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

Premier exercice : (7 points)

Oscillateur mécanique

Le but de cet exercice est d'étudier les oscillations libres d'un oscillateur mécanique.

On dispose d'un mobile (A) de masse m = 0,25 kg, fixé à l'une des extrémités d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k = 10 N/m ; l'autre extrémité du ressort est accrochée à un support fixe (C) (figure 1).

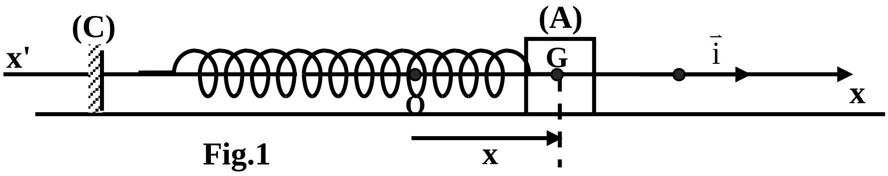


Fig.1

(A) peut glisser 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- Étude théorique

Dans cette partie, on néglige toute force de frottement.

1) **a)** Ecrire l'expression de l'énergie mécanique du système [(A), ressort, Terre] en fonction de k, m, x et v.
b) Etablir l'équation différentielle en x qui régit le mouvement de G.

2) La solution de cette équation différentielle a pour expression $x = X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ où X_m et φ sont des constantes et T_0 la période propre de l'oscillateur.
a) Déterminer l'expression de T_0 en fonction de m et k et calculer sa valeur.
b) À la date $t_o = 0$, G passe par le point d'abscisse $x_o = 2$ cm avec une vitesse de valeur algébrique $V_0 = -0,2$ m/s. Déterminer X_m et φ.

B- Étude expérimentale

Dans cette partie, la force de frottement est donnée par $\vec{f} = -\mu\vec{v}$ où μ est une constante positive.

Un dispositif approprié a permis de tracer la courbe donnant les variations de x = f(t) (figure 2) et les courbes donnant les variations de l'énergie cinétique $E_c(t)$ de G et de l'énergie potentielle élastique $E_p(t)$ du ressort (figure 3).

1) En se référant à la figure 2, donner la valeur de la pseudo-période T du mouvement de G. Comparer sa valeur à celle de la période propre T_o.

2) En se référant aux figures 2 et 3, préciser parmi les courbes A et B celle qui représente $E_p(t)$.

3) **a)** Vérifier que le rapport $\frac{X_m(T)}{X_m(0)} = \frac{X_m(2T)}{X_m(T)} = a$ où a est une constante à déterminer.
b) Sachant que $a = e^{-\frac{\mu T}{2m}}$, calculer, en SI, la valeur de μ.

4) Sur la figure 3 sont repérés deux instants particuliers notés t_1 et t_2.

a) En se référant à la figure 3, indiquer, en le justifiant, à quel instant t_1 ou t_2 la valeur de la vitesse du mobile est :

i) maximale ;

ii) nulle.

b) Que peut-on conclure quant à la valeur de la force de frottement à chacun de ces instants ?

c) Déduire autour de quel instant t_1 ou t_2, la diminution de l'énergie mécanique est-elle la plus grande?

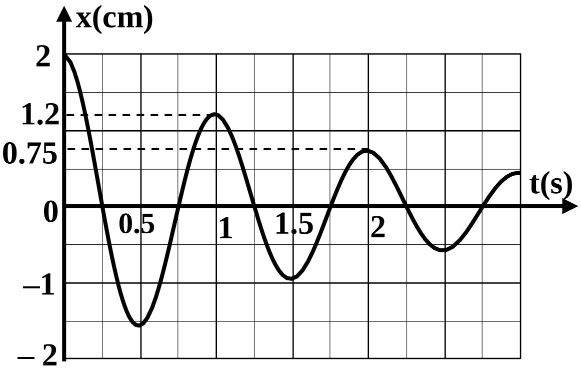


Fig.2

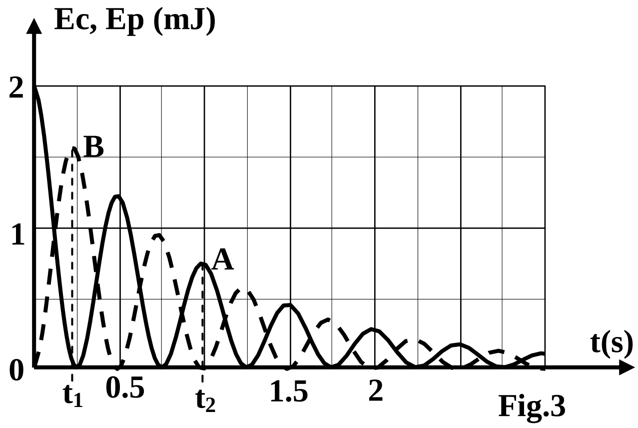


Fig.3

<u>Deuxième exercice</u> : (7 points)

Caractéristique d'un dipôle

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.

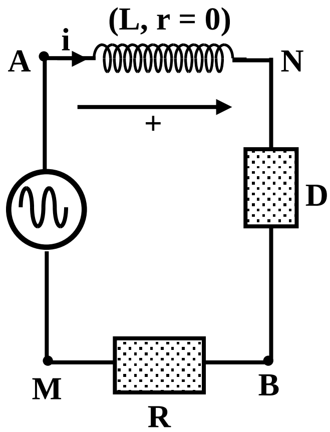


Fig.1

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.

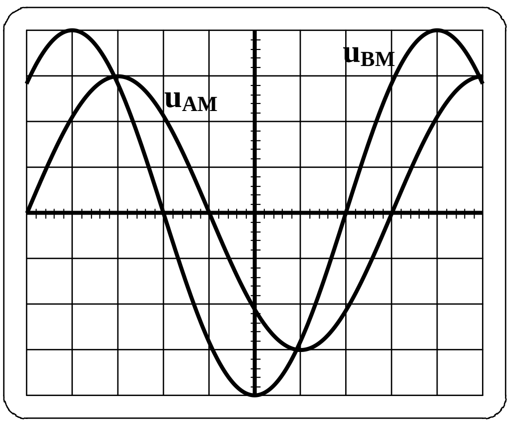


Fig.2

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 :

$$u_{NB} = -\frac{0,02}{250\pi C}\cos(250\pi t + \frac{\pi}{4}) \quad (u_{NB} \text{ en V ; C en F ; t en s})$$

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.

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

Circuits électriques

A- Étude d'un circuit (L, C)

Le circuit (L, C) de la figure 1 comporte un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un interrupteur K. L'armature A du condensateur porte initialement la charge Q_0. À $t_0 = 0$, on ferme K. Soit q la charge portée par l'armature A à la date t et i l'intensité du courant traversant le circuit à cette date.

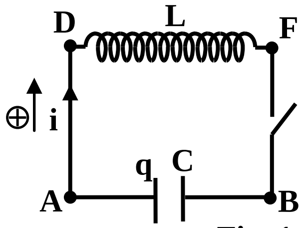


Fig. 1

1) **a)** Indiquer sous quelle forme l'énergie est emmagasinée dans le circuit à la date $t_0 = 0$.

b) Déduire que $i = 0$ à $t_0 = 0$.

2) Montrer, en utilisant la conservation de l'énergie électromagnétique, que l'équation différentielle en q s'écrit $\ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$.

3) La solution de cette équation différentielle est de la forme $q = Q_m \cos(\omega_0 t + \phi)$; Q_m, ω_0 et ϕ sont des constantes et $Q_m > 0$.

a) Déterminer ϕ.

b) Déterminer l'expression littérale de Q_m en fonction de Q_0 et celle de ω_0 en fonction de L et C.

4) **a)** Déterminer l'expression de i en fonction du temps.

b) Tracer l'allure de la courbe $i = f(t)$.

B- Étude d'un circuit (R, L) série

On considère le circuit de la figure 2, formé d'une source de tension continue de f.é.m E, d'un conducteur ohmique de résistance R, d'un interrupteur K et d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable. À $t_0 = 0$, on ferme K.

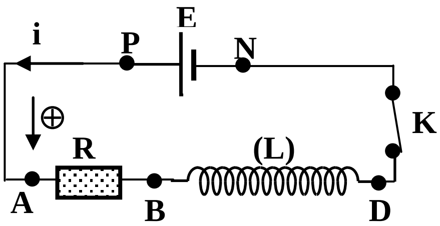


Fig.2

1) En appliquant la loi d'additivité des tensions, établir l'équation différentielle qui régit l'évolution de i en fonction du temps.

2) Déduire que l'intensité du courant en régime permanent est $I = \frac{E}{R}$.

3) La solution de l'équation différentielle est de la forme $i = A + B.e^{-\lambda t}$. Déterminer les expressions des constantes A, B et λ en fonction de I, R et L.

4) À l'ouverture de K, on observe une étincelle de rupture au niveau de l'interrupteur.

a) Nommer le phénomène responsable de cette étincelle.

b) Pour éliminer l'étincelle on utilise un condensateur initialement neutre. Où faut-il le placer ?

<u>Quatrième exercice</u> : (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.

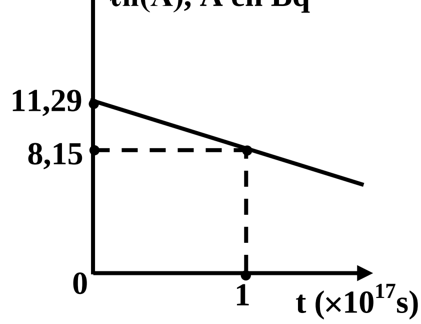
2) L'uranium $^{235}_{92}U$ est un émetteur α.
a) Écrire l'équation de désintégration d'un noyau d'uranium $^{235}_{92}U$ et identifier le noyau produit.
On donne :

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.



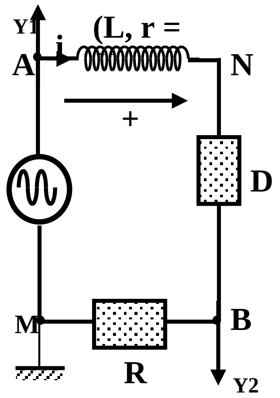
i) Montrer que l'allure de la courbe de la figure ci-contre est en accord avec l'expression de $\ell n(A)$.
ii) En utilisant la courbe de la figure ci-contre, déterminer, en s^{-1}, la valeur de λ.

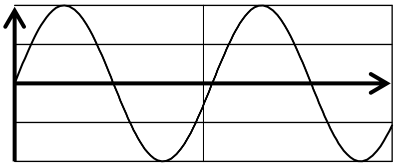
iii) Déduire la période radioactive T de l' $^{235}_{92}U$.

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

Premier exercice : Oscillateur mécanique (7 points)

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a	$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$	½
A.1.b	Pas des forces de frottement E_m est conservée $\Rightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0$ $\frac{1}{2}m2vx'' + \frac{1}{2}k2xv = 0$ or v n'est pas toujours nulle, alors : $x'' + \frac{k}{m}x = 0$	¾
A.2.a	$x = X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi\right)$; $x' = X_m\frac{2\pi}{T_o}\cos\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi\right)$; $x'' = -X_m\frac{4\pi^2}{T_o{}^2}\sin\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi\right)$; $\Rightarrow -X_m\frac{4\pi^2}{T_o{}^2}\sin\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi\right) + \frac{k}{m}X_m\frac{2\pi}{T_o}\sin\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi\right) = 0$ $\Rightarrow \frac{4\pi^2}{T_o{}^2} = \frac{k}{m} \Rightarrow T_o = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3.14\sqrt{\frac{0{,}25}{10}} = 0{,}993$ sec ≈ 1 s.	1 ¼
A.2.b	$v = \frac{dx}{dt} = \frac{2\pi}{T_o}X_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi\right)$ pour t =0 ; x = 2cm $\Rightarrow 2 = X_m \sin\varphi$ t = 0 ; v = -20 cm/s $\Rightarrow -20 = X_m \times 2\pi\cos\varphi \Rightarrow -\frac{10}{\pi} = X_m\cos\varphi$ Le rapport donne : $\tan\varphi = -\frac{2\pi}{10} = -0{,}628 \Rightarrow \varphi = -0{,}56$ rd ou 2,58 rd pour $\varphi = -0{,}56$ rd ; $X_m = \frac{2}{\sin(-0{,}56)} = \frac{2}{-0{,}53} = -3{,}77$ cm < 0 à rejeter. pour $\varphi = 2{,}58$ rd ; $X_m = \frac{2}{\sin(2{,}58)} = \frac{2}{0{,}53} = 3{,}77$ cm > 0 acceptable. Alors $\varphi = 2{,}58$ rd et X_m=3,77 cm.	1 ¼
B.1	Le graphique donne T = 1s légèrement supérieure à T_o.	½
B.2	Sur le graphique de la figure 2 à $t_o = 0$, x est maximale alors v = 0 $\Rightarrow E_c = 0 \Rightarrow$ la courbe B donne les variations de $E_c(t)$ et par suite A donne les variations de $E_p(t)$.	½
B.3.a	$\frac{X_m(T)}{X_m(0)} = \frac{12{,}5}{20} = 0{,}625$; $\frac{X_m(2T)}{X_m(T)} = \frac{7{,}5}{12{,}5} = 0{,}6 \Rightarrow \frac{X_m(T)}{X_m(0)} = \frac{X_m(2T)}{X_m(T)} = a = 0{,}6$	½
B.3.b	$a = e^{-\frac{\mu}{2m}T} \Rightarrow -\frac{\mu}{2m}T = \ell n\, a \Rightarrow \mu = -\frac{2m \times \ln a}{T} = \frac{-2 \times 0{,}25\,(-0{,}51)}{1} = 0{,}255$kg/s.	¾
B.4.a.i	À l'instant t_1, E_c est maximale alors v est maximale	¼
B.4.a.ii	À l'instant t_2, E_c= 0 $\Rightarrow$ v = 0.	¼
B.4.b	À l'instant t_1, f a une intensité maximale (v maximale) À l'instant t_2, f a une valeur nulle (v = 0).	½
B.4.c	Au voisinage de t_1, la force de frottement a une intensité maximale d'où une grande diminution de l'énergie mécanique alors qu'au voisinage de t_2 la force de frottement est pratiquement nulle d'où une faible diminution de l'E_m .	½

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	$U_{m(R)} = 0,5\times 4 = 2$ 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 : (6 ½ points)		
Partie de la Q.	**Corrigé**	**Note**
A.1.a	Energie électrique	¼
A.1.b	$E_{mag} = 0 = ½ Li^2 \Rightarrow i = 0$	½
A.2	A un instant t : Etotale = Eélec + E mag = $½ q^2/C + ½ Li^2 = cte$ Avec $i = -\frac{dq}{dt} = -q'$ et $i' = -\frac{d^2q}{dt^2} = -q''$ $\frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{qq'}{C} + Lii' = 0$ $\Rightarrow \frac{qq'}{C} + L(-q')(-q'') = 0 \Rightarrow q'(\frac{q}{C} + Lq'') = 0$ or $q' \neq 0$ donc $q'' + \frac{1}{LC} q = 0$	¾
A.3.a	$q = Q_m \cos(\omega_0 t + \phi) \Rightarrow \dot{q} = -\omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \phi) \Rightarrow \ddot{q} = -Q_m(\omega_0)^2 \cos(\omega_0 t + \phi)$ $i = -\frac{dq}{dt} = \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \phi)$; or pour t = 0 , i = 0 $\Rightarrow 0 = \sin\phi = 0$; $\Rightarrow \phi = 0$ ou π rad; or pour t= 0 $q = Q_0 > 0 = Q_m \cos\phi$, avec $Q_m > 0 \Rightarrow \cos\phi > 0 \Rightarrow \phi = 0$.	**1**
A.3.b	On a $Q_0 = Q_m \cos\phi \Rightarrow Q_m = Q_0$. On remplace $q = Q_0 \cos\omega_0 t$ dans l'équation différentielle on obtient: $-Q_0(\omega_0)^2 \cos(\omega_0 t) + Q_0 \frac{1}{LC} \cos(\omega_0 t) = 0 \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$	¾
A.4.a	$i = -\frac{dq}{dt} = \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \phi) \Rightarrow i = \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t)$	½
A.4.b	i  t	¼
B.1	$u_{AD} = u_{AB} + u_{BD} \Rightarrow E = Ri + L \frac{di}{dt}$,	½
B.2	$E = Ri + L \frac{di}{dt}$, car $u_L = L \frac{di}{dt}$; en régime permanent, i = cte = I $\Rightarrow \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow E = RI$ et $I = \frac{E}{R}$.	½
B.3	$i = A + B.e^{-\lambda t}$ à $t_0 = 0$: $A + B = i = 0 \Rightarrow A = -B$ $\frac{di}{dt} = -\lambda Be^{-\lambda t} \Rightarrow E = RA - RAe^{-\lambda t} + L\lambda Ae^{-\lambda t}$ $\Rightarrow Ae^{-\lambda t}(L\lambda - R) + RA = E$ par identification : $L\lambda - R = 0 \Rightarrow \lambda = \frac{R}{L}$ et $RA = E \Rightarrow A = \frac{E}{R}$ Donc $B = -A = -\frac{E}{R}$	**1**
B.4.a	Phénomène d'auto-induction	¼
B.4.b	Aux bornes de K	¼

Quatrième 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	$\Delta m = [m_U + m_n] - [m_{Kr} + m_{Ba} + 4m_n]$ $\Delta m = 235{,}0439 - [89{,}9197 + 141{,}9164 + 3\times 1{,}0087] = 0{,}1817$ u $E = \Delta mc^2 = [0{,}1817\times 931{,}5\ \text{Mev}/c^2]\ c^2 = 169{,}25355$ MeV	¾
A.3.a	L'énergie cinétique de chaque neutron : $\dfrac{169{,}253\times\dfrac{7}{100}}{4} = 2{,}961937$ MeV $= 4{,}739\times 10^{-13}$ J L'énergie cinétique = $\frac{1}{2}mv^2$ ainsi $v = \sqrt{\dfrac{2Ec}{m}} = \sqrt{\dfrac{2\times 4{,}739\times 10^{-13}}{1{,}0087\times 1{,}66\times 10^{-27}}} = 2{,}379\times 10^{7}$ m/s $= 2{,}379\times 10^{4}$ 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 $6{,}02\times 10^{23}$ noyaux alors 1000 g contiennent $\dfrac{1000}{235}\times 6{,}02\times 10^{23} = 2{,}5617\times 10^{24}$ noyaux. $E = 170\times 1{,}6\times 10^{-13}\times 2{,}5617\times 10^{24} = 6{,}97\times 10^{13}$ J **<u>Ou bien</u>** : $N = \dfrac{m}{M}N_A = \dfrac{10^3}{235}\times 6{,}022\times 10^{23} = 2{,}56\times 10^{24}$ noyaux $E = N\times E_{lib} = 170\times 1.6\times 10^{-13}\times 2.5617\times 10^{24} = 6.97\times 10^{13}$ J	½
A.4.b	$E = P\times\Delta t$ ainsi $\Delta t = \dfrac{6{,}97\times 10^{13}}{10^{8}} = 6{,}97\times 10^{5}$ s = 8 jours	½
B.1.a	${}^{90}_{36}Kr \rightarrow {}^{90}_{40}Zr + a\ {}^{0}_{-1}\beta \Rightarrow a = 4$	¼
B.1.b	Un noyau instable se désintègre en un noyau plus stable ainsi ${}^{90}_{40}Zr$ est plus stable.	¼
B.2.a	${}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}X$, 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 $= \dfrac{11{,}29 - 8{,}15}{1\times 10^{17}} = 3{,}14\times 10^{-17}\ s^{-1}$,	½
B.2.d.iii	$T = \dfrac{\ln 2}{\lambda} = \dfrac{0{,}693}{3{,}14\times 10^{-17}} = 22{,}0747\times 10^{15}$ s $= 7\times 10^{8}$ ans	½