الاسم:	مسابقة في: مادة الفيزياء	
الرقم:	المدّة: ساعتان	

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

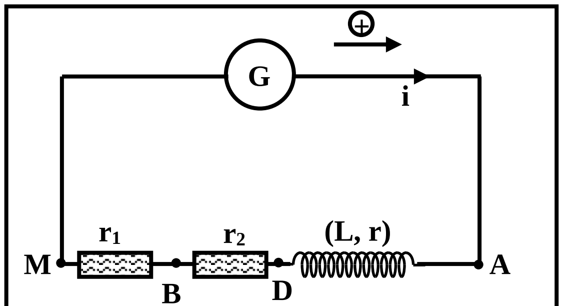
On dispose :

- 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

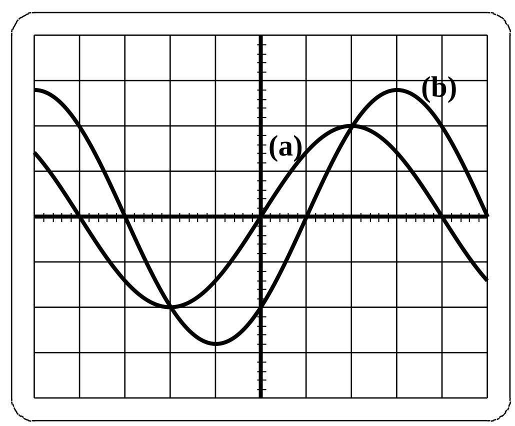
On réalise le circuit schématisé dans le document 1. Le circuit est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i. l'oscilloscope, convenablement branché, permet de visualiser la tension u_{AM} aux bornes du générateur sur la voie (Y_1) et la tension $u_{BM} = u_{r1}$ aux bornes de r_1 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.

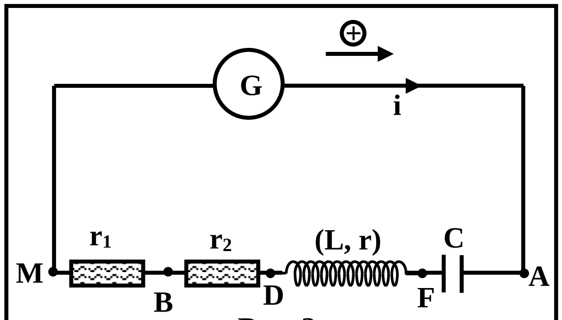
2- Expérience 2

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.

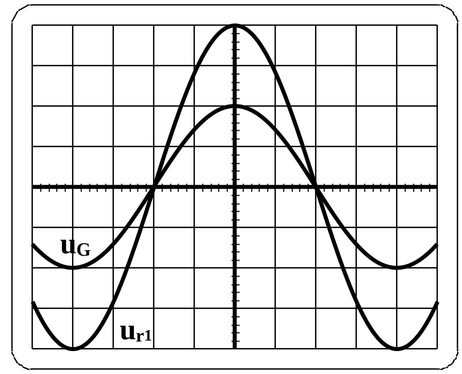
2- 1) Le circuit est le siège d'une résonance d'intensité. Justifier.

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



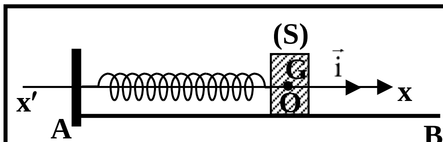
Doc. 4

<u>Exercice 2</u> (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 $v = \frac{dx}{dt} = x'$.

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 : $\omega_0^2 = \frac{v^2}{X_m^2 - x^2}$.

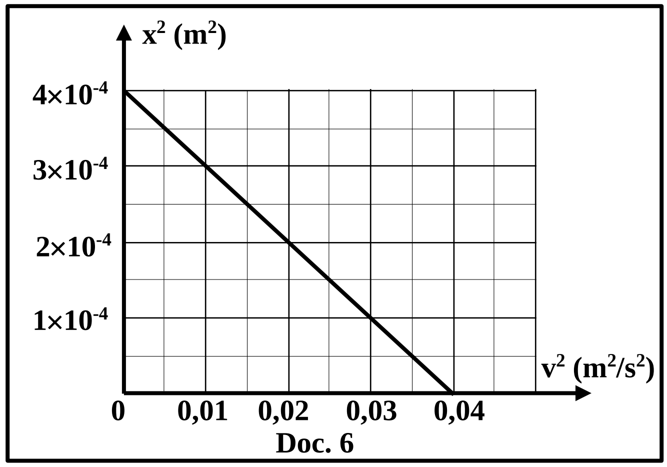
3) En appliquant la conservation de l'énergie mécanique E_m du système [(S), ressort, Terre], montrer que : $x^2 = a\,v^2 + b$, avec « a » et « b » sont deux constantes à déterminer en fonction de k, m et E_m.

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

<u>Exercice 3</u> (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.

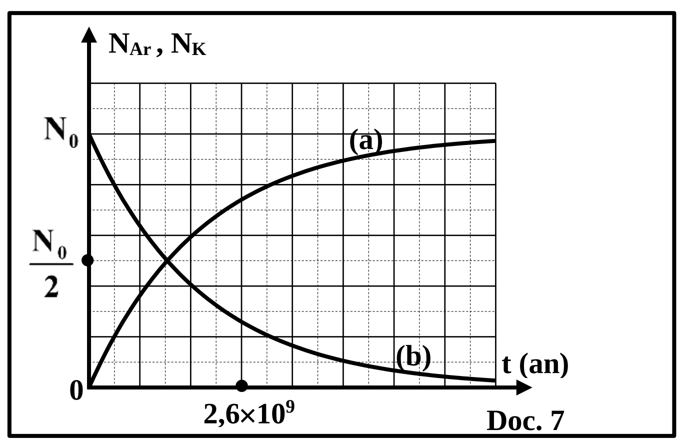
4- 2) Déterminer graphiquement la demi-vie radioactive T du potassium 40.

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.

وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات الرسميّة

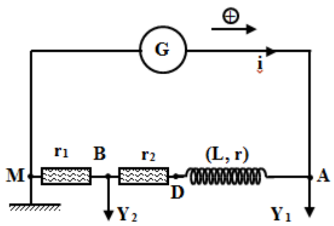
امتحانات الشهادة الثانوية العامة
فرع: علوم الحياة

دورة العام 2019 الاستثنائيّة
الخميس 1 آب 2019

أسس التصحيح - فرنسي | مسابقة في: مادة الفيزياء

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	$T = S_h \times X = 2{,}5\times8 = 20$ 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	$N_{Ar} = N_0 - N_K = N_0 - N_0 \times e^{-\lambda t} = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$	**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 : $T = \frac{2,6 \times 10^9}{2} = 1,3 \times 10^9$ ans.	**0,75**
	4.3	$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0.693}{1,3 \times 10^9} = 0,533 \times 10^{-9}\ \text{ans}^{-1} = 0,016\ \text{s}^{-1}$	**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 $t = \frac{\ln(0,25)}{-\lambda} = \frac{\ln(0,25)}{-\ln 2 \times T} = 2T = 2,6 \times 10^9$ ans **<u>Ou bien :</u>** $N_K = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2}$. Donc $t = 2\ T = 2 \times 1,3 \times 10^9 = 2,6 \times 10^9$ ans	**0,75**