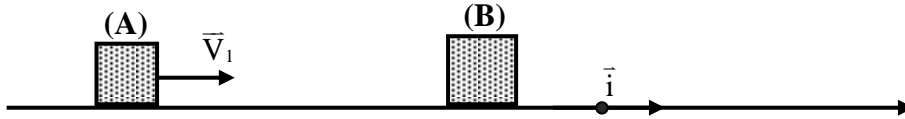


**Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages numérotées de 1 à 3.**  
**L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.**

### **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  $m_A = 0,4 \text{ kg}$  et  $m_B = 0,6 \text{ kg}$ . (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  $\Delta t = 0,04 \text{ s}$  ; on peut alors considérer que  $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} \square \frac{d\vec{P}}{dt}$ .

- 1) Déterminer pendant  $\Delta t$  :
  - 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.

## Deuxième exercice : (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 ( $L = 25 \text{ mH}$  ;  $r = 0$ ) et un générateur (GBF) délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = u_{AM}$  de fréquence  $f$  réglable.

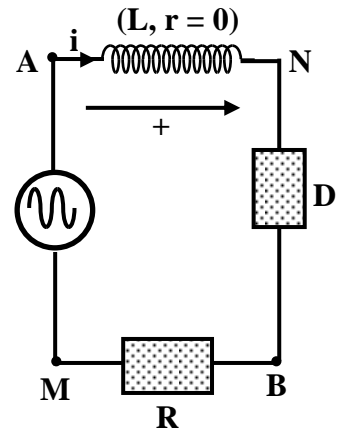


Fig.1

#### 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 :  $2 \text{ V/div}$  pour la voie ( $Y_1$ ) ;  
 $0,5 \text{ V/div}$  pour la voie ( $Y_2$ ) ;
- ✓ sensibilité horizontale :  $1 \text{ ms/div}$ .

- 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  $\omega$  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 :

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

- 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  $f = f_0 = \frac{1000}{\pi} \text{ Hz}$ , 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  $C$ .

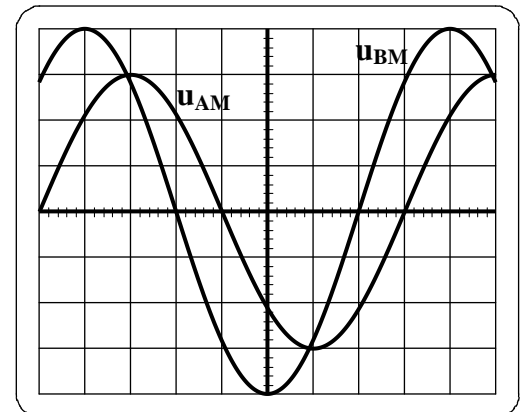


Fig.2

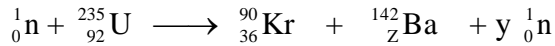
### Troisième exercice : (7 points)

#### Réactions nucléaires

Données : masse d'un proton :  $m_p = 1,0073 \text{ u}$  ; masse d'un neutron :  $m_n = 1,0087 \text{ u}$  ;  
masse d'un noyau  ${}^{235}_{92}\text{U}$  :  $m_U = 235,0439 \text{ u}$  ; masse d'un noyau  ${}^{90}_{36}\text{Kr}$  :  $m_{\text{Kr}} = 89,9197 \text{ u}$  ;  
masse d'un noyau  ${}^{142}_{Z}\text{Ba}$  :  $m_{\text{Ba}} = 141,9164 \text{ u}$  ; masse molaire atomique de  ${}^{235}_{92}\text{U}$  :  $M = 235 \text{ g/mol}$  ;  
nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$ .

#### A- Réaction nucléaire provoquée

Suite à la collision avec un neutron thermique, un noyau d'uranium 235 subit la réaction suivante :



- 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' ${}^{235}_{92}\text{U}$ .
  - b) la puissance nucléaire d'un tel réacteur est 100 MW. Déterminer la durée  $\Delta t$  nécessaire pour que le réacteur consomme un kilogramme d'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$ .

#### B- Réaction nucléaire spontanée

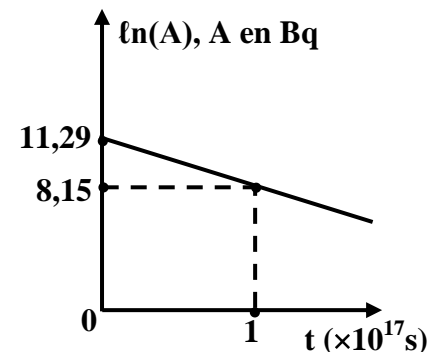
- 1) Le noyau de Krypton  ${}^{90}_{36}\text{Kr}$  obtenu est radioactif. Il se désintègre en zirconium  ${}^{90}_{40}\text{Zr}$  par une série de désintégrations  $\beta^-$ .
  - a) Déterminer le nombre de ces désintégrations  $\beta^-$ .
  - b) Préciser, sans calcul, parmi les deux nucléides  ${}^{90}_{36}\text{Kr}$  et  ${}^{90}_{40}\text{Zr}$ , celui qui est le plus stable.
- 2) L'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  est un émetteur  $\alpha$ .
  - a) Écrire l'équation de désintégration d'un noyau d'uranium  ${}^{235}_{92}\text{U}$  et identifier le noyau produit.  
On donne :

Actinium ${}_{89}\text{Ac}$	Thorium ${}_{90}\text{Th}$	Protactinium ${}_{91}\text{Pa}$
-----------------------------	----------------------------	---------------------------------

- b) Le nombre de noyaux d' ${}^{235}_{92}\text{U}$  restant en fonction du temps est donnée par :

$N = N_0 e^{-\lambda t}$  avec  $N_0$  le nombre initial de noyau d' ${}^{235}_{92}\text{U}$  et  $\lambda$  sa constante radioactive.

- i) Définir l'activité  $A$  d'un échantillon radioactif.
  - ii) Écrire l'expression de  $A$  en fonction de  $\lambda$ ,  $N_0$  et  $t$ .
- c) Établir l'expression de  $\ln(A)$  en fonction de l'activité initiale  $A_0$ ,  $\lambda$  et  $t$ .
  - d) La figure ci-contre représente la variation de  $\ln(A)$  d' ${}^{235}_{92}\text{U}$  en fonction du temps.
    - i) Montrer que l'allure de la courbe de la figure ci-contre est en accord avec l'expression de  $\ln(A)$ .
    - ii) En utilisant la courbe de la figure ci-contre, déterminer, en  $\text{s}^{-1}$ , la valeur de  $\lambda$ .

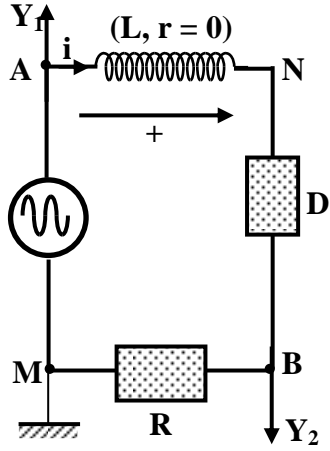


iii) Déduire la période radioactive  $T$  de l' ${}^{235}_{92}\text{U}$ .

الدورة العادية للعام 2015	امتحانات الشهادة الثانوية العامة الفرع : علوم الحياة	وزارة التربية والتعليم العالي المديرية العامة للتربية دائرة الامتحانات
الاسم: الرقم:	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	مشروع معيار التصحيح

Premier exercice : Choc et interaction (6 points)		
Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1.a.i	$\vec{P}_1 = m_A \vec{V}_1 = 0,4 (0,5 \vec{i}) = 0,2 \vec{i}$ $\vec{P}_2 = m_A \vec{V}_2 = 0,4(-0,1 \vec{i}) = -0,04 \vec{i}$	3/4
A.1.a.ii	$\vec{P}_3 = m_B \vec{V}_3 = 0,6 (0,4 \vec{i}) = 0,24 \vec{i}$ .	1/4
A.1.b	$\vec{P} = \vec{P}_1 + 0 = 0,2 \vec{i}$ . $\vec{P}' = \vec{P}_2 + \vec{P}_3 = -0,04 \vec{i} + 0,24 \vec{i} = 0,2 \vec{i}$ .	1/2
A.1.c	$\vec{P} = \vec{P}'$ . Conclusion : La quantité de mouvement du système [(A), (B)] se conserve durant le choc.	1/2
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 $\vec{N}_B$ .	1/2
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.	1/2
A.2.c	Oui, car $\sum \vec{F}_{ext} = 0 \Rightarrow \vec{P} = \vec{cte}$	1/4
B.1	$E_{Cavant} = \frac{1}{2} m_A (V_1)^2 + 0 = 0,05 \text{ J}$ . $E_{Caprès} = \frac{1}{2} m_A (V_2)^2 + \frac{1}{2} m_B (V_3)^2 = 0,05 \text{ J}$ .	1
B.2	$E_{Cavant} = E_{Caprès} \Rightarrow$ le choc est élastique.	1/4
C.1.a	$\Delta \vec{P}_A = \vec{P}_2 - \vec{P}_1 = -0,24 \vec{i}$ . $\Delta \vec{P}_B = \vec{P}_3 - \vec{0} = 0,24 \vec{i}$ .	1/2
C.1.b	$\frac{\Delta \vec{P}_A}{\Delta t} = \vec{F}_{B/A} = \frac{-0,24 \vec{i}}{0,04} = -6 \vec{i} \text{ (N)}$ . $\frac{\Delta \vec{P}_B}{\Delta t} = \vec{F}_{A/B} = \frac{0,24 \vec{i}}{0,04} = 6 \vec{i} \text{ (N)}$ .	3/4
C.2	$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$ $\Rightarrow$ Le principe de l'interaction réciproque est donc vérifié.	1/4

**Deuxième exercice : Caractéristique d'un dipôle (7 points)**

Partie de la Q.	Corrigé	Note
A.1	Branchement de l'oscilloscope. 	1/2
A.2.a	$T = 8 \text{ ms} \Rightarrow f = 125 \text{ Hz.}$ $\omega = 2\pi f = 250\pi \text{ rad/s.}$	1
A.2.b	$U_m = 3 \times 2 = 6 \text{ V.}$	1/4
A.2.c	$U_{m(R)} = 0,5 \times 4 = 2 \text{ V} \Rightarrow I_m = \frac{U_m(R)}{R} = 2 \times 10^{-2} \text{ A}$	3/4
A.2.d	$ \varphi  = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4} \text{ rad ; } i(t) \text{ est en avance de phase par rapport à } u(t).$	3/4
A.3	$i \text{ est en avance de phase par rapport à } u_{AM} \Rightarrow (D) \text{ est un condensateur}$	1/4
A.4	$i = 2 \times 10^{-2} \sin(250\pi t + \frac{\pi}{4})$ (i en A et t en s)	1/2
A.5	$i = C \frac{du_{NB}}{dt} \Rightarrow u_{NB} = \frac{1}{C} \int i dt = \frac{1}{C} \int 0,02 \sin(\omega t + \frac{\pi}{4}) dt$ $\Rightarrow u_{NB} = -\frac{0,02}{250\pi C} \cos(250\pi t + \frac{\pi}{4})$	3/4
A.6	$U_m \sin(\omega t) = L\omega I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{4}) - \frac{0,02}{250\pi C} \cos(250\pi t + \frac{\pi}{4}) + 2 \sin(\omega t + \frac{\pi}{4})$ $t = 0 \Rightarrow 0 = L\omega I_m \frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{0,02}{250\pi C} \times \frac{\sqrt{2}}{2} + 2 \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow C = 1,06 \times 10^{-6} \text{ F}$	1 1/4
B.1	Résonance d'intensité	1/4
B.2	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = 1,06 \times 10^{-6} \text{ F}$	3/4

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 $y = 4$	$\frac{3}{4}$
A.1.b	c'est une réaction de fission nucléaire	$\frac{1}{4}$
A.2	$\Delta m = [m_U + m_n] - [m_{Kr} + m_{Ba} + 4m_n]$ $\Delta m = 235,0439 - [89,9197 + 141,9164 + 3 \times 1,0087] = 0,1817 \text{ u}$ $E = \Delta mc^2 = [0,1817 \times 931,5 \text{ Mev}/c^2] c^2 = 169,25355 \text{ MeV}$	$\frac{3}{4}$
A.3.a	L'énergie cinétique de chaque neutron : $\frac{169,253 \times \frac{7}{100}}{4} = 2,961937 \text{ MeV} = 4,739 \times 10^{-13} \text{ J}$ L'énergie cinétique = $\frac{1}{2}mv^2$ ainsi $v = \sqrt{\frac{2Ec}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4,739 \times 10^{-13}}{1,0087 \times 1,66 \times 10^{-27}}} = 2,379 \times 10^7 \text{ m/s}$ $= 2,379 \times 10^4 \text{ km/s.}$	$\frac{1}{2}$
A.3.b	Un modérateur aide ainsi à réduire la vitesse des neutrons afin de pouvoir provoquer de telles réactions de fission.	$\frac{1}{4}$
A.4.a	235 g contiennent $6,02 \times 10^{23}$ noyaux alors 1000 g contiennent $\frac{1000}{235} \times 6,02 \times 10^{23} = 2,5617 \times 10^{24}$ noyaux. $E = 170 \times 1,6 \times 10^{-13} \times 2,5617 \times 10^{24} = 6,97 \times 10^{13} \text{ J}$ <b>Ou bien :</b> $N = \frac{m}{M} N_A = \frac{10^3}{235} \times 6,022 \times 10^{23} = 2,56 \times 10^{24}$ noyaux $E = N \times E_{\text{lib}} = 170 \times 1,6 \times 10^{-13} \times 2,5617 \times 10^{24} = 6,97 \times 10^{13} \text{ J}$	$\frac{1}{2}$
A.4.b	$E = P \times \Delta t$ ainsi $\Delta t = \frac{6,97 \times 10^{13}}{10^8} = 6,97 \times 10^5 \text{ s} = 8 \text{ jours}$	$\frac{1}{2}$
B.1.a	${}_{36}^{90}\text{Kr} \rightarrow {}_{40}^{90}\text{Zr} + a {}_{-1}^0\beta \Rightarrow a = 4$	$\frac{1}{4}$
B.1.b	Un noyau instable se désintègre en un noyau plus stable ainsi ${}_{40}^{90}\text{Zr}$ est plus stable.	$\frac{1}{4}$
B.2.a	${}_{92}^{235}\text{U} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_Z^A\text{X}$ , en équilibrant l'équation, on obtient $A = 231$ et $Z = 90$ ainsi X est du thorium	$\frac{1}{2}$
B.2.b.i	L'activité est le nombre de désintégrations par unité de temps	$\frac{1}{4}$
B.2.b.ii	$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$ <b>Ou bien :</b> $A = \lambda \cdot N = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$	$\frac{1}{4}$
B.2.c	$A = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln A = -\lambda t + \ln A_0.$	$\frac{1}{2}$
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	$\frac{1}{2}$
B.2.d.ii	$\lambda = -\text{pente de la courbe} = \frac{11,29 - 8,15}{1 \times 10^{17}} = 3,14 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1},$	$\frac{1}{2}$
B.2.d.iii	$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{3,14 \times 10^{-17}} = 22,0747 \times 10^{15} \text{ s} = 7 \times 10^8 \text{ ans}$	$\frac{1}{2}$