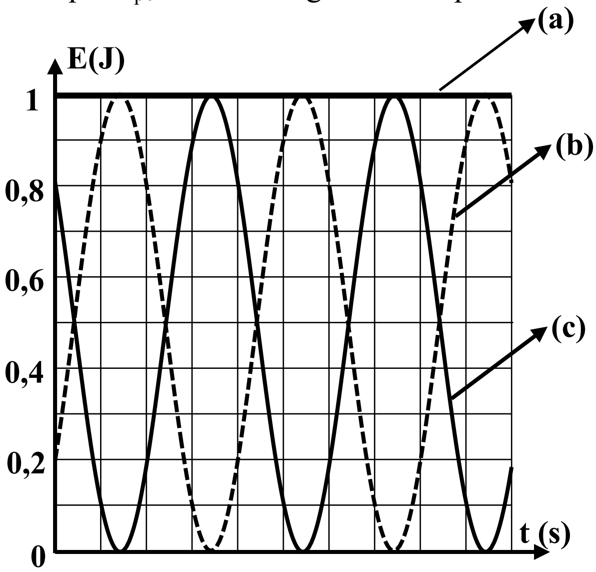
B- Étude graphique du mouvement

Un dispositif approprié permet d'obtenir l'évolution en fonction du temps :

- de l'abscisse x de G (figure 2) ;
- de l'énergie cinétique E_c, de l'énergie potentielle élastique E_{pe} et de l'énergie mécanique E_m du système (oscillateur, Terre) (figure 3).



1 division horizontale → 0,157 s
1 division verticale → 10 cm



2 divisions horizontales → 0,157s **Fig.3**

1) En se référant à la figure (2), indiquer la valeur de :

a) l'abscisse initiale x_0 ;

b) l'amplitude X_m ;

c) la période T_0.

2) Déterminer les valeurs de k et φ.

3) Les courbes (a), (b) et (c) de la figure 3 représentent les variations des énergies du système (oscillateur, Terre) en fonction du temps.En utilisant cette figure :

a) identifier, en le justifiant, l'énergie que représente chaque courbe ;

b) déterminer la valeur de la vitesse initiale v_0 ;

c) i) indiquer la valeur de la période T des énergies E_c et E_{pe} ;
ii) déduire la relation entre T et T_0.

Troisième exercice (7 points) **Charge et décharge d'un condensateur**

L'objectif de cet exercice est de déterminer, par deux méthodes différentes, la valeur de la capacité C d'un condensateur.

Dans ce but, on réalise le montage de la figure 1. Ce montage comprend : un générateur idéal délivrant une tension continue de valeur E = 10 V, un condensateur de capacité C, deux conducteurs ohmiques de résistances identiques $R_1 = R_2 = 10\ k\Omega$ et un commutateur K.

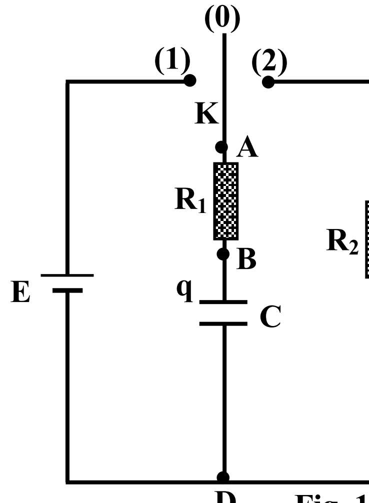


Fig. 1

A- Charge du condensateur

Le commutateur K est d'abord en position (0) et le condensateur est neutre. À l'instant $t_0 = 0$, on permute K à la position (1) et la charge du condensateur débute.

1) Etude théorique

a) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en adoptant le sens du courant électrique comme sens positif dans le circuit, montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_C = u_{BD}$ aux bornes du condensateur, s'écrit sous la forme : $E = R_1\, C\dfrac{du_C}{dt} + u_C$.

b) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$ où A et τ_1 sont des constantes. Montrer que A = E et $\tau_1 = R_1C$.

c) Montrer qu'à la fin de la charge $u_C = E$.

d) Montrer que l'expression de $u_{AB} = u_{R1} = E e^{-\frac{t}{R_1C}}$.

e) Établir l'expression du logarithme népérien de u_{R1} [$\ell n(u_{R_1})$] en fonction du temps.

2) Etude graphique

La variation de $\ell n(u_{R_1})$ en fonction du temps, est représentée par la figure 2.

a) Justifier que l'allure du graphe obtenu est compatible avec l'expression de $\ln(u_{R1})$ en fonction du temps.

b) Déduire, en utilisant le graphe, la valeur de la capacité C.

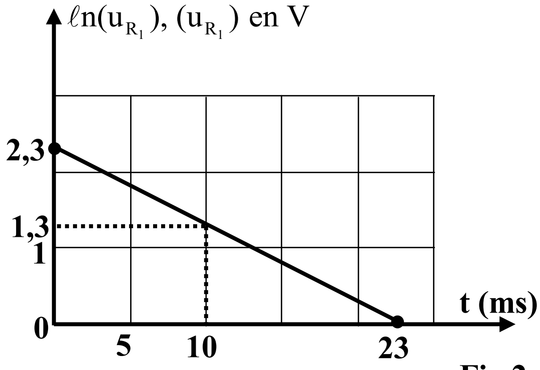


Fig.2

B- Décharge du condensateur

Le condensateur étant complètement chargé, on bascule le commutateur K à la position (2). À une date $t_o = 0$, pris comme nouvelle origine de temps, la décharge du condensateur débute.

1) Lors de la décharge, le courant électrique circule de B vers A à travers le conducteur ohmique de résistance R_1. Justifier.

2) En adoptant le sens du courant électrique comme sens positif, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur est de la forme : $u_C + (R_1 + R_2)C\,\dfrac{du_C}{dt} = 0$.

3) La solution de l'équation différentielle est : $u_C = E\,e^{-\frac{t}{\tau_2}}$ où τ_2 est la constante de temps du circuit de décharge. Montrer que $\tau_2 = (R_1 + R_2)C$.

4) La variation de la tension u_C aux bornes du condensateur et la tangente à la courbe $u_C = f(t)$ à l'instant $t_o = 0$, sont représentées sur la figure 3. Déduire, de cette figure, la valeur de la capacité C.

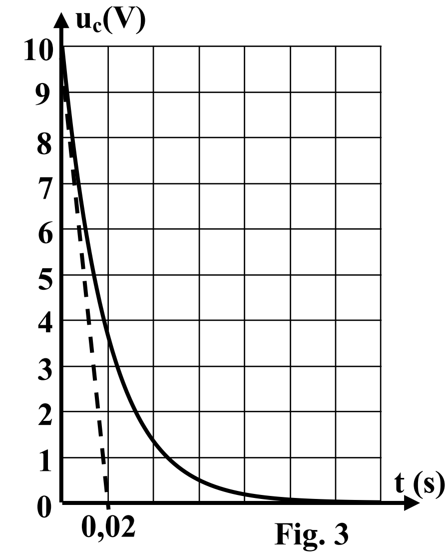


Fig. 3

Premier exercice (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A-1	On observe : - Des franges alternativement brillantes et sombres - La frange centrale brillante de largeur double que les franges latérales - La direction de la figure de diffraction est perpendiculaire à celle de la fente	**0.25** **0.25** **0.25**
A-2	$\sin\theta_1 = \frac{\lambda}{a} \approx \theta_1$	**0.25**
A-3	On a $\tan\theta_1 = \frac{L}{2D}$, vu que θ_1 est faible, alors : $\tan\theta_1 \approx \theta_1$, soit : $\theta_1 = \frac{L}{2D}$. Vu que $\sin\theta_1 \approx \theta_1$, alors : $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$.	**0.5** **0.5**
A-4	$a = \frac{2D\lambda}{L} = \frac{2\times1,5\times632,8\times10^{-9}}{6,3\times10^{-3}} = 3\times10^{-4}$ m ou 0,3 mm.	**0.25×3**
B-1	Le diamètre du fil = $\frac{2\times2,6\times632,8\times10^{-9}}{3,4\times10^{-3}} = 0,967\times10^{-3}$ m = 0,967 mm	**0.25×3**
B-2	La largeur linaire de la tache centrale. Car si L = constante $\Rightarrow$ a = constante	**0.25** **0.25**
C.1	En appliquant la même relation, on obtient : $\frac{\lambda'}{a} = \frac{L_2}{2D}$ $\Rightarrow \lambda' = \frac{aL_2}{2D} = \frac{0,3\times10^{-3}\times4,7\times10^{-3}}{2\times1,5} = 470\times10^{-9}$ m	**0.25×3**
C-2-a	$\lambda' = \frac{V}{\nu}$ et $\lambda = \frac{C}{\nu} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{V}{C} = \frac{1}{n} \Rightarrow \lambda' = \frac{\lambda}{n}$	**0.25-0.50**
C-2-b	$n = \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{623,8}{470} = 1.346$	**0.50**

1

Deuxième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A-1	$E_m = ½\,kx^2 + ½\,mv^2$	**0.50**
A-2	Mouvement sans frottement : Em = cte $\Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 = kxx' + mvv'$ $\Rightarrow x'' + \frac{k}{m}x = 0$.	**0.25** **0.50**
A-3	$x = X_m\sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi) \Rightarrow v = \frac{2\pi}{T_0}X_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$ $\Rightarrow x'' = -(\frac{2\pi}{T_0})^2 X_m\sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$ $\Rightarrow -(\frac{2\pi}{T_0})^2 X_m\sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi) + \frac{k}{m}X_m\sin(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi) = 0$ $\Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.	**0.25** **0.25** **0.25** **0.25**
B-1-a	$x_0 = 20$ cm	**0.25**
B-1-b	$X_m = 45$ cm	**0.25**
B-1-c	$T_0 = 4\times 0{,}157 = 0{,}628$s.	**0.50**
B-2	$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T_0^{\,2}}$ $\Rightarrow k = 10$ N/m. Pour $t_0=0$, $x = x_0 = X_m\sin\varphi \Rightarrow \sin\varphi = \frac{x_0}{X_m} = \frac{20}{45} = 0{,}44 \Rightarrow \varphi = 0{,}46$ rad ou $\varphi = \pi - 0{,}46$ rad ; or $v_0 = X_m\,\omega\cos\varphi > 0$ d'après la figure 2 $\Rightarrow \cos\varphi > 0$ et $\varphi = 0{,}46$ rad.	**0.50** **0.25** **0.25** **0.50**
B-3-a	La courbe (a) représente E_m car E_m= cte. $E_{P0} = ½k(x_0)^2 = ½(10)\times(0{,}2)^2 = 0{,}2$ J $\Rightarrow$ (b) représente E_{pe}. La courbe (c) représente E_c car à t = 0s Ec = Em- E_{pe} = 0,8J ou ….	**0.50** **0.50** **0.25**
B-3-b	$E_{c0} = ½\,m(v_0)^2 = 0{,}8$ J $\Rightarrow v_0 = 4$ m/s.	**0.50**
B-3-c-i	$T = 2\times 0{,}157 = 0{,}314$ s	**0.25**
B-3-c-ii	$T_0 = 0{,}628$ s $\Rightarrow T = \frac{T_0}{2}$	**0.25**

Troisième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A-1-a	$u_{AD} = u_{AB} + u_{BD} \Rightarrow E = R_1 i + u_C$ avec $i = C\frac{du_C}{dt}$ on obtient : $\mathbf{E = R_1 C\frac{du_C}{dt} + u_C}$.	0.50-0.25
A-1-b	$\frac{du_C}{dt} = \frac{A}{\tau_1}e^{-\frac{t}{\tau_1}}$, en remplaçant dans l'équation différentielle, on obtient : $E = \mathbf{R_1\,C}\frac{A}{\tau_1}e^{-\frac{t}{\tau_1}} + A(1-e^{-\frac{t}{\tau_1}}) \Rightarrow E = A\,e^{-\frac{t}{\tau_1}}(\frac{R_1C}{\tau_1}-1) + A$ Par identification A = E et $\tau_1 = R_1.C$	0.25 0.25 0.50
A-1-c	A la fin de la charge, $t \to \infty \Rightarrow e^{-\frac{t}{\tau_1}} \to 0 \Rightarrow u_C = A = E$. <u>Ou bien</u> : A la fin de la charge i =0 $\Rightarrow u_{R1} = 0 \Rightarrow u_C = E$	0.50
A-1-d	$u_{R1} = R_1 i = R_1C\frac{du_C}{dt} = R_1C\frac{E}{\tau_1}e^{-\frac{t}{\tau_1}} = Ee^{\frac{-t}{R_1C}}$ <u>Ou bien</u> : $u_G = u_{R1} + u_c \Rightarrow E = u_{R1} + E - Ee^{\frac{-t}{R1C}} \Rightarrow u_{R1} = Ee^{\frac{-t}{R_1C}}$	0.50
A-1-e	$u_{R1} = Ee^{\frac{-t}{R_1C}} \Rightarrow \ln u_{R1} = \ln E - t/\tau_1$	0.25
A-2-a	$\ln(u_R) = \ln E - \frac{t}{R_1C}$: fonction linéaire décroissante <u>ou bien</u> : $\ln(u_R)$ est de la forme $\ln(u_R) = at + b$ avec $a < 0$	0.50
A-2-b	Le coefficient directeur de cette droite est $-\frac{1}{R_1C} = \frac{2,3-1,3}{0-0,01} = -100\ s^{-1} \Rightarrow$ $\frac{1}{R_1C} = 100\ s^{-1}$ et $C = \frac{1}{10^6}F = 1\ \mu F$.	0.50 0.50
B-1	Car au cours de la charge, l'armature B du condensateur porte la charge positive.	0.25
B-2	$u_C = (R_1+R_2)i$ avec $i = -C\frac{du_C}{dt}$, on obtient : $u_C + (R_1+R_2)C\frac{du_C}{dt} = 0$.	0.50-0.25
B-3	En remplaçant u_C par $u_C = E\,e^{-\frac{t}{\tau_2}}$ dans l'équation différentielle on obtient : $E\,e^{-\frac{t}{\tau_2}} + (R_1+R_2)C(-\frac{E}{\tau_2}e^{-\frac{t}{\tau_2}}) = 0 \Rightarrow \tau_2 = (R_1+R_2)C$	0.50
B-4	La tangente à la courbe $u_C = f(t)$ à l'instant $t_0 = 0$ coupe l' axe de temps en un point d' abscisse $\tau_2 = 0,02$ s. $\tau_2 = (R_1+R_2)C \Rightarrow \frac{0.02}{20000} \Rightarrow C = 10^{-6}$ F	0.50 0.50

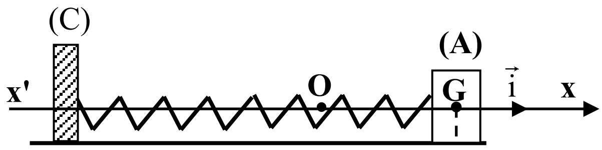
مسابقة في مادة الفيزياء — الاسم:
المدة ساعتان — الرقم:

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

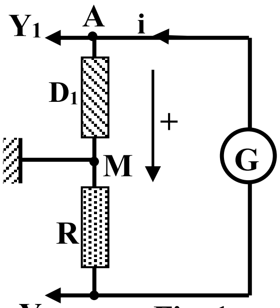
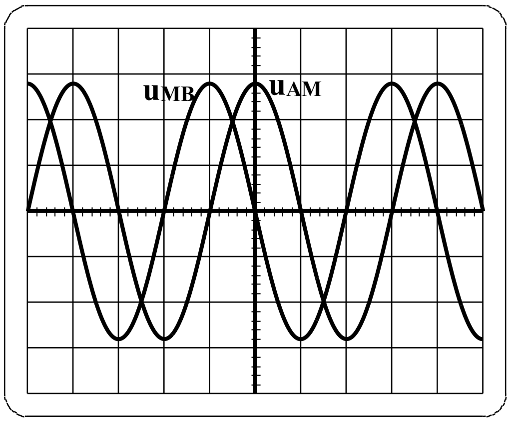


Fig. 1

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).



La sensibilité verticale des deux voies est 5 V/div

Fig. 2

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.

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.

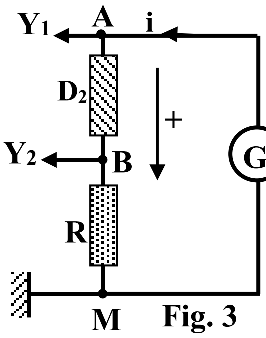


Fig. 3

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 ;

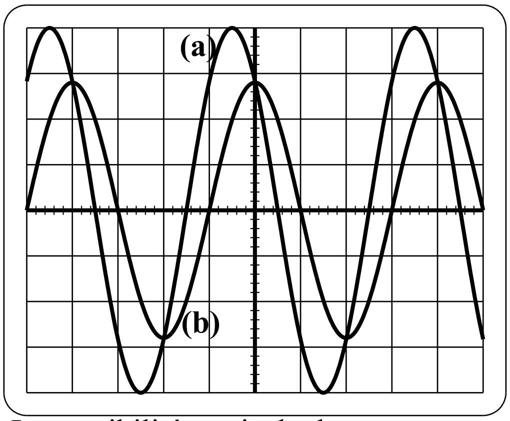
c) le déphasage φ entre l'intensité i et la tension u_G.

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 :

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

Données :

$h = 6{,}62\times10^{-34}$ J·s; $c = 3\times10^{8}$ m/s; 1 eV = $1{,}6\times10^{-19}$ 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 :

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

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

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 ».

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

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 ; $x_0 = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \pm\frac{\pi}{2}$ $x' = v = -\omega_0 X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$; Pour t = 0 ; $V_0 = -\omega_0 X_m \sin(\varphi)$ $\Rightarrow \sin(\varphi) < 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$ rd on remplace φ dans $V_0 = -\omega_0 X_m \sin(\varphi)$ 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×5 = 14 V = RI_m donc $I_m = 0{,}14$ A	**0.75**
A.2.b	$U_{m}(_{AM}) = 2{,}8$ div×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×5 = 14 V = RI_m donc $I_m = 0{,}14$ A	**0.50**
B.2.b	$U_{m(G)} = 4$ div×5 = 20 V	**0.25**
B.2.c	$\lvert\varphi\rvert = \frac{2\pi.0,5\text{div}}{4\text{div}} = \frac{\pi}{4}$ 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**

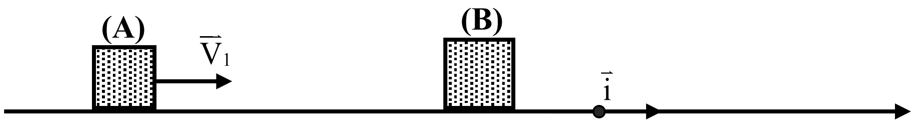
Troisième exercice : L'atome d'hydrogène (6 points)		
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1.a.i	$E_1 = -\dfrac{E_0}{1^2} = -13,6 \text{ eV}$	**0.25**
A.1.a.ii	Pour n = 2, $E_2 = -\dfrac{13,6}{4} = -3,4$ eV	**0.25**
A.1.a.iii	A l'état ionisé ; $E\infty = 0$ eV	**0.25**
A.1.b	L'atome prend des valeurs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

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 : (6 points)

Choc et interaction

Pour étudier la collision entre deux mobiles, on dispose d'une table à coussin d'air horizontale, équipée d'un lanceur et de deux mobiles autoporteurs (A) et (B) de masses respectives $m_A = 0,4$ kg et $m_B = 0,6$ kg.
(A), lancé à la vitesse $\vec{V}_1 = 0,5\ \vec{i}$, entre en collision avec (B) initialement au repos.
(A) rebondit à la vitesse $\vec{V}_2 = -0,1\ \vec{i}$ et (B) part avec la vitesse $\vec{V}_3 = 0,4\ \vec{i}$ (V_1, V_2 et V_3 sont exprimées en m/s). On néglige les frottements.



A- Quantité de mouvement

1) a) Déterminer les quantités de mouvement :
- **i)** $\vec{P}_1$ et $\vec{P}_2$ de (A) respectivement avant et après le choc ;
- **ii)** $\vec{P}_3$ de (B) après le choc.

b) En déduire les quantités de mouvement $\vec{P}$ et $\vec{P'}$ du système [(A), (B)] respectivement avant et après le choc.

c) Comparer $\vec{P}$ et $\vec{P}'$. Conclure.

2) a) Nommer les forces extérieures exercées sur le système [(A), (B)].
b) Donner la valeur de la résultante de ces forces.
c) Ce résultat est-il compatible avec la conclusion faite dans la question (1.C) ? Pourquoi ?

B- Nature du choc

1) Déterminer l'énergie cinétique du système [(A), (B)] avant et après le choc.
2) En déduire la nature du choc.

C- Principe d'interaction

La durée du choc est $\Delta t = 0,04$ s ; on peut alors considérer que $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \simeq \frac{d\vec{P}}{dt}$.

1) Déterminer pendant Δt :
- **a)** la variation du vecteur quantité de mouvement $\Delta\vec{P}_A$ de l'autoporteur (A) et celle $\Delta\vec{P}_B$ de l'autoporteur (B) ;
- **b)** la force $\vec{F}_{A/B}$ exercée par (A) sur (B) et la force $\vec{F}_{B/A}$ exercée par (B) sur (A).

2) Déduire que le principe d'interaction est vérifié.

<u>Deuxième exercice</u> : (7 points)

Caractéristique d'un dipôle

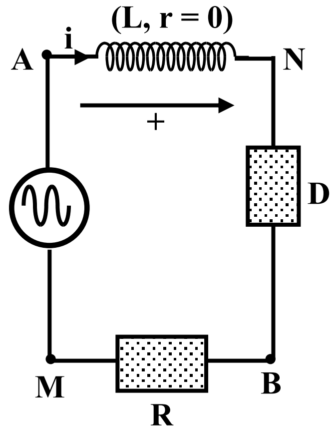


Fig.1

Dans le but de déterminer la caractéristique d'un dipôle (D), on réalise le montage du circuit schématisé par la figure 1. Ce circuit comprend, montés en série : le dipôle (D), un conducteur ohmique de résistance $R = 100\,\Omega$, une bobine (L = 25 mH ; r = 0) et un générateur (GBF) délivrant une tension sinusoïdale $u(t) = u_{AM}$ de fréquence f réglable.

A- Première expérience

On branche un oscilloscope de manière à visualiser l'évolution, en fonction du temps, de la tension u_{AM} aux bornes du générateur sur la voie (Y_1) et de la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique sur la voie (Y_2).
Pour une certaine valeur de f, on observe l'oscillogramme de la figure 2.
Les réglages de l'oscilloscope sont :

- ✓ sensibilité verticale : 2 V /div pour la voie (Y_1) ;
  0,5 V /div pour la voie (Y_2) ;
- ✓ sensibilité horizontale : 1 ms/ div.

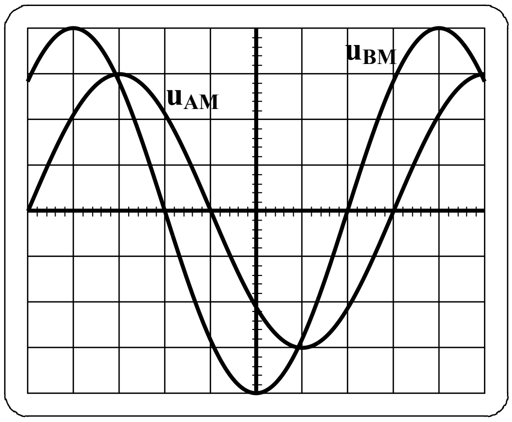


Fig.2

1) Reproduire la figure 1 en y indiquant les branchements de l'oscilloscope.
2) En utilisant la figure 2, déterminer :
  a) la valeur de f et en déduire celle de la pulsation ω de u_{AM} ;
  b) la valeur maximale U_m de la tension u_{AM} ;
  c) la valeur maximale I_m de l'intensité i du courant dans le circuit ;
  d) Le déphasage entre u_{AM} et i. Indiquer laquelle des deux est en avance par rapport à l'autre.
3) (D) est un condensateur de capacité C. Justifier.
4) On donne : $u_{AM} = U_m \sin \omega t$. Écrire l'expression de i en fonction du temps.
5) Montrer que l'expression de la tension aux bornes du condensateur est :

$$u_{NB} = -\frac{0{,}02}{250\pi C}\cos\left(250\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \quad (u_{NB} \text{ en V ; C en F ; t en s})$$

6) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t une valeur particulière, déterminer la valeur de C.

B- Deuxième expérience

On fixe la tension efficace aux bornes du générateur et on fait varier f. On relève pour chaque valeur de f la valeur de l'intensité efficace I.

Pour une valeur particulière $f = f_0 = \frac{1000}{\pi}$ Hz, on constate que I passe par un maximum.

1) Nommer le phénomène qui a lieu dans le circuit pour $f = f_0$.
2) Déterminer de nouveau la valeur de C.

Troisième exercice : (7 points)

Réactions nucléaires

Données : masse d'un proton : m_p = 1,0073 u ; masse d'un neutron : m_n = 1,0087 u ;
masse d'un noyau $^{235}_{92}U$: m_U = 235,0439 u ; masse d'un noyau $^{90}_{36}Kr$: m_{Kr} = 89,9197 u ;
masse d'un noyau $^{142}_{Z}Ba$: m_{Ba} = 141,9164 u ; masse molaire atomique de $^{235}_{92}U$: M = 235 g/mol ;
nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}022\times10^{23}$ mol^{-1} ; 1 u = 931,5 MeV/c^2 = $1{,}66\times10^{-27}$ kg ; 1 MeV = $1{,}6\times10^{-13}$J.

A- Réaction nucléaire provoquée

Suite à la collision avec un neutron thermique, un noyau d'uranium 235 subit la réaction suivante :

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{90}_{36}Kr + ^{142}_{Z}Ba + y\ ^{1}_{0}n$$

1) **a)** Déterminer y et Z.
b) Indiquer le type de cette réaction provoquée.

2) Calculer, en MeV, l'énergie libérée par cette réaction.

3) En fait, 7 % de cette énergie apparaît sous forme d'énergie cinétique de tous les neutrons produits.
a) Déterminer la vitesse de chaque neutron produit sachant qu'ils ont des énergies cinétiques égales.
b) Un neutron thermique, qui peut provoquer la fission nucléaire, doit avoir une vitesse de quelques km/s ; indiquer alors le rôle du "modérateur" dans un réacteur nucléaire.

4) Dans un réacteur nucléaire à uranium 235, l'énergie moyenne libérée par la fission d'un noyau est 170 MeV.
a) Déterminer, en joules, l'énergie moyenne libérée par la fission d'un kilogramme d'$^{235}_{92}U$.
b) la puissance nucléaire d'un tel réacteur est 100 MW. Déterminer la durée Δt nécessaire pour que le réacteur consomme un kilogramme d'uranium $^{235}_{92}U$.

B- Réaction nucléaire spontanée

1) Le noyau de Krypton $^{90}_{36}Kr$ obtenu est radioactif. Il se désintègre en zirconium $^{90}_{40}Zr$ par une série de désintégrations β^-.
a) Déterminer le nombre de ces désintégrations β^-.
b) Préciser, sans calcul, parmi les deux nucléides $^{90}_{36}Kr$ et $^{90}_{40}Zr$, celui qui est le plus stable.

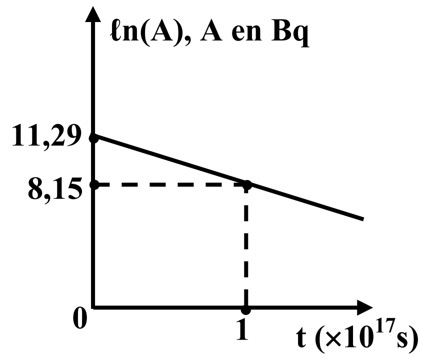
2) L'uranium $^{235}_{92}U$ est un émetteur α.
a) Écrire l'équation de désintégration d'un noyau d'uranium $^{235}_{92}U$ et identifier le noyau produit.
On donne :

Actinium $_{89}Ac$	Thorium $_{90}Th$	Protactinium $_{91}Pa$

b) Le nombre de noyaux d'$^{235}_{92}U$ restant en fonction du temps est donnée par :
$N = N_0e^{-\lambda t}$ avec N_0 le nombre initial de noyau d'$^{235}_{92}U$ et λ sa constante radioactive.
i) Définir l'activité A d'un échantillon radioactif.
ii) Écrire l'expression de A en fonction de λ, N_0 et t.

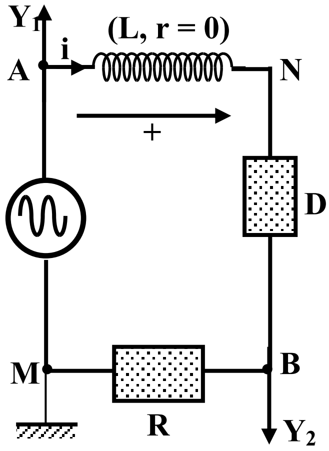
c) Établir l'expression de $\ell n(A)$ en fonction de l'activité initiale A_0, λ et t.

d) La figure ci-contre représente la variation de $\ell n(A)$ d'$^{235}_{92}U$ en fonction du temps.
i) Montrer que l'allure de la courbe de la figure ci-contre est en accord avec l'expression de $\ell n(A)$.
ii) En utilisant la courbe de la figure ci-contre, déterminer, en s^{-1}, la valeur de λ.



iii) Déduire la période radioactive T de l' $^{235}_{92}U$.

Premier exercice : Choc et interaction (6 points)		
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1.a.i	$\vec{P}_1 = m_A \vec{V}_1 = 0{,}4\ (0{,}5\ \vec{i}\,) = 0{,}2\ \vec{i}$ $\vec{P}_2 = m_A \vec{V}_2 = 0{,}4(-\ 0{,}1\ \vec{i}\,) = -\ 0{,}04\,\vec{i}$	¾
A.1.a.ii	$\vec{P}_3 = m_B\ \vec{V}_3 = 0{,}6\ (0{,}4\,\vec{i}\,) = 0{,}24\ \vec{i}$.	¼
A.1.b	$\vec{P} = \vec{P}_1 + 0 = 0{,}2\ \vec{i}$. $\vec{P}\,' = \vec{P}_2 + \vec{P}_3 = -\ 0{,}04\,\vec{i} + 0{,}24\ \vec{i} = 0{,}2\,\vec{i}$.	½
A.1.c	$\vec{P} = \vec{P}\,'$. Conclusion : La quantité de mouvement du système [(A), (B)] se conserve durant le choc.	½
A.2.a	Les forces extérieures sur le système [(A), (B)] sont : le poids $\vec{P}_A$ et l'action normale de l'air $\vec{N}_A$. le poids $\vec{P}_B$ et l'action normale de l'air $\vec{N}_B$.	½
A.2.b	$\vec{P}_A + \vec{N}_A = \vec{0}$; $\vec{P}_B + \vec{N}_B .= \vec{0}$ La somme des forces extérieures qui s'exercent sur le système (A,B) est donc nulle.	½
A.2.c	Oui, car $\sum \vec{F}_{ext} = 0 \Rightarrow \vec{P} = \overrightarrow{cte}$	¼
B.1	$E_{Cavant} = ½\ m_A(V_1)^2 + 0 = 0{,}05$ J. $E_{Caprès} = ½\ m_A(V_2)^2 + ½\ m_B(V_3)^2 = 0{,}05$ J.	**1**
B.2	$E_{Cavant} = E_{Caprès} \Rightarrow$ le choc est élastique.	¼
C.1.a	$\Delta \overrightarrow{P_A} = \overrightarrow{P_2} - \overrightarrow{P_1} = -\ 0{,}24\,\vec{i}$. $\Delta \overrightarrow{P_B} = \overrightarrow{P_3} - \vec{0} = 0{,}24\ \vec{i}$.	½
C.1.b	$\dfrac{\Delta\vec{P}_A}{\Delta t} = \vec{F}_{B/A} = \dfrac{-0.24\vec{i}}{0.04} = -\,6\,\vec{i}$ (N) . $\dfrac{\Delta\vec{P}_B}{\Delta t} = \vec{F}_{A/B} = \dfrac{0.24\vec{i}}{0.04} = 6\,\vec{i}$ (N).	¾
C.2	$\vec{F}_{B/A} = -\ \vec{F}_{A/B}$ $\Rightarrow$ Le principe de l'interaction réciproque est donc vérifié.	¼

Deuxième exercice : Caractéristique d'un dipôle (7 points)		
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	Branchement de l'oscilloscope. 	½
A.2.a	T = 8 ms $\Rightarrow$ f = 125 Hz. $\omega = 2\pi f = 250\pi$ rad/s.	**1**
A.2.b	$U_m = 3\times 2 = 6$ V.	¼
A.2.c	$U_{m(R)} = 0{,}5\times 4 = 2 \text{ V} \Rightarrow I_m = \dfrac{U_m(R)}{R} = 2\times 10^{-2}$ A	¾
A.2.d	$\lvert\varphi\rvert = \dfrac{2\pi}{8} = \dfrac{\pi}{4}$ rad ; i(t) est en avance de phase par rapport à u(t).	¾
A.3	i est en avance de phase par rapport à u_{AM} $\Rightarrow$ (D) est un condensateur	¼
A.4	$i = 2\times 10^{-2} \sin(250\pi t + \dfrac{\pi}{4})$ (i en A et t en s)	½
A.5	$i = C\dfrac{du_{NB}}{dt} \Rightarrow u_{NB} = \dfrac{1}{C}\int i\,dt \;\; \dfrac{1}{C}\int 0.02\sin(\omega t + \dfrac{\pi}{4})dt$ $\Rightarrow u_{NB} = -\dfrac{0.02}{250\pi C}\cos(250\pi t + \dfrac{\pi}{4})$	¾
A.6	$U_m\sin(\omega t) = L\omega I_m \cos(\omega t + \dfrac{\pi}{4}) - \dfrac{0.02}{250\pi C}\cos(250\pi t + \dfrac{\pi}{4}) + 2\sin(\omega t + \dfrac{\pi}{4})$ $t = 0 \Rightarrow 0 = L\omega I_m \dfrac{\sqrt{2}}{2} - \dfrac{0.02}{250\pi C}\times\dfrac{\sqrt{2}}{2} + 2\,\dfrac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow C = 1.06\times 10^{-6}$ F	**1 ¼**
B.1	Résonance d'intensité	¼
B.2	$f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = 1.06\times 10^{-6}$ F	¾

Troisième exercice : Réactions nucléaires (7 points)		
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1.a	***Conservation du nombre de charge : 92 + 0 = 36 + Z + 0 ainsi Z = 56*** Conservation du nombre de masse : 235 + 1 = 90 + 142 + y ainsi y = 4	¾
A.1.b	c'est une réaction de fission nucléaire	¼
A.2	$\Delta m = [m_U + m_n] - [m_{Kr} + m_{Ba} + 4m_n]$ $\Delta m = 235{,}0439 - [89{,}9197 + 141{,}9164 + 3\times1{,}0087] = 0{,}1817$ u $E = \Delta mc^2 = [0{,}1817\times931{,}5\ \text{Mev/c}^2]\ c^2 = 169{,}25355$ MeV	¾
A.3.a	L'énergie cinétique de chaque neutron : $\dfrac{169{,}253\times\frac{7}{100}}{4} = 2{,}961937$ MeV $= 4{,}739\times10^{-13}$ J L'énergie cinétique = $\frac{1}{2}mv^2$ ainsi $v = \sqrt{\dfrac{2Ec}{m}} = \sqrt{\dfrac{2\times4{,}739\times10^{-13}}{1{,}0087\times1{,}66\times10^{-27}}} = 2{,}379\times10^7$ m/s $= 2{,}379\times10^4$ km/s.	½
A.3.b	Un modérateur aide ainsi à réduire la vitesse des neutrons afin de pouvoir provoquer de telles réactions de fission.	¼
A.4.a	235 g contiennent $6{,}02\times10^{23}$ noyaux alors 1000 g contiennent $\frac{1000}{235}\times6{,}02\times10^{23} = 2{,}5617\times10^{24}$ noyaux. $E = 170\times1{,}6\times10^{-13}\times2{,}5617\times10^{24} = 6{,}97\times10^{13}$ J **<u>Ou bien</u>** : $N = \dfrac{m}{M}N_A = \dfrac{10^3}{235}\times6{,}022\times10^{23} = 2{,}56\times10^{24}$ noyaux $E = N\times E_{lib} = 170\times1.6\times10^{-13}\times2.5617\times10^{24} = 6.97\times10^{13}$ J	½
A.4.b	$E = P\times\Delta t$ ainsi $\Delta t = \dfrac{6{,}97\times10^{13}}{10^8} = 6{,}97\times10^5$ s = 8 jours	½
B.1.a	${}^{90}_{36}\text{Kr} \rightarrow {}^{90}_{40}\text{Zr} + a\,{}^{0}_{-1}\beta \Rightarrow a = 4$	¼
B.1.b	Un noyau instable se désintègre en un noyau plus stable ainsi ${}^{90}_{40}\text{Zr}$ est plus stable.	¼
B.2.a	${}^{235}_{92}\text{U} \longrightarrow {}^{4}_{2}\text{He} + {}^{A}_{Z}\text{X}$, en équilibrant l'équation, on obtient A = 231 et Z = 90 ainsi X est du thorium	½
B.2.b.i	L'activité est le nombre de désintégrations par unité de temps	¼
B.2.b.ii	$A = -\dfrac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$ **<u>Ou bien</u>** : $A = \lambda.N = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$	¼
B.2.c	$A = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln A = -\lambda t + \ln A_0$.	½
B.2.d.i	l'allure de la courbe est une ligne droite décroissante qui ne passe pas par l'origine, son équation est alors de la forme : $\ln A = at + b$ avec $a < 0$ et $b \neq 0$, ce qui est en accord avec la relation trouvée	½
B.2.d.ii	λ = - pente de la courbe = $\dfrac{11{,}29 - 8{,}15}{1\times10^{17}} = 3{,}14\times10^{-17}\ \text{s}^{-1}$,	½
B.2.d.iii	$T = \dfrac{\ln 2}{\lambda} = \dfrac{0{,}693}{3{,}14\times10^{-17}} = 22{,}0747\times10^{15}$ s $= 7\times10^8$ ans	½

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)

Le flash d'un appareil photographique

Le flash électronique d'un appareil photographique est formé essentiellement d'un condensateur de capacité C, d'une lampe à éclat (lampe flash) et d'un circuit électronique qui transforme la tension constante $E = 3$ V fournie par deux piles en une tension constante $U_0 = 300$ V. Le but de cet exercice est de montrer l'influence du circuit électronique sur l'éclat de la lampe flash.

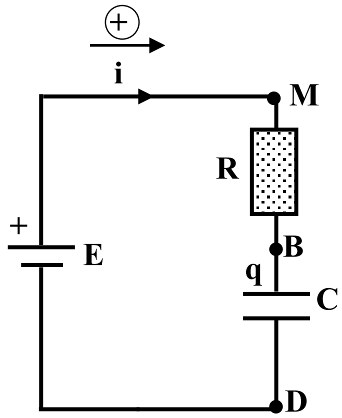


Fig. 1

A- Détermination de la valeur de la capacité C du condensateur

Pour déterminer la valeur de la capacité C du condensateur, on réalise le circuit de la figure 1 où le conducteur ohmique a une grande résistance R et le générateur de tension continue fournit à ses bornes une tension constante $E = 3$ V. Un système approprié permet de tracer la courbe représentant les variations de l'intensité i du courant en fonction du temps.
Le condensateur étant non chargé, on ferme le circuit à la date $t_0 = 0$. On obtient le graphique de la figure 2.

1) a) Déterminer l'expression de l'intensité i du courant électrique en fonction de C et de la tension $u_C = u_{BD}$ aux bornes du condensateur.

b) En appliquant la loi d'additivité des tensions, déterminer l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C.

2) La solution de cette équation différentielle est donnée par : $u_C = E\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ où $\tau = RC$.

a) Déterminer, en fonction du temps, l'expression de l'intensité i du courant électrique.

b) Déduire à l'instant $t_0 = 0$, en fonction de E et R, l'expression de l'intensité I_0 du courant.

c) En utilisant la figure 2 :

i) calculer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique ;

ii) déterminer la valeur de la constante de temps τ du circuit.

d) Déduire que $C \approx 641$ µF.

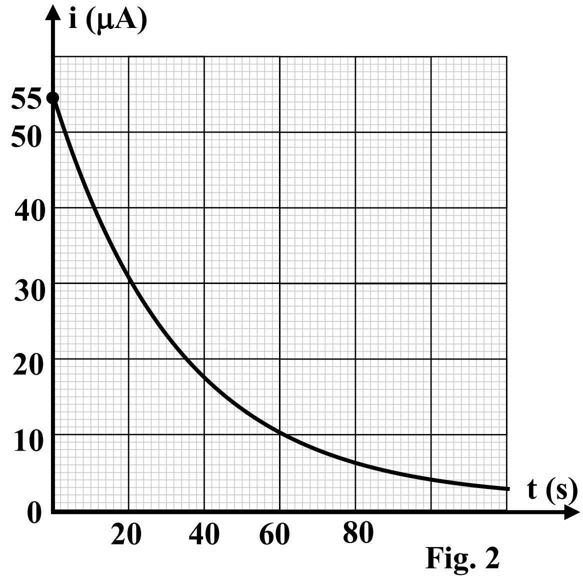


Fig. 2

B - Etude énergétique

1) Montrer que la valeur de l'énergie électrique, emmagasinée dans le condensateur lorsqu'il est complètement chargé sous la tension E, est $W \approx 2{,}9\times 10^{-3}$ J.

2) Le condensateur, complètement chargé, est déconnecté du circuit. Il se décharge ensuite dans un conducteur ohmique de même résistance R. Calculer :

a) la durée au bout de laquelle le condensateur peut être supposé complètement déchargé ;
b) la puissance moyenne mise en jeu au cours de la décharge.

C- Le flash de l'appareil photographique

La décharge du condensateur dans une lampe à éclats provoque un éclair d'une durée d'environ une milliseconde.

1) Déterminer la valeur de la puissance électrique moyenne P_e consommée par cet éclair si le condensateur est chargé sous la tension :
a) $E = 3$ V.
b) $U_0 = 300$ V.

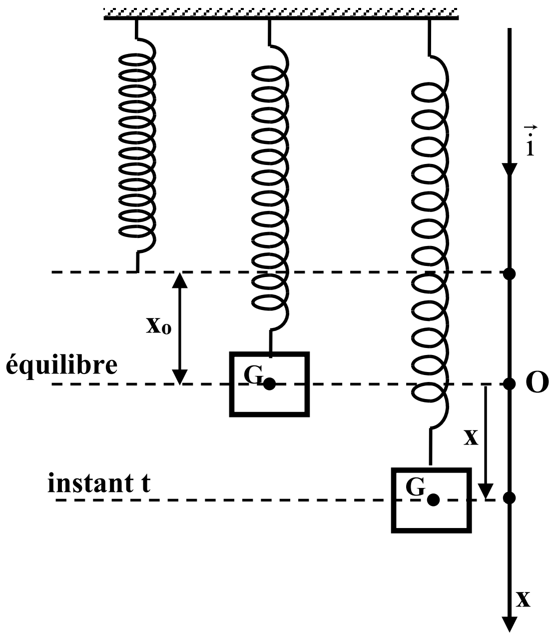
2) Expliquer pourquoi faut-il élever la tension avant de l'appliquer aux bornes du condensateur.

Deuxième exercice (7 points)

Mesure de l'accélération de la pesanteur

Dans le but de mesurer l'accélération de la pesanteur on considère un solide (S) de masse m accroché à l'extrémité inférieure d'un ressort de constante de raideur k, de masse négligeable et dont l'extrémité supérieure est fixée à un support. A l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) est confondu avec O et l'allongement du ressort a une valeur $\Delta L_0 = x_0$ (figure ci-contre). On désigne par g l'accélération de la pesanteur à l'endroit où l'expérience est réalisée.

A partir de la position d'équilibre, on étire le ressort en déplaçant (S) verticalement vers le bas puis on le lâchant sans vitesse initiale à la date $t_o = 0$. G oscille alors autour de sa position d'équilibre O. A la date t, G a pour abscisse $x = \overline{OG}$, et sa vitesse est $v = \frac{dx}{dt}$. Le plan horizontal passant par O est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.



A- Etude statique

1) Nommer les forces extérieures agissant sur (S) à l'équilibre.

2) Déterminer une relation entre m, g, k et x_o.

B- Etude énergétique

1) Écrire, à la date t, l'expression de l'énergie :
a) cinétique de (S) en fonction de m et v ;
b) potentielle élastique du ressort en fonction de k, x et x_o ;
c) potentielle de pesanteur du système [(S), Terre] en fonction de m, g et x.

2) Montrer que l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), ressort, Terre] est donnée par :
$E_m = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} k (x + x_o)^2 - mgx$

3) **a)** En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique, montrer que l'équation différentielle du second ordre en x du mouvement de G s'écrit sous la forme : $x'' + \frac{k}{m} x = 0$.
b) En déduire l'expression de la période propre T_0 de l'oscillateur en fonction de m et k.
c) Montrer que l'expression de T_0 peut être donnée par : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{x_0}{g}}$.

C- Etude expérimentale
Pour des solides de masses différentes accrochés respectivement au même ressort, on mesure à l'aide d'un chronomètre les valeurs de T_o. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

m (g)	20	40	60	80	100
x_o (cm)	4	8	12	16	20
T_o (s)	0,40	0,567	0,693	0,80	0,894
T_o^2 (s^2)	0,16		0,48	0,64	

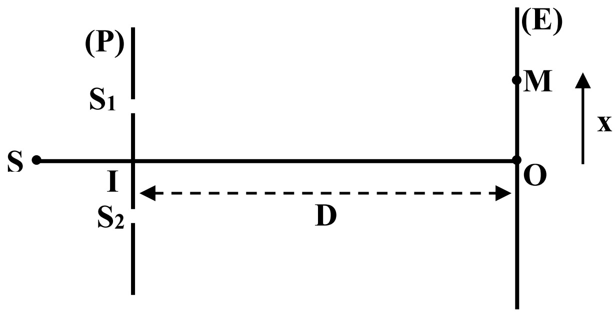
1) Compléter le tableau.
2) Tracer la courbe donnant x_o en fonction de T_o^2.
Echelle :
- 1 cm correspond à 0,16 s^2 sur l'axe des abscisses.
- 1 cm correspond à 4 cm sur l'axe des ordonnées.

3) Déterminer la valeur de la pente de cette courbe, et en utilisant l'expression $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}}$, déduire la valeur de l'accélération g de la pesanteur .

Troisième exercice (6 points)

Interférences lumineuses

On considère le dispositif des fentes de Young représenté par la figure ci-contre. S_1 et S_2 sont distantes de a = 1 mm. Les plans (P) et (E) sont distants de D = 2 m. I est le milieu de $[S_1S_2]$ et O la projection orthogonale de I sur (E). Sur la perpendiculaire à (IO) au point O et parallèlement à $[S_1S_2]$, un point M est repéré par son abscisse $\overline{OM} = x$.



La différence de marche optique en M, situé dans la région d'interférence sur l'écran d'observation, vaut $\delta = SS_2M - SS_1M = \frac{ax}{D}$.

A- La source S émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ dans l'air.
1) Le phénomène d'interférence lumineuse met en évidence un aspect de la lumière. Nommer cet aspect.
2) Indiquer les conditions d'obtention du phénomène d'interférence.
3) Décrire l'aspect des franges observées sur (E).
4) Déterminer l'expression donnant les abscisses des centres des franges brillantes et celles des centres des franges obscures.
5) Déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de λ, D et a.

B- La source S émet de la lumière blanche dont les longueurs d'onde des radiations visibles dans le vide ou dans l'air sont telles que : 400 nm (violet) $\leq \lambda \leq$ 800 nm (rouge).
1) La frange centrale obtenue est blanche. Justifier.
2) Comparer les positions des centres des premières franges brillantes de couleur rouge et violette d'un même côté de O.
3) L'abscisse du point M est x = 4 mm.
a) Montrer que les radiations qui arrivent en phase au point M ont pour longueur d'onde λ (en nm) $= \frac{2000}{k}$ où k est un entier positif non nul.
b) Déterminer les longueurs d'onde de ces radiations.

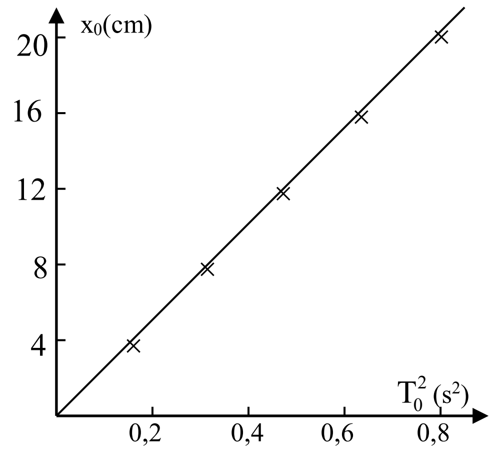
C- La source S émet deux radiations de longueurs d'onde λ_1 = 450 nm et λ_2 = 750 nm.
Déterminer l'abscisse x du point le plus proche de O où deux franges obscures coïncident.

الدورة الإستثنائية للعام **2015**	**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 (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a	L'expression de i : $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$	**0,5**
A.1.b	$u_{AD} = u_{AB} + u_{BD} \Rightarrow E = Ri + u_C \Rightarrow E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$	**0,5**
A.2.a	$i = C\frac{du_C}{dt} = C\frac{E}{RC}\,e^{-\frac{t}{\tau}}, \Rightarrow\ i = \frac{E}{R}\,e^{-\frac{t}{\tau}}.$	**0,5**
A.2.b	À l'instant $t_0 = 0$, $I_0 = \frac{E}{R}$	**0,25**
A.2.c.i	À l'instant $t_0 = 0$, $I_0 = 54\ \mu A \Rightarrow R = 54545,45\ \Omega$.	**0,5**
A.2.c.ii	Pour $i = 0,37\ I_0 = 20,35 \approx 20\ \mu A$, $t = \tau = 35$ s.	**0,75**
A.2.d	$RC = \tau =$ 35 s, $C = 641\mu F$	**0,5**
B.1	Énergie électrique $W = ½\ CE^2 = ½ \times 641\times 10^{-6}\times 9 = 2,9\times 10^{-3}$J	**0,5**
B.2.a	La durée : $\Delta t = 5\tau = 175$ s.	**0,5**
B.2.b	La puissance moyenne de décharge = $W/\Delta t = 1,65\times 10^{-5}$ W	**0,75**
C.1.a	$W_1 = ½\ CE^2 = 2,9\times 10^{-3}J \Rightarrow P_1 = \frac{W_1}{t} = 2,9$ W.	**0,5**
C.1.b	$W_2 = ½\ C\,U_0^2 = 28,845J \Rightarrow P_2 = \frac{W_2}{t} = 28845$ W	**0,75**
C.2	Pour augmenter la puissance consommée par la lampe à éclat durant la décharge et par suite son éclat	**0,5**

Deuxième exercice (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	Le poids $m\vec{g}$ et la tension du ressort $\vec{F}$.	0,5
A.2	A l'équilibre $\vec{F} + m\vec{g} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} = -m\vec{g} \Rightarrow F = mg = k\,x_0$.	0,75
B.1.a	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$.	0,25
B.1.b	$E_{pe} = \frac{1}{2}k\,(x + x_0)^2$	0,25
B.1.c	$E_{pp} = -\,mgx$	0,25
B.2	$E_m = E_c + E_{pe} + E_{pp} \Rightarrow E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k\,(x + x_o)^2 - mgx$.	0,25
B.3.a	E_m conservée $\Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}m2vx'' + \frac{1}{2}k\,2\,(x + x_o)\,v - mgv = 0$ $v \neq 0$ et $k\,x_o = mg$ alors : $x'' + \frac{k}{m}x = 0$	1
B3.b	Equation différentielle de la forme $x'' + \omega_o^2\,x = 0$ alors : $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{m}}$ et $T_o = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	1
B.3.c	$mg = k\,x_o \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x_0}{g} \Rightarrow T_o = 2\pi\sqrt{\frac{x_0}{g}}$	0,5
C.1	Les valeurs qui manquent sont : 0.32 ; 0.80.	0,5
C.2	1. Figure 	0,5
C.3	C'est une droite passant par l'origine. La pente est : $a = \frac{x_0}{T_0^2} = 0.25\ m/s^2$. D'autre part $T_0^2 = 4\pi^2\frac{x_0}{g}$; $\Rightarrow g = 4\pi^2\frac{x_0}{T_0^2} = 4 \times (3.14)^2 \times 0.25$ $\Rightarrow g = 9{,}86\ m/s^2$.	1,25

Troisième exercice (6 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	L'aspect ondulatoire	0,5
A.2	Les deux sources S_1 et S_2 sont synchrones et cohérentes.	0,5
A.3	On observe sur l'écran les franges d'interférence : - franges brillantes et sombres alternativement - rectiligne et équidistantes - parallèles aux deux fentes	0,5
A.4	franges brillantes : $\delta = k\lambda = \frac{ax}{D} \Rightarrow x = \frac{k\lambda D}{a}$. franges obscures : $\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = \frac{ax}{D} \Rightarrow x = \frac{(2k+1)\lambda D}{2a}$	1
A.5	$i = x_{k+1} - x_k = (k+1)\frac{\lambda D}{a} - \frac{k\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$	0,5
B.1	Chaque radiation de la lumière blanche donne en O une frange brillante ; la superposition de toutes les radiations en O donnent la couleur blanche.	0,5
B.2	$x_v = k\frac{\lambda_v D}{a}$ et $x_R = k\frac{\lambda_R D}{a}$ $\Rightarrow \lambda_R > \lambda_v \Rightarrow x_R > x_v$	0,5
B.3.a	$x = \frac{k\lambda D}{a} \Rightarrow 4\times10^6 \text{(en nm)} = \frac{k\lambda\times2\times10^9}{1\times10^6} \Rightarrow \lambda \text{ (en nm)} = \frac{2000}{k}$	0.5
B.3.b	$400 \le \lambda = \frac{2000}{k} \le 800$ $2{,}5 \le k \le 5 \Rightarrow k = 3,\ 4$ et 5 $\lambda_1 = \frac{2000}{3} = 667$ nm ; $\lambda_2 = \frac{2000}{4} = 500$ nm et $\lambda_2 = \frac{2000}{5} = 400$ nm	0,75
C	L'abscisse des points de l'écran où les radiations, arrivent en opposition de phase est: $x = \frac{(2k+1)\lambda D}{2a} \Rightarrow \frac{(2k_1+1)\lambda_1 D}{2a} = \frac{(2k_2+1)\lambda_2 D}{2a}$ $\frac{(2k_1+1)\lambda_1 D}{2a} = \frac{(2k_2+1)\lambda_2 D}{2a} \Rightarrow \frac{(2k_1+1)}{(2k_1+1)} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{5}{3}$; $\lambda_1 < \lambda_2 \Rightarrow k_1 > k_2$; $900k_1 + 450 = 1500\,k_2 + 750 \Rightarrow 3k_1 - 5k_2 = 1$. Cette équation est vérifiée pour $k_1 = 2$ et $k_2 = 1$ (premier solution) $x \text{ (en mm)} = \frac{(4+1)450\times10^{-6}\times2\times10^3}{2\times1} = 2{,}25$ mm.	0,75

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

Premier exercice (7 points)

Oscillateur harmonique

Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement d'un oscillateur mécanique.

A- Étude théorique

On dispose d'un petit chariot (C) de masse m = 200 g, fixé à l'une des extrémités d'un ressort horizontal (R), à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur K = 20 N/m ; l'autre extrémité du ressort est accrochée à un support fixe (A) (figure 1).

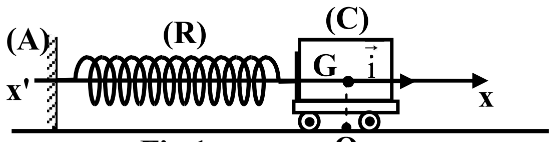


Fig.1

(C) se déplace sans frottement sur un rail horizontal et son centre d'inertie G peut alors se déplacer suivant un axe horizontal x'Ox.

À l'instant $t_0 = 0$, G se trouve à sa position d'équilibre O. À cet instant, on communique à (C) une vitesse initiale $\vec{V}_0 = -V_0\,\vec{i}$ $(V_0 > 0)$. (C) oscille alors sans frottement avec une pulsation propre ω_0.

À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la mesure algébrique de sa vitesse est $v = \dfrac{dx}{dt}$.

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

1) Écrire, à un instant t, l'expression de l'énergie mécanique du système [(C), (R), Terre] en fonction de m, k, x et v.

2) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.

3) La solution de cette équation différentielle a pour expression $x = -X_m\sin(\omega_0 t)$ où X_m est une constante positive.

  a) Déterminer l'expression de ω_0 en fonction de k et m.

  b) Déduire la valeur de sa période propre T_0.

4) Déterminer l'expression de l'amplitude X_m en fonction de V_0, k et m.

B- Étude énergétique

Un système approprié enregistre les courbes donnant les variations, en fonction du temps, de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle élastique et de l'énergie mécanique du système [(C), (R), Terre] (figure 2).

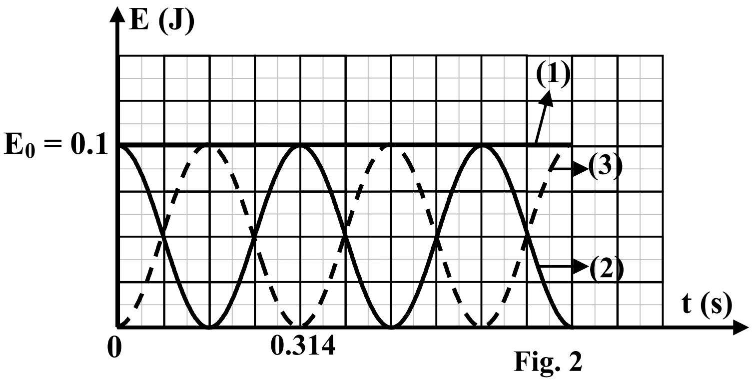


Fig. 2

1) Indiquer, en le justifiant, le type d'énergie que représente chaque courbe.

2) Les énergies représentées par les courbes (2) et (3) sont périodiques de période T.

  a) Indiquer, à partir de la figure 2, la valeur de T.

  b) Déduire la relation entre T et T_0.

3) Écrire l'expression de E_0 en fonction de m et V_0.

4) Déduire la valeur de V_0.

Deuxième exercice (7 points)
Détermination de la caractéristique d'un dipôle électrique

Un dipôle électrique (D), de nature inconnue, peut être un conducteur ohmique de résistance R, une bobine pure d'inductance L ou un condensateur de capacité C. Pour déterminer sa nature et sa caractéristique on dispose du matériel suivant :

- un générateur idéal G de force électromotrice constante (f.é.m) E ;
- deux conducteurs ohmiques de résistance $R_1 = 100\ \Omega$ et $R_2 = 150\ \Omega$;
- Un commutateur K.

On réalise le montage du circuit schématisé par la figure 1.

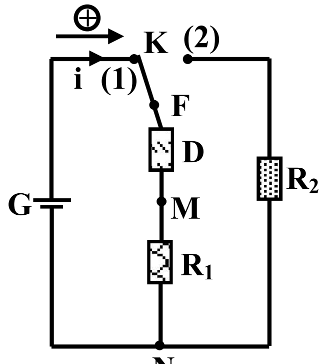


Fig.1

A- Première expérience

À l'instant $t_0 = 0$, le commutateur K est placé à la position (1). La figure 2 montre les variations de la tension u_{FM} aux bornes de D en fonction du temps et de la tangente à cette courbe à $t_0 = 0$.

1) Le dipôle (D) est un condensateur. Justifier.
2) Indiquer la valeur de la f.é.m. E du générateur.
3) Calculer, à l'instant $t_0 = 0$, l'intensité du courant circulant dans le circuit.
4) Établir l'équation différentielle qui décrit la variation de la tension $u_{FM} = u_C$.
5) la solution de l'équation différentielle a la forme :

$$u_C = u_{FM} = A + B\ e^{-\frac{t}{\tau}}.$$

Déterminer les expressions des constantes A, B et τ en fonction de E, R_1 et C.

6) Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ.
7) Déduire la valeur de C.

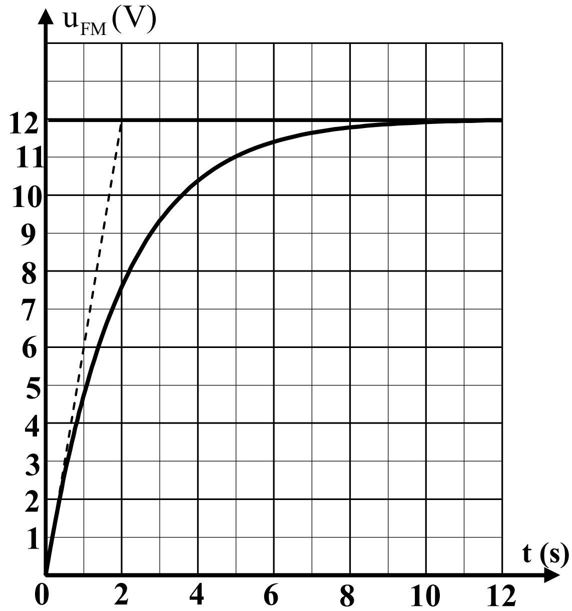


Fig. 2

B- Deuxième expérience.

Au cours de la charge du condensateur et à un instant t_1, on bascule le commutateur K à la position (2) (Figure 3).

1) Nommer le phénomène physique qui aura lieu dans le circuit.
2) Le conducteur ohmique de résistance R_2 supporte au maximum une puissance $P_{max} = 0{,}24$ W.
   a) Calculer la valeur maximale de l'intensité du courant qui peut traverser R_2 sans l'endommager (La puissance thermique est donnée par la relation $p = Ri^2$).
   b) En appliquant la loi d'additivité des tensions, montrer que la tension maximale aux bornes du condensateur doit être $u_{FM} = 10$ V pour que R_2 ne soit pas endommagé.
   c) À l'instant t_1, l'intensité du courant est maximale. Déterminer graphiquement la durée maximale $\Delta t = t_1$ de la charge du condensateur pour que le conducteur ohmique R_2 ne soit pas endommagé.

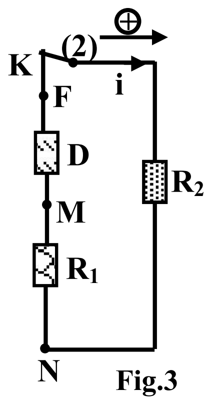


Fig.3

Troisième exercice (6 points)

La radioactivité du Cobalt 60

L'isotope cobalt ${}^{60}_{27}Co$ est radioactif, de constante radioactive $\lambda = 4,146 \times 10^{-9}$ s^{-1}. On considère un échantillon de cet isotope ayant une masse $m_0 = 1$ g à l'instant $t_0 = 0$.

Données :

Symbole	${}^{60}_{27}Co$	${}^{60}_{28}Ni$	${}^{A}_{Z}X$
Masse (en u)	59,9190	59,9154	0,00055

- 1 u = 931,5 MeV/c² ;
- nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ mol^{-1} ;
- masse molaire du cobalt : M = 60 $g.mol^{-1}$;
- 1 an = 365 jours.

1) Calculer, en années, la période radioactive du Cobalt 60.

2) a) Déterminer, à t = 0, le nombre de noyaux N_0 présents dans 1 g de Cobalt 60.

b) Définir l'activité A d'un échantillon radioactif.

c) Déterminer l'activité de l'échantillon de Cobalt 60 à la date t = 15,9 ans.

3) La désintégration du ${}^{60}_{27}Co$ donne naissance à l'isotope nickel ${}^{60}_{28}Ni$ suivant la réaction :

$${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{A}_{Z}X + ...$$

a) Calculer, en précisant les lois utilisées, les valeurs de Z et A.

b) Nommer les particules émises.

c) Calculer, en MeV, l'énergie libérée par cette désintégration.

d) Déterminer l'énergie libérée par la désintégration de 1 g de Cobalt 60.

4) Sachant que l'énergie libérée par la fission de 1 g d'Uranium ${}^{235}_{92}U$ est de $5,127 \times 10^{23}$ MeV, calculer la masse d'Uranium ${}^{235}_{92}U$ dont la fission produit la même énergie libérée par la désintégration de 1g de Cobalt 60.

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

Premier exercice : Oscillateur harmonique		7
A.1	Énergie mécanique : $E_m = E_{pe} + E_C \Rightarrow E_m = \frac{1}{2}k \cdot x^2 + \frac{1}{2}m \cdot v^2$	½
A.2	Sans frottement ⇒ Conservation de l'énergie mécanique ⇒ E_m = constante. Dérivons les deux membres par rapport au temps: $\frac{dE_m}{dt} = kx\dot{x} + mV\dot{V} = 0$; $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$.	¾
A.3.a	$x = - X_m \sin(\omega_0 t)$; $\dot{x} = - X_m\, \omega_0 \cos(\omega_0 t)$ et $\ddot{x} = X_m\, \omega_0^2 \sin(\omega_0 t)$ Remplaçons dans l'équation différentielle : $X_m\, \omega_0^2 \sin(\omega_0 t) - \frac{k}{m} X_m \sin(\omega_0 t) = 0 \Rightarrow Xm \sin(\omega_0 t)\, (\omega_0^2 - \frac{k}{m}) = 0 \Leftrightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$.	1
A.3.b	$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = 0,2\pi = 0,628s$	¾
A.4	$\dot{x} = - X_m\, \omega_0 \cos(\omega_0 t)$; à $t_0 = 0$: $x = 0$ et $v = - X_m\, \omega_0 = - V_0 < 0$ $\Rightarrow X_m = \frac{V_0}{\omega_0} = V_0\sqrt{\frac{m}{k}}$. **<u>Ou bien</u>** : conservation de l'énergie mécanique : $\frac{1}{2}KX_m^2 = \frac{1}{2}mV_0^2 \Rightarrow X_m = V_0\sqrt{\frac{m}{K}}$	¾
B.1	**La courbe (1)**: énergie mécanique, car $E_m = E_0$ = constante; **La courbe (2)** : Energie cinétique car à t = 0 : $v = - V_0$ et $E_C = \frac{1}{2}m V_0^2 \Rightarrow E = E_0 = E_{c\,max}$ **la courbe (3)**: énergie potentielle élastique car à t = 0, x = 0 ⇒ Epe = 0	1 ½
B.2.a	T = 0.314s	¼
B.2.b	$T_0 = 2T$	½
B.3	$E_0 = Ec_0 + Epe_0 = \frac{1}{2}mV_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mV_0^2$	½
B.4	$V_0^2 = \frac{2E_0}{m} \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2E_0}{m}} = 1m/s$	½

Deuxième exercice : Détermination de la caractéristique d'un dipôle électrique		7
A.1	D est un condensateur puisque sa tension augmente exponentiellement de zéro à une valeur limite constante.	½
A.2	À la fin de la charge, la tension aux bornes de C est E ainsi : E = 12 V	½
A.3	À t = 0 s, l'intensité du courant est maximale $i = I_0$ alors : $E = u_c + R_1 i$ or $u_C = 0$ $\Rightarrow i = I_0 = \frac{E}{R_1} = \frac{12}{100} = 0,12$ A.	1

A.4	$u_{FN} = u_{FM} + u_{MN}$: $E = u_{FM} + R_1 . i$ mais $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$ alors : $E = u_c + R_1C\frac{du_c}{dt} \Rightarrow \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{R_1C}u_c = \frac{E}{R_1C}$	1
A.5	$u_c = A + B\ e^{-\frac{t}{\tau}}$. à $t = 0 \Rightarrow 0 = A + B \Rightarrow A = -B$ $\frac{du_c}{dt} = -\frac{B}{\tau}e^{-t/\tau} \Rightarrow -\frac{B}{\tau}e^{-t/\tau} + \frac{A}{R_1C} + \frac{B}{R_1C}e^{-t/\tau} = \frac{E}{R_1C}$ Par identification $A = E$ et $\tau = R_1C$; $B = -A = -E$	1 ½
A.6	En utilisant le graphique, à $t = \tau$, $u_c = 0.63\ E = 7{,}56V \Rightarrow \tau = 2$ s **<u>Ou bien</u>** la tangente à la courbe à t = 0 coupe l'asymptote u = E = 12 V en un point dont l'abscisse est $\tau = 2$ s	½
A.7	mais $\tau = R_1C \Rightarrow C = \frac{\tau}{R_1} = 0{,}02F$ = 20 mF.	½
B.1	Décharge du condensateur (décharge électrique)	¼
B.2.a	Le conducteur ohmique R_2 a une puissance maximale $P_{max} = 0{,}24\ W = R_2[I_{max}]^2 \Rightarrow I_{max} = 0{,}04$ A	½
B.2.b	$u_{FM} = u_{FN} + u_{NM} \Rightarrow u_{FM} = R_2i + R_1i = (R_2 + R_1)\ i \Rightarrow (u_{FM})_{max} = (R_2 + R_1)\ I_{max} = 10$ V	½
B.2.c	D'après le graphe $u_c = 10V$ correspond à $t_1 = 3{,}5$ s.	¼

Troisième exercice : La radioactivité du Cobalt 60		**6**
1	$\lambda = 0{,}693/T \Rightarrow T = \frac{0.693}{4{,}146\times10^{-9}\times365\times24\times3600} = 5{,}3$ années	¾
2.a	$N_0 = m_0/M\times6{,}02\times10^{23} = 1{,}00333\times10^{22}$ noyaux $\approx 1\times10^{22}$ noyaux	¾
2.b	L'activité radioactive est le nombre de désintégrations par unité de temps.	½
2.c	$A = \lambda N$ avec $N = N_0/2^n$ et $n = t/T = 3 \Rightarrow N = N_0/8 = 1{,}25\times10^{21}$ noyaux $A = \lambda N = 5{,}2\times10^{12}$ Bq	**1**
3.a	${}^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{A}_{Z}X + \gamma + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$ La loi de conservation du nombre de charge donne : 27 = 28 + Z, d'où Z = -1. La loi de conservation du nombre de masse donne : 60 = 60 + A, d'où A = 0.	¾
3.b	Les particules émises sont : électron et antineutrino	½
3.c	$\Delta m = (59{,}9190) - (59{,}9154 + 0.00055) = 3{,}05\times10^{-3}$ u Énergie libérée $E_\ell = \Delta mc^2 = 3{,}05\times10^{-3}\times931{,}5 = 2{,}84$ MeV	¾
3.d	Énergie libérée par 1 g de Co: $E' = N_0E_\ell = 2{,}84\times10^{22}$ MeV	½
4	$m_U = \frac{2{,}84\times10^{22}}{5{,}127\times10^{23}} = 0{,}055g$	½

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

Premier exercice (7 points) Caractéristiques d'une bobine

Dans le but de déterminer les caractéristiques d'une bobine on réalise le montage du circuit schématisé par la figure 1. Ce circuit comprend, montés en série : un conducteur ohmique de résistance R = 40 Ω, une bobine d'inductance L et de résistance interne r, un condensateur de capacité C = 5 µF et un générateur (GBF), de fréquence f réglable, délivrant une tension alternative sinusoïdale :

$u(t) = u_{NM} = U_m \cos \omega t$ (u_{NM} en V ; t en s)

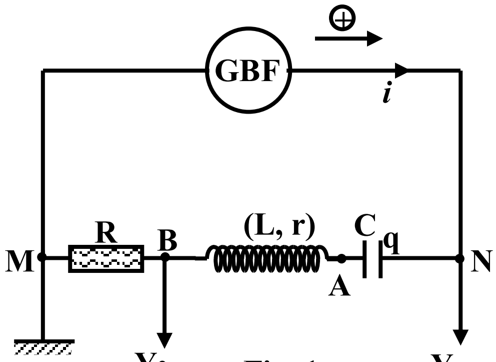


Fig. 1

On branche un oscilloscope qui permet de visualiser l'évolution, en fonction du temps, de la tension u_{NM} aux bornes du générateur sur la voie (Y_1) et de la tension u_{BM} aux bornes du conducteur ohmique sur la voie (Y_2).

Pour une certaine valeur de f, on observe les oscillogrammes de la figure 2. Les réglages de l'oscilloscope sont :

- Sensibilité horizontale : 1ms/div.
- Sensibilité verticale sur les deux voies : 1V/div.

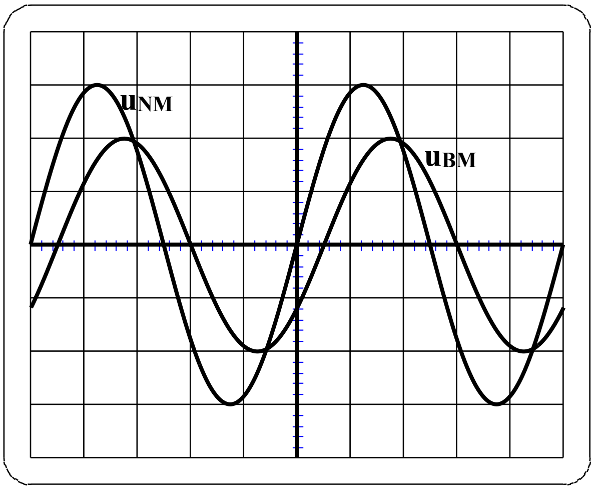


Fig. 2

1) En utilisant les oscillogrammes de la figure 2, déterminer :

a) la période et la pulsation ω de la tension u_{NM} ;

b) la valeur maximale Um de la tension aux bornes du générateur ;

c) la valeur maximale U_{Rm} de la tension aux bornes du conducteur ohmique et en déduire la valeur maximale I_m du courant i dans le circuit ;

d) le déphasage φ entre la tension u_{NM} et la tension u_{BM}.

2) Écrire l'expression du courant i en fonction du temps.

3) **a)** Montrer que la puissance moyenne consommée par le circuit est $P_{moyenne} = 0,06$ W.

b) Déduire que r = 8 Ω.

4) **a)** Montrer que la tension aux bornes du condensateur s'exprime par :

$$u_{NA} = \frac{25}{\pi}\sin(\omega t - 0,2\pi) \quad (u_{NA} \text{ en V ; t en s})$$

b) Déterminer l'expression de la tension u_{AB} aux bornes de la bobine en fonction de L et t.

c) En appliquant la loi d'additivité des tensions, et en donnant à t une valeur particulière, déterminer la valeur de L.

<u>Deuxième exercice</u> (7 points) **Nature d'une collision**

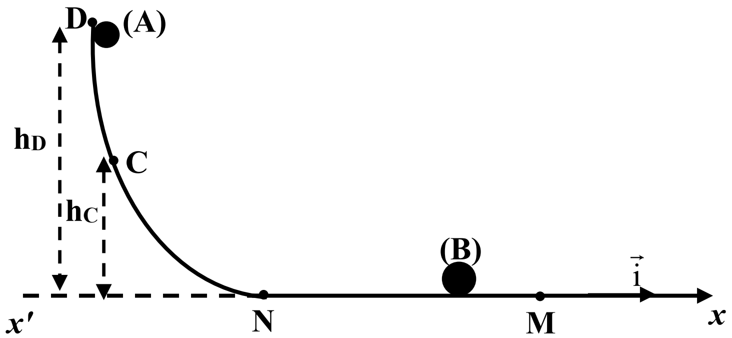


Fig. 1

Le but de cet exercice est de déterminer la nature d'une collision entre deux objets. Dans ce but on dispose d'un objet (A), supposé ponctuel, de masse $m_A = 2$ kg qui peut glisser sans frottement sur une glissière située dans un plan vertical et formée de deux parties : une partie circulaire DN et une partie rectiligne horizontale NM.

(A) est lâché, sans vitesse initiale, du point D situé à une hauteur $h_D = 0,45$ m de la partie horizontale NM (Figure 1).

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par NM. Prendre $g = 10$ m/s^2.

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

2) Déduire la valeur V_{1A} de la vitesse de (A) lorsqu'il atteint le point N.

3) (A) atteint N et continue son mouvement le long de NM avec la même vitesse $\vec{V}_{1A} = V_{1A}\vec{i}$. Un autre objet (B), supposé ponctuel, de masse $m_B = 4$ Kg se déplace sur la partie horizontale de M vers N avec la vitesse $\vec{V}_{1B} = -1\,\vec{i}$ (V_{1B} en m/s).

a) Déterminer la quantité de mouvement $\vec{P}_s$ du système [(A), (B)] avant la collision.

b) Déduire la vitesse $\vec{V}_G$ du centre d'inertie G du système [(A), (B)].

4) Après la collision, (A) rebondit et atteint une hauteur maximale $h_C = 0,27$ m.

a) Déterminer l'énergie mécanique du système [(A), Terre] au point C.

b) Déduire la valeur V_{2A} de la vitesse $\vec{V}_{2A}$ de (A) juste après la collision.

5) Déterminer, en appliquant le principe de conservation de la quantité de mouvement du système [(A), (B)], la vitesse $\vec{V}_{2B}$ de (B) juste après la collision.

6) Préciser la nature de la collision.

<u>Troisième exercice</u> (6 points)

Détermination du volume sanguin d'un individu par radioactivité

Dans le but de déterminer le volume du sang d'un individu, on utilise le radionucléide sodium $^{24}_{11}Na$.
Données :

- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8$ m/s ;
- Constante de Planck : $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J.s ;
- Nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}02\times10^{23}$ mol^{-1} ;
- Masse molaire du sodium 24 : M = 24 g ;
- 1 MeV = $1{,}6\times0^{-13}$ J ;
- Extrait du tableau périodique :

Elément	Fluor	Néon	Sodium	Magnésium	Aluminium
Nucléide	$^{19}_{9}F$	$^{20}_{10}Ne$	$^{23}_{11}Na$	$^{24}_{12}Mg$	$^{27}_{13}Al$

A- Le sodium $^{24}_{11}Na$ est obtenu en bombardant le sodium $^{23}_{11}Na$ par un neutron.

1) Écrire l'équation de cette réaction nucléaire.

2) Cette réaction est provoquée. Justifier.

B- Le sodium 24 est radioactif émetteur β^- .

1) Écrire l'équation de cette désintégration.

2) Nommer le noyau fils obtenu.

3) La désintégration du sodium 24 est accompagnée par l'émission d'un rayonnement dangereux γ.

a) Indiquer la nature de ce rayonnement.

b) Indiquer la cause de l'émission de ce rayonnement.

c) L'un des photons émis a une énergie de 3 MeV. Calculer la longueur d'onde de la radiation correspondante.

C- La constante radioactive du sodium 24 est $\lambda = 1{,}28 \times 10^{-5}$ s^{-1}.

1) À la date $t_0 = 0$, on injecte dans le sang d'un individu une solution contenant une masse $m_0 = 2{,}4 \times 10^{-4}$g du sodium 24. Calculer le nombre N_0 de noyaux de sodium 24 contenu dans la solution injectée.

2) Calculer, à la date t = 6h, le nombre de noyaux de sodium 24 restant dans le sang de l'individu.

3) On suppose que le sodium 24 est uniformément réparti dans le sang de l'individu. À la date t = 6h, on prélève 10 mL du sang de l'individu, on y trouve $9{,}03 \times 10^{15}$ noyaux du sodium 24. Calculer le volume sanguin de cet individu.

دورة العام 2016 الإستثنائية الخميس 4 اب 2016	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 : Caractéristiques d'une bobine (7 points)

Q.	Corrigé	Note
1-a	$T = 5\ \text{div} \times 1\text{ms}/\text{div} = 5\ \text{ms} = 5\times10^{-3}\text{s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 400\pi\ \text{rad/s} = 1256\ \text{rad/s}.$	1
1-b	$U_m = 3$ div. $\times 1$ V/div $= 3$ V.	0,5
1-c	$U_m = 2$ div. $\times 1$ V/div $= 2$ V $U_{Rm} = R\ I_m \Rightarrow I_m = \frac{2}{40} = 0{,}05\text{A}$	0,5 0,5
1-d	$\varphi = \frac{2\pi \times 0{,}5}{5} = 0{,}2\pi$ rad. u_R est en retard de $0{,}2\pi$ sur u_g	0,5
2	$i = 0{,}05\cos(400\pi t - 0{,}2\pi)$.	0,5
3-a	$P = UI\cos\varphi = \frac{3\times 0{,}05}{\sqrt{2}\times\sqrt{2}}\cos 0{,}2\pi = 0{,}06$ W	0,75
3-b	$P = (R+r)\ I^2 \Rightarrow (R+r) = \frac{P}{I^2} = \frac{0.06}{\frac{(0.05)^2}{2}} = 48\ \Omega \Rightarrow r = 8\,\Omega$	0,5
4-a	$i = C\frac{du_C}{dt} \Rightarrow u_C = \frac{1}{C}\int i dt = \frac{0{,}05}{400\pi C}\sin(400\pi t - 0{,}2\pi) = \frac{25}{\pi}\sin(400\pi t - 0{,}2\pi)$	0,75
4-b	$u_{bobine} = ri + L\frac{di}{dt} = 0{,}4\cos(400\pi t - 0{,}2\pi) - 20\pi L\sin(400\pi t - 0{,}2\pi)$;	0,75
4-c	$u_{NM} = u_{NA} + u_{AB} + u_{BM}$ avec $u_R = Ri = 2\cos(400\pi t - 0{,}2\pi)$; $3\cos(400\pi t) = \frac{25}{\pi}\sin(400\pi t - 0{,}2\pi) + 0{,}4\cos(400\pi t - 0{,}2\pi) -$ $20\pi L\sin(400\pi t - 0{,}2\pi) + 2\cos(400\pi t - 0{,}2\pi)$ Pour $t = 0$: $3 = 1{,}94 - 4{,}68 + 36{,}91\ L \Rightarrow L = 0{,}155$ H	0,75

Deuxième exercice : Nature d'une collision (7 points)		
Q.	**Corrigé**	**Note**
1	$Em\,(D) = E_{C(D)} + E_{PP(D)} = 0 + m_A g h_D = 9J$	**0,5**
2	Pas de frottement $\Rightarrow$ Il y a conservation de l'énergie mécanique du système (A, Terre) : $E_m(D) = E_m(N)$; $0 + m_A g h_D = \frac{1}{2}\, m\, V_{1A}^2 \Rightarrow V_{1A}^2 = 2gh_D \Rightarrow V_{1A} = 3$ m/s.	**1**
3- a	Quantité de mouvement du système (A, B) avant la collision: $\vec{P}_S = m_A \vec{V}_{1A} + m_B \vec{V}_{1B} = (2\times3\,\vec{i}\,) + (4\times(-1\,\vec{i}\,) = 2\,\vec{i}$ (kg.m/s)	**0,75**
3.b	$\vec{P}_S = \vec{P}_G = (m_A + m_B)\,\vec{V}_G \Rightarrow 2\,\vec{i} = 6.\vec{V}_G \Rightarrow \vec{V}_G = 1/3\,\vec{i} = 0.33\,\vec{i}$ (m/s)	**0,75**
4.a	$E_{m(C)} = E_{C(C)} + E_{PP(C)} = 0 + m_A g h_C = 2\times10\times0{,}27 = 5{,}4$ J.	**0,75**
4.b	Conservation de l'énergie mécanique du système (A, Terre) $0 + m_A g h_C = \frac{1}{2}\, m\, V_{2A}^2 \Rightarrow V_{2A}^2 = 2gh_C \Rightarrow V_{2A} = \sqrt{5{,}4} = 2{,}323$ m/s.	**0,75**
5	Conservation de la quantité de mouvement du système ((A), (B)) : $m_A \vec{V}_{2A} + m_B \vec{V}_{2B} = 2\,\vec{i}$ $2\times(-2{,}33\,\vec{i}) + 4\,\vec{V}_{2B} = 2\,\vec{i} \Rightarrow (-2{,}33\,\vec{i}) + 2\,\vec{V}_{2B} = \vec{i}$ $\Rightarrow 2\,\vec{V}_{2B} = \vec{i} + 2{,}323\,\vec{i} = 3{,}323\,\vec{i} \Rightarrow \vec{V}_{2B} = 1{,}66\,\vec{i}$ (m/s)	**1,25**
6	L'énergie cinétique du système (A, B) $Ec_{avant} = \frac{1}{2}\, m_A V_{1A}^2 + \frac{1}{2}\, m_B V_{1B}^2 = 11$ J $Ec_{après} = \frac{1}{2}\, m_A V_{2A}^2 + \frac{1}{2}\, m_B V_{2B}^2 = 5{,}4 + \frac{1}{2}\times4\times1{,}66^2 = 5{,}4 + 5{,}58 = 10.91$ J ≈ 11 J donc la collision est élastique	**1,25**

Troisième exercice : Détermination du volume sanguin d'un individu par radioactivité (6 pts)		
Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1	${}^{23}_{11}Na+{}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{24}_{11}Na$	**0,50**
A.2	Car elle nécessite une intervention extérieure (bombardement par un neutron)	**0,50**
B.1	${}^{24}_{11}Na \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu} + \gamma$ Les lois de conservation donnent : 24 = A et 11 = Z-1 $\Rightarrow$ Z = 12	**0,75**
B.2	Le noyau fils est alors le magnésium : ${}^{24}_{12}Mg$	**0,50**
B.3.a	C'est une onde électromagnétique.	**0,50**
B.3.b	Ce rayonnement est dû à la désexcitation du noyau fils.	**0,50**
B.3.c	L'énergie d'un photon est : E = $h\dfrac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = h\dfrac{c}{E}$ $\lambda = \dfrac{6{,}63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3\times1{,}6\times10^{-13}} = 4{,}14\times10^{-13}\,m$	**0,75**
C.1	$N_o = \dfrac{m_o \times N_A}{M} = \dfrac{2{,}4\times10^{-4}\times6{,}02\times10^{23}}{24} = 6{,}02\times10^{18}\,noyaux$	**0,75**
C.2.a	Le nombre des noyaux de sodium 24 restant dans le sang de l'individu est : N = $N_0\, e^{-\lambda t}$ Alors N = $6.02 \times 10^{18} \times e^{-1.28\times10^{-5}\times6\times3600}$ = 4.56×10^{18} noyaux **<u>Ou bien</u>** : t = n. T ; T = ln2/ λ $\Rightarrow$ n = 6/15 N = $N_0/2^n$ = 4.56×10^{18} noyaux	**0,75**
C.2.b	Le volume sanguin de l'individu est : $V = \dfrac{4{,}56\times10^{18}\times10^{-2}}{9{,}03\times10^{15}} = 5{,}05$ L .	**0,50**

3

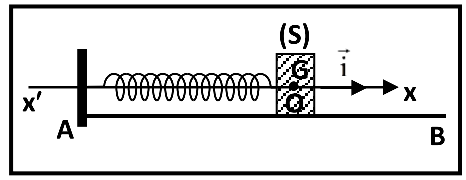
مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعتان	الرقم:

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

Exercice 1 (6 points) Oscillateur mécanique

On dispose d'un oscillateur mécanique constitué d'un solide (S) de masse m = 0,4 kg et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k.

Le but de cet exercice est de déterminer k par deux méthodes différentes. Dans ce but, le ressort disposé horizontalement, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe et (S) est accroché à l'autre extrémité. (S) peut se déplacer sans frottement sur un rail horizontal AB et son centre d'inertie G peut alors se déplacer sur un axe horizontal x'x. À l'équilibre, G coïncide avec l'origine O de l'axe x'x (Doc. 1).

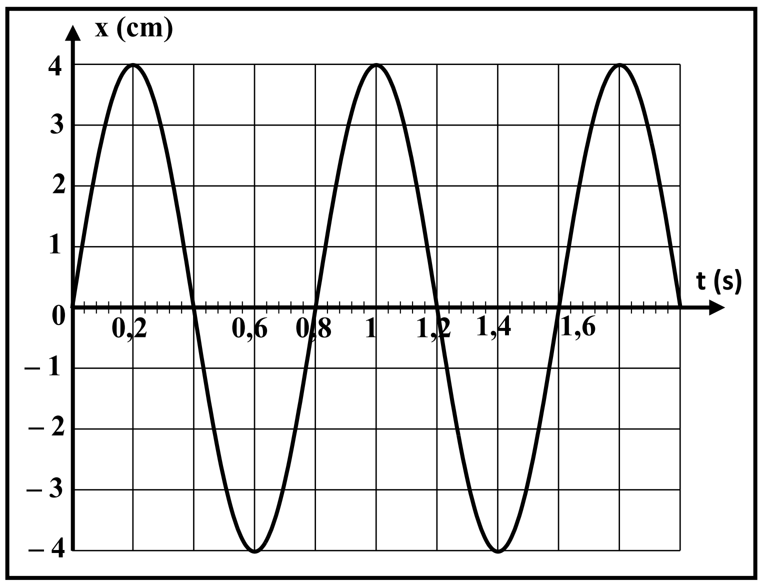


Doc.1

À la date $t_0 = 0$, G est au repos en O ; on lance (S) avec une certaine vitesse dans le sens positif le long de x'x. (S) effectue alors des oscillations mécaniques. À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la mesure algébrique de sa vitesse est $v = \frac{dx}{dt}$.

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

Prendre : $\pi^2 = 10$.



Doc.2

1- Première méthode

Un dispositif approprié permet de tracer la courbe de l'abscisse x en fonction du temps (Doc. 2).

1-1) En se référant au graphe du document 2, indiquer :

1-1-1) le type des oscillations de (S). Justifier ;

1-1-2) la valeur de l'amplitude des oscillations X_m ;

1-1-3) la valeur de la période propre des oscillations T_0.

1-2) Indiquer la nature du mouvement de G et choisir, du tableau ci-dessous, l'équation différentielle en x qui décrit le mouvement de G.

Équation 1	Équation 2	Équation 3
$x' + \frac{k}{m}x = 0$	$x'' + \frac{k}{m}x = 0$	$x'' + \frac{k}{m}x' = 0$

1-3) Déterminer la valeur de la constante de raideur k du ressort.

2- Deuxième méthode

2-1) L'énergie mécanique E_m du système [(S), ressort, Terre] est conservée. Pourquoi ?

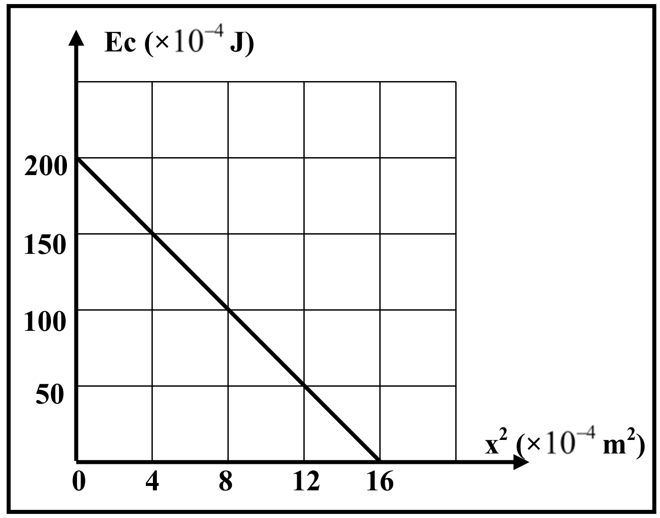
2-2) L'expression de l'énergie cinétique de (S) s'écrit sous la forme : $E_c = A - \frac{1}{2}kx^2$, où A est une constante. Que représente A ? Justifier.

2-3) Un dispositif approprié permet de tracer la courbe donnant l'énergie cinétique de (S) en fonction de x^2 (Doc. 3).
En utilisant le graphe du document 3, déterminer :

2-3-1) la valeur de A ;

2-3-2) la valeur de l'amplitude X_m des oscillations ;

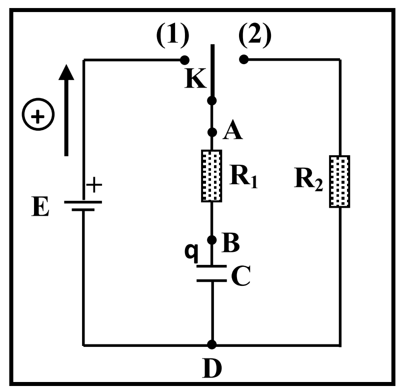
2-3-3) la valeur de la constante de raideur K.



Doc.3

Exercice 2 **(7 points)** **Charge et décharge d'un condensateur**

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité d'un condensateur par deux méthodes différentes.
On considère le circuit représenté par le document 1. Il est formé d'un générateur idéal délivrant, entre ses bornes, une tension constante de valeur E, d'un condensateur de capacité C, de deux conducteurs ohmiques de résistances $R_1 = 10\ k\Omega$ et $R_2 = 20\ k\Omega$ et d'un commutateur K.



Doc. 1

1- Charge du condensateur

Le condensateur est initialement neutre. À l'instant $t_0 = 0$, on place K à la position (1) ; le phénomène de charge du condensateur commence.

1-1) Étude théorique

1-1-1) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la variation de la tension $u_C = u_{BD}$ aux bornes du condensateur s'écrit sous la forme : $E = R_1 C \frac{du_C}{dt} + u_C$.

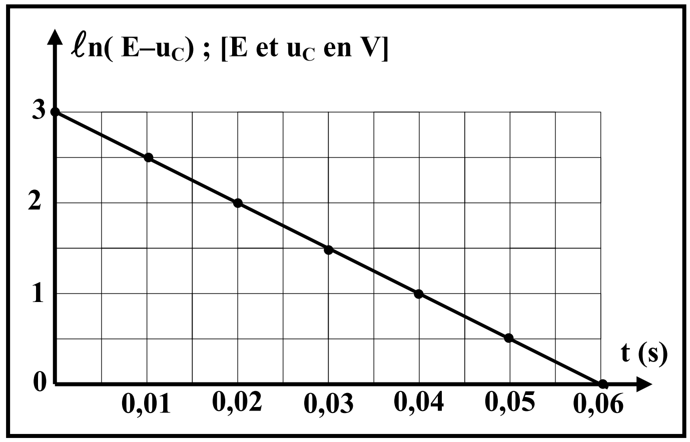
1-1-2) La solution de cette équation différentielle est de la forme $u_C = A(1 - e^{\frac{-t}{\tau_1}})$.
Déterminer les expressions des constantes A et τ_1 en fonction de E, R_1 et C.

1-1-3) Déduire que $u_C = E$ à la fin de la charge du condensateur.

1-2) Étude expérimentale

Dans le but de déterminer la valeur de C, on utilise un dispositif approprié qui permet de tracer, durant la charge du condensateur, la courbe qui représente $\ell n(E - u_C) = f(t)$ (Doc. 2).

[ℓn : logarithme népérien]



Doc. 2

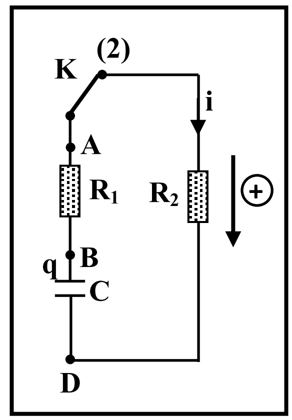
1-2-1) Déterminer, en utilisant la solution de l'équation différentielle précédente, l'expression de $\ell n(E - u_C)$ en fonction de E, R_1, C et t.

1-2-2) Montrer que l'allure de la courbe du document 2 est en accord avec l'expression obtenue de $\ell n(E - u_C) = f(t)$.

1-2-3) En utilisant la courbe du document 2, déterminer les valeurs de E et C.

2- Décharge du condensateur

Le condensateur est complètement chargé. À un instant $t_0 = 0$, pris comme nouvelle origine de temps, K est placé à la position (2) ; le phénomène de décharge du condensateur commence (Doc. 3).



Doc. 3

2-1) Étude théorique

2-1-1) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la tension $u_C = u_{BD}$, aux bornes du condensateur, s'écrit sous la forme :

$u_C + \alpha \frac{du_C}{dt} = 0$; où α est une constante à déterminer en fonction de R_1, R_2 et C.

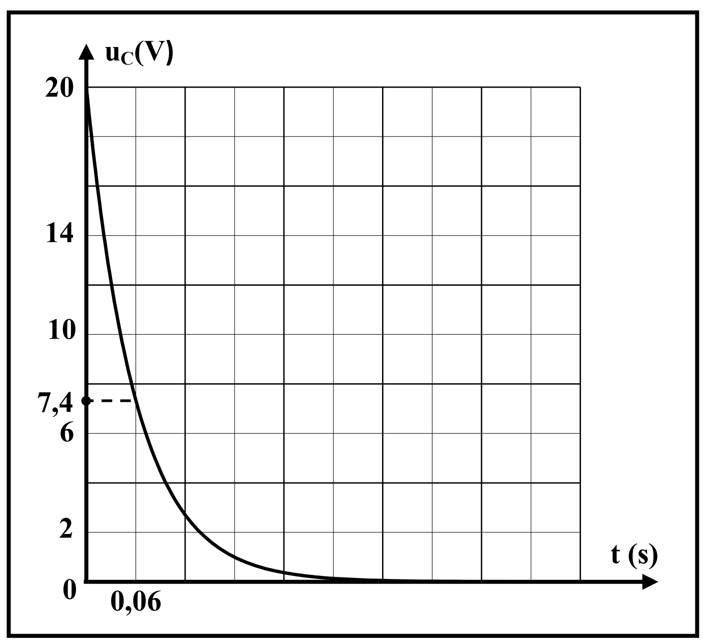
2-1-2) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C = E\,e^{\frac{-t}{\tau_2}}$ où τ_2 est une constante. Montrer que $\tau_2 = \alpha$.

2-2) Étude expérimentale

La variation de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps est représentée dans le document 4.

2-2-1) Déterminer, en utilisant le document 4, la valeur de la constante de temps τ_2 du circuit de décharge.

2-2-2) Déduire la valeur de C.



Doc. 4

Exercice 3 **(7 points)** **L'isotope radioactif phosphore 32**

L'isotope radioactif phosphore 32 ($^{32}_{15}P$) est utilisé pour le diagnostic du cancer. Le phosphore 32, injecté dans le corps humain, se désintègre et émet des radiations. Ces radiations sont détectées par un dispositif approprié pour créer des radiographies de l'intérieur du corps humain.

Le but de cet exercice est de déterminer la dose de rayonnement absorbée par un tissu d'un patient pendant 6 jours.

Le phosphore 32 ($^{32}_{15}P$) est un émetteur β^- ; il se désintègre pour donner un isotope $^{A}_{Z}S$ de soufre.

Données :

- masse de $^{32}_{15}P$: 31,965 678 u ;
- masse de $^{A}_{Z}S$: 31,963 293 u ;
- masse d'un électron : $5{,}486 \times 10^{-4}$ u ;
- Période radioactive de $^{32}_{15}P$: 14,3 jours ;
- 1 u = 931,5 MeV/c^2 ;
- 1 MeV = $1{,}6 \times 10^{-13}$ J.

1- Énergie libérée par la désintégration du phosphore 32

La désintégration du noyau phosphore 32 est donnée par la réaction suivante :

$$^{32}_{15}P \rightarrow {}^{A}_{Z}S + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$$

1-1) Déterminer A et Z.

1-2) Montrer que l'énergie libérée par la désintégration ci-dessus est E_{lib} = 1,7106 MeV.

1-3) Le noyau de soufre obtenu est à l'état fondamental. L'antineutrino émis possède une énergie de 1,011 MeV.

1-3-1) La désintégration du phosphore 32 ci-dessus n'est pas accompagnée par l'émission de rayonnements gamma. Pourquoi ?

1-3-2) Calculer l'énergie cinétique de l'électron émis, sachant que les noyaux de phosphore et de soufre sont considérés au repos.

2- Dose absorbée

Un patient est injecté par un produit pharmaceutique contenant du phosphore 32.

L'activité initiale du phosphore 32 dans le produit pharmaceutique à $t_0 = 0$ est $A_0 = 1{,}36 \times 10^6$ Bq.

2-1) Calculer, en s^{-1}, la constante radioactive du phosphore 32.

2-2) Déduire le nombre N_0 de noyaux de phosphore 32 présents dans le produit pharmaceutique à $t_0 = 0$.

2-3)

2-3-1) Déterminer le nombre N de noyaux du phosphore 32 restants à t = 6 jours.

2-3-2) Déduire le nombre N_d de noyaux du phosphore 32 désintégrés pendant ces 6 jours.

2-3-3) Le nombre des électrons émis durant ces 6 jours est $N_{e^-} = 6{,}12 \times 10^{11}$ électrons. Pourquoi ?

2-4) Le rayonnement émis est absorbé par un tissu de masse M = 112 g. L'antineutrino n'interagit pas avec la matière, et on suppose que l'énergie des électrons émis est complètement absorbée par le tissu.

2-4-1) Calculer l'énergie absorbée E_{abs} par le tissu durant ces 6 jours.

2-4-2) La dose absorbée par le tissu est $D = \frac{E_{abs}}{M}$ durant ces 6 jours. Déduire la valeur de D en J/kg.

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

Partie			Solution	Note
1	1-1	1-1-1	Oscillations libres non amorties l'amplitude est constante	**0,25** **0,25**
		1-1-2	$X_m = 4$ cm.	**0,5**
		1-1-3	$T_0 = 0{,}8$ s.	**0,5**
	1-2		Mouvement harmonique simple Equation 2	**0,25** **0,25**
	1-3		L'équation différentille est de la forme : $x'' + \omega_0^2 x = 0$ Donc $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{2\pi}{T_0}$; $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = 2{,}5\,\pi$ $rd/_{s}$; $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$; $K = m \times \omega_0^2 = 25$ N/m	**0,5** **0,5**
2	2-1		L'énergie mécanique est conservée car (S) se déplace sans frottement. **Ou bien** : X_m = constante **Ou** la somme des travaux des forces non conservatives est nulle	**0,25**
	2-2		Em= Ec + Epe ; Ec = Em – Epe = Em - ½k $(x)^2$; Donc A est l'énergie mécanique	**0,5** **0,25**
	2-3	2-3-1	Pour x = 0 ; Ec = Em = A = 0,02 J	**0,5**
		2-3-2	Lorsque $E_C = 0$; x = Xm, d'après le graphe $X_m^2 = 16$ cm^2 donc $X_m = 4$ cm	**0,75**
		2-3-3	Pente = $\frac{E_{cf} - E_{ci}}{x_f^2 - x_i^2} = \frac{-200}{16} = -12.5\, J/m^2$; Or pente = - ½ k donc k = 25 N/m **Ou bien** : on choisit un point du graphe pour x = Xm ; Ec = 0J $X_m^2 = \frac{2A}{K}$ donc k = 25 N/m	**0,75**

Exercice 2: (7 points) **Charge et décharge d'un condensateur**

Partie			Solution	Note
1	1.1	1-1-1	$u_{AD} = u_{AB} + u_{BD}$ alors $E = R_1 i + u_C$ avec $i = C\frac{du_C}{dt}$ on obtient : $E = R_1 C\frac{du_C}{dt} + u_C$	0,5
		1-1-2	$\frac{du_C}{dt} = \frac{A}{\tau_1} e^{\frac{-t}{\tau_1}}$, en remplaçant dans l'équation différentielle on obtient $E = R_1 C\frac{A}{\tau_1} e^{\frac{-t}{\tau_1}} + A(1-e^{\frac{-t}{\tau_1}})$ donc $A = E$ et $\tau_1 = R_1 C$	0,25 0,5 0,5
		1-1-3	A la fin de charge, $t\to\infty$ donc $e^{\frac{-t}{\tau_1}} \to 0$ alors $u_C = E$ **Ou bien** pour $t = 5\tau$; $uc = 0,99\,E = E$	0,5
	1-2	1-2-1	$u_C = E(1-e^{\frac{-t}{\tau_1}})$; $uc = E - E e^{\frac{-t}{\tau_1}}$; $E - u_c = E\, e^{\frac{-t}{\tau_1}}$; $\ell n\,(E - u_C) = \ell n\,(E\, e^{\frac{-t}{\tau_1}})$ $\ell n\,(E - u_C) = \ell n\, E - \frac{t}{R_1 C}$	0,5
		1-2-2	$\ell n\,(E - u_C)$ est de la forme de $y = at + b$ avec une pente $a < 0$; L'allure de la courbe est en accord avec l'équation puisque c'est une ligne droite décroissante qui ne passe pas par l'origine	0,5
		1-2-3	La pente de la droite est : $-\frac{1}{R_1C} = \frac{2.5-3}{0.01} = -50$ donc $\frac{1}{R_1C} = 50$ Par suite $C = 2\times10^{-6}$ F = 2 μF et $\ell n\, E = 3$ donc E = 20 V **Ou bien** Pour t = 0 on a $\ell n\,(E - u_C) = 3$; $3 = \ell n\, E$ donc E = 20 V Et pour $\ell n\,(E - u_C) = 0$ on a t = 0,06 s on aura $C = 2\times10^{-6}$ F	0,5 0,5
2	2.1	2-1-1	$u_C = (R_1 + R_2)\, i$ avec $i = -C\frac{du_C}{dt}$, on obtient : $u_C + (R_1 + R_2)\, C\frac{du_C}{dt} = 0$. $u_C + \alpha\frac{du_C}{dt} = 0$ alors $\alpha = (R_1 + R_2)\, C$.	1
		2-1-2	$\frac{du_C}{dt} = -\frac{E}{\tau_2} e^{-t/\tau_2}$; En remplaçant $\frac{du_C}{dt}$ etr $u_C = E\, e^{\frac{-t}{\tau_2}}$ dans l'équation différentielle, on obtient : $E\, e^{\frac{-t}{\tau_2}} + \alpha\,(-\frac{E}{\tau_2} e^{\frac{-t}{\tau_2}}) = 0$; $E\, e^{\frac{-t}{\tau_2}}(1 - \frac{\alpha}{\tau_2}) = 0$ donc $\alpha = \tau_2$	0,25 0,5
	2-2	2.2-1	Pour $u_c = 7,4$ V on a t = 0,06 s ; $7,4 = 20\, e^{\frac{-0,06}{\tau_2}}$ donc $\tau_2 = 0,0603$ s **Ou bien :** d'après le graphe : t = 0.06 s, $u_C = 7.4 = 0.37 \times 20$, alors $\tau_2 = 0.06$ s.	0,5
		2.2-2	$\tau_2 = (R_1 + R_2)\, C$; donc $C = 2\times10^{-6}$F = 2 μF	0,5

Exercice 3 (7 points) **L'isotope radioactif phosphore 32**

Partie			Solution	Note
1	1-1		$^{32}_{15}P \rightarrow ^{A}_{Z}S + ^{0}_{-1}e + ^{0}_{0}\bar{\nu}$. Lois de conservation de nombre de masse et de nombre de charge : 32= A + 0 + 0 , donc A = 32; 15 = Z – 1 + 0 , donc Z = 16.	0,25 0,5
	1-2		$\Delta m = m_{avant} - m_{après}$ = 31,965678 – (31,963293 + 5,486 $\times 10^{-4}$) = $1{,}8364 \times 10^{-3}$ u $\Delta m = 1{,}8364 \times 10^{-3} \times 931{,}5$ MeV/c² = 1,7106 MeV/c². $E_{lib} = \Delta m \cdot c^2 = 1.7106 \frac{Mev}{c^2} \cdot c^2$, donc E_{lib} = 1,7106 MeV	0,5 0,75
	1-3	1-3-1	Car le noyau fils est obtenu à l'état fondamental	0,25
		1-3-2	$E_{lib} = Ec_{\beta^-} + E_{\nu^-}$, donc 1,7106 = Ec_{β^-}+ 1,011 , alors Ec_{β^-} = 0,6996 MeV.	0,5
2	2-1		$\lambda = \frac{\ell n\, 2}{T} = \frac{\ell n\, 2}{14{,}3 \times 24 \times 3600}$, donc $\lambda = 5{,}61 \times 10^{-7} s^{-1}$	0,75
	2-2		$A_o = \lambda N_o$, $N_o = \frac{1{,}36 \times 10^6}{5{,}61 \times 10^{-7}}$, donc $N_o = 2{,}424 \times 10^{12}$ noyaux	0,75
	2-3	2-3-1	$n = \frac{t}{T} = \frac{6}{14{,}3} = 0{,}4195$, $N = \frac{N_o}{2^n} = \frac{2{,}424 \times 10^{12}}{2^{0{,}4195}}$, donc $N = 1{,}812 \times 10^{12}$ noyaux	1
		2-3-2	$N_d = N_o - N = 2{,}424 \times 10^{12} - 1{,}812 \times 10^{12}$, donc $N_d = 6{,}12 \times 10^{11}$ noyaux	0,5
		2-3-3	Un électron est émis pour chaque désintégration du phosphore 32, donc $N_{e^-} = N_d = 6{,}12 \times 10^{11}$	0,25
	2-4	2-4-1	$E_{abs} = N_d \times Ec_{\beta^-} = 6{,}12 \times 10^{11} \times 0{,}6996 \times 1{,}6 \times 10^{-13}$ J donc $E_{abs} = 6{,}8504 \times 10^{-2}$ J	0,5
		2-4-2	$D = \frac{E_{absorbée}}{m} = \frac{6{,}8504 \times 10^{-2}}{0{,}112}$, donc D = 0,611 J/Kg.	0,5

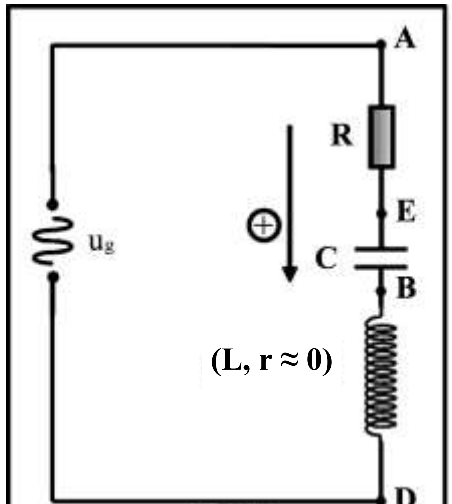
وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات الرسميّة	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع: علوم الحياة	دورة العام ٢٠١٧ الاستثنائيّة الاثنين في ٧ آب ٢٠١٧
	مسابقة في مادة الفيزياء المدة: ساعتان	الاسم: الرقم:

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

Exercice 1 (6,5 points) Détermination de la capacité d'un condensateur

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité C d'un condensateur. Dans ce but on réalise le montage du circuit schématisé par le document 1. Ce circuit comprend un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable r, le condensateur de capacité C et un générateur (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale :

$$u_g = u_{AD} = U_m \cos(\omega t) \qquad (u \text{ en V; } t \text{ en s})$$



Doc. 1

On branche un oscilloscope qui permet de visualiser l'évolution, en fonction du temps, de la tension u_{AD} aux bornes du générateur sur la voie Y_1 et de la tension $u_{BD} = u_{bobine}$ aux bornes de la bobine sur la voie Y_2 (document 2).
Sensibilité verticale sur la voie Y_1 est : S_{1V} = 5V/div.
Sensibilité verticale sur la voie Y_2 est : S_{2V} = 2V/div.

1) Reproduire le circuit du document 1 en y montrant les branchements de l'oscilloscope.

2) En utilisant les oscillogrammes du document 2, déterminer :

2-1) les amplitudes U_m et $(U_m)_{bobine}$ des tensions u_g et u_{bobine}.

2-2) la différence de phase entre ces deux tensions.

3) Écrire l'expression de la tension aux bornes de la bobine u_{bobine} en fonction du temps t et de la pulsation ω.

4) L'expression du courant i dans le circuit est :

$$i = \frac{9{,}375\,\pi}{\omega} \cos(\omega t) \qquad (i \text{ en A ; } t \text{ en s})$$

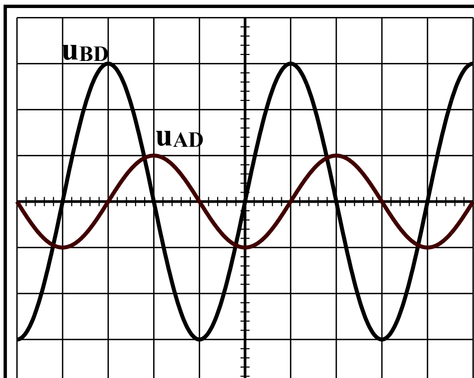
Déterminer l'expression de la tension aux bornes de la bobine u_{BD}, en fonction de L, ω et t.

5) En utilisant les résultats des parties 3 et 4, montrer que L = 0,204 H.

6) Indiquer la valeur de la différence de phase entre u_g et i.

7) Un phénomène a eu lieu dans ce circuit. Nommer ce phénomène.

8) Déduire la valeur de C sachant que ω = 300π rad/s .



Doc.2

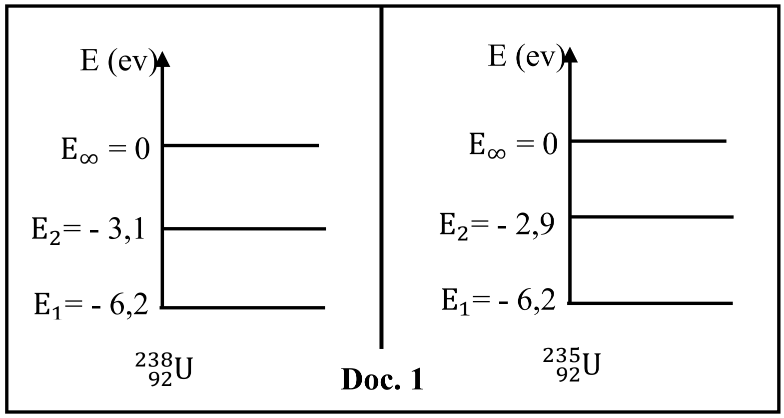
<u>Exercice 2</u> (6,5 points) Ionisation et fission de l'uranium

Le but de cet exercice est d'étudier l'ionisation et la fission d'un des isotopes d'uranium.
Données :

$1 eV = 1,6\times10^{-19} J$. Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3\times10^{8} m/s$. $1u = 1,66 \times10^{-27} kg$.	Constante de Planck: $h = 6,6\times10^{-34} J.s$. Masse du noyau ($^{235}_{92}U$) = 234,99342 u

1- Ionisation d'un des isotopes d'uranium

Une radiation monochromatique de fréquence $\nu = 8\times10^{14} Hz$, illumine un échantillon d'uranium contenant des isotopes d'uranium $^{238}_{92}U$ et $^{235}_{92}U$.



Doc. 1

1-1) Calculer, en Joules et en eV, l'énergie d'un photon de la radiation envoyée.

1-2) Le document 1 montre quelques niveaux d'énergie des isotopes $^{238}_{92}U$ et $^{235}_{92}U$.
Les photons de la radiation envoyée peuvent exciter un de ces isotopes d'uranium du niveau d'énergie E_1 au niveau d'énergie E_2. Préciser lequel des deux isotopes sera excité.

1-3) Avant de se désexciter, l'isotope excité reçoit un autre photon de même fréquence ν.

1-3-1) Montrer que cet isotope sera ionisé.

1-3-2) Déterminer l'énergie cinétique maximale $E_{c\,max}$ de l'électron libéré.

1-4) Cette expérience met en évidence un des deux aspects de la lumière. Nommer cet aspect.

2- Réaction nucléaire

L'isotope d'uranium qui subit la fission dans une centrale nucléaire est l'uranium 235. Une des réactions de fission des noyaux d'uranium 235 est donnée par :

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{90}_{36}Kr + {}^{X}_{56}Ba + 8\,{}^{1}_{0}n + \gamma$$

2-1) Cette réaction est une réaction provoquée. Pourquoi?

2-2) Quelle condition doit satisfaire le projectile pour réaliser cette réaction ?

2-3) Utiliser une des lois de conservation pour calculer x.

2-4) L'énergie libérée par la fission de chaque noyau d'uranium 235 est de l'ordre de 200 MeV. Sous quelles formes cette énergie apparaît-elle ?

2-5) Une centrale nucléaire de rendement 40 % produit une puissance électrique de 600 MW. Déterminer, en kg, la masse d'uranium 235 consommée en 1 jour par cette centrale.

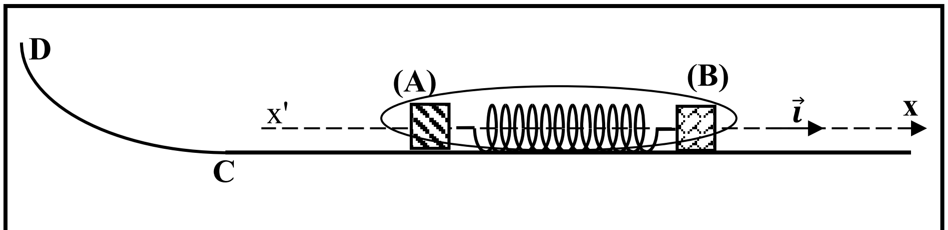
<u>Exercice 3</u> (7 pts) Détermination de la masse d'un bloc et de la constante de raideur d'un ressort

On dispose de deux blocs (A) de masse inconnue m_A et (B) de masse $m_B = 0,8$ kg et d'un ressort (R), à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k.
Le but de cet exercice est de déterminer m_A et k.
Négliger toutes les forces de frottement et prendre $g = 10 m/s^2$.

1- Première expérience : Détermination de m_A

On place le ressort sur un rail horizontal ; (R) est comprimé entre (A) et (B) par l'intermédiaire d'un fil de masse négligeable (document 1).

Le centre de masse de (A) et celui de (B) appartiennent au même plan horizontal, pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
Le sens positif de l'axe x'x est dirigé vers la droite. On brûle le fil, (A) et (B) sont alors éjectés dans deux sens opposés.



Doc. 1

1-1) Nommer les forces extérieures agissant sur le système [(A), (B) et (R)].

1-2) Déduire que la quantité de mouvement du système [(A), (B) et (R)] est conservée durant le mouvement de (A) et (B) sur le rail horizontal.

1-3) La vitesse du centre de masse du bloc (B), juste après l'éjection, est $\vec{V}_B = 0,75\ \vec{i}$ (m/s).

1-3-1) Déterminer la quantité de mouvement $\vec{P}_A$ du bloc (A).

1-3-2) Déduire, en fonction de m_A, la vitesse $\vec{V}_A$ du centre de masse de (A) juste après l'éjection.

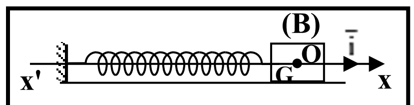
1-4) Le bloc (A) continue son mouvement et atteint un chemin curviligne CD situé dans un plan vertical (document 1). Le centre de masse de (A) atteint la hauteur maximale h_{max} = 5 cm au-dessus du niveau de référence.

1-4-1) Appliquer le principe de conservation de l'énergie mécanique du système [(A), Terre] pour déterminer la valeur V_A de $\vec{V}_A$.

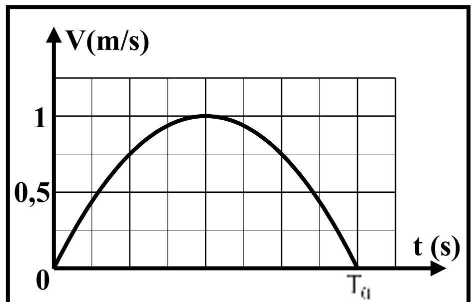
1-4-2) Déduire la valeur de la masse m_A.

2- Deuxième expérience: Détermination de k

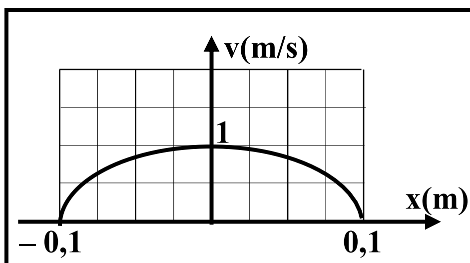
On fixe le bloc (B) à l'une des extrémités du ressort (R), l'autre extrémité de (R) est accrochée à un support fixe (document 2).
À l'équilibre, (B) est en O pris comme origine des abscisses de l'axe x'x.
(B) est déplacé d'une distance X_m à partir de O, le long de x'x dans le sens négatif, puis lâché sans vitesse initiale à la date $t_0 = 0$. À un instant t, le centre de masse G de (B) a pour abscisse x et la mesure algébrique de sa vitesse est v. Durant le mouvement de (B) entre $t_0 = 0$ et $t = \frac{T_0}{2}$ [T_0 est la période propre des oscillations de (B)], un système approprié trace les graphes des documents (3) et (4).
Document (3) : représente la variation de la vitesse de G en fonction du temps.
Document (4) : représente la variation de la vitesse de G en fonction de l'abscisse x.



Doc.2



Doc.3



Doc.4

2-1) Déterminer, en se référant au document 3, la valeur de l'énergie cinétique maximale de (B).

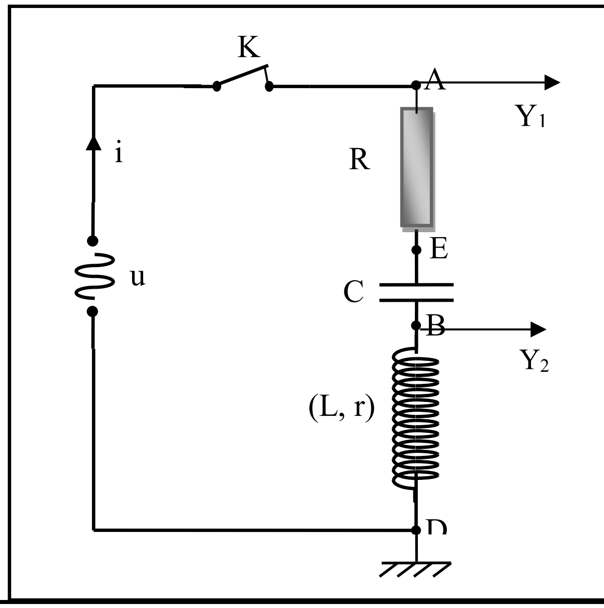
2-2) Déduire la valeur de l'énergie potentielle élastique maximale du système [(R), (B), Terre].

2-3) Indiquer, en se référant au document 4, la valeur de X_m.

2-4) Déduire la valeur de k.

مسابقة في مادة الفيزياء | الاسم:
المدة: ساعتان | الرقم:

Exercice 1 : Détermination de la capacité d'un condensateur

Question	Réponses	note
1		0.5
2	2-1 : $U_{\max(g)} = y \times Sv_1 = 5V$ $U_{\max(l)} = y \times Sv_2 = 6V$	0,5 0,5
	2-2 : $\Delta\emptyset = \frac{2\pi d}{D} = \frac{\pi}{2}\ rad.$	0,5
3	$u_{bobine} = 6\cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$ = - 6 sin (ωt)	0,75
4	$u_{bobine} = L\frac{di}{dt} = -L \times 9{,}375\,\pi \sin(\omega t)$.	1
5	u_{bobine}= u_{bobine} , donc 6 = L ×9,375 π ; alors L = 0,204 H.	1
6	zéro	0,5
7	Résonnance d'intensité	0,5
8	A la résonnance d'intensité, $LC(\omega)^2 = 1$, $C = 5{,}518\ \mu F$.,	0,75

<table>
<tr><th colspan="5"><u>Exercice 2</u> : Uranium et réactions nucléaires 6,5</th></tr>
<tr><th colspan="3">Question</th><th>Réponse</th><th>note</th></tr>
<tr><td rowspan="6">1</td><td colspan="2">1</td><td>$E = h\nu$
$E = 6,6\times10^{-34}\times8\times10^{14} = 5,28\times10^{-19}$J
$E = 3,3$ eV</td><td>0,25
0,5
0,25</td></tr>
<tr><td colspan="2">2</td><td>$E = 3,3$ eV = $E_2 - E_1$ pour ${}^{235}_{92}U$
${}^{235}_{92}U$ peut être excité</td><td>0,5
0,25</td></tr>
<tr><td rowspan="2">3</td><td>1</td><td>$E_{ionisation} = E_\infty - E_2 = 2,9$eV
$E_{photon} > 2,9$ eV, donc cet isotope peut être ionisé</td><td>0,25
0,5</td></tr>
<tr><td>2</td><td>$E_{photon} = (E_\infty - E_2) + Ec_{e\ max} = E_{inonisation} + Ec_{e\ max}$
$Ec_{e\ max} = 0,4$ eV</td><td>0,5
0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">4</td><td>Aspect corpusculaire de la lumière</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="5">2</td><td colspan="2">1</td><td>Car elle a besoin d'une intervention extérieure (bombardement par un neutron)</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td colspan="2">2</td><td>Neutron thermique <u>ou</u> neutron lent <u>ou</u> neutron d'Ec ≈ 0.025 eV</td><td>0,25</td></tr>
<tr><td colspan="2">3</td><td>Loi de conservation de nombre de masse : x = 138</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">4</td><td>Energie cinétique des noyaux produits, Ec des particules émises et énergie des photons γ</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">5</td><td>$E_{élect} = P\times t = 600\times10^6\times24\times3600 = 5,184\times10^{13}$J
Rendement = $\frac{E_{'electrique}}{E_{nucléaire}}$ donc $E_{nucléaire} = E_{élect}\frac{100}{40} = 1,296\times10^{14}$J
$m({}^{235}_{92}U) = 234,99342$ u = $234,99342\times1,66\times10^{-27}$ kg = $3,90\times10^{-25}$ kg
200 MeV = $200\times1,6\times10^{-13}$ J = $3,20\times10^{-11}$J
$m_{totale} = \frac{1,296\times10^{14}\times3,90\times10^{-25}}{3,20\times10^{-11}} = 1,58$ kg</td><td>1,25</td></tr>
</table>

Exercice 3 : Détermination de la masse d'un bloc et de la constante de raideur d'un ressort				
Question			**Réponse**	**Note**
1	1-1		Poids $m_A\vec{g}$ de (A), réaction normale $\vec{N}_A$ sur (A), Poids $m_B\vec{g}$ de (B), réaction normale $\vec{N}_B$ sur (B).	**0,5**
	1-2		$\Sigma\vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt}$, alors $m_A\vec{g} + \vec{N}_A + m_B\vec{g} + \vec{N}_B = \vec{0} = \frac{d\vec{P}}{dt}$, Donc quantité de mouvement du système (Les deux blocs, ressort) est conservée.	**0,75**
	3	1	$\vec{P}_{initial} = \vec{P}_{final}$, alors $\vec{0} = \vec{P}_A + \vec{P}_B$, donc $\vec{P}_A = -\vec{P}_B$ $\vec{P}_A = -\, m_B\,\vec{V}_B = -\,0,8 \times 0,75\,\vec{\imath} = -\,0,6\,\vec{\imath}$ (kg.m/s)	**1**
		2	$\vec{P}_A = m_A\,\vec{V}_A$, alors $\vec{V}_A = -\frac{0,6}{m_A}\,\vec{\imath}$ (m/s).	**0,5**
	4	1	Soit F le point le plus élevé atteint par (A) : $E_{m1} = E_{m2}$, alors $\frac{1}{2}\,m_A\,V_A^2 + \cancel{m_A\,g\,h_A} = \cancel{\frac{1}{2}\,m_A\,V_F^2} + m_A\,g\,h_{max}$ $\frac{1}{2}\,m_A\,V_A^2 = m_A\,g\,h_{max}$, donc $V_A = \sqrt{2 \times g \times h_{max}} = \sqrt{2 \times 10 \times 0,05} = 1$ m/s	**1,25**
		2	$V_A = \frac{0,6}{m_A} = 1$, alors $m_A = 0,6$ kg.	**0,5**
2	2-1		D'après le graphe la vitesse maximale est $V_{max} = 1$m/s $Ec_{max} = ½\, m_B\, V_{max}^2 = 0,4$ J	**0,75**
	2-2		L'énergie mécanique du système est conservée, on aura : $Epe_{max} = Ec_{max} = 0,4$ J	**0,5**
	2-3		$X_{max} = 10$ cm	**0,5**
	2-4		$½\, k\, X_{max}^2 = 0,4$ donc $k = 80$ N/m	**0,75**

مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعتان	الرقم:

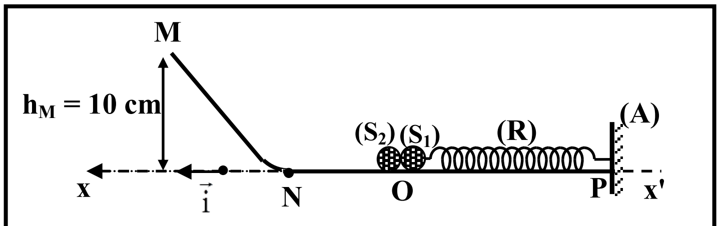
Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est recommandé.

Exercice 1 : (7 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 MNP située dans un plan vertical ;
- d'un ressort (R) d'axe horizontal, de masse négligeable et de constante de raideur k, fixé par l'une de ses extrémités à un support (A) ; l'autre extrémité est reliée à un solide (S_1) supposé ponctuel et de masse $m_1 = 0,2$ kg ;
- d'un solide (S_2), supposé ponctuel et de masse $m_2 = 0,3$ kg, placé en O origine d'un axe horizontal x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$ (Doc. 1).



Doc. 1

On néglige toutes les forces de frottement.
Prendre :

- le plan horizontal passant par NP comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10$ m/s^2.

1- Collision entre (S_1) et (S_2)

À l'équilibre, (S_1) coïncide avec O. On déplace (S_1) vers la droite d'une certaine distance et on le lâche sans vitesse initiale. (S_1) atteint O avec une vitesse $\vec{V_1} = 2\ \vec{i}$ (m/s) et entre en collision frontale avec (S_2) initialement au repos. Juste après la collision, (S_1) rebondit avec une vitesse $\vec{V'_1} = -0,4\ \vec{i}$ (m/s) et (S_2) se déplace vers la gauche avec une vitesse $\vec{V'_2} = V'_2\ \vec{i}$.

1-1) En appliquant le principe de conservation de la quantité de mouvement au système [(S_1), (S_2)], montrer que $V'_2 = 1,6$ m/s.

1-2) Préciser si la collision est élastique ou non.

2- Mouvement de (S_2) après la collision

Juste après la collision, (S_2) se déplace le long du rail horizontal PN à la vitesse V'_2 et continue son mouvement sur la partie inclinée MN. (S_2) quitte le plan incliné en M avec une vitesse V_M. L'altitude de M, au-dessus du niveau de référence, est $h_M = 10$ cm.
Déterminer la vitesse V_M de (S_2) au point M.

3- Oscillations de (S_1)

Après la collision, (S_1) oscille le long de l'axe $\overrightarrow{x'x}$. À un instant t, l' abscisse de (S_1) est x et la mesure algébrique de sa vitesse est $v = \dfrac{dx}{dt}$.

3-1) Écrire, à un instant t, l'expression de l'énergie mécanique du système [(S_1), ressort, Terre] en fonction de k, m_1, x et v.

3-2) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de (S_1).

3-3) Déduire l'expression de sa période propre T_0.

3-4) Calculer k sachant que $T_0 = 0,314$ s.

Exercice 2 : (6 points)

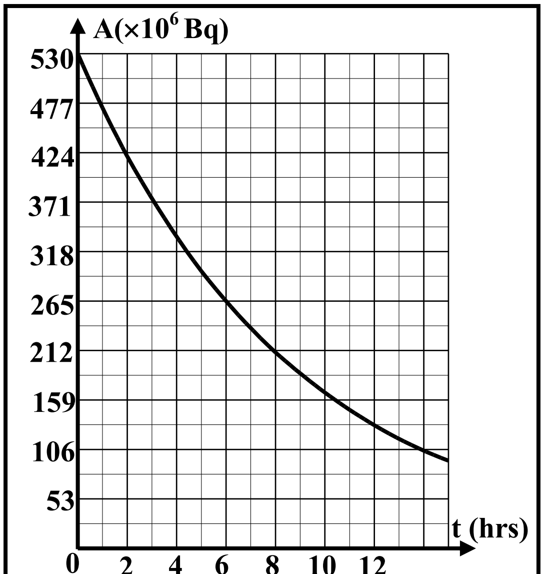
Scintigraphie en médicine

La scintigraphie osseuse est un examen médical qui permet de visualiser les os et les articulations. Le but de cet exercice est d'étudier un échantillon radioactif utilisé dans cette scintigraphie.
Cette technique utilise le technétium 99 qui provient de la désintégration du molybdène 99 selon la réaction nucléaire suivante :

$$^{99}_{42}Mo \rightarrow ^{99}_{43}Tc + ^{A}_{Z}X + \gamma$$

L'énergie du photon gamma (γ) émis est 140 keV.

On donne : $c = 3\times10^{8}$ m.s^{-1} ; 1 eV = $1,6\times10^{-19}$ J ;
constante de planck $h = 6,6\times10^{-34}$ J.s.

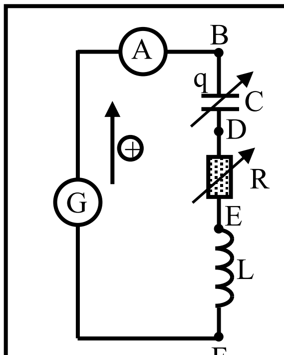


Doc. 2

1) Identifier la particule émise $^{A}_{Z}X$ en indiquant les lois utilisées.
2) La particule $^{A}_{Z}X$ est toujours accompagnée par l'émission d'une autre particule. Nommer cette particule.
3) Indiquer la cause de l'émission du photon gamma.
4) Calculer la longueur d'onde du photon gamma émis.
5) Le technétium 99 est une substance radioactive. Le graphe du document 2 représente l'activité du technétium 99 en fonction du temps. En utilisant le document 2, montrer que la période radioactive du technétium 99 est T = 6 h.
6) Un patient subit un examen de scintigraphie osseuse. Au début de l'examen et à la date $t_0 = 0$, l'activité du technétium 99 injecté dans le corps du patient est $A_0 = 530 \times10^{6}$ Bq.
À la fin de l'examen, l'activité du technétium dans le corps du patient vaut 63% de sa valeur initiale.
  6-1) Écrire, à un instant t, l'expression de l'activité A en fonction de A_0, t et la constante radioactive λ.
  6-2) En utilisant l'expression précédente, déterminer :
    6-2-1) la durée de l'examen de la scintigraphie osseuse ;
    6-2-2) le rapport $\frac{A}{A_0}$ du technétium 99 après une durée de 40 h.

Exercice 3 : (7 points)

Circuit RLC série dans la radio



Doc. 3

L'une des applications d'un circruit RLC série est utilisée dans les radios. Cet exercice étudie l'effet de la capacité C sur la détection des ondes radios et l'effet de la résistance R sur l'intensité du son émis par la radio.

1- Étude expérimentale d'un circuit RLC série

Le document 3 représente un circuit RLC série formé :

- d'un condensateur de capacité C réglable ;
- d'un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- d'une bobine d'inductance L = 0,317 H et de résistance négligeable ;
- d'un ampèremètre (A) de résistance négligeable.

Le circuit est branché aux bornes d'un générateur (G) qui délivre une tension alternative sinusoïdale :
$u_G = u_{BF} = 3 \sin(\omega t)$, (u_G en V ; t en s) et $\omega = 314$ rd/s.
L'expression de l'intensité du courant dans le circuit est : $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$.
L'ampèremètre nous permet d'obtenir, pour chaque valeur de C, l'amplitude I_m du courant i.
Le graphe du document 4 représente la variation de I_m en fonction de C.

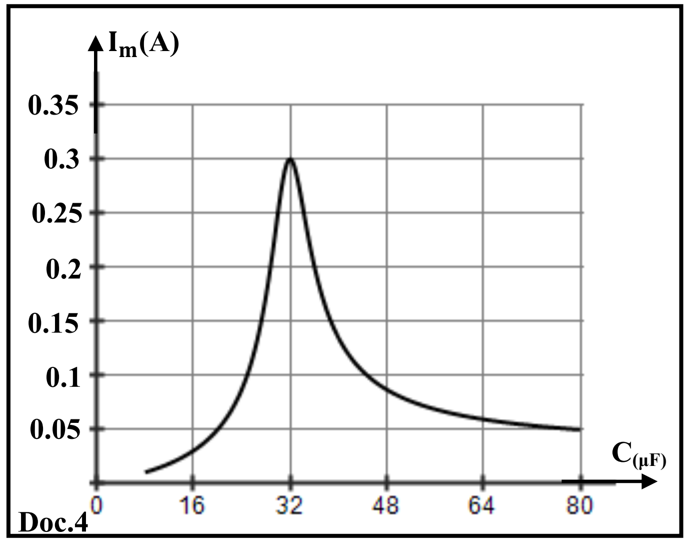
1-1) Indiquer la valeur C_0 de C pour laquelle I_m atteint sa plus grande valeur.

1-2) Calculer la valeur de $LC_0\omega^2$.

1-3) Nommer alors le phénomène électrique observé dans le document 4.

1-4) La capacité du condensateur est C = 32 µF.

- **1-4-1)** Tirer du graphe la valeur de I_m .
- **1-4-2)** Montrer que l'expression de l'intensité du courant est donnée par :
  $i = 0{,}3 \sin(314t)$, (i en A ; t en s).
- **1-4-3)** Déterminer l'expression de la tension $u_L = u_{EF}$ aux bornes de la bobine en fonction du temps t.
- **1-4-4)** Déterminer l'expression de la tension $u_C = u_{BD}$ aux bornes du condensateur en fonction du temps t.
- **1-4-5)** Montrer que $u_R \sqcup u_G = 3 \sin(314t)$ en utilisant la loi d'additivité des tensions $u_G = u_C + u_L + u_R$ avec $u_R = u_{DE}$ est la tension aux bornes du conducteur ohmique.
- **1-4-6)** Déduire la valeur de R.
- **1-4-7)** On diminue la valeur de R jusqu'à 2 Ω. Calculer la nouvelle valeur de l'intensité maximale dans le circuit en utilisant la relation $u_R = u_G$.



Doc.4

2- Circuit RLC série dans la radio

Chaque station radio diffuse une onde électromagnétique (onde radio) de fréquence f précise. Lorsque cette onde radio de fréquence f est reçue par l'antenne d'une radio, elle est convertie en un signal électrique sinusoïdal de même fréquence f ; l'antenne joue alors le rôle d'un générateur qui alimente le circuit RLC série dans la radio.
On donne :

- l'inductance d'un circuit RLC série dans une radio est L = 0,2 mH ;
- les valeurs de R et de C sont réglables ;
- lorsque le circuit entre dans un phénomène électrique similaire à celui de la partie (1-3), l'antenne capte l'onde diffusée.

2-1) Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur pour que l'antenne capte une onde radio dont la fréquence est 1000 kHz.

2-2) Pour augmenter l'intensité du son émis par la radio, on doit augmenter l'intensité du courant dans le circuit. Indiquer si on doit augmenter ou diminuer la résistance R pour augmenter l'intensité du son émis par la radio.

أسس التصحيح – مادة الفيزياء

<table>
<tr><th colspan="3">Exercice 1 : (7 points) Détermination de la constante de raideur d'un ressort</th></tr>
<tr><th colspan="2">Partie</th><th>Réponse</th><th>Notes</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>1-1</td><td>$\vec{P}_{\text{just avant}} = \vec{P}_{\text{just après}}$
$m_1\vec{V}_1 + \vec{0} = m_1\vec{V'}_1 + m_2\vec{V'}_2$
$0,2 \times 2\ \vec{i} = 0,2 \times (-0,4)\ \vec{i} + 0,3\vec{V'}_2$
$0,48\ \vec{i} = 0,3\ \vec{V'}_2$; $\vec{V'}_2 = 1,6\ \vec{i}$ alors $V'_2 = 1,6$ m/s</td><td>1,25</td></tr>
<tr><td>1-2</td><td>$E_{Cav} = \frac{1}{2}m_1V_1^2 = \frac{1}{2}(0,2) \times (2)^2 = 0,4$ J
$E_{Cap} = \frac{1}{2}m_1V'^2_1 + \frac{1}{2}m_2V'^2_2 = \frac{1}{2}(0,2) \times (0,4)^2 + \frac{1}{2}(0,3) \times (1,6)^2 = 0,4$ J
$E_{Cav} = E_{Cap}$, alors la collision est élastique.</td><td>0,5
0,5
0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">2</td><td>$Em_{(O)} = Em_{(M)}$ (les forces de frottement sont négligeables)
$Ec_{(O)} + Epp_{(O)} = Ec_{(M)} + Epp_{(M)}$
$\frac{1}{2}(0,3) \times (1,6)^2 + 0 = 0,3 \times 10 \times 0,1 + \frac{1}{2}(0,3)\ V_M^2$
$0,348 = 0,3 + 0,15\ V_M^2$
$V_M^2 = 0,56$ alors $V_M = 0,748$ m/s</td><td>0,5
0,5
0,5</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3</td><td>3-1</td><td>$Em = Ec + Epp + Epe = \frac{1}{2}m_1\ v^2 + 0 + \frac{1}{2}k\ x^2$</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>3-2</td><td>Em = constante, alors $\frac{dE_m}{dt} = 0$
$\frac{1}{2}\ m_1\ 2vv' + \frac{1}{2}\ k\ 2xx' = 0$; ($v = x' \neq 0$, $v' = x''$) alors $m_1x'' + kx = 0$
$x'' + \frac{k}{m_1}x = 0$</td><td>1</td></tr>
<tr><td>3-3</td><td>L'équation différentielle est de la forme $x'' + \omega_0^2\ x = 0$
$\omega_0^2 = \frac{k}{m_1}$ et $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$</td><td>0,25
0,5</td></tr>
<tr><td>3-4</td><td>$T_0 = 0,314$ et $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$
$0,314 = 2 \times 3,14\sqrt{\frac{0,2}{k}}$ par suite $k = 80$ N/m</td><td>0,5</td></tr>
</table>

Exercice 2 (6 points) Scintigraphie en médicine		
Partie	**Réponse**	**Note**
1	D'après les lois de conservation de nombre de masse et de nombre de charge: A = 0 et Z = – 1 Alors, ${}^{A}_{Z}X$ est un électron de symbole ${}^{0}_{-1}e$	**0,75** **0,5**
2	Antineutrino	**0,5**
3	La désexcitation du noyau fils « technétium »	**0,5**
4	$E = h\frac{c}{\lambda}$, $\lambda = \frac{hc}{E}$, alors $\lambda = 8{,}839\times10^{-12}$ m	**0,75**
5	Pour $t_0 = 0$; $A_0 = 530\times10^{6}$ Bq À t = T : $A = \frac{A_0}{2} = 265\times10^{6}$ Bq Alors, t = T = 6 h (graphiquement)	**0,5**
6 – **6-1**	$A = A_0\ e^{-\lambda t}$	**0,5**
6 – **6-2** – **6-2-1**	$0{,}63\ A_0 = A_0\ e^{-\lambda t}$; $\ln 0{,}63 = -\lambda \times t$ $0{,}46 = \lambda$ t, mais $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = 0{,}115\ h^{-1}$ Alors, $t = \frac{0{,}46}{\lambda} = 4$ h	**1**
6 – **6-2** – **6-2-2**	$\frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t} = e^{-0{,}115\times40} = 0{,}01 = 1\ \%$	**1**

Exercice 3 (7 points) Circuit RLC série dans la radio				
Partie			**Réponse**	**Notes**
1	**1-1**		$C_0 = 32\ \mu F$	**0,25**
	1-2		$LC_0\omega^2 = 0,317 \times 32 \times 10^{-6} \times (314)^2 = 1$	**0,5**
	1-3		Résonance d'intensité	**0,5**
	1-4	**1**	$I_m = 0,3$ A	**0,25**
		2	$i = I_m \sin(\omega t + \varphi) = 0,3 \sin(314\,t)$, car $I_m = 0,3$ A et dans le cas de résonnance $\varphi = 0$	**0,5**
		3	$u_L = L\dfrac{di}{dt} = L\times 0,3\times314\times\cos(314\,t) = 29,86\cos(314\,t)$	**0,75**
		4	$u_C = u_{BD} = \dfrac{q}{C}$ $i = \dfrac{dq}{dt} = C\dfrac{du_C}{dt}$; $du_C = \dfrac{i}{C}dt$ alors : $u_C = \dfrac{0.3}{32\times10^{-6}}\int \sin(314\,t)\,dt$ $u_C = \dfrac{-0.3}{32\times10^{-6}\times314}\cos(314\,t) = -29,656\cos(314\,t)$	**1**
		5	$u_G = u_C + u_L + u_R$ mais $u_C \cong -u_L$ alors $u_C + u_L = 0$ Par suite $u_G \cong u_R = 3\sin(314\,t)$	**0,75**
		6	$U_{Rm} = 3 = R\,I_m$, alors $R = \dfrac{3}{0.3} = 10\,\Omega$	**1**
		7	$U_{Rm} = 3 = R\,I'_m$, alors $I'_m = \dfrac{3}{2} = 1,5$ A	**0,5**
2	**2-1**		Résonance d'intensité : $f^2 = \dfrac{1}{4\pi^2LC}$ Donc $C = \dfrac{1}{4\pi^2Lf^2} = 1,267\times10^{-10}$ F $= 0,162$ nF	**0,75**
	2-2		Il faut diminuer R,	**0,25**

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات الرسميّة	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع: علوم الحياة	دورة العام 2018 الاستثنائيّة السبت في 4 آب 2018
	مسابقة في مادة الفيزياء المدة: ساعتان	الاسم: الرقم:

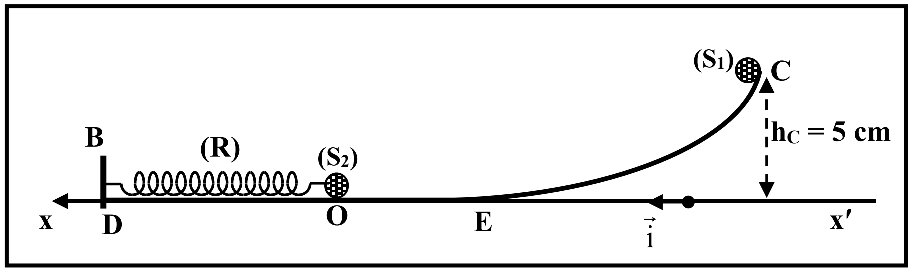
Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est recommandé.

Exercice 1 (7 points)

Détermination de la constante de raideur d'un ressort

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

- d'une glissière CEOD, située dans un plan vertical, formée d'une partie courbe CE et d'une partie horizontale EOD;
- d'un ressort (R) horizontal, de masse négligeable et de constante de raideur k ;
- de deux solides identiques (S_1) et (S_2), supposés ponctuels et de même masse m.



Doc .1

On fixe le ressort par l'une de ses extrémités à un support B ; l'autre extrémité est reliée à (S_2).

À l'équilibre, (S_2) coïncide avec l'origine O d'un axe horizontal x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$.

On lâche (S_1) sans vitesse initiale à partir du point C situé à une altitude h_C = 5cm au-dessus de l'axe x'x comme le montre le document 1.

On néglige toutes les forces de frottement.

Prendre :

- le plan horizontal contenant l'axe x'x comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10\ m/s^2$ et $\pi = 3{,}14$.

1- (S_1) atteint (S_2) avec une vitesse $\overrightarrow{V_1} = V_1\,\vec{i}$. Appliquer le principe de conservation de l'énergie mécanique du système [(S_1), Terre] pour déterminer la valeur V_1de $\overrightarrow{V_1}$.

2- (S_1) entre en collision frontale et parfaitement élastique avec (S_2) initialement au repos. Vérifier que juste après cette collision, (S_1) devient au repos et (S_2) se déplace avec une vitesse V_0 = 1 m/s.

3- Juste après la collision, (S_2) oscille le long de l'axe x'x. L'instant de la collision en O est considéré comme origine de temps $t_0 = 0$.

À un instant t, l'abscisse de (S_2) est x et la mesure algébrique de sa vitesse est $v = \frac{dx}{dt}$.

3-1) Établir l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de (S_2).

3-2) La solution de l'équation différentielle obtenue est $x = A \sin(\frac{2\pi}{T_0} t)$,où A est une constante et T_0 est la période propre des oscillations de (S_2).

3-2-1) Déterminer, en fonction de m et k, l'expression de T_0.

3-2-2) Déterminer, en fonction de V_0 et T_0, l'expression de A.

3-2-3) La constante A est une caractéristique du mouvement oscillatoire de (S_2). Nommer cette caractéristique.

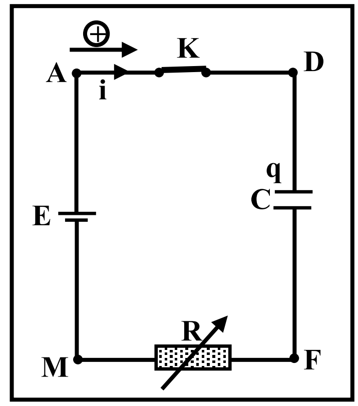
4- À un instant t_1 = 314ms, (S_2) repasse par le point O pour la première fois. En déduire la valeur de T_0.

5- Calculer la valeur de A.

6- Déterminer par deux méthodes différentes la valeur de k, sachant que m = 400 g.

Exercice 2 (7 points)

Effet de la résistance sur la charge d'un condensateur



Doc. 2

Le but de cet exercice est d'étudier l'effet de la résistance d'un conducteur ohmique sur la charge d'un condensateur.
Dans ce but, on réalise le circuit du document 2qui comprend :

- un condensateur initialement non chargé de capacité C = 4 μF;
- un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- un générateur idéal de tension continue u_{AM} = E;
- un interrupteur K.

On ferme l'interrupteur à $t_0 = 0$, et la charge du condensateur commence.

1- Étude théorique

1-1) Établir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_{DF} = u_C$ durant la charge du condensateur.

1-2) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C = A + B\,e^{Dt}$. Déterminer les constantes A, B et D en fonction de E, R et C.

1-3) Vérifier que le condensateur sera pratiquement chargé complètement à t = 5 RC.

1-4) Indiquer alors l'effet de la résistance du conducteur ohmique sur la durée de charge du condensateur.

2- Étude expérimentale

On donne à R deux valeurs différentes R_1 et R_2 ; un système approprié permet de tracer, pour chaque valeur de R, la tension u_C en fonction du temps (Doc. 3).

- Courbe (a) correspond à $R = R_1$.
- Courbe (b) correspond à $R = R_2$.

2-1) En utilisant les courbes du document 3 :

2-1-1) préciser la valeur de E;

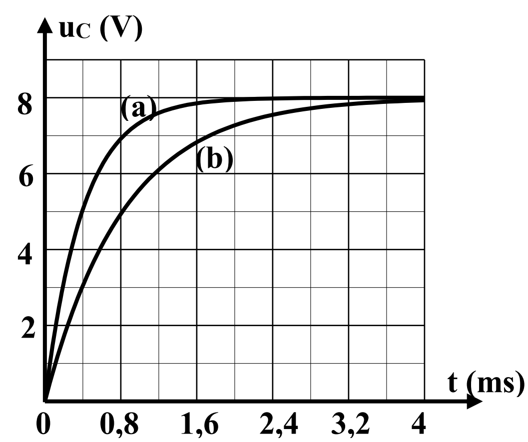
2-1-2) préciser, sans calcul, si la valeur de R_2 est : égale, plus petite ou plus grande que R_1;

2-1-3) Déterminer les valeurs de R_1 et R_2.

2-2) Le condensateur est complètment chargé, l'énergie électrique emmagasinée dans le condonsateur est W_C.

2-2-1) La valeur de W_C dépend-elle de la résistance du conducteur ohmique ? Justifier.

2-2-2) Déduire la valeur de W_C.



Doc. 3

<u>Exercice 3</u> (6 points)

La bombe nucléaire d'Hiroshima

Le 6 Août 1945, une bombe atomique (nucléaire), alimentée par l'uranium fortement enrichi (uranium 235), tomba sur Hiroshima ; elle provoqua une violente explosion due à la fission nucléaire en chaîne de l'uranium. La bombe contenait M = 52 kg d'uranium 235, seulement une petite partie de masse « m » de ces noyaux subissent la fission avant que l'explosion éjecte le contenu de la bombe très loin.
Le but de cet exercice est d'étudier la fission nucléaire et de déterminer le pourcentage d'uranium 235 qui a été fissuré dans cette bombe.

1- Étude de la réaction de fission nucléaire

Lorsque le noyau fissile d'uranium 235 est bombardé par un neutron thermique $^{1}_{0}n$, il se divise en deux noyaux plus légers avec l'émission de certains neutrons.
Une des réactions possibles est :

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{A}_{53}I + ^{94}_{B}Y + 3^{1}_{0}n.$$

Données : $m_n = 1{,}00866$ u;

$m(^{235}_{92}U) = 234{,}99332$ u;

$m(^{A}_{53}I) = 138{,}89700$ u;

$m(^{94}_{B}Y) = 93{,}89014$ u ;

$1u = 1{,}66\times10^{-27}$ kg ;

$c = 3\times10^{8}$ m/s.

1-1) Cette réaction peut engendrer une réaction nucléaire en chaîne. Pourquoi ?

1-2) Calculer, en indiquant leslois utilisées, les valeurs de A et B.

1-3) Déterminer le défaut de masse Δm qui est converti en énergie durant la fission nucléaire précédente.

1-4) Déduire que, 0,08% de la masse d'un noyau d'uranium qui subit cette fission, est convertie en énergie.

2- Détermination du pourcentage d'uranium 235 utilisé dans la bombe d'Hiroshima

Dans une bombe nucléaire, les réactions nucléaires sont incontrôlables. La grande quantité d'énergie libérée provoque une explosion nucléaire. La bombe qui a bombardé Hiroshima a libéré une quantité d'énergie équivalente à celle libérée par 14 kilotonnes de TNT.

2-1) Calculer l'énergie nucléaire totale libérée par la bombe atomique sachant que l'énergie libérée par 1 kilotonne de TNT est 4×10^{12} J.

2-2) Déduire que la masse d'uranium 235, convertie en énergie pendant l'explosion de la bombe, est $\Delta m'$ = 622,22 mg.

2-3) La masse de l'uranium 235 qui subit la fission dans la bombe est « m ». On suppose que 0,08 % de « m » est convertie en énergie. Calculer « m ».

2-4) Calculer le pourcentage de masse d'uranium235 qui a subit la fission dans la bombe d'Hiroshima contenant M = 52 kg d'uranium 235.

أسس التصحيح

Exercice 1 (7 points)

Détermination de la constante de raideur d'un ressort

Partie			Réponse	Note
1			$Em_A = Em_O$, alors $m\,g\,h_G + 0 = ½\, mV_1^2 + 0$ alors $V_1 = \sqrt{2\,g\,h_G} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.05} = 1$ m/s	**0,75**
2			Pendant le choc, la quantité de mouvement du système[(S_1) et (S_2)]doit se conserver: $\vec{P}_{\text{juste avant}} = m\,\vec{V}_1 + \vec{0} = m \times 1\vec{i}$ $\vec{P}_{\text{juste après}} = \vec{0} + m\,\vec{V}_o = m \times 1\,\vec{i}$ $\vec{P}_{\text{juste avant}} = \vec{P}_{\text{juste après}}$ c'est vérifié **Ou bien** : Durant le choc, la quantité de mouvement du système [(S_1) et (S_2)] se conserve : $m\,\vec{V}_1 + \vec{0} = \vec{0} + m\,\vec{V}_o$ donc $\vec{V}_o = \vec{V}_1$ donc $V_o = 1$ m/s c'est vérifié. **Ou bien** vérification de la conservation de l'énergie cinétique	**0,75**
3	3.1		$Em = \frac{1}{2}\,m\,v^2 + \frac{1}{2}\,k\,x^2$ La somme des travaux des forces non conservatives est nulle (pas de frottement), donc Em est conservée : $\frac{dEm}{dt} = 0 = 2\,(\frac{1}{2}\,m\,vv') + 2\,(\frac{1}{2}\,k\,xx')$, mais $x' = v$ and $v' = x''$, donc $v\,(m\,x'' + k\,x) = 0$, mais $v \neq 0$, donc $m\,x'' + k\,x = 0$, alors $x'' + \frac{k}{m}\,x = 0$	**1**
	3.2	1	$x' = \frac{A\,2\,\pi}{T_o}\cos\left(\frac{2\pi}{T_o}t\right)$, $x'' = -A\left(\frac{2\,\pi}{T_o}\right)^2\sin\left(\frac{2\pi}{T_o}t\right) = -\left(\frac{2\,\pi}{T_o}\right)^2 x$. Remplaçons dans l'équation différentielle, alors $-\left(\frac{2\,\pi}{T_o}\right)^2 x + \frac{k}{m}x = 0$ $x\,[-\left(\frac{2\,\pi}{T_o}\right)^2 + \frac{k}{m}] = 0$,mais $x \neq 0$, alors $T_o = 2\,\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	**1**
		2	$V = x' = \frac{2\pi}{T_0}\,A\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$; À $t_o = 0$, $v = V_o = \frac{A\,2\,\pi}{T_o}\cos(0)$ alors $A = \frac{T_oV_o}{2\,\pi}$	**1**
		3	A = Xm est l'amplitude du mouvement oscillatoire de (S_2).	**0,25**
4			$T_o = 2\,t_1 = 2 \times 0{,}314 = 0{,}628$ s	**0,5**
5			$A = \frac{0.628 \times 1}{2 \times 3.14} = 0.1$ m	**0,5**
6			Première méthode: $T_o = 2\,\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, then $k = \frac{4\,\pi^2 \times m}{T_0^2} = \frac{4 \times 3.14^2 \times 0.4}{0.628^2} = 40$ N/m. Deuxième méthode, système [(S_2), (R), Terre] $½\,m\,V_0^2 + 0 = ½\,k\,A^2 + 0$,alors $k = \frac{m\,V_0^2}{A^2} = \frac{0.4 \times 1^2}{0.1^2} = 40$ N/m.	**0,5** **0,75**

Exercice 2 **(7 points)**

Effet de la résistance sur la charge d'un condensateur

Partie			Réponse	Note
1	1.1		Le sens positive est dirigé vers l'armature de charge q, alors i = + $\frac{d\,q}{d\,t}$, donc i = C $\frac{d\,u_C}{d\,t}$. $u_{AM} = u_{AD} + u_{DF} + u_{FM}$, alors E = u_C+ R i E = $u_C + R\,C\frac{d\,u_C}{d\,t}$, par suite $\frac{d\,u_C}{d\,t} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}$.	**0,75**
	1.2		$u_C = A + B\,e^{D\,t}$, so $\frac{d\,u_C}{d\,t} = BD\,e^{Dt}$, on remplace dans l'équation différentielle $BD\,e^{Dt} + \frac{A + B\,e^{D\,t}}{R\,C} = \frac{E}{R\,C}$, donc RC B D e^{Dt} + A + Be^{Dt} = E Be^{Dt} (RC D + 1) + A = E. A = E ;et Be^{Dt} (RC D + 1) = 0. Mais Be^{Dt}= 0 à rejeter, donc (R C D + 1) = 0alors D = $-\frac{1}{R\,C}$. À $t_0 = 0$, u_C = 0= A + B $e^{D\,t}$, donc 0 = A + B , alors B = - A, Par suite B = - E .	**1,25**
	1.3		$u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{R_1\,C}})$ À t = 5 RC: $u_C = E\,(1 - e^{\frac{-5\,RC}{R\,C}}) = E\,(1 - e^{-5})$, doncu_C = 0.99 E. Donc le condensateur devient pratiquement complètement chargé à t = 5 R C.	**0,75**
	1.4		Si la résistance augmente, la durée de charge (5 R C) augmente, par suite la durée de charge devient plus lente.	**0,5**
2	2.1	1	Lorsque le régime permanent est atteint, le condensateur devient complètement chargé, donc u_C = E. Graphiquement, le régime permanent est atteint lorsque u_C = 8 V. Donc E = 8 V.	**0,75**
		2	La courbe (a) atteint son régime permanent avant la courbe (b) donc $5R_1C<5R_2C$ Par suite $R_1<R_2$ **Ou bien** : A partir des graphes, $u_{C(b)} < u_{C(a)}$ pour tout instant t (à l'exception de t = 0), donc la charge pour la courbe (b) est plus lent, donc $R_2 > R_1$	**0,75**
		3	A t = τ, u_C = 0.63 E = 0.63 × 8 = 5 V. Graphiquement, u_C = 5 V, lorsque : t = τ_1 = 0,4 ms pour la courbe (a) et t = τ_2 = 0,8 ms pour la courbe (b). $\tau = R_1C$, donc $R_1 = \frac{0.4 \times 10^{-3}}{4 \times 10^{-6}}$; $R_1 = 100\ \Omega$ de même $R_2 = 200\ \Omega$	**1,25**
	2.2	1	Lorsque le condensateur est complètement chargé : $W_C = \frac{1}{2}C\,E^2$ donc W_C dépend seulement de C et E. Par suite la valeur de W_C n'est pas affectée par la valeur de la résistance du circuit.	**0,5**
		2	$W_C = \frac{1}{2}C\,E^2 = \frac{1}{2}(4 \times 10^{-6})\,(8^2)$, alors $W_C = 1.28 \times 10^{-4}$ J.	**0,5**

Exercice 3 (6points)

La bombe nucléaire d'Hiroshima

Partie		Réponse	Note
1	1.1	Car chaque réaction nucléaire libère 3 neutrons.	**0,5**
	1.2	Loi de conservation de nombre de masse : 1+ 235 = A + 94 + 3(1) donc A = 139. Loi de conservation de nombre de charge : 0+ 92 = 53 + B + 3(0) donc B = 39.	**1**
	1.3	$\Delta m = m_{avant} - m_{après}$ = (1,00866 + 234,99332)- [138,897+ 93,89014 + 3(1,00866)] Δm = 0,18904u.	**0,75**
	1.4	$\frac{\Delta m}{m(U)} = \frac{0,18904}{234,99332}$ = 0,0008 = 0.08 %	**0,75**
2	2.1	$E_{\text{totale libérée par la bombe atomique}} = 14 \times 4 \times 10^{12} = 56 \times 10^{12}$ J	**0,5**
	2.2	$E_{\text{totale libérée par la bombe atomique}} = \Delta m' \times c^2$ Donc $\Delta m' = \frac{56\times10^{12}}{(3\times10^8)^2} = 0,00062222\text{kg} = 0,62222\text{g} = 622,22\text{mg}$.	**1**
	2.3	0,08% m = Δm' donc La masse « m » qui est convertie en énergie vaut : $m = \frac{\Delta m'}{0,08\%} = \frac{0,62222}{0,0008} = 777,775 \text{ g} = 0,777 \text{ kg}$.	**0,75**
	2.4	Le pourcentage de masse qui a subit la fission dans la bombe d'Hiroshima vaut Pourcentage = $\frac{m}{M}\times100 = \frac{0.777}{52}\times100 = 1.5$	**0,75**

وزارة التربية والتعليم العالي
المديريّة العامّة للتربية
دائرة الامتحانات الرسميّة

امتحانات الشهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

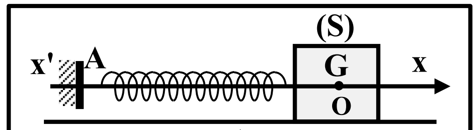
دورة العـام 2019 العاديّـة
السبت 22 حزيران 2019

مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعتان	الرقم:

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

Exercice 1 (7 points) Oscillateur mécanique horizontal

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S), de masse m, et d'un ressort de masse négligeable et de constante de raideur k. (S) est attaché à l'une des deux extrémités du ressort, l'autre extrémité étant reliée à un support fixe A. (S) peut se déplacer, sans frottement, sur un support horizontal (Doc. 1).



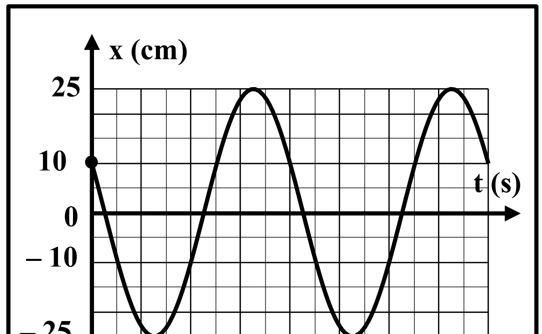
Doc. 1

Le but de cet exercice est de déterminer les valeurs de m et k.
À l'équilibre, le centre de masse G, de (S), coïncide avec l'origine O de l'axe x' x.
On déplace (S) horizontalement, dans le sens positif. À l'instant $t_0 = 0$, l'abscisse de G est x_0 et (S) est lancé, dans le sens négatif, avec une vitesse initiale $\vec{v_0} = v_0\,\vec{i}$ ($v_0 < 0$) où $\vec{i}$ est le vecteur unitaire de l'axe x' x.

À un instant t, l'abscisse de G est x et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = x' = \dfrac{dx}{dt}$.

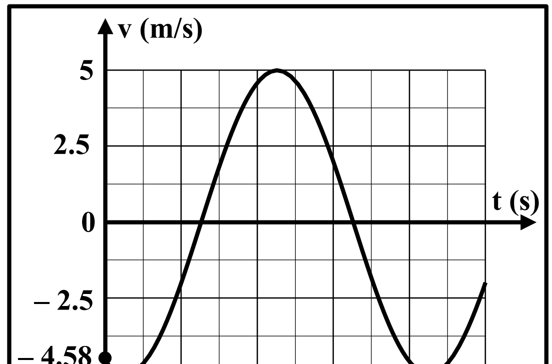
Le plan horizontal contenant G est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1) Écrire, à l'instant t, l'expression de l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre), en fonction de x, m, k et v.
2) Etablir l'équation différentielle, du second ordre en x, qui régit le mouvement de (S).
3) Déduire, en fonction de m et k, l'expression de la pulsation propre ω_0 des oscillations.
4) La solution de l'équation différentielle obtenue est :
$x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ où X_m, ω_0 et φ sont des constantes.
Écrire l'expression de v en fonction de X_m, ω_0, φ et t.
5) Écrire les expressions de x_0 et v_0 en fonction de X_m, ω_0 et φ.
6) Déduire que : $X_m = \sqrt{x_0^2 + \dfrac{v_0^2}{\omega_0^2}}$.



Doc. 2

7) Un dispositif approprié trace l'évolution de x et v en fonction du temps, comme le montre les documents 2 et 3 respectivement. En se référant aux documents 2 et 3 :
7- 1) préciser le type des oscillations ;
7- 2) indiquer les valeurs de x_0, v_0, X_m et V_m où V_m est la valeur maximale de v.
8) Déduire que ω_0 vaut approximativement 20 rd/s.
9) On répète la même expérience en remplaçant le bloc (S) de masse m par un autre bloc (S') de masse m' = 0,8 kg.
La nouvelle pulsation propre est $\omega' = \dfrac{\omega_0}{2}$.
9-1) Écrire l'expression de ω' en fonction de m' et k.
9-2) Déduire les valeurs de k et m.

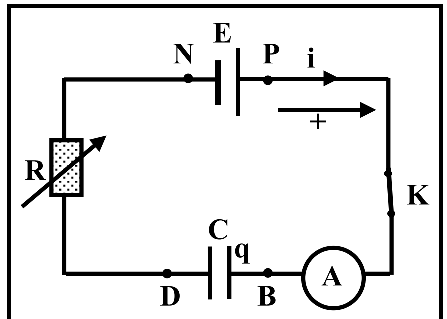


Doc. 3

Exercice 2 (7 points) Capacité d'un condensateur

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité C d'un condensateur.

On réalise le circuit série schématisé dans le document 4.



Doc.4

Ce circuit comprend :

- un générateur idéal de f. é.m. E = 10 V ;
- un rhéostat de résistance R ;
- un condensateur de capacité C ;
- un ampèremètre (A) de résistance négligeable ;
- un interrupteur K.

Le condensateur est initialement non chargé.

À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K. À un instant t, l'armature B, du condensateur, porte la charge q et le circuit est parcouru par un courant d'intensité i, comme le montre le document 4.

1) Écrire l'expression de i en fonction de C et u_C, où $u_C = u_{BD}$ est la tension aux bornes du condensateur.

2) Établir l'équation différentielle qui décrit la variation de u_C.

3) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C = a + b\,e^{\frac{-t}{\tau}}$.
Déterminer les expressions des constantes a, b et τ en fonction de E, R et C.

4) Déduire que l'expression de l'intensité du courant est : $i = \frac{E}{R}\,e^{\frac{-t}{RC}}$.

5) L'ampèremètre (A) indique, à $t_0 = 0$, une valeur $I_0 = 5$ mA. Déduire la valeur de R.

6) Écrire l'expression de $u_R = u_{DN}$ en fonction de E, R, C et t.

7) À un instant $t = t_1$, la tension aux bornes du condensateur est $u_C = u_R$.

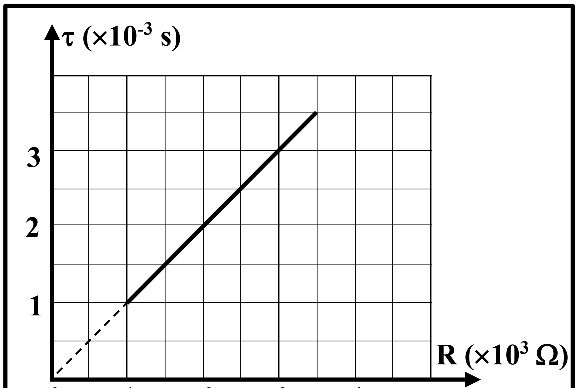
7- 1) Montrer que $t_1 = R\,C\,\ell n2$.

7- 2) Calculer la valeur de C, sachant que $t_1 = 1{,}4$ ms.

8) Dans le but de vérifier la valeur de C, on varie la valeur de R. Le document 5 montre l'évolution de τ en fonction de R.

8-1) Montrer que l'allure de la courbe du document 5 est en accord avec l'expression de τ obtenue dans la question 3.

8-2) En utilisant la courbe du document 5, déterminer de nouveau la valeur de C.



Doc. 5

Exercice 3 (6 points) Aspects de la lumière

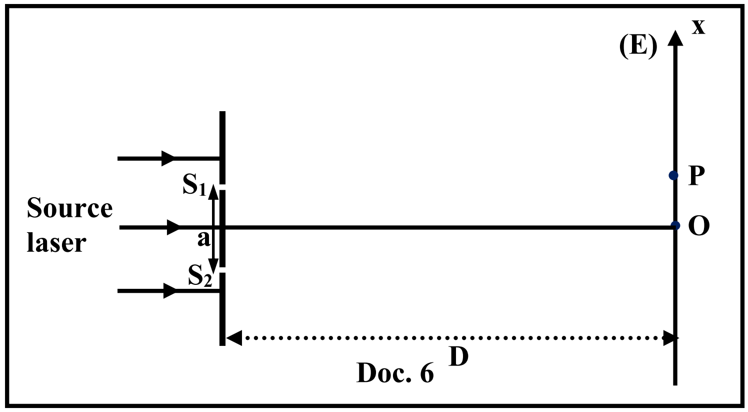
Le but de cet exercice est de mettre en évidence les deux aspects de la lumière.

1) Premier aspect

On considère le dispositif de Young. Les deux fentes fines S_1 et S_2, du dispositif, sont parallèles, horizontales et distantes de a = 0,5 mm. L'écran d'observation (E) est placé parallèlement au plan des fentes à une distance D = 2 m.

Une source laser, émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ = 600 nm dans l'air, éclaire sous une incidence normale les deux fentes.

O est le point d'intersection de la médiatrice de $[S_1S_2]$ avec (E).



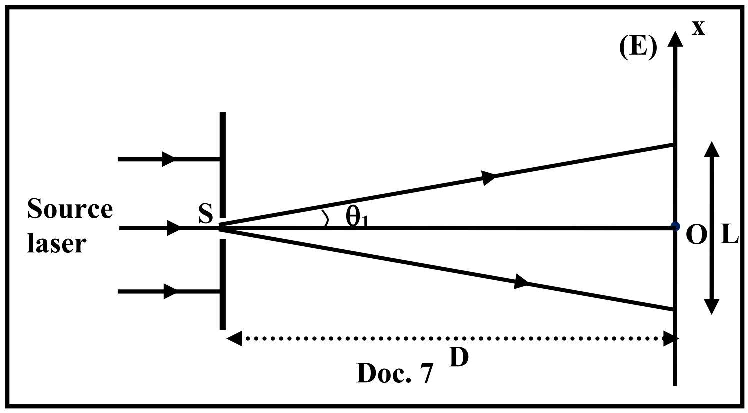
Doc. 6

P est un point de (E) d'abscisse $x_P = \overline{OP}$ = 9,6 mm (Doc. 6).

1-1) Calculer la valeur de l'interfrange i.

1-2) Préciser la nature et l'ordre de la frange de centre P.

1-3) Les fentes S_1 et S_2 sont remplacées par une seule fente horizontale S de largeur a_1 = 0,1 mm. O est le centre de la tache brillante centrale, où $\alpha = 2\,\theta_1$ est la largeur angulaire de la tache centrale (θ_1 faible) (Doc. 7).



Doc. 7

1-3-1) Nommer le phénomène qui aura lieu au niveau de la fente S.

1-3-2) Montrer que la largeur L de la frange lumineuse centrale est donnée par l'expression : $L = \dfrac{2\lambda D}{a_1}$.

1-3-3) Déduire la distance d entre O et le centre de la première frange sombre.

1-3-4) Déduire que P n'est ni le centre d'une frange brillante, ni le centre d'une frange sombre.

1-4) Les deux expériences précédentes mettent en évidence un aspect de la lumière. Nommer cet aspect.

2) Deuxième aspect

La radiation monochromatique de longueur d'onde λ = 600 nm dans l'air, émise par la source laser, éclaire maintenant la surface d'un métal au lithium dont le travail de sortie (énergie d'extraction) vaut W_0 = 2,39 eV.

On donne : constante de Planck $h = 6{,}6 \times 10^{-34}$ J.s ; 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$J.

Prendre la vitesse de la lumière dans l'air $c = 3 \times 10^{8}$ m/s.

2-1) Définir le travail de sortie (énergie d'extraction) d'un métal.

2-2) Calculer, en eV, l'énergie d'un photon de cette radiation.

2-3) Déduire que l'émission photoélectrique n'a pas eu lieu.

2-4) Pour extraire des électrons du métal au lithium, la source laser est remplacée par une autre émettant une radiation de longueur d'onde λ' = 500 nm dans l'air.

Déterminer, en eV, l'énergie cinétique maximale des électrons libérés.

2-5) Cette expérience met en évidence un aspect de la lumière. Nommer cet aspect.

أسس التصحيح – مادة الفيزياء – فرنسي

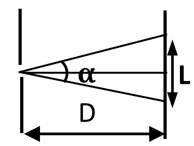
Exercice 1 (7 points) Oscillateur mécanique horizontal

Partie		Réponses	notes
1		$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$	0,5
2		Pas de frottement donc l'énergie mécanique est conservée : Em = constante, $\frac{dE_m}{dt} = 0$: m v v′ + k x x′ = 0 avec v = x′ et v′ = x″ x′ (mv + kx) = 0 , mais x′ ≠ 0 au cours du mouvement ; donc $x'' + \frac{k}{m}x = 0$	1
3		L'équation différentielle est de la forme $x'' + \omega_0^2 x = 0$ Donc : $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$	0,5
4		$v = X_m\omega_0\cos(\omega_0 t + \varphi)$	0,25
5		$x_0 = X_m\sin\varphi$ $v_0 = \omega_0 X_m\cos\varphi$	0,25 0,25
6		$\sin\varphi = \frac{x_0}{X_m}$; $\cos\varphi = \frac{v_0}{\omega_0 X_m}$ $\sin^2\varphi + \cos^2\varphi = 1$ $\frac{x_0^2}{X_m^2} + \frac{v_0^2}{\omega_0^2 X_m^2} = 1$; $X_m^2 = x_0^2 + \frac{v_0^2}{\omega_0^2}$ On aura : $X_m = \sqrt{x_0{}^2 + \frac{v_0{}^2}{\omega_0{}^2}}$	1
7	7.1	Oscillations libres non amorties car x_m est constant	0,5
	7.2	x_0 = 10 cm ; v_0 = - 4,58 m/s X_m = 25 cm ; V_m = 5 m/s	0,25 0,25 0,25 0,25
8		On remplace les valeurs de x_0. v_0 et X_m dans l'expression de X_m $0{,}25 = \sqrt{0{,}1^2 + \frac{-4{,}58^2}{\omega_0{}^2}}$ On aura ω_0 = 19,98 ≅ 20 rd/s **<u>Ou bien</u>** : $V_m = \omega_0 X_m$, donc $\omega_0 = \frac{V_m}{X_m} = \frac{5}{0{,}25}$ = 20 rd/s	0,5
9	9.1	$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m'}}$	0,25
	9.2	$\omega' = 10$ rd/s k = m' × ω'^{2} = 0,8 × 10^2 = 80 N/m et $m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{80}{400}$ = 0,2 kg	0,5 0,5

Exercice 2 (7 points) **Capacité d'un condensateur**

Partie		Réponses	notes
1		$i = \frac{dq}{dt}$; Or $q = C \times u_C$ donc $i = C\,\frac{du_C}{dt}$	0,5
2		$E = u_{BD} + u_{DN} = u_C + Ri$ or $i = C\,\frac{du_C}{dt}$ donc $E = u_C + RC\,\frac{du_C}{dt}$	0,75
3		$\frac{du_C}{dt} = -\frac{b}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$; on remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle : $E = a + b\,e^{-\frac{t}{\tau}} + RC\,(-\frac{b}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}})$; $E = a + b\,e^{-\frac{t}{\tau}}(1 - \frac{RC}{\tau})$ par identification on obtient : $a = E$ $e^{-\frac{t}{\tau}}(1 - \frac{RC}{\tau}) = 0$, cette égalité est vérifiée quelque soit t donc $1 - \frac{RC}{\tau} = 0$ Par suite, $\tau = RC$ À $t_o = 0$, la charge est $q_o = 0$, donc $u_{0C} = 0$. On remplace $u_{0C} = 0$ dans l'expression de u_c donne : $0 = a + b$, donc $b = -a = -E$	2
4		$i = C\,\frac{du_C}{dt} = C\frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$.	0,5
5		A $t_0 = 0$: $i = \frac{E}{R}e^0 = I_0$; donc $I_0 = \frac{E}{R}$ alors $R = \frac{E}{I_0} = \frac{10}{5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^3\ \Omega$	0,5
6		$u_R = Ri = RC\,\frac{du_C}{dt} = RC\frac{E}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}} = E\,e^{-\frac{t}{\tau}}$.	0,5
7	7.1	$u_C = u_R$ $E - Ee^{-\frac{t_1}{\tau}} = E\,e^{-\frac{t_1}{\tau}}$, donc $E = 2E\,e^{-\frac{t_1}{\tau}}$, alors $\frac{1}{2} = e^{-\frac{t_1}{\tau}}$, par suite $-\ell n2 = -\frac{t_1}{\tau}$ Alors, $t_1 = \tau\ \ell n2$; donc, $t_1 = RC\ \ell n2$	0,75
	7.2	$C = \frac{t_1}{R\,\ell n2} = \frac{1{,}4 \times 10^{-3}}{2 \times 10^3 \times \ell n\,2} = 1 \times 10^{-6}$ F	0,5
8	8.1	L'allure de la courbe est une ligne droite dont le prolongement passe par l'origine et de pente positive, ce qui est en accord avec l'expression $\tau = RC$	0,5
	8.2	Pente $= C = \frac{\Delta\tau}{\Delta R} = \frac{3 \times 10^{-3}}{3 \times 10^3} = 1 \times 10^{-6}$ F	0,5

Exercice 3 (6 points) Aspects de la lumière

Part			Réponses	Notes
1	1.1		$i = \frac{\lambda D}{a} = \frac{600 \times 10^{-9} \times 2}{0,5 \times 10^{-3}} = 24 \times 10^{-4}$ m = 2,4 mm	0,5
	1.2		x_P = 9,6 mm = 4 i , donc P est le centre de la quatrième frange brillante d'ordre 4 **<u>Ou bien</u>**: P est le centre de la frange brillante si $x_P = \frac{k \lambda D}{a}$ avec $k \in Z$. $k = \frac{a\,x_P}{\lambda D} = \frac{0,5 \times 10^{-3} \times 9,6 \times 10^{-3}}{600 \times 10^{-9} \times 2} = 4 \in Z$ donc P est le centre de la frange brillante d'ordre 4	1
	1.3	1.3.1	Diffraction de la lumière	0,25
		1.3.2	D'après la figure : $\tan\frac{\alpha}{2} = \frac{L/2}{D}$, mais α est faible donc $\tan\alpha \cong \alpha$ donc $\frac{\alpha}{2} = \frac{L}{2D}$ Mais $\alpha = \frac{2\lambda}{a_1}$; par suite, $L = \frac{2\lambda D}{a_1}$ 	0,75
		1.3.3	$d = \frac{L}{2} = \frac{2 \times 600 \times 10^{-9} \times 2}{2 \times 0,1 \times 10^{-3}} = 0,012$ m = 12 mm	0,5
		1.3.4	$x_P < d = \frac{L}{2}$, donc P n'est ni le centre d'une frange brillante ni le centre d'une frange sombre.	0,25
	1.4		Aspect ondulatoire de la lumière	0,25
2	2.1		Le travail de sortie (énergie d'extraction) : c'est l'énergie minimale qu'il faut fournir au métal pour en extraire un électron.	0,5
	2.2		$E_{ph} = \frac{h\,c}{\lambda} = \frac{6,6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{600 \times 10^{-9}} = 3,3 \times 10^{-19}$ J $E_{ph} = \frac{3,3 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = 2,0625$ eV	0,75
	2.3		$E_{ph} < W_o$, donc pas d'émission photoélectrique.	0,25
	2.4		$E'_{ph} = W_o + E_{Cmax}$, donc $E_{Cmax} = E'_{ph} - W_o = \frac{h\,c}{\lambda'} - W_o$ $E_{Cmax} = \frac{6,6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{500 \times 10^{-9} \times 1,6 \times 10^{-19}} - 2,39 = 0,085$ eV	0,75
	2.5		Aspect corpusculaire de la lumière	0,25

مسابقة في: مادة الفيزياء المدّة: ساعتان	الاسم: الرقم:

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

Exercice 1 (7 points)

Caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur

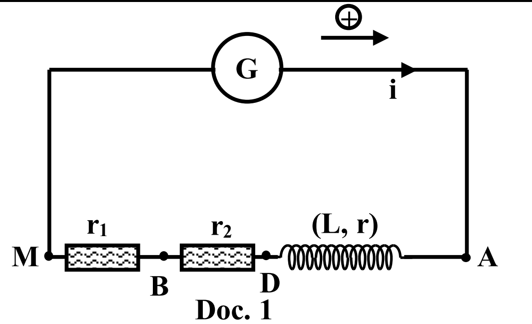
On dispose :

- d'un générateur G délivrant une tension alternative sinusoïdale : $u_{AM} = u_G = U_m \cos(\omega t)$ (S.I.) ;
- d'une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- d'un condensateur de capacité C ;
- de deux conducteurs ohmiques de résistances $r_1 = 10\ \Omega$ et $r_2 = 32\ \Omega$;
- d'un oscilloscope ;
- de fils de connexion.

Le but de cet exercice est de déterminer L, r et C.

1- Expérience 1

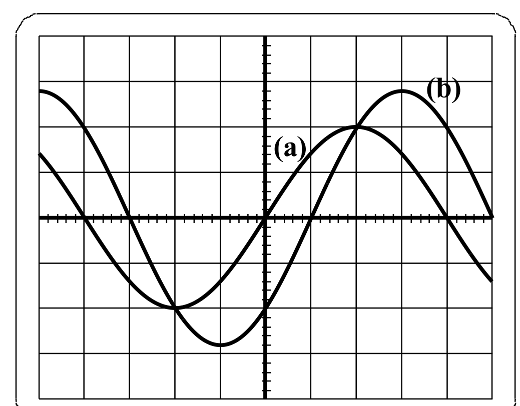
On réalise le circuit schématisé dans le document 1. Le circuit est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i. l'oscilloscope, convenablement branché, permet de visualiser la tension u_{AM} aux bornes du générateur sur la voie (Y_1) et la tension $u_{BM} = u_{r1}$ aux bornes de r_1 sur la voie (Y_2). Les oscillogrammes obtenus sont représentés dans le document 2.



Doc. 1

Les réglages de l'oscilloscope sont :

- sensibilité verticale sur la voie Y_1 : $S_{V1} = 5$ V/div ;
- sensibilité verticale sur la voie Y_2 : $S_{V2} = 0,5$ V/div ;
- sensibilité horizontale : $S_h = 2,5$ ms/div.



Doc. 2

1- 1) Reproduire le circuit du document 1 en y montrant les branchements de l'oscilloscope.

1- 2) L'oscillogramme (a) représente u_{AM}. Justifier.

1- 3) En se référant au document 2, déterminer :

1-3- 1) la pulsation ω de la tension u_{AM} ;

1-3- 2) les amplitudes U_m et U_{m1} des tensions u_{AM} et u_{BM} respectivement;

1-3- 3) le déphasage φ entre u_{AM} et u_{BM}.

1- 4) Écrire l'expression de u_{BM} en fonction du temps.

1- 5) Déduire l'expression du courant i en fonction du temps.

1- 6) Déterminer les valeurs de L et r, en appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t deux valeurs particulières.

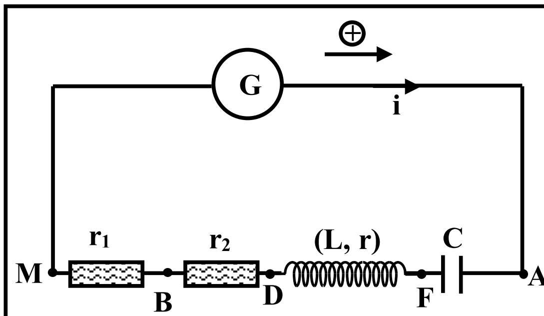
2- Expérience 2

On branche le condensateur en série avec les dipôles du circuit du document 1 (Doc. 3). L'oscilloscope, branché convenablement, permet de visualiser la tension u_{AM} sur la voie (Y_1) et la tension u_{BM} sur la voie (Y_2). Les oscillogrammes obtenus sont représentés dans le document 4.

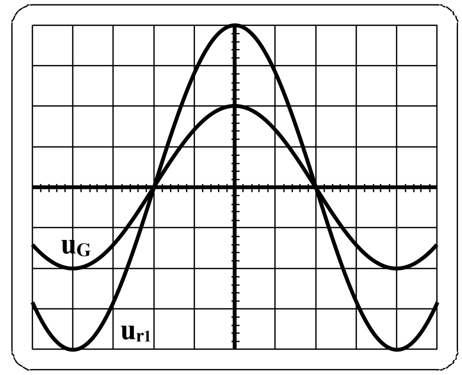
2- 1) Le circuit est le siège d'une résonance d'intensité. Justifier.

2- 2) À la résonance d'intensité, la pulsation ω du générateur est égale à la pulsation propre ω_0 du circuit.
Choisir, parmi les phrases ci-dessous, celle qui décrit correctement la pulsation propre ω_0 du circuit du document 3 :
Phrase 1 : la pulsation propre du circuit est la pulsation de u_G pour laquelle l'intensité i du courant et la tension aux bornes de la bobine sont en phase.
Phrase 2 : la pulsation propre du circuit est la pulsation de u_G pour laquelle l'amplitude I_m de l'intensité i du courant passe par sa valeur maximale.
Phrase 3 : la pulsation propre du circuit est la pulsation de u_G pour laquelle l'amplitude de la tension aux bornes de la bobine passe par sa valeur maximale.

2- 3) Écrire la relation entre L, C et ω_0. Calculer C.



Doc. 3



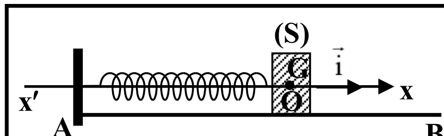
Doc. 4

Exercice 2 (6,5 points)

Oscillateur mécanique

On dispose d'un oscillateur mécanique constitué d'un solide (S) de masse m et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k. Le but de cet exercice est de déterminer k et m.

Le ressort, disposé horizontalement, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe et (S) est accroché à l'autre extrémité. (S) peut se déplacer sans frottement sur un rail horizontal AB et son centre de masse G sur un axe horizontal x'x. À l'équilibre, G coïncide avec l'origine O de l'axe x'x (Doc. 5).



Doc.5

On écarte (S) de sa position d'équilibre et on le lâche, à l'instant $t_0 = 0$, sans vitesse initiale. (S) effectue alors des oscillations mécaniques.

À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la mesure algébrique de sa vitesse $v = \dfrac{dx}{dt} = x'$.

Prendre le plan horizontal passant par G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

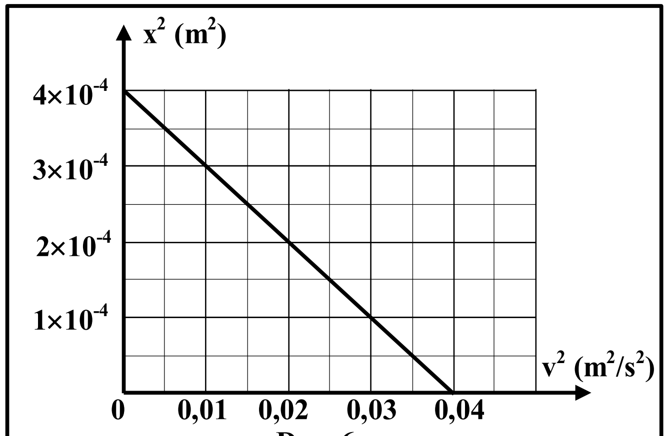
1) L'équation différentielle qui décrit le mouvement de G est : $2x'' + 200x = 0$ (S.I.).
Utiliser cette équation différentielle pour :
1-1) montrer que le mouvement de G est harmonique simple ;
1-2) calculer la valeur de la pulsation propre ω_0 des oscillations.

2) L'équation horaire du mouvement de G est de la forme : $x = X_m \cos(\omega_0 t)$, avec X_m l'amplitude de x.
2- 1) Écrire l'expression de v en fonction de X_m, ω_0 et t.
2- 2) En utilisant les expressions de x et v, montrer que : $\omega_0^2 = \dfrac{v^2}{X_m^2 - x^2}$.

3) En appliquant la conservation de l'énergie mécanique E_m du système [(S), ressort, Terre], montrer que : $x^2 = a\,v^2 + b$, avec « a » et « b » sont deux constantes à déterminer en fonction de k, m et E_m.

4) Le document 6 représente x^2 en fonction de v^2.
En utilisant le document 6 :
4- 1) calculer X_m ;
4- 2) calculer de nouveau la valeur de ω_0.

5) Déterminer les valeurs de k et m, sachant que $E_m = 0,04$ J.



Doc. 6

__Exercice 3__ (6,5 points)

Datation d'une roche volcanique

Certaines roches volcaniques contiennent l'isotope radioactif ${}^{40}_{19}K$ du potassium de demi-vie T et de constante radioactive λ. Une faible proportion de cet isotope se désintègre en argon ${}^{40}_{18}Ar$.
Le but de cet exercice est de déterminer l'âge d'une roche volcanique.

1) Indiquer la composition du noyau de Potassium ${}^{40}_{19}K$.

2) L'équation de désintégration du potassium 40 en argon 40 est : ${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{A}_{Z}X$

2- 1) Déterminer Z et A en indiquant les lois utilisées.

2- 2) Nommer la particule ${}^{A}_{Z}X$ émise.

3) Un échantillon d'une roche volcanique contient, à l'instant de sa formation $t_0 = 0$, N_0 noyaux de potassium 40 qui se désintègrent en argon 40.

3-1) Écrire l'expression des noyaux N_K restants du potassium en fonction de N_0, λ et t.

3-2) Déduire que le nombre des noyaux d'argon formés est : $N_{Ar} = N_0\,(1 - e^{-\lambda t})$.

3-3) Déterminer, en fonction de λ, l'expression de la date t lorsque $N_{Ar} = N_K$.

4) Les courbes (a) et (b), du document 7, représentent l'évolution de N_K et N_{Ar} en fonction du temps.

4- 1) Préciser la courbe qui représente N_K.

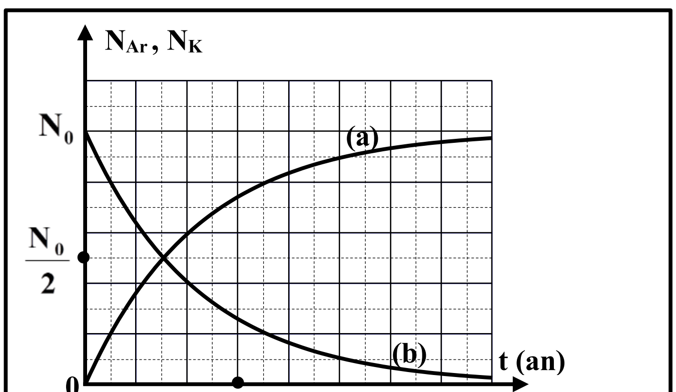
4- 2) Déterminer graphiquement la demi-vie radioactive T du potassium 40.

4- 3) Déduire la valeur de λ.

5) À l'instant de la formation, $t_0 = 0$, de cette roche volcanique, l'échantillon contient N_0 noyaux de potassium 40 et ne contient aucun noyau d'argon 40. Les noyaux N_0 du potassium 40 se désintègrent en argon 40.
À un instant t :

- N_K est le nombre des noyaux restants des N_0 noyaux de potassium 40 ;
- N_{Ar} est le nombre des noyaux d'argon 40 formés.

Un géologue analyse cet échantillon pour déterminer l'âge de la roche volcanique. Il trouve que le nombre des noyaux N_{Ar} d'argon y sont 3 fois plus nombreux que ceux N_K de potassium 40.



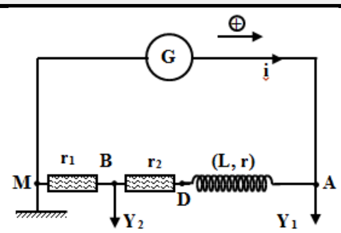
Doc. 7

5-1) Montrer que $\frac{N_0}{N_K} = 4$.

5-2) Déduire l'âge de la roche.

Exercice 1 **(7 points)**

Caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur

Partie			Réponse	Note
1	1.1			0,5
	1.2		Dans un circuit R-L série, u_G est en avance de phase sur i. Puisque la courbe (a) est en avance de phase sur la courbe (b) donc elle représente u_{AM}.	0,5
	1.3	1	$T = S_h \times X = 2{,}5\times 8 = 20$ ms $= 20\times10^{-3}$ s donc $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{20\times10^{-3}} = 100\,\pi$ rad/s	0,75
		2	$U_m = S_{v1}\times y_1 = 2 \times 5 = 10$ V $U_{m1} = S_{v2}\times y_2 = 2{,}8 \times 0{,}5 = 1{,}4$ V	0,75
		3	$\varphi = \frac{2\pi\times d}{D} = \frac{2\pi\times 1\text{ div}}{8\text{ div}} = \frac{\pi}{4}$ rad	0,5
	1.4		(a) atteint sa valeur maximum avant (b), donc u_{BM} est en retard de phase sur u_{AM} $u_{BM} = 1{,}4\cos(100\,\pi t - \frac{\pi}{4})$ (u_{BM} en V et t en s)	0,5
	1.5		$U_{BM} = r_1\times i$, donc $i = \frac{u_{BM}}{r_1} = 0{,}14\cos(100\,\pi t - \frac{\pi}{4})$ (i en A et t en s)	0,5
	1.6		$u_{AM} = u_{AD} + u_{DB} + u_{BM}$ est vérifiée quel que soit le temps t $U_m\cos(\omega t) = ri + L\frac{di}{dt} + r_2\,i + r_1 i$ $U_m\cos(\omega t) = r \times 0{,}14\cos(100\,\pi t - \frac{\pi}{4}) + L(-14\,\pi\sin(100\,\pi\,t - \frac{\pi}{4})) +$ $(r_2 + r_1)\,0{,}14\cos(100\,\pi\,t - \frac{\pi}{4})$ Pour $t = \frac{\pi}{4\omega}$ $(\omega t = \frac{\pi}{4})$: $U_m\frac{\sqrt{2}}{2} = r \times 0{,}14 + 0 + (r_2 + r_1)\,0{,}14$ $5\sqrt{2} = 0{,}14\,r + 42 \times 0{,}14$; on calcul $r = 8{,}5\ \Omega$ Pour $\omega t = 0$: $U_m = r \times 0{,}14 \times \frac{\sqrt{2}}{2} + 14\,L\pi\frac{\sqrt{2}}{2} + (r_2 + r_1)\,0{,}14\frac{\sqrt{2}}{2}$ $10 = 8{,}5 \times 0{,}14 \times \frac{\sqrt{2}}{2} + 14\,L\pi\frac{\sqrt{2}}{2} + 42\times 0{,}14\frac{\sqrt{2}}{2}$ on calcul $L = 0{,}16$ H	0,5 0,5 0,5
2	2.1		u_G et u_1 sont en phase, avec u_1 est l'image de i.	0,25
	2.2		Proposition 2	0,5
	2.3		À la résonance d'intensité, on a $\omega_G = \omega_0 = 100\,\pi$ et $LC\omega_0^2 = 1$ Donc, $C = 6{,}33 \times 10^{-5}$ F	0,25 0,5

<u>Exercice 2</u> (6,5 points)

Oscillateur mécanique

Partie		Réponse	Note
1	1.1	L'équation différentielle $2x'' + 200x = 0$ peut-être écrite $x'' + 100x = 0$ de la forme: $x'' + \omega_0^2 x = 0$ C'est une équation différentielle du second ordre en x qui vérifie un mouvement harmonique simple de (S).	**0,75**
	1.2	$\omega_0^2 = 100$; $\omega_0 = 10$ rad/s	**0,5**
2	2.1	$x = X_m \cos \omega_0 t$ $v = x' = -\omega_0 X_m \sin \omega_0 t$	**0,5**
	2.2	$\frac{x^2}{X_m^2} = \cos^2\omega_0 t$ et $\frac{v^2}{\omega_0^2 X_m^2} = \sin^2\omega_0 t$ $\sin^2\omega_0 t + \cos^2\omega_0 t = 1$ donc $\frac{x^2}{X_m^2} + \frac{v^2}{\omega_0^2 X_m^2} = 1$ $\omega_0^2 X_m^2 = \omega_0^2 x^2 + v^2$ alors $\omega_0^2(X_m^2 - x^2) = v^2$ par suite $\omega_0^2 = \frac{v^2}{X_m^2 - x^2}$	**0,75**
3		Em = constante, alors $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = Em$ $\frac{1}{2}kx^2 = Em - \frac{1}{2}mv^2$ alors $x^2 = \frac{2Em}{k} - \frac{mv^2}{k}$ $x^2 = -\frac{m}{k}v^2 + \frac{2Em}{k}$ cette équation est de la forme: $x^2 = av^2 + b$ $a = -\frac{m}{k}$ et $b = \frac{2Em}{k}$	**1,25**
4	4.1	$X_m^2 = 4\times10^{-4}$ m², alors $X_m = 2\times10^{-2}$ m = 2 cm.	**0,5**
	4.2	Lorsque $x^2 = 0$, $v^2 = 0{,}04$ alors $v = 0{,}2$ m/s $\omega_0^2 = \frac{v^2}{X_m^2 - x^2} = 100$ donc $\omega_0 = 10$ rad/s	**0,75**
5		À t = 0: $v_0 = 0$, $X_m = 2\times10^{-2}$ m. Em = Ec + Ppe + Epp alors: $0.04 = 0 + 0 + \frac{1}{2}kX_m^2$ $k = \frac{2\times0{,}04}{X_m^2} = \frac{2\times0{,}04}{4\times10^{-4}} = 200$ N/m lorsque x = 0, $V_m = 0{,}2$ m/s. $Em = \frac{1}{2}mV_m^2$ alors: $m = \frac{2\times Em}{V_m^2} = \frac{2\times0{,}04}{0{,}04} = 2$ kg. **<u>Ou bien :</u>** $b = \frac{2\times Em}{k}$; $x^2 = av^2 + b$ Si $v^2 = 0$, alors $x^2 = 4\times10^{-4}$ m², donc $4\times10^{-4} = b = \frac{2\times Em}{k}$ $k = \frac{2\times Em}{4\times10^{-4}} = 200$ N/m. $a = -\frac{m}{k}$; $a = \frac{x^2 - x_0^2}{v^2 - v_0^2} = \frac{0 - 4\times10^{-4}}{0{,}04 - 0} = -10^{-2}$ s² $-10^{-2} = -\frac{m}{200}$ alors m = 2 kg.	**1,5**

<u>Exercice 3</u> (6,5 points)

Datation d'une roche volcanique

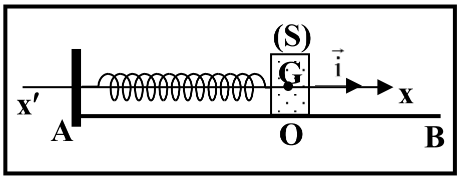
Partie		Réponse	Note
1		Nombre des protons Z = 19 Nombre des neutrons N = A – Z = 40 – 19 = 21	**0,5**
2	**2.1**	D'après la loi de conservation du nombre de masse : 40 = 40 + A donc A = 0 D'après la loi de conservation du nombre de charge : 19 = 18 + Z donc Z = 1	**1**
	2.2	${}^{0}_{1}X = {}^{0}_{1}e$ Positron.	**0,25**
3	**3.1**	$N_K = N_0 \times e^{-\lambda t}$	**0,5**
	3.2	$N_{Ar} = N_0 - N_K = N_0 - N_0 \times e^{-1t} = N_0\,(1 - e^{-\lambda t})$	**0,5**
	3.3	$N_{Ar} = N_K$ donc $N_0\,(1 - e^{-\lambda t}) = N_0 \times e^{-\lambda t}$ Donc $1 - e^{-\lambda t} = e^{-\lambda t}$ donc $2\,e^{-\lambda t} = 1$, alors $e^{\lambda t} = 2$ donc $\lambda t = \ln 2$ Donc $t = \frac{\ln 2}{\lambda}$	**0,75**
4	**4.1**	(b) représente N_K car N_K décroit exponentiellement en fonction du temps.	**0,5**
	4.2	Quand t = T, on a $N_K = \frac{N_0}{2}$. D'après le graphe : $T = \frac{2,6\times10^9}{2} = 1,3\times10^9$ ans.	**0,75**
	4.3	$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0.693}{1,3\times10^9} = 0,533\times10^{-9}$ ans^{-1} = 0,016 s^{-1}	**0,5**
5	**5.1**	$N_0\,(1 - e^{-\lambda t}) = 3\times N_0 \times e^{-\lambda t}$ $1 = 3\times e^{-\lambda t} + e^{-\lambda t} = 4\,e^{-\lambda t}$. $e^{\lambda t} = 4$. Donc $N_K = \frac{N_0}{e^{\lambda t}} = \frac{N_0}{4}$. Donc $\frac{N_0}{N_K} = 4$ ce qui est vérifié. **<u>Ou bien</u>** : $N_K = N_0 - N_{Ar} = N_0 - 3N_K$ Donc $4\,N_K = N_0$ par suite $\frac{N_0}{N_K} = 4$	**0,5**
	5.2	$\frac{N_0}{N_K} = 4$ $N_0 = 4\times N_K = 4\times N_0\,e^{-\lambda t}$ $\frac{1}{4} = e^{-\lambda t}$ donc $-\lambda t = \ln(0,25)$ alors $t = \frac{\ln(0,25)}{-\lambda} = \frac{\ln(0,25)}{-\ln 2 \times T} = 2T = 2,6\times10^9$ ans **<u>Ou bien :</u>** $N_K = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2}$. Donc $t = 2\,T = 2\times1,3\times10^9 = 2,6\times10^9$ ans	**0,75**

مسابقة في مادة الفيزياء — الاسم:
المدة: ساعتان — الرقم:

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

Exercice1 (7 points) Oscillateur mécanique

On considère un oscillateur mécanique constitué d'un solide (S) de masse m et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k.
Le but de cet exercice est de déterminer m et k.
Le ressort disposé horizontalement, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe et (S) est accroché à l'autre extrémité. (S) peut se déplacer sans frottement sur un rail horizontal AB et son centre d'inertie G peut alors se déplacer sur un axe horizontal x'x.
À l'équilibre, G coïncide avec l'origine O de l'axe x'x (Doc. 1).



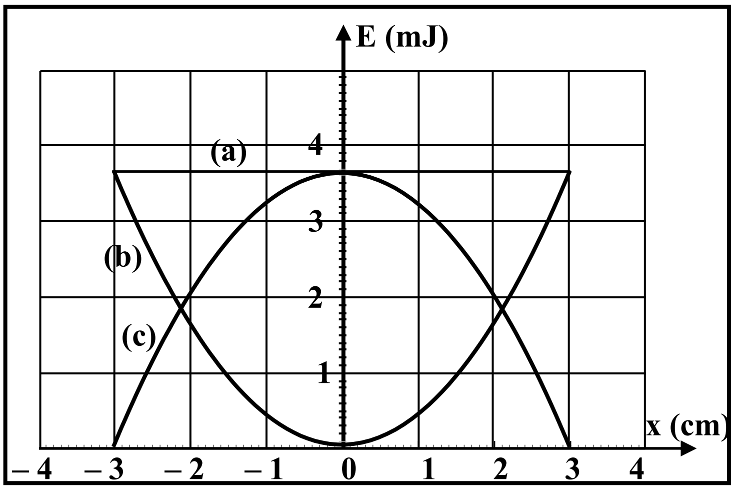
Doc.1

À une date $t_0 = 0$, G a une abscisse x_0 et une vitesse $\vec{v}_0 = v_0\,\vec{i}$. (S) effectue alors des oscillations mécaniques d'amplitude X_m.

À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la mesure algébrique de sa vitesse est $v = \dfrac{dx}{dt}$.

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

1) Préciser le type des oscillations de G.
2) Écrire, à l'instant t, l'expression de l'énergie mécanique E_m du système [(S), ressort, Terre] en fonction de x, m, k et v.
3) Établir l'équation différentielle en x qui régit le mouvement de G.
4) Déduire, en fonction de m et k, l'expression de la période propre T_0 des oscillations.
5) Une solution de l'équation différentielle obtenue est $x = 3 \sin (2{,}5\,\pi\,t)$ (x en cm et t en seconde).
5-1) Écrire, en fonction de t, l'expression de v.
5-2) Indiquer la valeur de X_m.
5-3) Calculer les valeurs de x_0 et v_0.
5-4) Déduire la position de G et le sens de son déplacement à $t_0 = 0$.
6) Les courbes (a), (b) et (c) du document 2 représentent l'énergie cinétique Ec de (S), l'énergie potentielle élastique Epe du ressort et l'énergie mécanique E_m du système [(S), ressort, Terre].
6-1) Faire correspondre à chaque courbe l'énergie convenable. Justifier.
6-2) En utilisant le document 2, déterminer les valeurs de m et k.



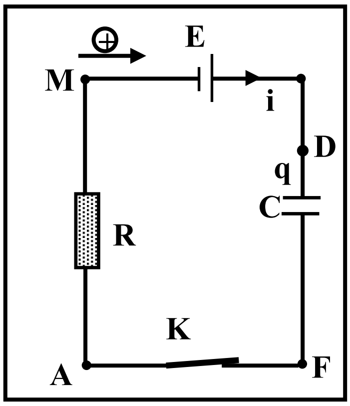
Doc. 2

Exercice 2 (6 points) Charge d'un condensateur

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité C d'un condensateur.
Dans ce but, on réalise le circuit série schématisé dans le document 3, qui comprend :

- un générateur (G) idéal de f.é.m. E;
- un conducteur ohmique de résistance R = 1 kΩ;
- un condensateur, initialement non chargé, de capacité C;
- un interrupteur K.

À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K et la charge du condensateur commence.
À un instant t, l'armature D du condensateur porte la charge q et le circuit est parcouru par un courant d'intensité i.
Un oscilloscope, convenablement branché, permet de visualiser la tension $u_{AM} = u_R$ aux bornes du conducteur ohmique.



Doc. 3

1) Reproduire le circuit du document 3 en y indiquant les branchements de l'oscilloscope.

2) Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{DF} = u_C$.

3) Montrer que $u_C = E\left(1 - e^{\frac{-t}{RC}}\right)$ est une solution de l'équation différentielle déjà établie.

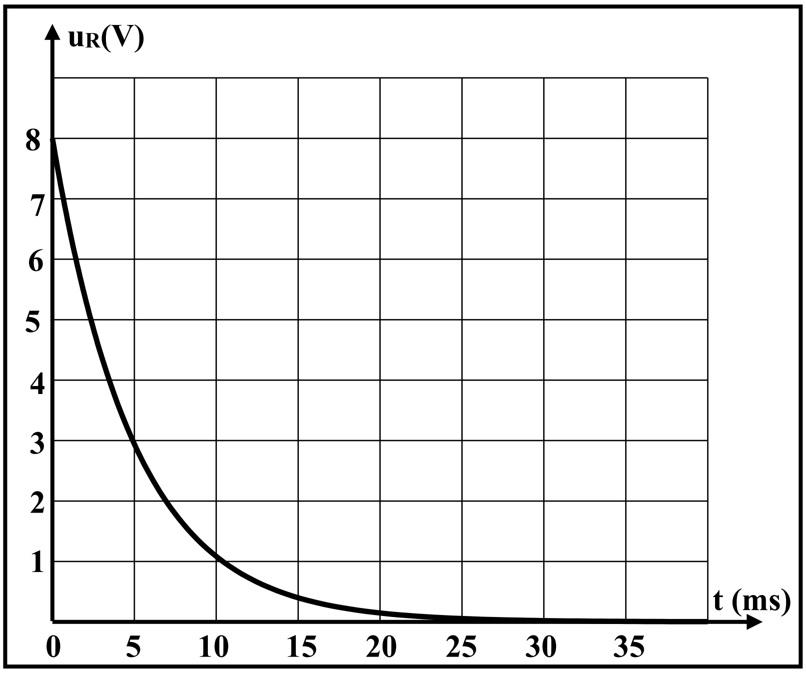
4) Déduire l'expression de u_R en fonction de E, R, C et t.

5) Le document 4 montre l'évolution de u_R avec le temps.

5-1) Montrer que l'allure de la courbe est en accord avec l'expression de u_R.

5-2) Préciser la valeur de E.

6) La constante de temps τ du circuit (R - C) série ainsi constitué est donnée par τ = RC.
Choisir, parmi les quatre phrases ci-dessous, les deux qui décrivent correctement τ durant la phase de charge du condensateur. Justifier la réponse.



Doc. 4

Phrase 1 : τ est le temps au bout duquel la tension aux bornes du conducteur ohmique vaut 37 % de sa valeur maximale.

Phrase 2 : τ est le temps au bout duquel la tension aux bornes du conducteur ohmique atteint sa valeur maximale.

Phrase 3 : τ est une grandeur physique, qui permet de ralentir l'établissement du régime permanent.

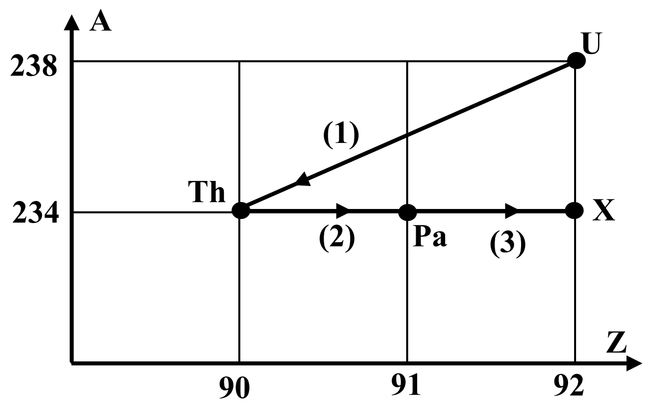
Phrase 4 : τ est le temps au bout duquel la tension aux bornes du condensateur sera égale à celle aux bornes du conducteur ohmique.

7) En utilisant le document 4, déterminer la valeur de τ.

8) Déduire la valeur de C.

<u>Exercice 3</u> (7 points) **Famille radioactive de l'uranium 238**

L'uranium 238 est un nucléide radioactif qui se désintègre pour donner un noyau fils lui-même radioactif, celui-ci se désintègre en un noyau fils à son tour radioactif et ainsi de suite… Ces désintégrations successives s'arrêtent quand le noyau fils obtenu est stable. L'ensemble de ces désintégrations constitue une série ou famille radioactive. Une famille radioactive est nommée au nom de son premier élément.
Les quatre premiers nucléides de la famille radioactive de l'uranium 238 sont donnés dans le document 5.



U: uranium; Th: thorium; Pa: protactinium

Doc. 5

On donne :
Constante de Planck h = $6{,}6 \times 10^{-34}$ J.s ;
1 MeV = $1{,}6 \times 10^{-13}$ J ;
La vitesse de la lumière dans l'air c = 3×10^{8} m/s.

1) Préciser le type de désintégration (α ou β^-) pour chacune des réactions nucléaires (1), (2) et (3) dans le document 5.
2) X et U sont deux nucléides d'un même élément chimique. Justifier.
3) La désintégration (1) de l'uranium 238, est parfois accompagnée de l'émission d'un rayonnement γ. La particule émise durant cette désintégration, parfois possède une énergie cinétique Ec_1= 4,147 MeV et d'autres fois Ec_2 = 4,195 MeV. On suppose que l'uranium 238 est au repos et que l'énergie cinétique du thorium 234 est négligeable.
3-1) Indiquer la cause de l'émission du rayonnement γ.
3-2) Indiquer la valeur de l'énergie cinétique de la particule émise lorsque cette désintégration n'est pas accompagnée de l'émission d'un rayonnement γ.
3-3) Déduire l'énergie du rayonnement γ qui accompagne la désintégration de l'uranium 238.
3-4) Calculer la longueur d'onde λ_1 de la radiation correspondante.
4) La constante radioactive de l'uranium 238 vaut : $\lambda_2 = 4{,}9 \times 10^{-18}$ s^{-1}.
4-1) Calculer, en année, la demie vie T de l'uranium 238.
4-2) Déduire pourquoi l'uranium 238 subsiste sur la Terre jusqu'à nos jours.
5) On peut trouver l'uranium 238 dans certains minéraux. L'activité radioactive de l'uranium 238 dans un échantillon minéral, à t_0 = 0, est A_0 = 8000 Bq.
5-1) Déterminer le nombre de noyaux N_0 d'uranium dans cet échantillon à t_0 = 0.
5-2) Montrer, par calcul, que ce nombre reste presque le même à t_1 = 100 ans et à t_2 = 1000 ans.

أسس التصحيح

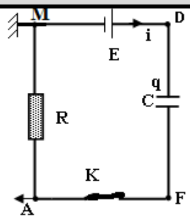
مسابقة في مادة الفيزياء
المدة: ساعتان

الاسم:
الرقم:

Exercice1 (7 points) Oscillateur mécanique

Partie		Réponses	Note
1		(S) effectue des oscillations libres non amorties car f = 0 N.	0,5
2		$E_m = E_C + Epe = ½\, m\, v^2 + ½\, kx^2$	0,5
3		E_m= cte ; $\frac{dE_m}{dt} = 0$; mvx" + kxv ; v≠ 0 par suite : $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$	0,75
4		L'équation différentielle est de la forme: $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$; $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$; $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	0,5
5	5-1	v = x' = 3 × 2,5π cos (2,5 π t) = 7,5π cos(2,5 π t) = 23,56 cos(2,5 π t) v (cm/ s) et t (s)	0,5
	5-2	X_m = 3 cm	0,25
	5-3	À t = 0, x_0 = 3 sin (0) = 0 v_0 = 23,56 cos(0) = 23,56 cm/s	0,5 0,5
	5-4	G est lancé à partir de O car $x_0 = 0$ et dans le sens positif puisque $v_0 > 0$	0,25
6	6-1	Courbe (a) : E_m, les oscillations sont harmoniques simple, Em = cte. Courbe (b) : Epe, lorsque (S) est en O, x = 0 et son Epe = 0 J Courbe (c) : Ec, lorsque (S) est en x =X_m, la vitesse de (S) s'annule et son Ec = 0 J.	0,5 0,5 0,5
	6-2	Pour x = X_m = 0,03 m ; Epe = ½ k X_m^2 = 3,6 mJ = 3,6 × 10^{-3} J ; k = 8 N/m Pour x = 0 ; v = V_m = 23,56 cm/s = 23,56 × 10^{-2} m/s ; Ec = ½ m V_m^2 = 3,6 mJ = 3,6 × 10^{-3} J ; m = 0,13 kg	0,5 0,75

Exercice 2 **(6 points)** **Charge d'un condensateur**

Partie	Réponses	Note
1		**0,25**
2	$i = \frac{dq}{dt}$, donc $i = C\frac{du_C}{dt}$. $u_{DM} = u_{DF} + u_{FA} + u_{AM}$, alors $E = u_C + R\,i$ $E = u_C + RC\frac{du_C}{dt}$, par suite $\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{RC} = \frac{E}{RC}$.	**1**
3	$u_c(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{R,C}}\right)$, donc $\frac{du_c}{dt} = \frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{R,C}}$, on remplace dans l'équation différentielle $\frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{R,C}} + \frac{E\left(1 - e^{-\frac{t}{R,C}}\right)}{RC} = \frac{E}{RC}$ $\frac{E}{RC} = \frac{E}{RC}$ donc $u_c(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{R,C}}\right)$ est solution de l'équation différentielle	**0,75**
4	$u_R = R.i = RC\frac{du_C}{dt} = RC\ \frac{E}{RC}e^{-\frac{t}{R,C}} = E\,e^{-\frac{t}{R,C}}$	**0,5**
5-1	$u_R(t) = Ee^{-\frac{t}{R,C}}$ est une fonction exponentielle décroissante de E à 0V De même la courbe a l'allure exponentielle décroissante commençant de 8V à 0V.	**0,5**
5-2	D'après l'équation : À $t_0 = 0$: $u_R = E.\ e^0 = E$ D'après la courbe : À $t_0 = 0$: $u_R = 8$ V } E = 8 V	**0, 5**
6	***Phrase 1*** : à $t = \tau$; $u_R = E\,e^{-\frac{\tau}{R,C}} = E\,e^{-1} = E \times 0,367 \approx 37\,\%\,E$ ***Phrase 3*** : pour atteindre le régime permanent on a besoins de $t = 5\,\tau$, par suite si on augmente τ, la durée $t = 5\,\tau$ augmente ce qui ralentit l'établissement du régime permanent.	**0,75** **0,75**
7	À $t = \tau$; $u_R = 0,37 \times 8 = 2,96$ V, d'après la courbe cette valeur correspond à $\tau = 5$ ms	**0,5**
8	$\tau = R.C$ donc $C = \tau / R = 5 \times 10^{-6}$ F $= 5\ \mu$F	**0, 5**

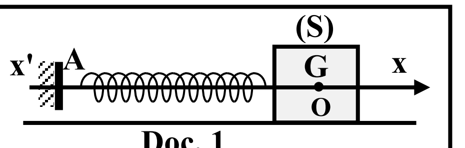
<u>Exercice 3</u> (7 points) **Famille radioactive de l'uranium 238**

Partie		Réponses	Note
1		Désintégration (1) : ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$ donc type α Désintégration (2) : ${}^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$ donc type β^- Désintégration (3) : ${}^{234}_{91}Pa \rightarrow {}^{234}_{92}X + {}^{0}_{-1}e$ donc type β^-	**0,5** **0,5** **0,5**
2		Car ils possèdent le même nombre de charge Z, ils sont des isotopes de l'uranium.	**0,25**
3	3-1	La désexcitation du noyau fils Th.	**0,25**
	3-2	Lorsqu'il n'y a pas émission d'un photon gamma, l'énergie cinétique de la particule émise est $Ec_2 = 4{,}195$ MeV	**0,25**
	3-3	Lorsqu'il y a émission d'un photon gamme, l'énergie cinétique de la particule émise diminue, cette diminution est l'énergie du photon gamma émis, par suite : $E\gamma = 0{,}048$ MeV.	**0,25** **0,25**
	3-4	$E_\gamma = \frac{h,c}{\lambda_1}$; $\lambda_1 = \frac{h,c}{E} = \frac{6\ 6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{0\ 048 \times 1\ 6 \times 10^{-13}} = 2\ 57 \times 10^{-11}\ m$	**1**
4	4-1	$T = \frac{\ln 2}{\lambda_2} = \frac{\ln 2}{4\ 9 \times 10^{-18}} = 1\ 47 \times 10^{17} s \approx 4{,}6\ 10^{9}$ années	**1**
	4-2	La demie vie de l'uranium 238 est de l'ordre de quelques milliards d'année, donc ce nucléide a besoin beaucoup du temps pour se désintégrer ce qui explique sa présence sur la Terre jusqu'à nos jours.	**0,5**
5	5-1	$A_0 = \lambda_2 N_0$; $N_0 = \frac{A_0}{\lambda_2} = \frac{8000}{4\ 9 \times 10^{-18}} = 1\ 63 \times 10^{21}$ noyaux	**1**
	5-2	$N = N_0\, e^{-\lambda_2 t}$ Après $t_1 = 100$ ans : $N = 1\ 63 \times 10^{21}\, e^{-4\ 9 \times 10^{-18} \times 100 \times 365 \times 14 \times 3600} \approx 1\ 63 \times 10^{21}$ Après $t_2 = 1000$ ans : $N = 1\ 63 \times 10^{21}\, e^{-4\ 9 \times 10^{-18} \times 1000 \times 365 \times 14 \times 3600} \approx 1\ 63 \times 10^{21}$	**0,25** **0,25** **0,25**

مسابقة في مادة الفيزياء — الاسم:
المدة: ساعة ونصف — الرقم:

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

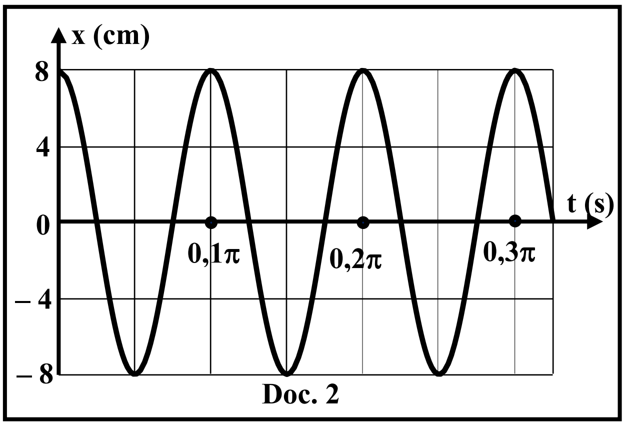
Exercice 1 (7 pts) Oscillateur mécanique



Doc. 1

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S), de masse M, et d'un ressort de masse négligeable et de constante de raideur k.
Le ressort, placé horizontalement, est relié par l'une de ses deux extrémités à un support fixe A. (S) est attaché à l'autre extrémité du ressort et peut se déplacer, sans frottement, sur une surface horizontale (Doc. 1).
Le but de cet exercice est de déterminer les valeurs de M et k.
À l'équilibre, le centre de masse G, de (S), coïncide avec l'origine O de l'axe x' x.
On écarte (S) de sa position d'équilibre dans le sens positif et on le lâche, à l'instant $t_0 = 0$, sans vitesse initiale. (S) effectue alors des oscillations mécaniques. À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = x' = \frac{dx}{dt}$.
Le plan horizontal contenant G est pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

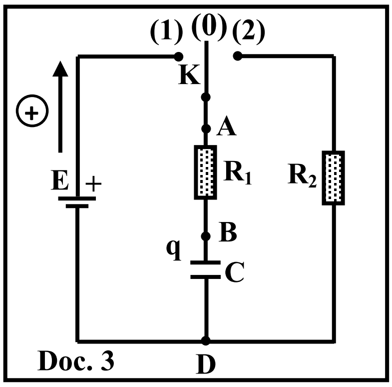
1) Écrire, à l'instant t, l'expression de l'énergie mécanique E_m du système (Oscillateur, Terre), en fonction de x, M, k et v.
2) Établir l'équation différentielle, du second ordre en x, qui régit le mouvement de G.
3) Déduire que l'expression de la période propre des oscillations est $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$.
4) Un dispositif approprié, trace l'évolution de x en fonction du temps (Doc. 2).
En se référant au document 2, indiquer :
4.1) le type des oscillations de G ;
4.2) l'amplitude X_m des oscillations ;
4.3) la valeur de T_1.



Doc. 2

5) La même expérience est répétée en plaçant sur (S) une surcharge, assimilée à une particule, de masse m = 50 g. La durée de 10 oscillations devient $\Delta t = 3{,}67$ s.
5.1) Écrire l'expression de la nouvelle période propre T_2 des oscillations en fonction de k, M et m.
5.2) En utilisant les expressions de T_1 et T_2, montrer que $k = \frac{4\pi^2 m}{T_2^2 - T_1^2}$.
5.3) Déterminer les valeurs de k et M.

Exercice 2 (7 pts) **Charge et décharge d'un condensateur**

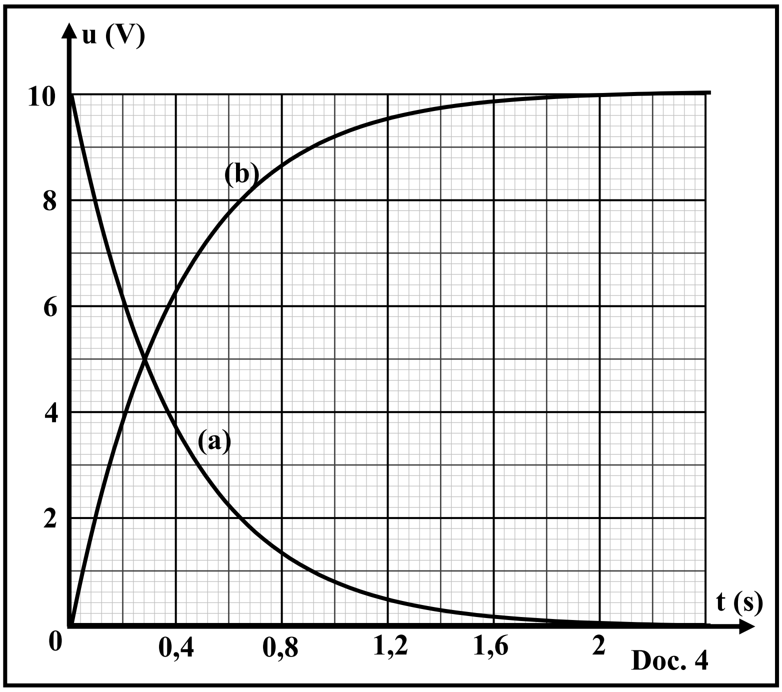


Le but de cet exercice est d'étudier la charge et la décharge d'un condensateur.
Dans ce but, on réalise le circuit schématisé dans le document 3, qui comprend :

- un générateur idéal de force électromotrice E =10 V;
- deux conducteurs ohmiques de résistances $R_1 = R_2 = 4\ k\Omega$;
- un condensateur de capacité C ;
- un commutateur K.

1) Charge du condensateur

Le commutateur K est d'abord en position (0) et le condensateur est neutre.
À l'instant $t_0 = 0$, on permute K à la position (1) et la charge du condensateur commence.
À un instant t, l'armature B du condensateur porte la charge q et le circuit est parcouru par un courant d'intensité i.
Un dispositif approprié permet de visualiser la tension $u_{AB} = u_{R1}$ aux bornes du conducteur ohmique et la tension $u_{BD} = u_C$ aux bornes du condensateur. Les courbes (a) et (b), du document 4, montrent l'évolution de ces deux tensions avec le temps.



1.1) La courbe (a) représente u_{R1} et la courbe (b) représente u_C. Justifier.

1.2) La constante du temps du circuit ainsi constitué est donnée par $\tau_1 = R_1C$.

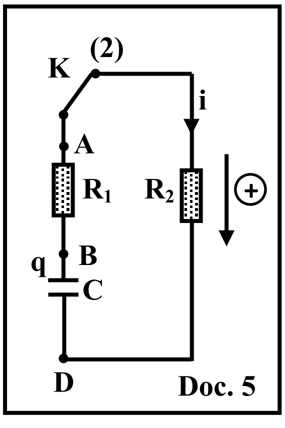
1.2.1) En utilisant le document 4, déterminer la valeur de τ_1.

1.2.2) Déduire la valeur de C.

1.3) Calculer la durée « t_1 » que le condensateur a besoin pour qu'il devienne pratiquement chargé complètement.

2) Décharge du condensateur

Le condensateur est complètement chargé. À un instant $t_o= 0$, pris comme nouvelle origine de temps, on bascule le commutateur K à la position (2) et le condensateur commence la décharge à travers les conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2.
À un instant t, le circuit est parcouru par un courant d'intensité i (Doc. 5).



2.1) Montrer, en utilisant la loi d'additivité des tensions, que l'équation différentielle vérifiée par u_C est :

$$RC\frac{du_C}{dt} + u_C = 0 \text{ avec } R = R_1 + R_2$$

2.2) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C = E\,e^{\frac{-t}{\tau_2}}$ où τ_2 est la constante de temps du circuit du document 5.
Déterminer l'expression de τ_2 en fonction de R et C.

2.3) Vérifier que le condensateur devient pratiquement déchargé complètement pour une durée $t_2 = 5\ \tau_2$.

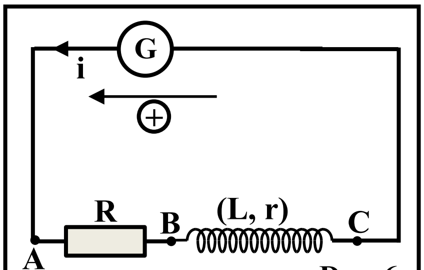
3) Durée de charge et de décharge du condensateur

Montrer, sans calcul, que « t_2 » est plus grande que « t_1 ».

Exercice 3 (6 pts) — Caractéristiques d'une bobine

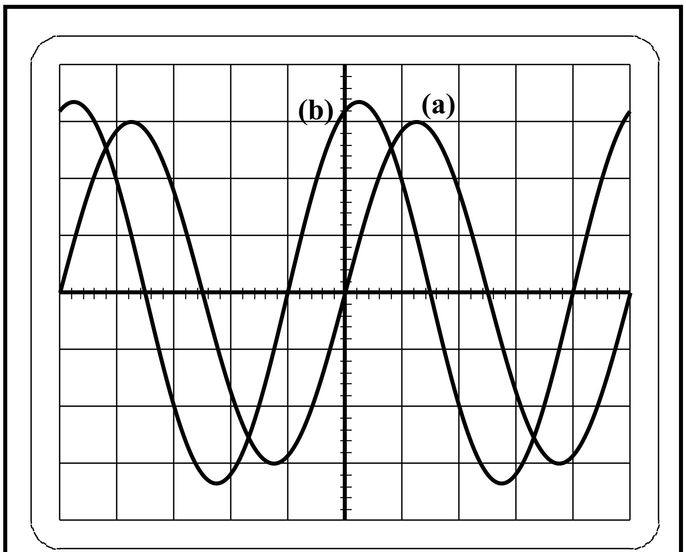
Dans le but de déterminer l'inductance L et la résistance r d'une bobine, on la branche en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 30 Ω, aux bornes d'un générateur de basse fréquence (G) délivrant entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale de pulsation ω.
Le circuit, ainsi constitué, est alors parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité $i = I_m \sin(\omega t)$ (Doc. 6).
Un oscilloscope permet de visualiser la tension $u_{AB} = u_R$ aux bornes du conducteur ohmique et la tension $u_{BC} = u_b$ aux bornes de la bobine.
Les oscillogrammes obtenus sont représentés dans le document 7.
Les réglages de l'oscilloscope sont :

- sensibilité verticale sur les deux voies : $S_v = 2$ V/div ;
- sensibilité horizontale : $S_h = 0{,}4$ ms/div.



Doc. 6

1) La tension u_R représente l'image de l'intensité i. Pourquoi ?
2) En se référant au document 7, préciser laquelle des courbes, (a) ou (b), est en avance sur l'autre.
3) Déduire que la courbe (a) correspond à u_{AB}.
4) En utilisant le document 7, déterminer :
  4.1) la pulsation ω ;
  4.2) la valeur maximale I_m de i ;
  4.3) le déphasage φ entre u_b et i.
5) Montrer que $u_b = 6{,}8 \sin(\omega t + 0{,}4\,\pi)$ (S.I.).
6) Sachant que la tension aux bornes de la bobine est donnée par $u_b = r\,i + L\dfrac{di}{dt}$, écrire l'expression de u_b en fonction de r, L, ω et t.
7) En utilisant les deux expressions de u_b trouvées dans les parties 5 et 6 et en donnant à « ωt » deux valeurs particulières, déterminer les valeurs de L et r.



Doc. 7

مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعة ونصف	الرقم:

Exercice 1 (7 pts) **Oscillateur mécanique**

Partie		Réponse	Note
1		$E_m = E_C + Epe = \frac{1}{2} M v^2 + \frac{1}{2} kx^2$	0,5
2		le frottement est négligeable, alors l'énergie mécanique du système est conservée (ou: La somme des travaux des forces non conservatives est nulle, alors l'énergie mécanique du système est conservée). Em = constante , alors $\frac{dEm}{dt} = 0$, donc $M v v' + k x x' = 0$, mais $v = x'$ et $v' = x''$, alors $v (M x'' + k x) = 0$ $v = 0$ à rejeter ; par conséquent, $x'' + \frac{k}{M} x = 0$	1
3		L'équation différentielle est de la forme: $x'' + \omega_o^2 x = 0$, avec $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{M}}$ $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_o}$; donc, $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$	1
4	4.1	Oscillations mécaniques libres non amorties	0,5
	4.2	$X_m = 8$ cm	0,5
	4.3	D'après la courbe : $T_1 = 0{,}1\ \pi$ s $= 0{,}314$ s	0,5
5	5.1	$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{M+m}{k}}$	0,5
	5.2	$T_1^2 = 4\pi^2 \frac{M}{k}$ et $T_2^2 = 4\pi^2 (\frac{M+m}{k})$ $T_2^2 - T_1^2 = 4\pi^2 (\frac{M+m}{k} - \frac{M}{k}) = \frac{4\pi^2 m}{k}$, alors $k = \frac{4\pi^2 m}{(T_2^2 - T_1^2)}$	1
	5.3	$T_2 = \frac{3{,}67}{10} = 0{,}367$ s $k = \frac{4\pi^2 \times 0{,}05}{0{,}367^2 - 0{,}314^2}$, alors $k = 54{,}7$ N/m $T_1^2 = 4\pi^2 \frac{M}{k}$, on remplace la valeur de k dans cette expression : $0{,}314^2 = 4\pi^2 \frac{M}{54{,}7}$; par conséquent, $M = 0{,}1366$ kg $= 136{,}6$ g	0,5 0,5 0,5

Exercice 2 (7 pts) **Charge et décharge d'un condensateur**

Partie		Réponse	Note
1	1.1	Courbe (a) : $u_{AB} = u_R = R_1 i$; u_R est directement proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit. Durant la phase de charge i diminue donc u_R diminue. Courbe (b) : $u_{BD} = u_C = \frac{q}{C}$; durant la phase de charge q augmente donc uc augmente	0,5 0,5
	1.2.1	A $t = \tau_1$ on a $u_C = 0,63\ E = 6,3$ V En se référant au document 4 : $u_C = 6,3$ V pour t = 0,4 s , alors $\tau_1 = 0,4$ s **<u>Ou bien</u>** : A $t = \tau_1$ on a $u_{R1} = 0,37\ E = 3,7$ V En se référant au document 4 : $u_{R1} = 3,7$ V pour t = 0,4 s , alors $\tau_1 = 0,4$ s	1
	1.2.2	$\tau_1 = R_1C$, donc $C = \frac{\tau_1}{R_1} = \frac{0,4}{4000}$, alors $C = 1 \times 10^{-4}$ F = 100 µF	0,5
	1.3	$t_1 = 5\tau_1 = 5 \times 0,4$, alors $t_1 = 2$ s	0,5
2	2.1	$u_{BD} = u_{BA} + u_{AD}$ $u_C = R_1 i + R_2 i$, alors $u_C = (R_2 + R_1)\, i = R\, i$ Mais, $i = -\frac{dq}{dt} = -C\frac{du_C}{dt}$, donc $u_C = -RC\frac{du_C}{dt}$ Par conséquent, $RC\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$	1,5
	2.2	$u_C = E e^{\frac{-t}{\tau_2}}$, donc $\frac{du_C}{dt} = -\frac{E}{\tau_2} e^{\frac{-t}{\tau_2}}$ On remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle : $RC(-\frac{E}{\tau_2} e^{\frac{-t}{\tau_2}}) + E e^{\frac{-t}{\tau_2}} = 0$ donc: $E e^{\frac{-t}{\tau_2}} (1 - \frac{RC}{\tau_2}) = 0$, mais $E e^{\frac{-t}{\tau_2}} = 0$ à rejeter ; alors, $1 - \frac{RC}{\tau_2} = 0$ On aura, $\tau_2 = RC$	1,5
	2.3	Pour $t_2 = 5\tau_2$ on a $u_C = E e^{\frac{-5\tau_2}{\tau_2}} = E e^{-5} \cong 0$, donc le condensateur est pratiquement déchargé complètement.	0,5
3		$t_1 = 5\ R_1C$ et $t_2 = 5\ RC = 5\ (R_2 + R_1)\ C$ $R_2 + R_1 > R_1$ Donc : $t_2 > t_1$	0,5

Exercice 3 (6 pts) **Caractéristiques d'une bobine**

Partie		Réponse	Note
1		$u_R = Ri$, mais R est une constante positive, alors u_R est directement proportionnelle à i ; donc u_R est l'image du courant i.	**0,5**
2		(b) est en avance sur (a), car elle atteint son maximum avant (a)	**0,5**
3		La tension aux bornes de la bobine est en avance de phase sur l'intensité du courant qui la traverse. Puisque (a) est en retard de phase sur (b), donc (a) est l'image du courant qui correspond à $u_R = u_{AB}$.	**0,5**
4	4.1	$T = 5 \times 0{,}4 = 2$ ms $= 2 \times 10^{-3}$ s $T = \frac{2\pi}{\omega}$ donc $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\times10^{-3}} = 1000\,\pi$ rad/s	**0,25** **0,5**
	4.2	Courbe (a): $U_{m(R)} = 3 \times 2 = 6$ V $U_{m(R)} = R \times I_m$; $I_m = \frac{6}{30} = 0{,}2$ A	**0,25** **0,5**
	4.3	$\varphi = \frac{2\pi d}{D} = \frac{2\pi \times 1}{5} = 0{,}4\pi$ rd	**0,5**
5		Courbe (b): $U_{m(b)} = 3{,}4 \times 2 = 6.8$ V et u_b est en avance de phase sur i de $0{,}4\pi$ rd $u_b = U_{m(b)} \sin(\omega t + \varphi)$ donc : $u_b = 6{,}8 \sin(\omega t + 0{,}4\pi)$	**0,25** **0,25**
6		$u_b = r\,i + L\frac{di}{dt} = r\,I_m \sin(\omega t) + L\,I_m\,\omega \cos(\omega t)$ $u_b = 0{,}2\,r \sin(\omega t) + \omega L\, 0{,}2 \cos(\omega t)$ (S.I.) **<u>ou bien</u>** : $u_b = 0.2\,r \sin(\omega t) + 200\pi L \cos(\omega t)$ (S.I.)	**0,5**
7		$u_b = u_b$ $6{,}8 \sin(\omega t + 0{,}4\pi) = 0{,}2\,r \sin(\omega t) + 200\pi L \cos(\omega t)$ Pour $\omega t = 0$ on aura $6{,}8 \sin(0{,}4\pi) = 0 + 200\pi L$ donc $L = 0{,}01$ H Pour $\omega t = \frac{\pi}{2}$: $6{,}8 \sin(\frac{\pi}{2} + 0{,}4\pi) = 0{,}2\,r + 0$ donc $r = 10{,}5\ \Omega$	**0,75** **0,75**

الإسم :	مسابقة في مادة الفيزياء
الرقم :	المدة: ساعة ونصف

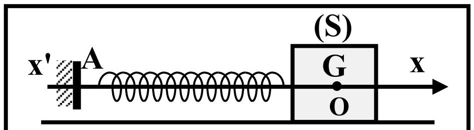
Cette épreuve est formée de trois exercices obligatoires repartis sur trois pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Exercice 1 (7 pts)

Oscillations mécaniques

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S), de masse m = 50 g, et un ressort de masse négligeable et de constante de raideur k.

Le ressort, placé horizontalement, est relié par l'une de ses deux extrémités à un support fixe A. (S) est attaché à l'autre extrémité du ressort et peut se déplacer, sans frottement, sur une surface horizontale (Doc. 1).



Doc. 1

À l'équilibre, le centre de masse G de (S), coïncide avec l'origine O de l'axe x' x.

On écarte (S) de sa position d'équilibre de x_0 et on le lâche, à l'instant $t_0 = 0$, sans vitesse initiale. (S) effectue alors des oscillations mécaniques. À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = x' = \frac{dx}{dt}$.

Le but de cet exercice est de déterminer la vitesse maximale atteinte par G.

Prendre :

- Le plan horizontal contenant G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $\pi^2 = 10$.

1) L'énergie mécanique E_m du système (Oscillateur, Terre) est conservée. Pourquoi ?

2) Écrire, à l'instant t, l'expression E_m, en fonction de x, m, k et v.

3) Établir l'équation différentielle, du second ordre en x, qui régit le mouvement de G.

4) Déduire, en fonction de m et k, l'expression de la période propre T_0 des oscillations.

5) Un dispositif approprié, montre l'évolution de x en fonction du temps (Doc. 2).

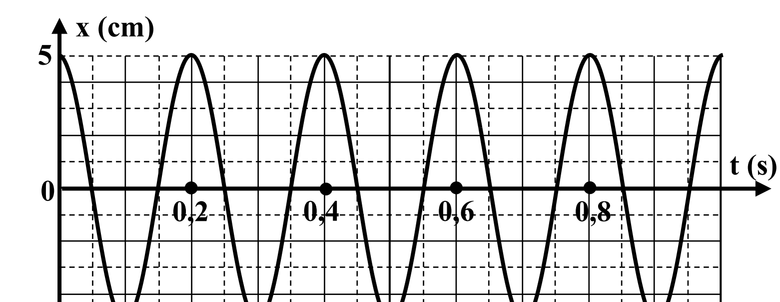
5-1) En se référant au document 2, indiquer les valeurs de T_0 et x_0.

5-2) Déduire la valeur de k.

5-3) Montrer que l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre) est $E_m = 6{,}25 \times 10^{-2}$ J.

5-4) En utilisant le document 2, indiquer un instant pour lequel l'énergie potentielle élastique du ressort est nulle.

5-5) Déterminer la valeur maximale de la vitesse atteinte par G.



Doc. 2

Exercice 2 (6 pts)

Étude du mouvement d'un solide

On dispose :

- d'un rail AOB situé dans un plan vertical et constitué de deux parties : AO rectiligne horizontale et OB rectiligne inclinée d'un angle $\alpha = 30^o$ sur l'horizontale ;
- de deux solides (S_1) et (S_2), assimilés à des particules, et de même masse m = 80 g ;
- d'un ressort (R), de masse négligeable, de constante de raideur k = 200 N/m et de longueur à vide ℓ_0, attaché par l'une de ses deux extrémités à un support fixe A et l'autre extrémité est libre.

Prendre :

- Le plan horizontal contenant O comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10\ m/s^2$.

1) Lancement de la particule (S_1)

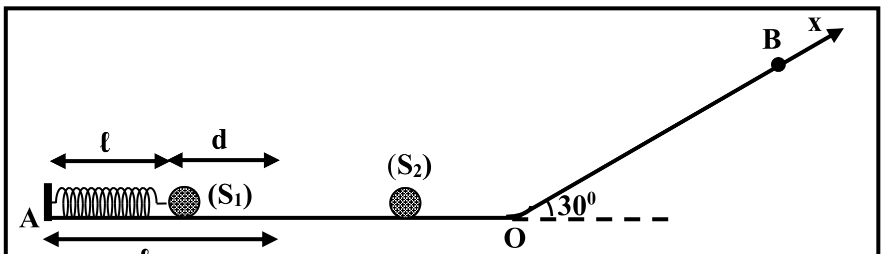
Pour lancer (S_1), on le pose contre l'extrémité libre du ressort, on comprime (R) d'une distance d, et puis on lâche le système [ressort, (S_1)] sans vitesse initiale (Doc. 3).

Lorsque (R) reprend sa longueur à vide ℓ_0, (S_1) quitte le ressort avec une vitesse $\vec{V}_1$, parallèle à AO.

Après le lancement, (S_1) se déplaçant à la vitesse $\vec{V}_1$, entre en collision frontale avec (S_2) initialement au repos sur le rail AO.

Juste après la collision, (S_1) s'arrête et (S_2) se déplace avec une vitesse $\vec{V}_2$ parallèle à AO et de valeur $V_2 = 5$ m/s.

(S_1) et (S_2) se déplacent sans frottement sur la partie AO du rail.



Doc. 3

1-1) En appliquant la loi de conservation de la quantité de mouvement durant la collision, montrer que la valeur de $\vec{V}_1$ est $V_1 = 5$ m/s.

1-2) Déduire que la collision entre (S_1) et (S_2) est élastique.

1-3) Déterminer la valeur de d.

2) Mouvement de (S_2) sur la partie inclinée OB

À l'instant $t_0 = 0$, (S_2) aborde en O la partie inclinée OB avec une vitesse $\vec{V}_0 = V_0\ \vec{i} = 5\vec{i}$ (m/s), avec $\vec{i}$ le vecteur unitaire de l'axe x'x parallèle à la partie OB du rail. Sur cette partie, (S_2) subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$, parallèle à OB, dans le sens opposé au déplacement et de valeur constante f.

2-1) Nommer les forces extérieures qui s'exercent sur (S_2) le long du trajet OB.

2-2) Montrer que la somme des forces extérieures qui s'exercent sur (S_2), durant son mouvement ascendant sur OB est: $\Sigma\vec{F} = -(f + mg.\sin\alpha)\ \vec{i}$.

2-3) L'expression de la quantité de mouvement de (S_2) durant son mouvement ascendant sur OB est :

$\vec{P} = (-0{,}9\ t + 0{,}4)\ \vec{i}$ (SI).

Sachant que $\frac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma\vec{F}$, déterminer f.

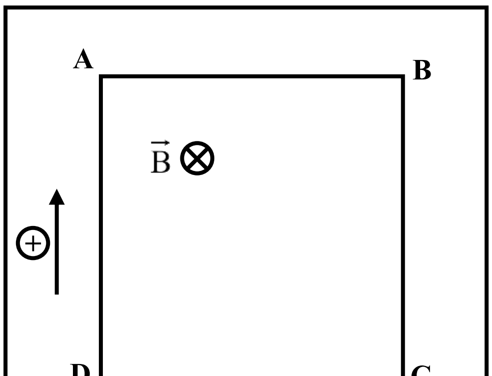
Exercice 3 (7 pts)

Induction électromagnétique

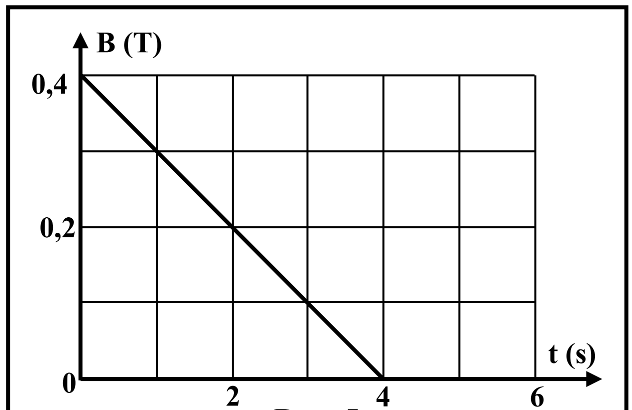
Le but de cet exercice est de déterminer, par deux méthodes, le sens du courant induit à travers une spire carrée.

Dans ce but, on dispose d'une spire carrée ABCD, de côté a = 10 cm et de résistance r = 2 Ω qui est placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ dont la valeur B varie avec le temps. La direction de $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan de la spire (Doc. 4).

Le document 5 montre, durant l'intervalle [0 s, 4 s], l'évolution de la valeur B du champ magnétique $\vec{B}$ avec le temps.



Doc. 4



Doc. 5

1) Un courant induit traverse la spire durant l'intervalle [0 s, 4 s]. Justifier.

2) En appliquant la loi de Lenz, préciser le sens du courant induit traversant la spire.

3) Montrer que l'expression de B durant l'intervalle [0 s, 4 s] est : B = - 0,1 t + 0,4 (S.I.).

4) En respectant le sens positif indiqué sur le document 4, déterminer, en fonction du temps, l'expression du flux magnétique à travers la spire.

5) Déduire la valeur de la force électromotrice induite « e ».

6) L'intensité du courant induit qui traverse la spire est donnée par $i = \frac{e}{r}$; déduire la valeur et le sens de i.

7) Comparer le sens du courant induit obtenu dans la partie 6 à celui obtenu dans la partie 2.

وزارة التربية والتعليم العالي
المديريّة العامّة للتربية
دائرة الامتحانات الرسميّة

امتحانات الشهادة الثانوية العامة
فرع علوم الحياة

دورة العام ٢٠٢١ الإستثنائية

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح

Exercice 1 (7 pts) **Oscillations mécaniques**

Partie		Réponses	Notes
1		L'énergie mécanique du système est conservée car le frottement est négligeable. (ou: La somme des travaux des forces non conservatives est nulle, alors l'énergie mécanique du système est conservée).	0,25
2		$Em = E_C + E_{Pe} + Epp = \frac{1}{2}\ m v^2 + \frac{1}{2}\ kx^2 + 0$	0,5
3		Em = constante , alors $\frac{dEm}{dt} = 0$, donc $m\ v\ v' + k\ x\ x' = 0$, mais $v = x'$ et $v' = x''$, alors $v\ (m\ x'' + k\ x) = 0$ $v = 0$ à rejeter ; par conséquent, $x'' + \frac{k}{m} x = 0$	1
4		L'équation différentielle est de la forme: $x'' + \omega_0^2\ x = 0$, avec $\omega_o = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $T_1 = \frac{2\ \pi}{\omega_o}$; donc, $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	1,5
5	5.1	$T_0 = 0{,}2$ s et $x_0 = 5$ cm	1
	5.2	$0{,}2 = 2\pi\sqrt{\frac{0\ 05}{k}}$ donc $k = 50$ N/m	1
	5.3	Lorsque la vitesse est nulle, l'élongation est maximale donc : $Em = Ec + Epp = 0 + Epp = \frac{1}{2}\ kX^2_{max}$ $Em = 0{,}5 \times 50 \times 0{,}05^2 = 0{,}0625\ J = 6{,}25 \times 10^{-2}\ J$	0,75
	5.4	t = 0,05 s **ou bien** t = 0,15 s **ou bien** t = 0,25 s **…..**	0,25
	5.5	Lorsque G passe par O, sa vitesse est maximale donc : $Em = Ec + Epp = Ec + 0 = \frac{1}{2}\ mV^2_{max}$ $0{,}0625 = 0{,}5 \times 0{,}05 \times (V)_{max}^2$ donc $V_{max} = 1{,}58$ m/s	0,75

Exercice 2 (6 pts) **Étude du mouvement d'un solide**

Partie		Réponse	Note
1	1.1	$\vec{P}_{\text{juste avant la collision}} = \vec{P}_{\text{juste après la collision}}$; $m.\vec{V}_1 + \vec{0} = \vec{0} + m.\vec{V}_2$, $\vec{V}_1 = \vec{V}_2$ Donc $V_1 = 5$ m/s.	1,5
	1.2	La collision est élastique si $E_{C\ (S1 et S2)\ \text{avant la collision}} = E_{C\ (S1 et S2)\ \text{après la collision}}$ $E_{C\ \text{avant la collision}} = E_{C\ (S1)} + E_{C\ (S2)} = \frac{1}{2} \times m \times V_1^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 0\ 08 \times 5^2 + 0 = 1$ J $E_{C\ \text{après la collision}} = E_{C\ (S1)} + E_{C\ (S2)} = 0 + \frac{1}{2} \times m \times V_2^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 0\ 08 \times 5^2 = 1$ J Par suite le choc est élastique	1
	1.3	En appliquant la loi de conservation de l'E_m du système [R, S_1 et Terre] $Em_{\text{(R) est comprimé de d}} = Em_{\text{(R) en sa longueur initiale}}$ $(E_C + Epp + Epe)_{\text{(R) est comprimé de d}} = (E_C + Epp + Epe)_{\text{(R) en sa position d'équilibre}}$ $0 + \frac{1}{2}kd^2 + 0 = \frac{1}{2}mV_1^2 + 0 + 0$ $\frac{1}{2} \times 200 \times d^2 = \frac{1}{2} \times 0\ 08 \times 5^2$ donc $d = 0{,}1$ m $= 10$ cm	1,5
2	2.1	Les forces agissant sur (S_2) le long du trajet OB sont : Force de pesanteur $\overrightarrow{mg}$ Réaction normale $\vec{N}$ Force de frottement $\vec{f}$	0,75
	2.2	$\Sigma\vec{F} = \overrightarrow{mg} + \vec{N} + \vec{f}$ Composante suivant $\overrightarrow{Ox}$: $\Sigma\vec{F} = -\ mg \sin\alpha\, \vec{i} + 0 - f\, \vec{i}$ $\Sigma\vec{F} = -\ (f + mg\sin\alpha)\vec{i}$. **<u>Ou bien</u>** : $\Sigma\vec{F} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f} = -\ mg \sin\alpha\, \vec{i} + mg \cos\alpha\, \vec{j} - N\, \vec{j} - f\, \vec{i}$ Mais : $mg \cos\alpha\, \vec{j} - N\, \vec{j} = 0$ donc $\Sigma\vec{F} = -\ (f + mg\sin\alpha)\vec{i}$.	0,75
	2.3	$\frac{d\vec{P}}{dt} = \Sigma\vec{F}$ $-0{,}9\, \vec{i} = -(f + mg\sin\alpha)\, \vec{i}$ $-0{,}9 = -f - 0{,}08 \times 10 \times 0{,}5$ par suite $f = 0{,}5$ N	0,5

Exercice 3 (7 pts) **Induction électromagnétique**

Partie	Réponse	Note
1	Durant l'intervalle [0s, 4s], la valeur de B diminue (ou varie), donc le flux magnétique diminue (ou varie), il y aura alors une f.é.m induite dans le circuit. Puisque le circuit est fermé il y aura un courant induit	**1**
2	Durant l'intervalle [0s, 4s], B diminue avec le temps, donc le sens du champ magnétique induit est le même que celui $\vec{B}$ pour s'opposer à sa diminution (Loi de Lenz). En utilisant la règle de la main droite, le courant induit circule dans le même sens que l'orientation positive choisie (comme les aiguilles d'une montre)	**1**
3	Durant l'intervalle [0s, 4s], B(t) est une ligne droite décroissante : B = at+b a = pente = $\frac{0-0\ 4}{4-0} = -0\ 1$ T/s 0 = − 0,1× 4 + b b = 0,4 T donc B = − 0,1t + 0,4	**1**
4	$\emptyset$ = B.S.cos($\vec{B}$ $\vec{n}$) = (− 0,1t + 0,4)×$(0,1)^2$× cos(0) $\emptyset$= − 10^{-3} t + 4×10^{-3} (S.I.)	**1**
5	e = $-\frac{d\emptyset}{dt}$ = 10^{-3} V	**1**
6	i = $\frac{e}{r} = \frac{10^{-3}}{2} = 0\ 5\ \times 10^{-3}$A i > 0 donc le sens du courant induit est avec l'orientation positive choisie (comme les aiguilles d'une montre)	**1,5**
7	le même résultat	**0,5**

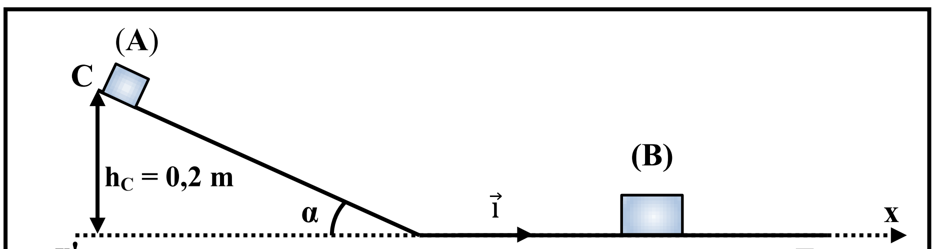
مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعة ونصف	الرقم:

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

Exercice 1 (6pts) Vérification du principe d'interaction

Le but de cet exercice est de vérifier le principe d'interaction entre deux blocs. Dans ce but, on dispose de deux blocs (A) et (B), assimilés à des particules, de masses respectives $m_A = 200$ g et $m_B = 800$ g.
(A) et (B) peuvent se déplacer, sans frottement, sur une glissière CDE située dans un plan vertical.
Cette glissière est formée de deux parties : la première CD, est rectiligne et inclinée d'un angle α avec l'horizontale et la deuxième DE, est rectiligne et horizontale.
Le bloc (A) est lâché sans vitesse initiale du point C, situé à une altitude $h_C = 0,2$ m au-dessus d'un axe horizontal x'x, confondu avec DE, et de vecteur unitaire $\vec{i}$ (Doc. 1).

Prendre :
- le plan horizontal contenant x'x comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10$ m/s^2.



Doc. 1

1) L'énergie mécanique du système [(A), glissière, Terre] est conservée entre C et D. Pourquoi ?

2) Déduire que la valeur de la vitesse de (A) au point D est $V_A = 2$ m/s.

3) (A) continue son mouvement avec la vitesse $\overrightarrow{V_A} = 2\,\vec{i}$ (m/s) tout le long de DE jusqu'à ce qu'il entre en collision élastique et frontale avec (B) initialement au repos.
Montrer que les vitesses de (A) et (B) juste après la collision sont respectivement
$\overrightarrow{V'_A} = -1,2\,\vec{i}$ (m/s) et $\overrightarrow{V'_B} = 0,8\,\vec{i}$ (m/s).

4) La durée de la collision est $\Delta t = 0,1$ s, donc $\dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \cong \dfrac{d\vec{P}}{dt}$.
Appliquer, durant Δt, la deuxième loi de Newton :

4.1) sur (B) pour déterminer la force $\vec{F}_{A/B}$ exercée par (A) sur (B) ;

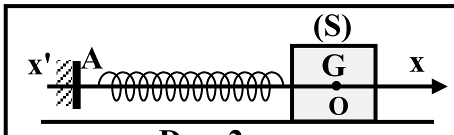
4.2) sur (A) pour déterminer la force $\vec{F}_{B/A}$ exercée par (B) sur (A).

5) Déduire que le principe d'interaction est vérifié.

Exercice 2 (7pts) **Oscillations mécaniques**

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S), de masse m, et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k = 100 N/m.

Le ressort, placé horizontalement, est relié par l'une de ses deux extrémités à un support fixe A. (S) est attaché à l'autre extrémité du ressort et peut se déplacer, sans frottement, sur une surface horizontale (Doc. 2).



Doc. 2

À l'équilibre, le centre de masse (G), de (S), coïncide avec l'origine O de l'axe x' x.

À l'instant $t_0 = 0$, (G) est en O et (S) est lancé, dans le sens négatif, avec une vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$. (G) effectue alors des oscillations mécaniques.

À un instant t, l'abscisse de (G) est $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = x' = \frac{dx}{dt}$.

La courbe du document 3 représente, en fonction du temps, soit l'énergie cinétique, soit l'énergie potentielle élastique, soit l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre).

Le but de cet exercice est de déterminer la valeur de m et l'équation horaire de (G).

Prendre le plan horizontal contenant (G) comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

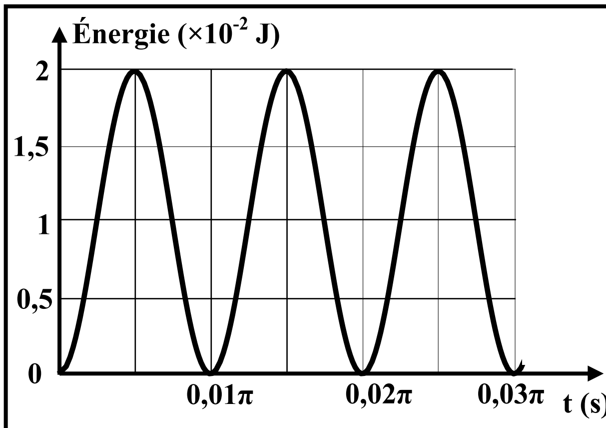
1) Préciser le type des oscillations de (G).

2) La courbe du document 3 représente, en fonction du temps, l'énergie potentielle élastique du système (Oscillateur, Terre). Pourquoi ?

3) Utiliser le document 3 pour répondre aux questions suivantes :

3.1) Calculer l'amplitude X_m des oscillations de (G).

3.2) Sachant que la période de l'énergie potentielle élastique $T_{énergie}$ de ce système, vaut la moitié de la période propre T_0 des oscillations de (G) $\left(T_{énergie} = \frac{T_0}{2}\right)$, calculer T_0.



Doc. 3

4) L'équation horaire du mouvement de (G) est de la forme : $x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$, avec φ est une constante et ω_0 est la pulsation propre de l'oscillateur.

4.1) Déterminer la valeur de φ.

4.2) Calculer la valeur de ω_0.

4.3) Déduire l'expression de x en fonction du temps.

5) Sachant que $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, calculer la valeur de m.

Exercice 3 (7pts) **Luminosité d'une lampe**

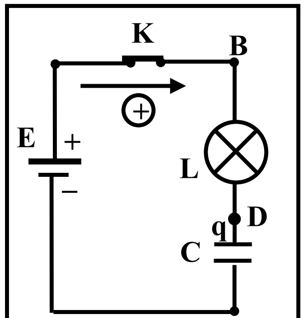
Le but de cet exercice est d'étudier la luminosité d'une lampe dans deux expériences.
Dans ce but, on considère :

- un générateur idéal de force électromotrice E = 9 V;
- une lampe L assimilée à un conducteur ohmique, de résistance R = 10 Ω ;
- un condensateur de capacité C = 0,1 F ;
- un interrupteur K.

On donne : la luminosité d'une lampe augmente avec l'augmentation de l'intensité du courant électrique qui la traverse et vice versa.

1) Première expérience : Charge d'un condensateur

On branche le condensateur, initialement non chargé, en série avec la lampe, le générateur et l'interrupteur K (Doc. 4).
À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K et la charge du condensateur commence.



Doc. 4

1.1) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la variation de la tension, $u_{DA} = u_C$, aux bornes du condensateur est : $E = RC\,\frac{du_C}{dt} + u_C$

1.2) La solution de l'équation différentielle obtenue est de la forme :
$u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$, où τ est une constante.

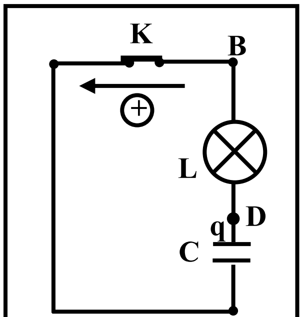
1.2.1) Déterminer l'expression de τ en fonction de R et C.

1.2.2) Calculer τ.

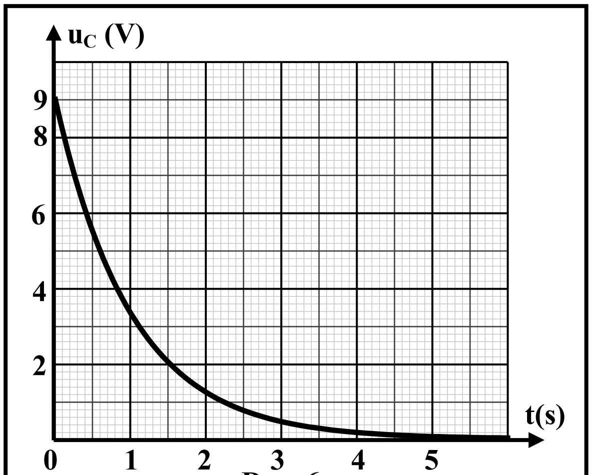
1.3) Déduire que l'expression de l'intensité du courant électrique durant la charge du condensateur est :
$i = 0{,}9\ e^{-t}$ (SI).

2) Deuxième expérience : Décharge du condensateur

Le condensateur, complètement chargé, est branché en série avec la lampe et l'interrupteur K. On ferme K à $t_0 = 0$, pris comme nouvelle origine de temps. Le condensateur se décharge à travers la lampe (Doc. 5).
Le document 6, montre l'évolution de la tension $u_{DA} = u_C$ avec le temps.



Doc. 5



Doc. 6

2.1) En utilisant le document 6, déterminer la valeur de la consante de temps τ′ de ce circuit RC.

2.2) On donne $u_C = E\ e^{\frac{-t}{\tau'}}$. Déduire, en fonction du temps, l'expression de l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit durant cette expérience.

3) Conclusion

En utilisant les questions (**1.3**) et (**2.2**), décrire la luminosité de la lampe dans la première et la deuxième expérience, durant l'intervalle de temps [0 ; 5 s]. Justifier la réponse.

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (6pts) **Vérification du principe d'interaction**

Partie		Réponses	Note
1		Car on néglige toutes les forces de frottement. (la somme des travaux des forces non-conservatives est nulle).	0,5
2		Em est conservée : $Em_C = Em_D$, $Ec_C + Epp_C = Ec_D + Epp_D$; ($V_C = 0$, donc $E_{CC} = 0$ et $h_D = 0$, alors $Epp_D = 0$) $0 + m_A g h_C = \frac{1}{2} m_A V_A^2 + 0$; $V_A = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times10\times0,2} = 2$ m/s	1,5
3		Conservation de la quantité de mouvement : $\vec{P}_{Juste\ avant} = \vec{P}_{Juste.après}$ $m_A \overrightarrow{V_A} = m_A \overrightarrow{V'_A} + m_B \overrightarrow{V'_B}$ Puisque le choc est frontal, donc les vitesses sont colinéaires on peut écrire alors algébriquement : $m_A V_A = m_A V'_A + m_B V'_B$ $m_A (V_A - V'_A) = m_B V'_B$ **(équation 1)** Puisque le choc est élastique donc il y a conservation de l'Ec : $Ec_{avant} = Ec_{après}$ $\frac{1}{2} m_A V_A^2 = \frac{1}{2} m_A V'^2_A + \frac{1}{2} m_B V'^2_B$, donc $m_A (V_A^2 - V'^2_A) = m_B V'^2_B$ $m_A(V_A - V'_A)(V_A + V'_A) = m_B {V'_B}^2$ **(équation 2)** $\frac{\text{équation 2}}{\text{équaiton 1}}$: $V_A + V'_A = V'_B$ **(équation 3)** on remplace V'_B dans l'équation 1, on aura : $V'_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} V_A$ $V'_A = \frac{0,2 - 0,6}{0,2 + 0,8} \times 2 = -1.2 m/s$, alors $\vec{V}'_A = V'_A \vec{i} = -1,2 \vec{i}$ (m/s) Equation 3 : $V'_B = V'_A + V_A = -1.2 + 2 = 0.8$ m/s ; $\vec{V}'_B = V'_B \vec{i} = 0,8 \vec{i}$ (m/s) **<u>Ou bien</u>** : $V'_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} V_A = \frac{2\ (0,2)}{0,2 + 0,8} \times 2 = 0,8$ m/s; $\vec{V}'_B = V'_B \vec{i} = 0,8 \vec{i}$ (m/s)	2
4	4.1	En appliquant la 2ème loi de Newton sur (B) : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}_B}{dt}$, donc $m_B \vec{g} + \vec{N}_B + \vec{F}_{A/B} = \frac{\Delta \vec{P}_B}{\Delta t}$; $m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$ $\vec{F}_{A/B} = \frac{m_B \vec{V}'_B - m_B \vec{V}_B}{\Delta t} = \frac{0,8 \times 0,8\ \vec{i} - \vec{0}}{0,1} = 6,4\vec{i}$ (N)	1
	4.2	En appliquant la 2ème loi de Newton sur (A) : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}_A}{dt}$, donc $m_A \vec{g} + \vec{N}_A + \vec{F}_{B/A} = \frac{\Delta \vec{P}_A}{\Delta t}$ $\vec{F}_{B/A} = \frac{m_A \vec{V}'_A - m_A \vec{V}_A}{\Delta t} = \frac{0,2\ (-1,2\ \vec{i}) - 0,2\ (-2\ \vec{i})}{0,1} = -6,4\ \vec{i}$ (N)	0,5
5		$\vec{F}_{B/A} = - \vec{F}_{A/B}$ alors le principe d'interaction est vérifié	0,5

Exercice 2 (7pts) **Oscillations mécaniques**

Partie		Réponse	note
1		Oscillations mécaniques libres non-amorties car (S) se déplace sans frottement	1
2		A l'instant initiale, (G) est en O, donc $x = 0$, par suite $Epe_0 = \frac{1}{2}kx^2 = 0$ donc l'Epe initiale est nulle.	0,5
3	3.1	Epe est maximale lorsque $x = X_m$, donc $Epe_{(maximal)} = \frac{1}{2}kX_m^2$ $2\times10^{-2} = \frac{1}{2}\times100\times X_m^2$, donc $X_m = 0{,}02$ m	1
	3.2	D'après la courbe $T_{énergie} = 0{,}01\,\pi$ (s) $T_{énergie} = \frac{T_0}{2}$; $T_0 = 2\,T_{énergie} = 2\times0{,}01\,\pi = 0{,}02\pi$ s	0,75
4	4.1	$x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ et $v = \omega_0 X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ À $t_0 = 0$: $x_0 = 0$: $0{,}02\sin(\varphi) = 0$, donc $\varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$ rad À $t_0 = 0$: $V_o = \omega_0 X_m \cos(\varphi) < 0$ [(S) est lancé, dans le sens négatif] Mais, $\omega_0 X_m > 0$, alors $\cos(\varphi) < 0$ Par conséquent, $\varphi = \pi$ rad est la valeur acceptée.	1,5
	4.2	$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{0{,}02\pi} =$ 100 rad/s.	0,75
	4.3	$x = 0{,}02\sin(100\,t + \pi)$ avec x en (m) et t en (s)	0,5
5		$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$, donc $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$, alors $m = \frac{k}{\omega_0^2} = \frac{100}{100^2} = 0{,}01$ kg	1

Exercice 3 (7 pts) **Luminosité d'une lampe**

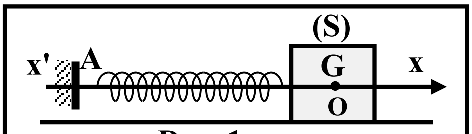
Partie		Réponse	note
1	1.1	$u_{BA} = u_{BD} + u_{DA}$, alors $E = Ri + u_C$ $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$ Donc , $E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$	1
	1.2.1	$u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}) = E - E\,e^{-\frac{t}{\tau}}$, alors $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ On remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle, on aura : $E = R\,C\,\frac{E}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}} + E - E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ $E\,e^{\frac{-t}{\tau}}\,[\frac{RC}{\tau} - 1] = 0$; Cette égalité est vérifiée à tout instant t, par identification on aura : $\frac{RC}{\tau} - 1 = 0$ donc $\tau = RC$	1,5
	1.2.2	$\tau = RC$, donc $\tau = 10 \times 0{,}1 = 1$ s	0,5
	1.3	$i = C\frac{du_C}{dt}$, alors $i = C\,\frac{E}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}} = \frac{C\,E}{R\,C}\,e^{\frac{-t}{\tau}} = \frac{E}{R}\,e^{-\frac{t}{\tau}}$ $i = \frac{9}{10}\,e^{-\frac{t}{1}}$, alors $i = 0{,}9\,e^{-t}$ SI	1
2	2.1	À $t = \tau'$; $u_C = 0{,}37 \times u_{C_{maximale}} = 0{,}37 \times 9 = 3{,}33$ V. D'après le graphe : $u_C = 3{,}33$ V à t = 1 s , donc $\tau' = 1$ s	1
	2.2	$i = -\frac{dq}{dt} = -C\,\frac{du_C}{dt} = C\,\frac{E}{\tau'}\,e^{-\frac{t}{\tau'}}$ Alors, $i = 0{,}1 \times \frac{9}{1} e^{-\frac{t}{1}} = 0{,}9\,e^{-t}$	1
3		Dans les deux expériences, $i = 0.9e^{-t}$, alors l'intensité du courant électrique diminue avec le temps donc la luminosité de la lampe diminue **<u>Ou bien</u> :** expérience 1 : $i = 0{,}9e^{-t}$ pour $t = 0$; $i = 0{,}9A$ et pour t = 5 s ; $i \cong 0A$ L'intensité du courant diminue avec le temps, donc la luminosité de la lampe diminue. De même durant l'expérience 2.	1

مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعة ونصف	الرقم:

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

Exercice 1 (7 pts)

Oscillations mécaniques



Doc. 1

Un oscillateur mécanique est formé d'un bloc (S), de masse m, et d'un ressort de masse négligeable et de constante de raideur k = 20 N/m.
(S) est attaché à l'une des deux extrémités du ressort, l'autre extrémité est reliée à un support fixe A. (S) peut se déplacer, sans frottement, sur un support horizontal (Doc. 1).
À l'équilibre, le centre de masse G, de (S), coïncide avec l'origine O de l'axe x' x. À l'instant $t_0 = 0$, G est en O et on lance (S) avec une vitesse $\vec{v}_0 = v_0\,\vec{i}$; (S) effectue alors des oscillations mécaniques d'amplitude X_m.
À un instant t, l'abscisse de G est $x = \overline{OG}$ et la valeur algébrique de sa vitesse est $v = x' = \frac{dx}{dt}$. Le but de cet exercice est d'étudier l'effet de v_0 sur l'amplitude X_m des oscillations de cet oscillateur.
Prendre :

- Le plan horizontal passant par G comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10\ m/s^2$ et $\pi^2 = 10$.

1) Étude théorique

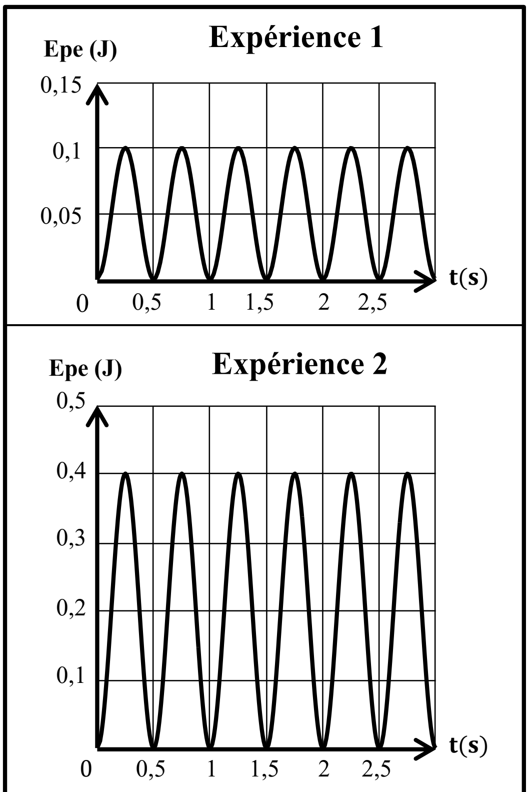
1.1) Écrire, à l'instant t, l'expression de l'énergie mécanique du système (Oscillateur, Terre), en fonction de x, m, k et v.

1.2) Établir l'équation différentielle, du second ordre en x, qui régit le mouvement de G.

1.3) Déduire l'expression de la période propre T_0 des oscillations, en fonction de m et k.

2) Étude expérimentale

Un dispositif approprié donne l'évolution de l'énergie potentielle élastique Epe de l'oscillateur en fonction du temps pour deux expériences différentes, expérience 1 et expérience 2 (Doc. 2).



Doc. 2

2.1) En utilisant les graphes du document 2 :

2.1.1) justifier que les oscillations de (S) sont non amorties.

2.1.2) recopier puis compléter le tableau suivant :

	Expérience 1	Expérience 2
La valeur maximale de l'Epe		
La valeur de la période T_E de l' Epe		

2.2) Montrer que $m = 0{,}5$ kg, sachant que $T_0 = 2T_E$.

2.3) Montrer que $X_{m(2)} = 2\ X_{m(1)}$, $X_{m(1)}$ et $X_{m(2)}$ étant les amplitudes des oscillations durant les expériences 1 et 2 respectivement.

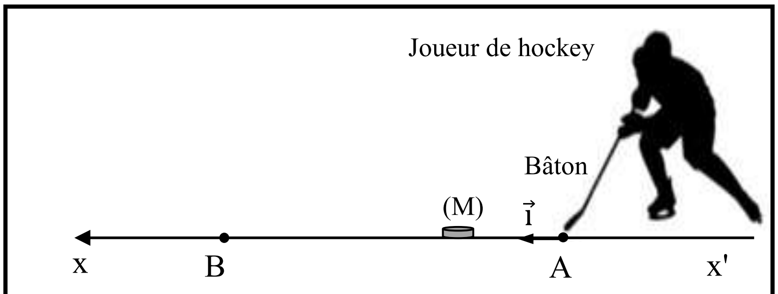
2.4) Déterminer les valeurs de v_0 pour les deux expériences.

2.5) Déduire si X_m augmente, diminue ou reste la même lorsque v_0 augmente.

Exercice 2 (6,5 pts)

Mouvement d'un palet de hockey

Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement d'un palet (M) de hockey. (M) est assimilé à une particule de masse m = 170 g et peut glisser sur une patinoire horizontale. Un joueur de hockey frappe avec son bâton le palet (M) à partir d'un point A (Doc. 3).
Prendre le plan horizontal passant par (M) comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;



Doc. 3

1) La collision entre le bâton et (M) se produit pendant une très courte durée. Choisir, parmi les trois phrases ci-dessous, la phrase correcte.
Phrase 1 : Durant cette collision, la quantité de mouvement et l'énergie cinétique du système [bâton, (M)] sont nécessairement conservées.
Phrase 2 : Durant cette collision, la quantité de mouvement du système [bâton, (M)] est conservée mais l'énergie cinétique de ce système, n'est pas nécessairement conservée.
Phrase 3 : Durant cette collision, la quantité de mouvement du système [bâton, (M)] n'est pas nécessairement conservée mais l'énergie cinétique de ce système est nécessairement conservée.

2) Juste après la collision, (M) est lancé, à partir du point A, avec une vitesse $\vec{v}_A = 18\ \vec{i}$ (m/s).
Le palet (M) se déplace sur la patinoire le long d'un axe x'x et s'arrête en un point B après avoir parcouru une distance AB = 54 m pendant une durée Δt (Doc. 3).

2.1) Calculer l'énergie mécanique du système [(M), Terre] en A puis en B.

2.2) Déduire que (M) est soumis à une force de frottement $\vec{f}$ durant son mouvement entre A et B.

2.3) Sachant que la valeur f de $\vec{f}$ est constante, déduire que f = 0,51 N.

2.4) Nommer les forces extérieures qui s'exercent sur (M) entre A et B, puis représenter ces forces sur un schéma sans tenir compte d'une échelle.

2.5) Montrer que la somme de ces forces est $\sum \vec{F}_{ext} = -\ 0{,}51\ \vec{i}$ (N).

2.6) Déterminer les quantités de mouvement de (M), « $\vec{P}_A$ » au point A et « $\vec{P}_B$ » au point B .

2.7) Déduire la variation $\Delta\vec{P}$ de la quantité de mouvement de (M) pendant Δt.

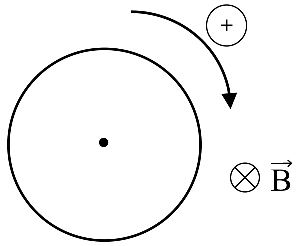
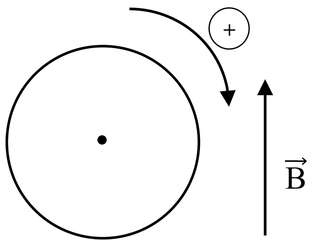
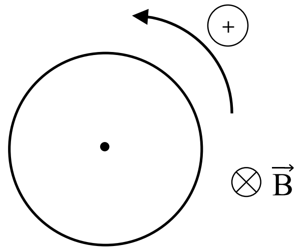
2.8) Calculer Δt sachant que $\Delta\vec{P} = (\sum \vec{F}_{ext})\ \Delta t$.

Exercice 3 (6,5 pts)

Induction électromagnétique

Le but de cet exercice est de déterminer, par deux méthodes différentes, le sens du courant induit à travers une spire circulaire.
On dispose d'une spire circulaire conductrice, de rayon r = 10 cm et de résistance R = 2 Ω. On place cette spire dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.

1) Le document 4, montre trois cas différents.

1er cas	2ème cas	3ème cas
Le plan de la spire est perpendiculaire aux lignes de champs de $\vec{B}$.	Le plan de la spire est parallèle aux lignes de champs de $\vec{B}$.	Le plan de la spire est perpendiculaire aux lignes de champs de $\vec{B}$.
		

Doc. 4

Faire correspondre chacune des phrases 1, 2 et 3 au cas convenable. Justifier.

Phrase 1 : Le flux magnétique à travers la spire est nul.
Phrase 2 : Le flux magnétique à travers la spire est positif.
Phrase 3 : Le flux magnétique à travers la spire est négatif.

2) On considère le premier cas du document 4. Durant l'intervalle de temps [0 , 2s], la valeur B du champ magnétique $\vec{B}$ diminue avec le temps suivant la relation :

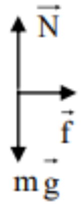
$$B = -0{,}04\,t + 0{,}8 \quad \text{(S.I.)}$$

2.1) Un courant induit traverse la spire durant l'intervalle [0 , 2s]. Justifier.
2.2) En appliquant la loi de Lenz, préciser le sens du courant induit.
2.3) Déterminer, en fonction du temps, l'expression du flux magnétique à travers la spire.
2.4) Déduire la valeur de la force électromotrice induite « e ».
2.5) L'intensité du courant induit qui traverse la spire est donnée par $i = \frac{e}{R}$ **.** Déduire la valeur et le sens de « i ».
2.6) Comparer le sens du courant induit obtenu dans la partie (2.5) à celui obtenu dans la partie (2.2).

مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعة ونصف	الرقم:

<table>
<tr><th colspan="5">Exercice 1 : Oscillations mécaniques (7 pts)</th></tr>
<tr><th colspan="3">Partie</th><th>Réponses</th><th>Note</th></tr>
<tr><td rowspan="3">1</td><td colspan="2">1.1</td><td>$E_m = E_C + Epe = ½ m v^2 + ½ kx^2$</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.2</td><td>Le frottement est négligé, donc l'énergie mécanique est conservée. Ou la somme des travaux effectués par les forces non conservatives est nulle, alors l'Em est conservée.
Alors, $\frac{dE_m}{dt} = 0$; $mvv' + kxv$ $\{ v = x'$ et $v' = x'' \}$, donc $v (m x'' + k x) = 0$
Mais, v = 0 est non acceptable, donc $m x'' + k x = 0$; par suite, $x'' + \frac{k}{m} x = 0$</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.3</td><td>L'équation différentielle est de la forme: $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$;
$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ donc $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$</td><td>1</td></tr>
<tr><td rowspan="7">2</td><td rowspan="2">2.1</td><td>1</td><td>$(Epe)_{max} = \frac{1}{2} k X_m^2$ = constante
k est constante, donc X_m est constante, par suite les oscillations sont non amorties</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>2</td><td><table><tr><td></td><td>Expérience 1</td><td>Expérience 2</td></tr><tr><td>La valeur maximale de l'Epe</td><td>0,1 J</td><td>0,4 J</td></tr><tr><td>La valeur de la période T_E de l' Epe</td><td>0,5 s</td><td>0,5 s</td></tr></table></td><td>0,5
0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.2</td><td>$T_E = 0,5$ s ; donc $T_0 = 2 T_E = 1$ s
$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, alors $T_0^2 = 4\pi^2 \frac{m}{K}$, donc $m = \frac{k T_0^2}{4\pi^2}$ et k = 20 N/m ;
$m = \frac{20 \times 1}{4 \times 10}$, donc m = 0,5 kg</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.3</td><td>Expérience 1 : $(Epe)_{max} = 0,1 = \frac{1}{2} k X_{m(1)}^2$… éq (1)
Expérience 2 :$(Epe)_{max} = 0,4 = \frac{1}{2} k X_{m(2)}^2$… éq (2) ; on divise l'éq (2) sur l'éq (1) :
$\frac{0,4}{0,1} = \frac{X_{m(2)}^2}{X_{m(1)}^2}$, donc $4 = (\frac{X_{m(2)}}{X_{m(1)}})^2$, alors $2 = \frac{X_{m(2)}}{X_{m(1)}}$
Par suite : $X_{2m} = 2 X_{1m}$</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.4</td><td>Em = constante , donc $Em = Epe_{max} = Ec_{max}$, donc $Epe_{max} = \frac{1}{2} m v_0^2$
Expérience 1 : $0,1 = \frac{1}{2} (0,5) v_{0(1)}^2$, donc $v_{0(1)} = 0,63$ m/s
Expérience 2 : $0,4 = \frac{1}{2} (0,5) v_{0(2)}^2$, then $v_{0(2)} = 1,26$ m/s</td><td>0,5
0,25
0,25</td></tr>
<tr><td colspan="2">2.5</td><td>Lorsque v_0 augmente, X_m augmente, car d'après les deux parties précédentes on a obtenu
Expérience 1 $v_0 = 0,63$ m/s et expérience 2 : $v_0 = 1,26$ m/s
Et $X_{1m} < X_{2m}$</td><td>0,5
0,5</td></tr>
</table>

Exercice 2 : Mouvement d'un palet de hockey (6,5 pts)

Partie		Réponses	Note
1		Phrase 2	0,5
2	2.1	$Epp_A = Epp_B = 0$ car (M) se déplace sur le niveau de référence de l'Epp. $Em_A = Ec_A + Epp_A = ½\, m\, v_A^2 + 0 = \frac{1}{2} \times 0{,}17 \times 18^2 = 27{,}54$ J $Ec_B = 0$ car (M) s'arrête au point B. $Em_B = Ec_B + Epp_B = 0 + 0 = 0$	0,75 0,25
	2.2	$Em_B < Em_A$, donc (M) est soumis à une force de frottement.	0,25
	2.3	$\Delta Em = W_{\vec{f}} = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB}$; $Em_B - Em_A = - f \times AB$ $0 - 27{,}54 = f \times AB \times \cos(\pi) = - f \times 54$, alors $f = 0{,}51$ N	1
	2.4	(M) est soumis à : Force de pesanteur $\vec{P}$ ou $m\vec{g}$ Réaction normale de la patinoire $\vec{N}$ Force de frottement $\vec{f}$  	0,5 0,5
	2.5	$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f}$ mais $m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$ $\sum \vec{F}_{ext} = -f\,\vec{i} = - 0{,}51\, \vec{i}$ (N)	0,75
	2.6	$\vec{P}_A = m\, \vec{v}_A = 0{,}17 \times 18\, \vec{i}$, donc $\vec{P}_A = 3{,}06\, \vec{i}$ (kg.m/s) $\vec{P}_B = m\, \vec{v}_B = m\, (\vec{0})$, donc $\vec{P}_B = \vec{0}$	0,75 0,25
	2.7	$\Delta\vec{P} = \vec{P}_B - \vec{P}_A = \vec{0} - 3{,}06\, \vec{i}$, donc $\Delta\vec{P} = - 3{,}06\, \vec{i}$ (kg.m/s)	0,5
	2.8	$\Delta t = \frac{\Delta\vec{P}}{\sum \vec{F}_{ext}} = \frac{- 3{,}06\, \vec{i}}{- 0{,}51\, \vec{i}}$, donc $\Delta t = 6$ s	0,5

Exercice 3 (6,5 pts) Induction électromagnétique		
Partie	**Réponse**	**note**
1	Phrase 1 → 2ème cas • $\phi = \vec{B} \cdot \vec{n}\, S = B\, S \cos(\vec{B}, \vec{n}) = B\, S \cos 90^o = 0$ • **Ou bien** Le plan de la spire est parallèle aux lignes de champ • **Ou bien** les lignes de champs ne traversent pas la spire Phrase 2 → 1er cas • car l'angle entre le $\vec{B}$ et $\vec{n}$ est zéro • **ou bien** $\phi = B\, S \cos 0^o = B\, S\, (1) = BS > 0$ Phrase 3 → 3ème cas • car l'angle entre $\vec{B}$ et $\vec{n}$ est π rad • **ou bien** $\phi = B\, S \cos 180^o = -\, B\, S < 0$	**0,5** **0,5** **0,5**
2.1	Durant l'intervalle [0, 2s], la valeur de B change, donc le flux magnétique change, il y aura alors une f.é.m induite et puisque le circuit est fermé il y aura un courant induit.	**0,75**
2.2	Durant l'intervalle [0, 2s], la valeur de B diminue, donc le sens du champ magnétique induit le même que celui de $\vec{B}$ pour s'opposer à sa diminution (loi de Lenz) En utilisant la règle de la main droite, le courant induit circule à travers la spire dans le même sens que l'orientation positive choisie (comme les aiguilles d'une montre).	**0,75**
2.3	$\phi = \vec{B} \cdot \vec{n}\, S = B\, S \cos(\vec{B}, \vec{n}) = B\, S \cos 0^o = B\, S = B\, \pi\, r^2$ $\phi = (-\,0{,}04\, t + 0{,}8) \times \pi \times (0{,}1)^2$ $\phi = -\,4\pi \times 10^{-4}\, t + 8\pi \times 10^{-4}$ (S.I)	**1**
2.4	$e = -\dfrac{d\phi}{dt} = 4\pi \times 10^{-4}$ V	**1**
2.5	$i = \frac{e}{R} = \frac{4\pi \times 10^{-4}}{2} = 6{,}3 \times 10^{-3}$ A i > 0 donc le sens du courant induit est avec l'orientation positive choisie (comme les aiguilles d'une montre)	**1**
2.6	Même résultat	**0,5**

مسابقة في مادة الفيزياء — الاسم:
المدة: ساعة ونصف — الرقم:

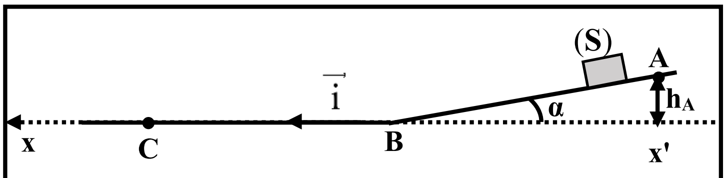
Cette épreuve est formée de trois exercices obligatoires réparties sur trois pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Exercice 1 (6,5 pts)

Détermination de la force de frottement

Un bloc (S), assimilé à une particule, de masse m = 100 g, peut se déplacer sur un rail ABC situé dans un plan vertical. Ce rail est constitué de deux parties :

- AB est rectiligne et inclinée d'un angle α avec l'horizontale ($\sin \alpha = 0{,}1$) ;
- BC est rectiligne et horizontale.



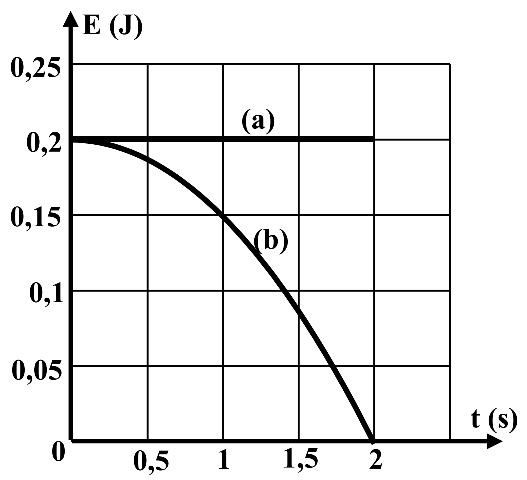
Doc. 1

À $t_0 = 0$, le bloc (S) est lâché sans vitesse initiale du point A, situé à une altitude h_A au-dessus d'un axe horizontal x'x, confondu avec BC, et de vecteur unitaire $\vec{i}$ (Doc. 1).
Sur la partie AB, le mouvement de (S) se fait sans frottement et sur la partie BC, (S) subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$ supposée constante et parallèle au déplacement.
Le but de cet exercice est de déterminer la valeur f de la force de frottement $\vec{f}$.
Prendre :

- le plan horizontal contenant x'x comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10\ m/s^2$.

1) Mouvement de (S) entre A et B

Le bloc (S) glisse sans frottement sur la partie AB et arrive en B à t = 2 s.
Les courbes (a) et (b) du document 2, représentent l'évolution des énergies potentielle de pesanteur et mécanique du système [(S), Terre] en fonction du temps, durant le mouvement de (S) entre A et B.



Doc. 2

1.1) Indiquer, pour chaque courbe, l'énergie convenable. Justifier.
1.2) En utilisant le document 2 :
1.2.1) déterminer la distance AB parcourue par (S) sur le plan incliné ;
1.2.2) montrer que la valeur de la vitesse de (S) en B est $V_B = 2$ m/s.

2) Mouvement de (S) entre B et C

À t = 2 s, le bloc (S) arrive en B, continue son mouvement sur la partie BC et s'arrête en C à t = 4 s.

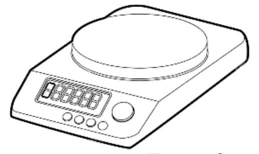
2.1) Déterminer les quantités de mouvement de (S), « $\vec{P}_B$ » en B et « $\vec{P}_C$ » en C.
2.2) Déduire la variation $\Delta\vec{P}$ de la quantité de mouvement de (S) entre B et C.
2.3) Montrer que la somme des forces extérieures qui s'exercent sur (S) entre B et C est $\sum \vec{F}_{ext} = -f\ \vec{i}$.
2.4) Déterminer la valeur f de $\vec{f}$, sachant que $\Delta\vec{P} \cong (\sum \vec{F}_{ext}).\Delta t$, où Δt est la durée du mouvement entre B et C.

Exercice 2 (7,5 pts)

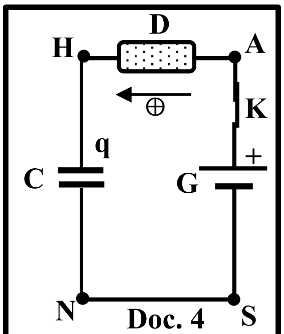
Condensateur dans une balance numérique

Le but de cet exercice est d'étudier le rôle d'un condensateur dans une balance numérique (Doc. 3).
Dans ce but on réalise le circuit du document 4, contenant en série :

- un générateur idéal (G) de force électromotrice E ;
- un conducteur ohmique (D) de résistance R ;
- un condensateur, initialement non chargé, de capacité C ;
- un interrupteur K.



Doc. 3



Doc. 4

1) Étude théorique

À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K, la charge du condensateur commence.
À un instant t, l'armature H du condensateur porte une charge q et un courant électrique d'intensité i traverse le circuit.

1.1) Reproduire le circuit du document 4 en y indiquant le sens du courant i.

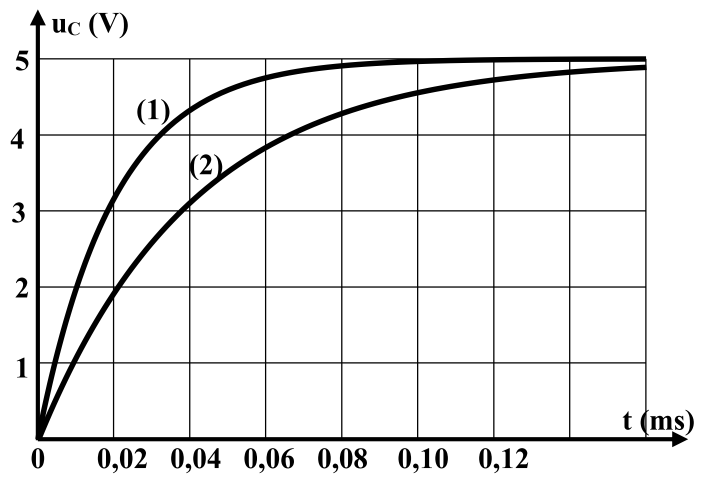
1.2) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la variation de la tension $u_{HN} = u_C$, aux bornes du condensateur est : $E = RC\,\frac{du_C}{dt} + u_C$.

1.3) La solution de l'équation différentielle obtenue est de la forme :
$u_C = a + b\,e^{\frac{-t}{\tau}}$, où a, b et τ sont des constantes. Déterminer les expressions de a, b et τ en fonction de E, R et C.

1.4) Calculer le rapport $\frac{u_C}{E}$ à $t = \tau$.

2) Mesure de la masse d'un objet

Le document 4 représente un circuit simplifié, utilisé dans une balance numérique, où la capacité C varie selon la masse de l'objet placé sur la balance.
Deux objets de masses respectives m_1 et m_2 sont placés successivement sur cette balance numérique.
Pour chaque objet, le condensateur dans la balance aura une capacité de valeur différente.
Les courbes (1) et (2) du document 5 représentent l'évolution de la tension u_C avec le temps, pour chacune des masses m_1 et m_2 respectivement.
On donne $R = 10^7\ \Omega$.



Doc. 5

2.1) En utilisant la courbe (1) du document 5 :

2.1.1) indiquer la valeur de E ;

2.1.2) déterminer la capacité C_1 correspondante à l'objet de masse m_1.

2.2) Calculer m_1, sachant que la relation entre la masse m de l'objet et la capacité C du condensateur est : $C = \frac{1{,}066\times10^{-12}}{1-m}$; (m en kg, C en F) et $0 < m < 1$ kg.

2.3) Déterminer si m_1 est plus grande ou plus petite que m_2.

Exercice 3 (6 pts)

Diffraction de la lumière

Le but de cet exercice est de déterminer la largeur d'une fente fine en utilisant le phénomène de diffraction.

Comportement des ondes

« Le spectre de la lumière visible est une partie du spectre électromagnétique que l'œil humain peut voir. L'œil humain peut détecter des longueurs d'onde comprises entre 380 et 700 nanomètres dans l'air…

Les ondes du spectre électromagnétique se comportent de manière similaire. Lorsqu'une onde lumineuse rencontre un objet, elle est soit transmise, réfléchie, absorbée, réfractée, diffractée ou diffusée selon la composition de l'objet et de la longueur d'onde de la lumière.

La diffraction est la déviation de la propagation des ondes autour d'un obstacle. La diffraction est plus claire lorsqu'une onde lumineuse frappe un objet d'une taille comparable à sa longueur d'onde... »

www.science.nasa.gov

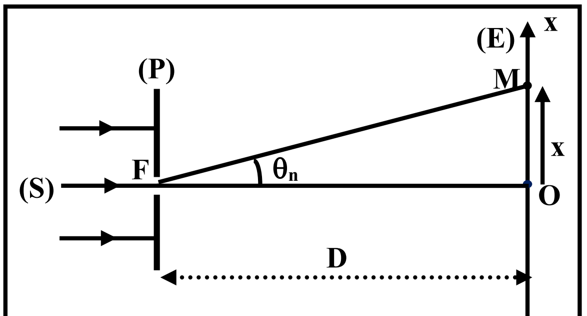
Doc.6

1) Le texte du document 6 mentionne que les ondes lumineuses visibles peuvent subir la diffraction comme toute onde électromagnétique. Tirer du document 6 :

1.1) une expression qui décrit le phénomène de diffraction des ondes ;

1.2) la condition pour obtenir une figure de diffraction claire.

2) Une source (S) émet, dans l'air, une onde électromagnétique de fréquence $\nu = 4{,}34 \times 10^{14}$ Hz. Un faisceau cylindrique de cette source tombe sous une incidence normale sur une fente F, fine et horizontale, de largeur « a », pratiquée dans un écran opaque (P). Un écran d'observation (E) est placé parallèlement à (P), à une distance D = 2 m (Doc. 7).



Doc. 7

On donne :

- célérité des ondes électromagnétiques dans l'air $c = 3\times10^{8}$ m/s ;
- les angles de diffraction dans cet exercice sont de petites valeurs ;
- l'angle de diffraction θ_n correspondant à une frange sombre d'ordre n est donné par :

$\sin\theta_n = \dfrac{n\lambda}{a}$, où λ est la longueur d'onde de l'onde électromagnétique, avec $n = \pm1, \pm2, \pm3\ldots$

Pour des faibles angles, prendre $\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$ en radian.

2.1) Montrer que la longueur d'onde de l'onde électromagnétique émise par (S) est $\lambda = 6{,}91 \times 10^{-7}$ m.

2.2) Déduire que cette onde est visible par l'œil humain.

2.3) Comparer la direction des franges de diffraction obtenue sur (E) à celle de la fente F.

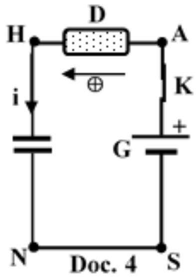
2.4) M, un point sur (E), est le centre d'une frange sombre d'ordre n sur la figure de diffraction. La position de M est repérée par $x = \overline{OM}$ par rapport à O, le centre de la frange brillante centrale.

Montrer que l'abscisse de M est $x = \dfrac{n\lambda D}{a}$.

2.5) Calculer la largeur « a » de la fente, sachant que la distance entre O et le centre de la deuxième frange sombre est x = 6 mm.

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح - إنكليزي

Exercice 1 (6,5 pts) **Détermination de la force de frottement**		
Partie	**Réponses**	**Notes**
1.1	Courbe (a) correspond à Em. Pas de frottement donc Em = constante Courbe (b) corresponds à Epp. La hauteur diminue donc Epp diminue	**0,25** **0,25** **0,25** **0,25**
1.2.1	Au point A : Epp = 0,2 J mais $Epp_A = mgh = mg(AB \sin\alpha)$ Donc $0{,}2 = 0{,}1\times10\times AB\times0{,}1$; AB = 2 m	**1**
1.2.2	$Em_B = Ec_B + Epp_B$ $0{,}2 = \frac{1}{2}\times0{,}1\times V_B^2 + 0$ Donc $V_B = 2$ m/s	**1**
2.1	$\vec{P}_B = m\vec{V}_B$, donc $\vec{P}_B = 0.2\vec{i}$; $\vec{P}_C = m\vec{V}_C = \vec{0}$ (kg m/s)	**1**
2.2	$\Delta\vec{P} = \vec{P}_C - \vec{P}_B$, donc $\Delta\vec{P} = \vec{0} - 0{,}2\vec{i} = -0{,}2\vec{i}$ (kg m/s)	**1**
2.3	$\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f}$; $m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$ donc: $\Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{f} = -f\,\vec{i}$	**1**
2.4	$\Delta\vec{P} = \Sigma\vec{F}_{ext} . \Delta t$, $-0{,}2\vec{i} = -f\,\vec{i}\times 2$ Donc f = 0,1 N	**0,5**

Exercice 2 (7,5 pts)	**Condensateur et balance numérique**	
Partie	**Réponses**	**Notes**
1.1		**0,25**
1.2	Loi d'additivité des tensions : $u_{AS} = u_{AH} + u_{HN} + u_{NS}$ $E = R\,i + u_C$, mais $i = \frac{dq}{dt}$ et $q = C\,u_C$ donc $i = C\frac{du_C}{dt}$ Ce qui donne : $E = RC\frac{du_C}{dt} + u_C$	**1**
1.3	$u_C = a + b\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ donc $\frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{\tau}\,b\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ On remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle : $RC\,[-\frac{1}{\tau}\,b\,e^{\frac{-t}{\tau}}] + a + b\,e^{\frac{-t}{\tau}} = E$; $b\,e^{\frac{-t}{\tau}}[-\frac{RC}{\tau} + 1] + a = E$; Cette égalité est vérifiée quelque soit t, par identification : $b\,e^{\frac{-t}{\tau}} \neq 0$ donc $a = E$ et $-\frac{RC}{\tau} + 1 = 0$ donc $\tau = RC$ $u_C = a + b\,e^{\frac{-t}{\tau}}$. Mais à $t = 0$; $u_C = 0$ donc $b = -a = -E$ Alors : $u_C = E\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$ avec $\tau = RC$	**2**
1.4	A $t = \tau$: $u_C = E\,(1 - e^{-1}) = 0{,}63\,E$; donc $\frac{u_C}{E} = 0{,}63$	**0,5**
2.1.1	$E = 5$ V	**0,5**
2.1.2	A $t = \tau$: $u_C = 0{,}63 \times 5 = 3{,}15$ V ; Graphiquement $\tau = 0{,}02$ ms $= 2\times10^{-5}$ s $\tau = R\,C_1$ alors $C_1 = 2\times10^{-12}$ F	**1**
2.2	$C_1 = \frac{1{,}066\times10^{-12}}{1-m_1}$ donc $2\times10^{-12} = \frac{1{,}066\times10^{-12}}{1-m_1}$; $1 - m_1 = \frac{1{,}066\times10^{-12}}{2\times10^{-12}}$, on obtient: $m_1 = 0{,}467$ kg	**1**
2.3	D'après la courbe (2):$u_C = 3.15$ V à $t = \tau_2 = 0{,}04$ ms $= 4\times10^{-5}$ s donc $C_2 = 4\times10^{-12}$ F $4\times10^{-12} = \frac{1{,}066\times10^{-12}}{1-m_2}$ on obtient $1 - m_2 = \frac{1{,}066\times10^{-12}}{4\times10^{-12}}$, alors: $m_2 = 0{,}7335$ kg par suite $m_1 < m_2$ **Ou bien** La courbe (1) atteint le regime permanent avant la courbe (2) donc $\tau_1 < \tau_2$ alors $C_1 < C_2$. Mais C et (1 – m) sont inversement proportionnels, et puisque $1 - m_1 > 1 - m_2$ par suite $m_1 < m_2$.	**1,25**

Exercice 3 (6 pts) Diffraction de la lumière		
Partie	**Réponses**	**Notes**
1.1	La diffraction est la déviation de la propagation des ondes autour d'un obstacle.	**1**
1.2	La diffraction est plus claire lorsqu'une onde lumineuse frappe un objet d'une taille comparable à sa longueur d'onde.	**1**
2.1	$\lambda = \frac{c}{\upsilon}$ donc $\lambda = \frac{3\times10^{8}}{4,34\times10^{14}} = 6,91\times10^{-6}$ m = 691 nm	**1**
2.2	Cette radiation est visible car elle est comprise entre 380 nm et 700 nm	**0,5**
2.3	La direction des franges de diffraction obtenues est perpendiculaire à celle de la fente F.	**0,5**
2.4	Frange sombre d'ordre n : $\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{a}$, donc $\theta_n = \frac{n\lambda}{a}$ D'autre part : $\tan\theta_n = \frac{x}{D}$, donc $\theta_n = \frac{x}{D}$ Par suite $\frac{n\lambda}{a} = \frac{x}{D}$ alors $x = \frac{n\lambda D}{a}$.	**1**
2.5	$x = \frac{n\lambda D}{a}$ $6\times10^{-3} = \frac{2\times691\times10^{-9}\times2}{a}$, Donc $a = 0,46\times10^{-3}$ m =0,46 mm	**1**

مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعة ونصف	الرقم:

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

Exercice 1 (7 pts)

Mouvement d'un bloc sur un plan incliné

Un bloc (M), assimilé à une particule, de masse m = 0,5 kg peut se déplacer sur un rail rectiligne AF, situé dans un plan vertical et incliné d'un angle $\alpha = 30^{o}$ sur l'horizontale. Le point A est pris comme origine d'un axe x'x, passant par A et F.

Un ressort, à spires non jointives, de masse négligeable, de longueur à vide ℓ_0 = 50 cm, et de constante de raideur k, est placé sur le rail incliné ; l'une de ses deux extrémités est fixée en F, et l'autre extrémité est libre en O (Doc. 1).

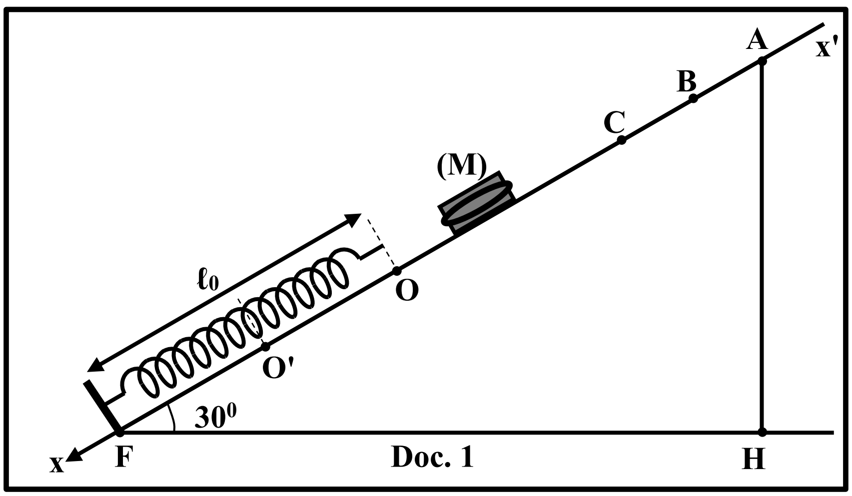
(M) est lâché sans vitesse initiale du point A du rail AF, il passe ensuite par le point B avec une vitesse $\overrightarrow{V_B}$ de valeur $V_B = \sqrt{2}$ m/s, puis par le point C avec une vitesse $\overrightarrow{V_C}$ de valeur $V_C = \sqrt{2{,}4}$ m/s.

Après le point C, (M) continue son mouvement sans frottement, heurte le ressort et le comprime d'une distance OO'.

Le but de cet exercice est de déterminer k.

On donne :

- le plan horizontal contenant (HF) comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- AB = BC = 20 cm, AF = 1,6 m ;
- $g = 10$ m/s^2.



Doc. 1

1) Calculer l'énergie mécanique du système [(M), Terre] en A, B et C.
2) Déduire que :
   2.1) le mouvement de (M) se fait sans frottement entre A et B ;
   2.2) (M) subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$ durant son mouvement entre B et C.
3) Montrer que, durant le mouvement de (M) entre B et C, l'énergie interne du système [(M), Terre, rail, Atmosphère] augmente de 0,4 J.
4) Déterminer la valeur f de la force de frottement $\vec{f}$, supposée constante et parallèle au déplacement, qui s'exerce sur (M) durant son mouvement entre B et C.
5) L'énergie mécanique du système [(M), Terre] en O est Em_O = 3,6 J. Pourquoi ?
6) (M) arrive en O et comprime le ressort d'une distance maximale OO' = 24 cm.
   Déterminer la valeur de k.

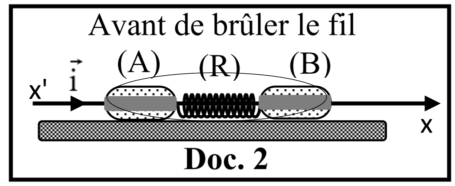
Exercice 2 (6 pts)

Lancement de deux mobiles

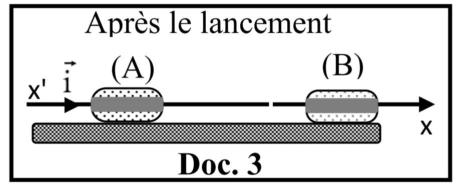
Un dispositif expérimental est formé de :

- deux mobiles (A) et (B), de masses respectives m_A et m_B, pouvant se déplacer sans frottement sur un rail horizontal;
- un ressort (R) de masse négligeable et de raideur k = 100 N/m.

(R) est comprimé entre (A) et (B) par l'intermédiaire d'un fil de masse négligeable pour former un système au repos (Doc. 2).
On brûle le fil, (A) et (B) sont alors éjectés. Juste après le lancement, (A) et (B) se déplacent sur le rail horizontal et leurs centres de masse se déplacent le long d'un axe horizontal x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$, avec des vitesses respectives $\vec{v}_A$ et $\vec{v}_B$ (Doc. 3).



Doc. 2



Doc. 3

Le but de cet exercice est d'étudier l'influence de la masse d'un mobile sur sa vitesse après le lancement.
Prendre le plan horizontal contenant x'x comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1) Avant de brûler le fil, le système [(A), (B), (R)] possède une certaine énergie « E ».

1.1) Sous quelle forme cette énergie est-elle emmagasinée ?

1.2) Calculer la valeur de « E » sachant que le ressort est comprimé de 4 cm.

2) Après le lancement, la quantité de mouvement du système [(A), (B)] est conservée. Justifier.

3) Déduire que (A) et (B) sont éjectés dans deux sens opposés.

4) Le dispositif expérimental utilisé, permet de mesurer la valeur de la vitesse v_A de (A) après le lancement. On réalise avec ce dispositif deux expériences.

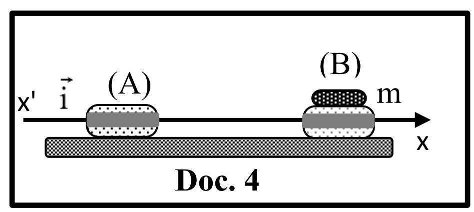
4.1) Expérience 1 :
Les deux mobiles possèdent la même masse $m_A = m_B = 500$ g. Après le lancement, (A) se déplace avec une vitesse $\vec{v}_A = -0{,}4\ \vec{i}$ (v_A en m/s).

4.1.1) Déterminer $\vec{v}_B$.

4.1.2) Déduire la valeur de l'énergie cinétique Ec du système [(A), (B)] juste après le lancement.

4.1.3) Comparer les valeurs trouvées de Ec et « E ». Conclure.

4.2) Expérience 2 :
On répète l'expérience 1, en ajoutant à (B) une masse marquée m = 100 g, la masse de (A) étant toujours la même (Doc. 4).
Juste après le lancement, (A) se déplace avec la vitesse $\vec{v}_A = -0{,}42\ \vec{i}$ (v_A en m/s).
Déterminer $\vec{v}_B$.



Doc. 4

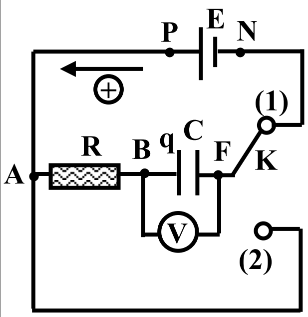
5) Déduire l'influence de l'augmentation de la masse d'un mobile sur sa vitesse après le lancement.

Exercice 3 (7 pts)

Constante de temps d'un circuit RC série

Le but de cet exercice est de déterminer la constante de temps τ d'un circuit RC série durant la charge et la décharge du condensateur, et la capacité C d'un condensateur. Dans ce but, on réalise le circuit du document 5, contenant :

- un condensateur initialement non chargé de capacité C ;
- un conducteur ohmique de résistance R = 100 kΩ ;
- un générateur idéal de tension continue $U_{PN} = E = 12$ V;
- un voltmètre (V), branché en dérivation aux bornes du condensateur ;
- un commutateur K.



Doc.5

1) Charge du condensateur

À l'instant $t_0 = 0$, on place K à la position (1) et la phase de charge du condensateur commence.

1.1) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la variation de la tension $u_{BF} = u_C$ aux bornes du condensateur est : $RC\dfrac{du_C}{dt} + u_C = E$.

1.2) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C = E - E\, e^{\frac{-t}{\tau}}$ où τ est une constante. Déterminer l'expression de τ en fonction de R et C.

1.3) À $t_1 = 7$ s, la tension aux bornes du condensateur est égale à $\dfrac{E}{2}$. Déterminer la valeur de τ.

1.4) Déduire la valeur de C.

2) Décharge du condensateur

Le condensateur est complètement chargé. À un instant $t_0 = 0$, pris comme nouvelle origine de temps, K est placé à la position (2) ; le phénomène de décharge du condensateur commence.

L'évolution de u_C durant cette phase est donnée par : $u_C = E\, e^{\frac{-t}{\tau}}$.

2.1) Montrer que : $\ell n\left(\dfrac{E}{u_C}\right) = \dfrac{1}{\tau}\times t$

2.2) Le tableau ci-dessous donne différentes valeurs de $u_{BF} = u_C$ mesurées par le voltmètre (V) à de différents instants t .

t (s)	0	5	10	20	30	40	50
u_C (V)	12	7,3	4,4	1,6	0,6	0,2	0,08
$\ell n\left(\dfrac{E}{u_C}\right)$							

2.2.1) Recopier puis compléter le tableau.

2.2.2) Tracer, sur le papier millimétré, la courbe montrant l'évolution de $\ell n\left(\dfrac{E}{u_C}\right)$ avec le temps t.

Prendre comme échelle :

- En abscisses 1 cm ↔ 5s ;
- En ordonnées 1 cm ↔ 1.

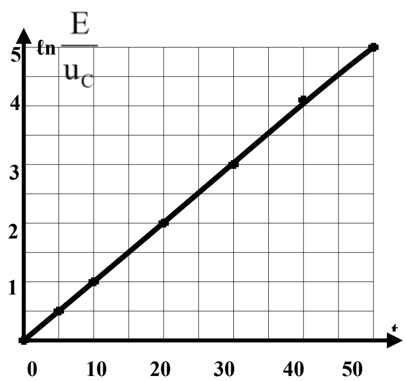
2.2.3) En se référant à la courbe obtenue, montrer que : $\ell n\left(\dfrac{E}{u_C}\right) = 0{,}1\times t$ (S.I.)

2.3) Déduire les valeurs de la constante de temps τ du circuit et de la capacité C du condensateur.

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (7 pts)	Mouvement d'un bloc sur un plan incliné	
Partie	**Réponse**	**Note**
1	$h_A = AF \sin30^o = 1{,}6 \times 0.5 = 0{,}8$ m $Em_A = mgh_A + 0 = 0{,}5 \times 10 \times 0{,}8 = 4$ J $Em_B = mgh_B + \frac{1}{2} m\ V_B^2 = 0{,}5 \times 10 \times 1{,}4 \times \sin30^o + \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times (\sqrt{2})^2 = 4$ J $Em_C = mgh_C + \frac{1}{2} m\ V_C^2 = 0{,}5 \times 10 \times 1{,}2 \times \sin30^o + \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times (\sqrt{2{,}4})^2 = 3{,}6$ J	**0,5** **0,5** **1** **0,5**
2.1	$Em_A = Em_B = 4$ J ; pas de frottement entre A et B.	**0,25**
2.2	$Em_C < Em_B$ l'énergie mécanique diminue, donc il y frottement entre B et C	**0,25**
3	Le système [(M), Terre, rail, Atmosphère] est énergétiquement isolé. Donc son énergie totale est conservée : E = Em + U = constante Par suite, $\Delta U = -\Delta(Em) = -(3{,}6 - 4) = 0{,}4$ J $\Delta U > 0$ donc son énergie interne a augmenté de 0,4 J.	**1**
4	La variation de l'énergie mécanique est due au travail effectué par la force de frottement : $\Delta Em = W_{\vec{f}}$ donc $\Delta(Em) = -0{,}4 = -f \times BC = -f \times 0{,}2$ donc f = 2 N	**1**
5	$Em_O = Em_C = 3{,}6$ J Car il n'y a pas de frottement entre C et O.	**0,25**
6	$Em_O = Em_{O'} = Ec_{O'} + Epp_{O'} + Ep_{eO'} = 0 + mgh_{O'} + \frac{1}{2} kx^2$ mais x = 0,24 m et v = 0, (compression maximale) $\sin30^o = \frac{h_{O'}}{FO'}$ avec FO' = FO – OO' = 50 – 24 = 26 cm = 0.26 m Donc, $h_{O'} = 0.26 \times \sin30^o = 0.13$ m, Alors $3{,}6 = 0{,}5 \times 10 \times 0{,}13 + \frac{1}{2} \times k \times 0{,}24^2$ D'où k = 102,43N/m.	**1,75**

Exercice 2 (6 pts)	Lancement de deux mobiles	
Partie	**Réponses**	**Note**
1.1	Sous forme d'énergie potentielle élastique dans le ressort.	**0,5**
1.2	$E = \frac{1}{2} k\, x^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times (0{,}04)^2 = 0{,}08$ J	**0,75**
2	Les forces extérieures sur le système [(A), (B)] sont : le poids $\vec{P}_A$ et l'action normale de l'air $\vec{N}_A$: $\vec{P}_A + \vec{N}_A = \vec{0}$ le poids $\vec{P}_B$ et l'action normale de l'air $\vec{N}_B$: $\vec{P}_B + \vec{N}_B = \vec{0}$ Donc, la somme des forces extérieures exercées sur le système [(A), (B)] est nulle. D'après la deuxième loi de Newton $\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$, Par suite la quantité de mouvement du système [(A), (B)] est conservée	**0,75**
3	$\vec{P}_{\text{juste avant}} = \vec{P}_{\text{juste après}}$ Donc $\vec{0} = m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B$ Alors $\vec{v}_A = -\frac{m_B}{m_A} \vec{v}_B$ ce qui montre que $\vec{v}_A$ est dans le sens opposé à $\vec{v}_B$	**1**
4.1.1	$\vec{v}_B = -\frac{m_A}{m_B} \vec{v}_A$ Donc, $\vec{v}_B = +0{,}4\, \vec{i}$ (v_B in m/s)	**0,25**
4.1.2	$Ec = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times 0{,}16 + \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times 0{,}16 = 0{,}08$ J	**1**
4.1.3	Ec = E = 0.08 J Conclusion : toute l'énergie potentille élastique emmagasinée est convertie en Energie cinétique.	**0,5** **0,5**
4.2	$\vec{v}_B = -\frac{m_A}{m_B} \vec{v}_A$. Donc, $\vec{v}_B = -\frac{0{,}5}{0{,}6} \times (-0{,}42\, \vec{i}) = 0{,}35\, \vec{i}$ m/s	**0,25**
5	Lorsque la masse du mobile augmente, sa vitesse après le lancement diminue	**0,5**

Exercice 3 (7 pts) **Constante de temps d'un circuit RC série**		
Partie	**Réponses**	**Note**
1.1	Loi d'additivité des tensions : $u_{PN} = u_{PA} + u_{AB} + u_{BF} + u_{FN}$ $E = R\,i + u_C$, mais $i = \frac{dq}{dt}$ et $q = C\,u_C$ donc $i = C\,\frac{du_C}{dt}$ Alors : $E = R\,C\,\frac{du_C}{dt} + u_C$	**1**
1.2	$u_C = E - E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ so $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ on remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle : $R\,C\,[\frac{E}{\tau}\,e^{\frac{-t}{\tau}}] + E - E\,e^{\frac{-t}{\tau}} = E$; donc $E\,e^{\frac{-t}{\tau}}\,[\frac{RC}{\tau} - 1] + E = E$ Alors $E\,e^{\frac{-t}{\tau}}\,[\frac{RC}{\tau} - 1] = 0$; mais $E\,e^{\frac{-t}{\tau}} \neq 0$ donc $\frac{RC}{\tau} - 1 = 0$ Ce qui donne : $\tau = R\,C$	**0,75**
1.3	$u_C = E - E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ donc $\frac{E}{2} = E - E\,e^{\frac{-t_1}{\tau}}$, on aura $E\,e^{\frac{-t_1}{\tau}} = \frac{E}{2}$ ce qui donne $e^{\frac{-t_1}{\tau}} = \frac{1}{2}$ alors $\frac{-t_1}{\tau} = -\ell n2$, donc $\tau = \frac{t_1}{\ell n\,2} = \frac{7}{0.693} = 10.10$ s ≈ 10 s.	**0,75**
1.4	$\tau = R\,C$ donc $10.10 = 10^5 C$ ce qui donne $C \approx 10^{-4}$ F	**0,5**
2.1	$u_C = E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ donc $\frac{E}{u_C} = \frac{1}{e^{\frac{-t}{\tau}}}$ alors $\ell n\,\frac{E}{u_C} = -\ell n\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ ce qui donne $\ell n\,\frac{E}{u_C} = -[\frac{-t}{\tau}]$ on aura $\ell n\frac{E}{u_C} = \frac{1}{\tau} \times t$	**0,5**
2.2.1	$\ell n\frac{E}{u_C}$: 0 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4,1 ; 5	**1**
2.2.2		**1**
2.2.3	L'allure de la courbe est une ligne droite qui passe par l'origine, son équation est de la forme : $\ln\frac{E}{u_C} = \text{pente} \times t$; pente = (5-0)/(50-0) = 0,1 ce qui donne $\ln\frac{E}{u_C} = 0{,}1 \times t$	**0,5**
2.3	Pente = $0{,}1 = \frac{1}{\tau}$ ce qui donne $\tau = 10$ s Mais $\tau = R.C$ donc $C = \tau / R = 10/10^5 = 10^{-4}$ F	**0,5** **0,5**

These files have been meticulously arranged by the 'Together We Can' team,

as we wish you the best of luck on your academic journey,

filled with happiness and success

Join us in creating a better tomorrow,
hand in hand!

@wecantogether

https://linktr.ee/together_we_can

@wecantogether0

wecantogether70@gmail.com

+961-76 096391