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 :

$$u(t) = u_{NM} = U_m \cos \omega t \qquad (u_{NM} \text{ en V ; t en s})$$

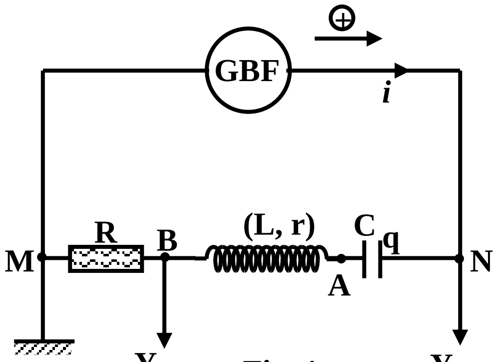

Fig. 1

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.

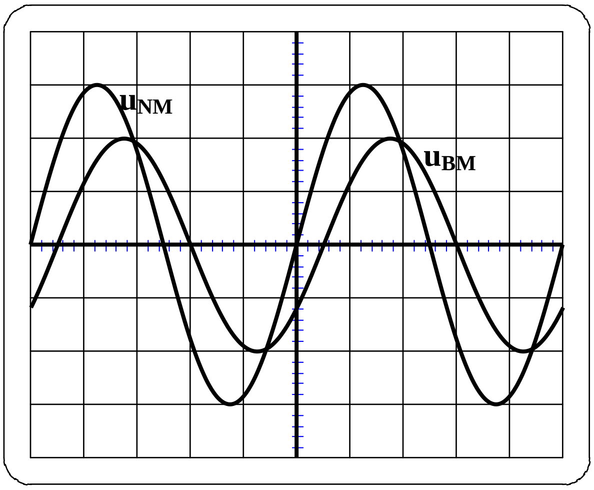

Fig. 2

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**

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).

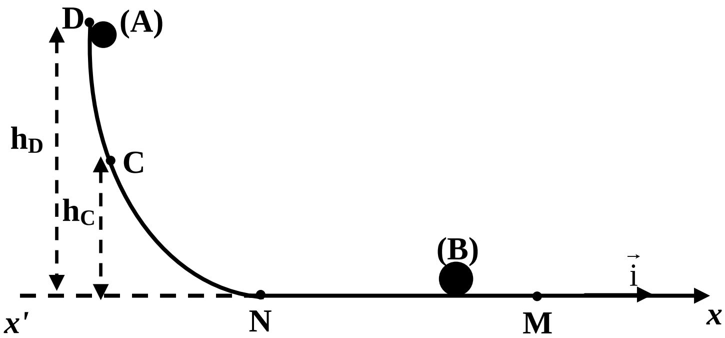

Fig. 1

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.

وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	دورة العام ٢٠١٦ الإستثنائية الخميس ٤ اب ٢٠١٦
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

Premier exercice : Caractéristiques d'une bobine (7 points)

Q.	Corrigé	Note
1-a	$T = 5\text{ div}\times 1\text{ms/div} = 5\text{ ms} = 5\times 10^{-3}\text{s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 400\pi\text{ rad/s} = 1256\text{ rad/s}.$	**1**
1-b	$U_m = 3\text{ div.} \times 1\text{ V/div} = 3\text{ V}.$	**0,5**
1-c	$U_m = 2\text{ div.} \times 1\text{ V/div} = 2\text{ V}$ $U_{Rm} = R\,I_m \Rightarrow I_m = \frac{2}{40} = 0{,}05\text{A}$	**0,5** **0,5**
1-d	$\varphi = \frac{2\pi\times 0{,}5}{5} = 0{,}2\pi\text{ rad.}$ 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	$P = UI\cos\varphi = \frac{3\times 0{,}05}{\sqrt{2}\times\sqrt{2}}\cos 0{,}2\pi = 0{,}06\text{ W}$	**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 $t = 0$: $3 = 1{,}94 - 4{,}68 + 36{,}91\,L \Rightarrow L = 0{,}155\text{ H}$	**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) : $E_m(D) = E_m(N)$; $0 + m_A g h_D = ½\, m\, V_{1A}^2 \Rightarrow V_{1A}^2 = 2gh_D \Rightarrow V_{1A} = 3$ 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) $0 + m_A g h_C = ½\, m\, V_{2A}^2 \Rightarrow V_{2A}^2 = 2gh_C \Rightarrow V_{2A} = \sqrt{5,4} = 2,323$ 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) $Ec_{avant} = ½\, m_A V_{1A}^2 + ½\, m_B V_{1B}^2 = 11$ J $Ec_{après} = ½\, m_A V_{2A}^2 + ½\, m_B V_{2B}^2 = 5,4 + ½\times4\times1,66^2 = 5,4 + 5,58 = 10.91$ 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	${}_{11}^{23}Na + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{11}^{24}Na$	**0,50**
A.2	Car elle nécessite une intervention extérieure (bombardement par un neutron)	**0,50**
B.1	${}_{11}^{24}Na \rightarrow {}_{Z}^{A}X + {}_{-1}^{0}e + {}_{0}^{0}\bar{\nu} + \gamma$ 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 : ${}_{12}^{24}Mg$	**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 : $N = N_o\, e^{-\lambda t}$ Alors $N = 6.02 \times 10^{18} \times e^{-1.28\times10^{-5}\times6\times3600} = 4.56 \times 10^{18}$ noyaux **<u>Ou bien</u>** : t = n. T ; T = ln2/ $\lambda \Rightarrow$ n = 6/15 $N = N_0/2^n = 4.56 \times 10^{18}$ 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**