الدورة الإستثنائية للعام ٢٠٠٨	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم عامة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ثلاث ساعات	

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

Premier exercice (7,5 points)

Réponse d'un dipôle électrique à une tension continue

Dans le but d'étudier la réponse, en courant, d'un dipôle électrique soumis à une tension continue, on dispose d'une bobine d'inductance $L = 40$ mH et de résistance $r = 18\ \Omega$, d'un condensateur de capacité $C = 100\ \mu F$, d'un conducteur ohmique de résistance $R = 2\ \Omega$, d'un interrupteur K et d'un générateur délivrant entre ses bornes une tension constante $E = 8$ V.

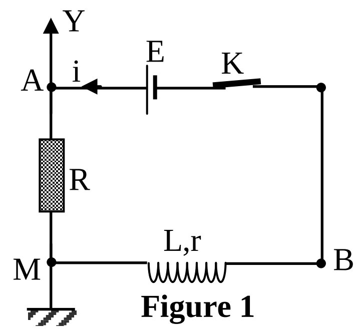


Figure 1

A – Réponse du dipôle (R, L)

On branche en série la bobine et le conducteur ohmique aux bornes du générateur (Fig. 1).
À la date $t_0 = 0$, on ferme K. Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité i. À l'aide d'un oscilloscope, on visualise l'évolution au cours du temps de la tension u_{AM} aux bornes du conducteur ohmique (Fig. 2).

1) Exprimer la tension u_{AM} aux bornes du conducteur ohmique et la tension u_{MB} aux bornes de la bobine en fonction de R, L, r, i, et $\frac{di}{dt}$.

2) Établir l'équation différentielle vérifiée par i.

3) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $i = I_0(1- e^{-\frac{t}{\tau}})$.

  a) Montrer que $I_0 = \frac{E}{R+r}$ et $\tau = \frac{L}{R+r}$.

  b) Calculer les valeurs de I_0 et τ.

4) En se référant à la figure 2, déterminer la valeur de I_0 et celle de τ.

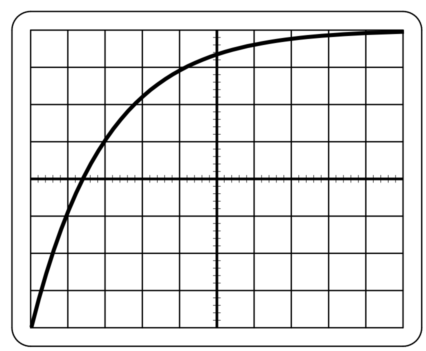


Figure 2
Sensibilité horizontale : 1 ms/div
Sensibilité verticale : 0,1 V/div

B – Réponse du dipôle (R, C)

Dans le circuit précédent, on remplace la bobine par le condensateur (Fig. 3).
À $t_0 = 0$, on ferme K. Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité i. À l'aide de l'oscilloscope, on visualise l'évolution au cours du temps de la tension u_{AM} (Fig. 4).

1) Exprimer l'intensité i du courant en fonction de C et $\frac{du_C}{dt}$, où u_C est la tension u_{MB} aux bornes du condensateur.

2) En utilisant la loi d'additivité des tensions, montrer que l'équation différentielle en i est de la forme : $RC\frac{di}{dt} + i = 0$

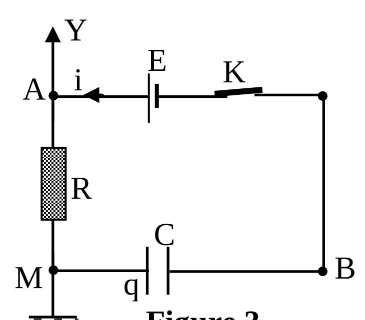


Figure 3

3) La solution de cette équation différentielle est de la forme :

$i = I_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}}$. Déterminer, les expressions des deux constantes I_1 et τ_1 en fonction de E, R et C et calculer leurs valeurs.

4) En se référant à la figure 4, déterminer la valeur de I_1 et celle de τ_1.

C – Dans chacun des deux circuits précédents, on remplace le conducteur ohmique par une lampe. Expliquer l'évolution de la luminosité de la lampe dans chaque circuit.

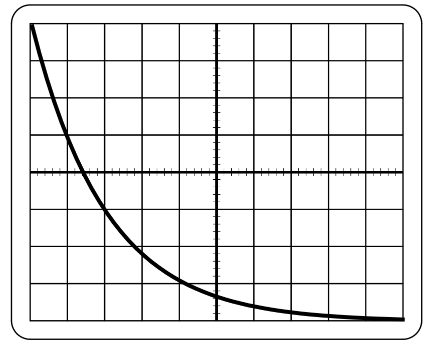


Figure 4

Sensibilité horizontale: 0,1 ms/div
Sensibilité verticale : 1 V/div

__Deuxième exercice__ **(7,5 points)**

Circuit (R,L,C) série

On dispose d'un condensateur de capacité C = 5 μF, d'un conducteur ohmique de résistance R = 40 Ω et d'une bobine d'inductance L et de résistance r, montés en série aux bornes du secondaire d'un transformateur parfait.

A – Grandeurs caractéristiques du transformateur

On raccorde le primaire du transformateur au secteur (220 V ; 50 Hz) (Fig.1). Le secondaire du transformateur délivre entre ses bornes la tension : $u_{NM} = 3\cos\omega t$ (u en V ; t en s).
Le circuit est alors parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité : $i = I_m\cos(\omega t - \varphi)$.
L'enroulement secondaire comporte 15 spires et ne peut pas supporter un courant d'intensité efficace supérieure à 10 A.

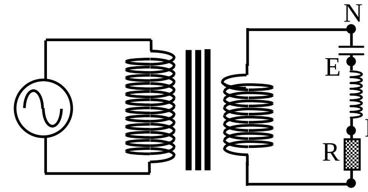


Figure 1

1) Donner la valeur de la fréquence de la tension alternative sinusoïdale au secondaire.

2) Déterminer le nombre des spires du primaire. Prendre $\sqrt{2} = 1,4$.

3) Calculer l'intensité efficace maximale que peut supporter le primaire.

B – Détermination de L et r

Un oscilloscope, branché dans le circuit précédent, permet de visualiser sur la voie Y_1 la tension $u_1 = u_{NM}$ et sur la voie Y_2 la tension $u_2 = u_{FM}$ aux bornes du conducteur ohmique.

1) Reproduire le schéma de la figure 1 et indiquer les branchements de l'oscilloscope.

2) Les réglages de l'oscilloscope sont les suivants:
Sensibilité horizontale: 4 ms/div.
Sensibilité verticale pour les deux voies Y_1 et Y_2 : 1 V/div.
En se référant à l'oscillogramme de la figure 2, montrer que: $i = 0,05\cos(100\pi t – 0,2\pi)$; (i en A, t en s).

3) Calculer la puissance moyenne consommée par le dipôle NM.

4) Déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

5) Sachant que $u_{NM} = u_{NE} + u_{EF} + u_{FM}$ est vérifiée quelque soit t, déterminer la valeur de L.

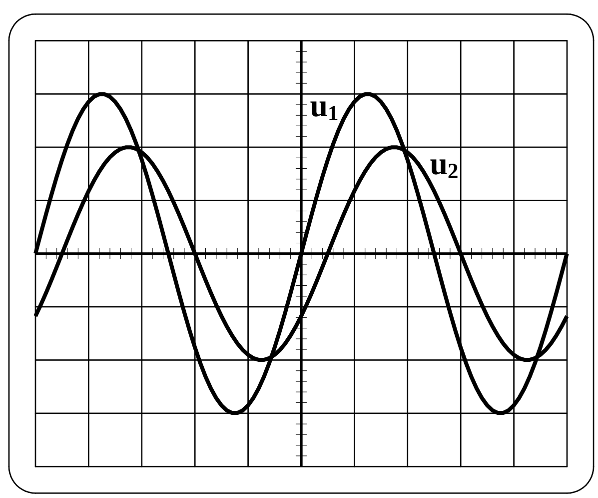
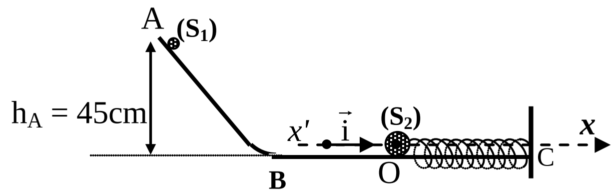


Figure 2

<u>Troisième exercice</u> (7,5 points)

Détermination de la constante de raideur d'un ressort



Pour déterminer la constante de raideur k d'un ressort on l'attache par une extrémité à un solide (S_2), de masse m_2 = 200 g, qui peut glisser sans frottement sur la partie horizontale BC d'une piste ABC située dans un plan vertical, l'autre extrémité du ressort est fixée en C.
Un autre solide (S_1), de masse m_1 = 50 g, est lâché sans vitesse initiale d'un point A de la partie courbe de la piste. Le point A se trouve à une hauteur h_A = 45 cm de la partie horizontale de la piste.
(S_2), initialement au repos en un point O, est ainsi heurté par (S_1).
(S_1) et (S_2) sont supposés ponctuels.
Prendre le plan horizontal passant par BC comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur, $g = 10\ ms^{-2}$, $0{,}32\pi = 1$ et négliger toute force de frottement.

1) Déterminer la valeur V_1 de la vitesse $\vec{V_1}$ de (S_1) juste avant sa collision avec (S_2).

2) Après la collision, (S_1) reste en contact avec (S_2) et les deux forment ainsi un solide (S) de centre d'inertie G et de masse $M = (m_1 + m_2)$. G effectue alors des oscillations autour de O, d'amplitude 3 cm, sur l'axe x'Ox d'origine O et de vecteur unitaire $\vec{i}$.

a) Montrer que la valeur de la vitesse $\vec{V_0}$ de G juste après la collision est 0,6 m/s.

b) Soient x et v respectivement l'abscisse et la valeur algébrique de la vitesse de G à un instant t après la collision. L'instant de la collision en O est considéré comme origine des temps $t_0 = 0$.

i) Écrire, à un instant t, l'expression de l'énergie mécanique du système (S, ressort,Terre) en fonction de x, k, M et v.

ii) En déduire l'équation différentielle du second ordre en x qui régit le mouvement de G.

iii) L'équation horaire des oscillations de (S) est donnée par: $x = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$. Déterminer la valeur de φ ainsi que les expressions des constantes X_m et ω_0 en fonction de k, M et V_0.

iv) Déduire la valeur de la raideur k du ressort.

3) En réalité, les frottements ne sont pas négligeables. Pour s'assurer de la valeur de k, on attache l'extrémité C du ressort à un vibreur, de fréquence f réglable, vibrant dans la direction du ressort. On remarque que l'amplitude des oscillations de (S) varie avec f et prend une valeur maximale pour f = 3,2 Hz.

a) Nommer le phénomène physique qui se manifeste pour f = 3,2 Hz.

b) Calculer la valeur de k.

<u>Quatrième question</u> (7,5 points)

Le radionucléide potassium 40

L'isotope de potassium $^{40}_{19}K$ est radioactif β^+ ; il se désintègre pour donner l'argon $^{A}_{Z}Ar$. Le but de cet exercice est d'étudier la désintégration du potassium 40.

Données :

masses des noyaux : m ($^{40}_{19}K$) = 39,95355 u ; m($^{A}_{Z}Ar$) = 39,95250 u ;

masses des particules : m($^{0}_{1}e$) = $5{,}5\times10^{-4}$ u; m(neutrino) ≈ 0 ;

nombre d'Avogadro : N = $6{,}02\times10^{23}$ mol^{-1}; 1 u = 931,5 MeV/c^2 ;

période radioactive de $^{40}_{19}K$: T = $1{,}5\times10^{9}$ années ; masse molaire de $^{40}_{19}K$ = 40 g mol^{-1}.

1 MeV = $1{,}6\times10^{-13}$ J.

A – Bilan énergétique de la désintégration du potassium 40

1) Énergie libérée par une désintégration.

a) Écrire l'équation de désintégration d'un noyau de potassium 40 et déterminer Z et A.

b) Calculer, en MeV, l'énergie E_1 libérée par cette désintégration.

c) Le noyau fils est supposé au repos. L'énergie portée par β^+ est en général plus petite que E_1. Pourquoi ?

2) Énergie reçue par une personne

La masse de potassium 40 existant, à une date t, dans le corps d'un adulte est, en moyenne, égale $2{,}6\times10^{-3}$ % de sa masse.

Une personne adulte a une masse M = 80 kg.

a) i) Calculer la masse m de potassium 40 contenu dans le corps de cette personne à la date t.

ii) Déduire le nombre des noyaux de potassium 40 contenus dans la masse m à la date t.

b) i) Calculer la valeur de la constante radioactive λ du potassium 40.

ii) Déduire la valeur de l'activité A de la masse m à la date t.

c) Déduire, en J, l'énergie E libérée chaque seconde par la masse m.

B – Datation par le potassium 40

Certaines roches volcaniques contiennent du potassium dont une partie est du radionucléide potassium 40.
À l'instant de sa formation (t_0 = 0), une roche volcanique contient N_0 noyaux de potassium 40 et ne contient pas d'argon. À la date t, cette roche contient respectivement N_K et N_{Ar} noyaux de potassium 40 et d'argon 40.

1) a) Écrire l'expression de N_K, traduisant la loi de décroissance radioactive, en fonction du temps.

b) Déduire l'expression de N_{Ar} en fonction du temps.

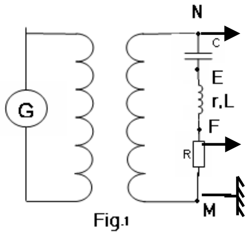
2) Un géologue analyse une roche volcanique. Il constate que les noyaux d'argon 40 existant dans cette roche sont deux fois moins nombreux que les noyaux de potassium 40. Déterminer l'âge de cette roche.

١. وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم عامة	الدورة الإستثنائية للعام ٢٠٠٨
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ثلاث ساعات	الاسم: الرقم:

premier exercice (7,5 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	$u_{AM} = Ri$ et $u_{MB} = L\frac{di}{dt} + ri$.	0.50
A.2	On a $E = Ri + L\frac{di}{dt} + ri \Rightarrow i + \frac{L}{R+r}\frac{di}{dt} = \frac{E}{R+r}$.	0.75
A.3.a	$\frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$; $I_0 - I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{L}{R+r}\frac{I_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{E}{R+r}$ $\Rightarrow I_0 = \frac{E}{R+r}$ et $\frac{L}{R+r}\frac{I_0}{\tau} - I_0 = 0$; soit $\tau = \frac{L}{R+r}$.	1.25
A.3.b	$I_0 = \frac{8}{18+2} = 0{,}4$ A et $\tau = \frac{0{,}04}{18+2} = 2\times10^{-3}$ s.= 2 ms.	0.50
A.4	D'après le graphe 2 : $u_R(max)$ $0{,}1\times8 = 0{,}8$ V et $u_R(max) = R\times I_0$ $I_0 = \frac{u_R(max)}{R} = 0{,}4$ A. De même, pour $t = \tau$, $u_R = 0{,}63\, u_R(max) = 0{,}5$ V ce qui correspond à τ = 2 divisions $\Rightarrow \tau$ = 2 ms.	1.00
B.1	$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$.	0.25
B.2	$E = u_{AM} + u_{MB} \Rightarrow E = u_C + Ri$. En dérivant par rapport au temps : $0 = \frac{du_C}{dt} + R\frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{i}{C} + R\frac{di}{dt} = 0$ Ainsi : $RC\frac{di}{dt} + i = 0$	0.75
B.3	$i = I_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}}$. Pour $t_0 = 0$, $u_C = 0$ et $i = I_1 \Rightarrow E = 0 + RI_1 \Rightarrow I_1 = \frac{E}{R} = \frac{8}{2} = 4$ A. $\frac{di}{dt} = -\frac{I_1}{\tau_1} e^{-\frac{t}{\tau_1}}$; en remplaçant : $- RC\frac{I_1}{\tau_1} e^{-\frac{t}{\tau_1}} + I_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}} = 0$ $\Rightarrow - RC\frac{I_1}{\tau_1} + I_1 = 0 \Rightarrow \tau_1 = RC = 2\times10^0\times10^{-6} = 2\times10^{-4} = 0{,}2$ ms.	1.00
B.4	$u_R(max) = 8$ V $= RI_1 \Rightarrow I_1 = 8/2 = 4$ A et pour $t = \tau_1$, $u_R = 0{,}37\, u_R(max) = 3$ V $\Rightarrow \tau_1 = 0{,}2$ ms.	0.50
C	Dans A : La lampe s'allume après un temps très court de la fermeture du circuit. la luminosité de la lampe augmente et atteint une intensité constante après un certain temps. Dans B : La lampe s'allume juste à la fermeture du circuit . sa luminosité diminue et la lampe s'éteint après un certain temps.	1

Deuxième exercice (7,5 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	f = 50 Hz	0.50
A.2	$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$ => $\frac{3/\sqrt{2}}{220} = \frac{15}{N_1}$ => N_1 = 1540 spires.	0.75
A.3	$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$ => $\frac{10}{I_1} = \frac{1540}{15}$ => I_1 = 97 mA.	0,75
B.1	Fig.1	0,25
B.2	T = 5 div×4 ms/div = 20 ms = 0,02 s => $\omega = \frac{2\pi}{0,02} = 100\pi$ rad/s. $(U_R)_{max}$ = RI_{max} => $I_{max} = \frac{2}{40}$ = 0,05 A. φ = 0,5×2π/5 = 0,2π rad. i est en retard sur u_{NM} => i = 0,05 cos(100πt – 0,2π).	1,50
B.3	P = UIcos φ = $\frac{3}{\sqrt{2}} \times \frac{0,05}{\sqrt{2}} \times \cos 0,2\pi$ = 0,061 W	0.75
B.4	P = R_{totale} I^2 => R_{totale} = $\frac{0,061}{(0,05/\sqrt{2})^2}$ = 48,8 Ω = R + r = 40 + r => r = 8,8 Ω	1
B.5	u_{NE} = u_C = 1/C primitive(i) = 32sin(ωt – 0,2 π) u_{EF} = ri + Ldi/dt u_{EF} = 8,8×0,05cos(100πt – 0,2 π) - L×5 π sin(100πt – 0,2 π). u_{FM} = Ri = 2 cos(100πt – 0,2 π). 3cosωt = 32sin(ωt – 0,2 π) + 0,44cos(100πt – 0,2 π) - L×5 π sin(100πt– 0,2 π) + 2 cos(100πt – 0,2 π). Pour t = 0, on obtient L = 2,15 H.	2

s

Troisième exercice (7.5 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
1	Conservation de l'énergie mécanique entre A et B: $m_1 g h_A + 0 = 0 + \frac{1}{2} m_1 V_1^2$; $V_1 = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2 \times 10 \times 0,45} = 3$ m/s .	1.25
2.a	. Conservation de la quantité de mouvement : $m_1 \vec{V}_1 + \vec{0} = (m_1 + m_2)\vec{V}_0$; projection : $V_0 = \frac{m_1}{m_1+m_2} V_1 = \frac{0,05}{0,05+0,2} 3 = 0,6$ m/s	1.00
2.b.i	$E_m = \frac{1}{2} M v_G^2 + \frac{1}{2} kx^2$; $(M = m_1 + m_2)$.	0.50
2.b.ii	E_m se conserve: Dérivons par rapport au temps $\frac{d(E_m)}{dt} = 0$ $\Rightarrow M v \dot{v} + kx\dot{x} = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M} x = 0$	1.00
2.b.iii	$x' = \omega_0 X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ et $\ddot{x} = -\omega_0^2 . X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$. En remplaçant : $\omega_0^2 X_m \sin(\omega_0 t + \varphi) + \frac{k}{M} X_m \sin(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{k}{M} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}$; t = 0: $x = 0 \Rightarrow X_m \sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$ ou π. t = 0 : $v = V_0 \Rightarrow \omega_0 X_m \cos\varphi = V_0 > 0 \Rightarrow \varphi = 0$, $X_m = \frac{V_0}{\omega_0} = V_0\sqrt{\frac{M}{k}}$	2.00
2.b.iv	$X_m = V_0\sqrt{\frac{M}{k}} \Rightarrow k = \frac{V_0^2 M}{X_m^2} = \frac{0,36 \times 0,25}{0,03^2} = 100$ N/m.	0.75
3.a	Le phénomène de résonance d'amplitude.	0.25
3.b	$\omega_0 = \omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{M}}$; $4\pi^2 f^2 = \frac{k}{M} \Rightarrow k = 4\pi^2 f^2 M = 100$ N/m	0.75

Quatrième exercice(7,5pts)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a	${}^{40}_{19}K \rightarrow {}^{A}_{Z}Ar + {}^{0}_{1}e + {}^{0}_{0}\nu$. Z = 18; A = 40.	0.75
A.1.b	$\Delta m = 39{,}95355 - 39{,}95250 - 5{,}5\times 10^{-4} = 5\times10^{-4}$ u. $E_1 = mc^2 = 5\times10^{-4}\times 931{,}5\ MeV/c^2 \times c^2 = 0{,}47$ MeV.	1.00
A.1.c	Car $E_1 = E(\beta^+) + E({}^{0}_{0}\nu) + E(\gamma)$	0.50
A.2.a.i	$m = \frac{80\times2,6\times10^{-3}}{100} = 2{,}1\times10^{-3}\ kg = 2{,}1\ g$	0.50
A.2.a.ii	$N = \frac{m}{M}$**N =** $3{,}16\times10^{22}$ noyaux.	0.50
A.2.b.i	$\lambda = \frac{0,693}{1,5\times10^9\times365\times24\times3600} = 1,46\times10^{-17}\ s^{-1}$	0.50
A.2.b.ii	$A = \lambda N = 1{,}46\times10^{-17}\times 3{,}16\times10^{22} = 4{,}61\times10^5$ Bq	0.75
A.2.c	l'énergie reçue en chaque seconde : $E = 4{,}16\times10^5\times0{,}47 = 2{,}17\times10^5\ MeV = 3{,}47\times10^{-8}$ J.	0.75
B.1.a	$N_K = N_0e^{-\lambda t}$	0.50
B.1.b	$N_{Ar} = N_0 - N_K = N_0(1-e^{-\lambda t})$	0.50
B.2	$\frac{N_{Ar}}{N_K} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1 - e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda t}} = \frac{1}{2} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{3}{2}$ $\Rightarrow t = \frac{T}{0,693}\ln\frac{3}{2} \Rightarrow t = 8{,}8\times10^8$ années	1.25