وزارة التربية والتعليم العالي	امتحانات الشهادة الثانوية العامة	دورة العام 2015 العادية
المديرية العامة للتربية	الفرع : علوم الحياة	الخميس 11 حزيران 2015
دائرة الامتحانات		

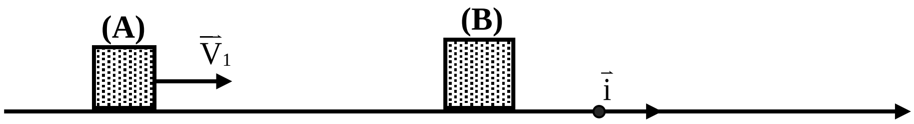
مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة ساعتان	الرقم:

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 : (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 $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \approx \frac{d\vec{P}}{dt}$.

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

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.

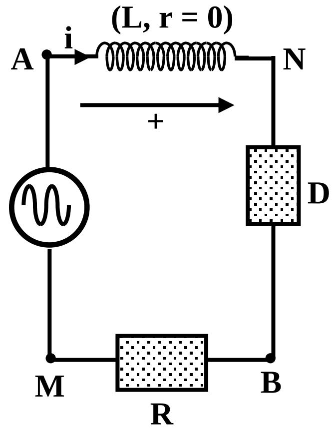


Fig.1

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.

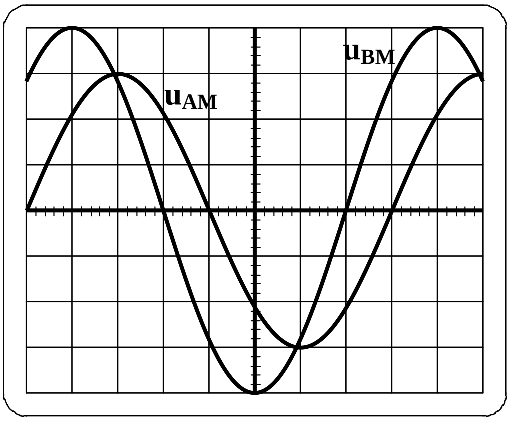


Fig.2

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> : (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.

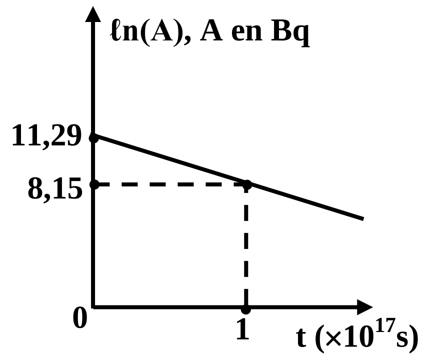
2) L'uranium ${}^{235}_{92}U$ est un émetteur α.
a) Écrire l'équation de désintégration d'un noyau d'uranium ${}^{235}_{92}U$ et identifier le noyau produit.
On donne :

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.

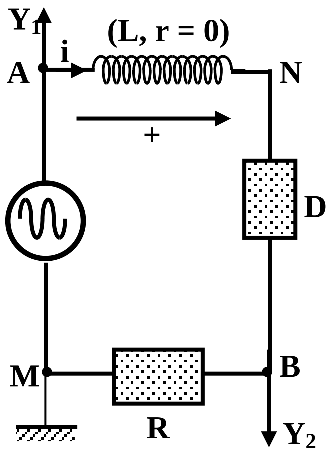
c) Établir l'expression de $\ell n(A)$ en fonction de l'activité initiale A_0, λ et t.

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	$\frac{\Delta\vec{P}_A}{\Delta t} = \vec{F}_{B/A} = \frac{-0.24\vec{i}}{0.04} = -6\,\vec{i}$ (N) . $\frac{\Delta\vec{P}_B}{\Delta t} = \vec{F}_{A/B} = \frac{0.24\vec{i}}{0.04} = 6\,\vec{i}$ (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	$U_{m(R)} = 0{,}5\times 4 = 2$ 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	$i = C\dfrac{du_{NB}}{dt} \Rightarrow u_{NB} = \dfrac{1}{C}\int i\,dt \quad \dfrac{1}{C}\int 0.02\sin(\omega t + \dfrac{\pi}{4})dt$ $\Rightarrow u_{NB} = -\dfrac{0.02}{250\pi C}\cos(250\pi t + \dfrac{\pi}{4})$	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 : $\dfrac{169{,}253\times\frac{7}{100}}{4} = 2{,}961937\ \text{MeV} = 4{,}739\times10^{-13}\ \text{J}$ 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 $\dfrac{1000}{235}\times6{,}02\times10^{23} = 2{,}5617\times10^{24}$ 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	${}^{90}_{36}Kr \rightarrow {}^{90}_{40}Zr + a\,{}^{0}_{-1}\beta \Rightarrow a = 4$	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	$A = -\dfrac{dN}{dt} = \lambda N_0e^{-\lambda t}$ **<u>Ou bien</u>** : $A = \lambda.N = \lambda N_0e^{-\lambda t}$	¼
B.2.c	$A = A_0e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln A = -\lambda t + \ln A_0$.	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 = $\dfrac{11{,}29-8{,}15}{1\times10^{17}} = 3{,}14\times10^{-17}\ s^{-1}$,	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