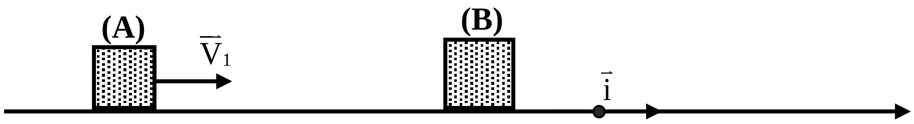
Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages numérotées de 1 à 3.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

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 $\dfrac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \approx \dfrac{d\vec{P}}{dt}$.

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.

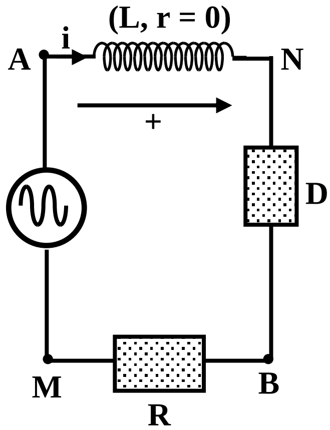


Fig.1

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.

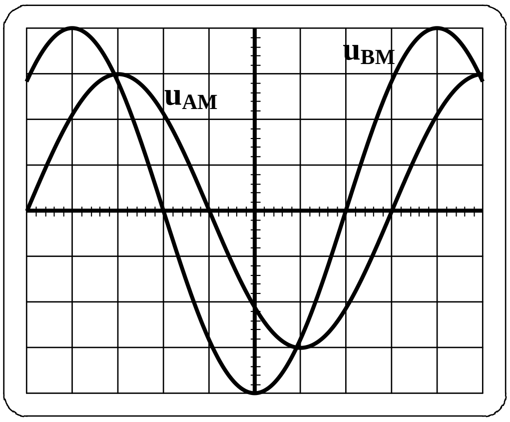


Fig.2

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.

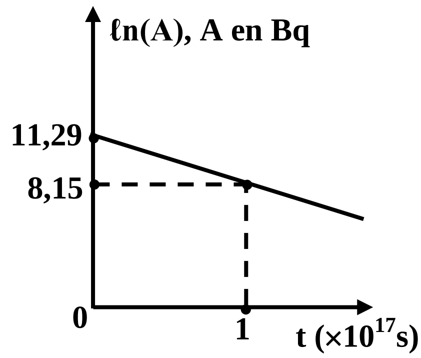
2) L'uranium $^{235}_{92}U$ est un émetteur α.
a) Écrire l'équation de désintégration d'un noyau d'uranium $^{235}_{92}U$ et identifier le noyau produit.
On donne :

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 :
$N = N_0 e^{-\lambda t}$ 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.

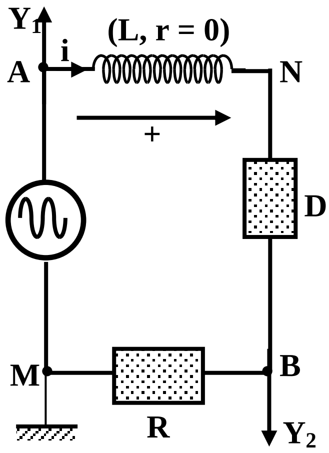
d) La figure ci-contre représente la variation de $\ell n(A)$ d'$^{235}_{92}U$ en fonction du temps.
i) Montrer que l'allure de la courbe de la figure ci-contre est en accord avec l'expression de $\ell n(A)$.
ii) En utilisant la courbe de la figure ci-contre, déterminer, en s^{-1}, la valeur de λ.



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 الحياة	الدورة العادية للعام 2015
مشروع معيار التصحيح	مسابقة في مادة الفيزياء المدة ساعتان	الاسم: الرقم:

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	$\dfrac{\Delta\vec{P}_A}{\Delta t} = \vec{F}_{B/A} = \dfrac{-0.24\vec{i}}{0.04} = -6\,\vec{i}$ (N) . $\dfrac{\Delta\vec{P}_B}{\Delta t} = \vec{F}_{A/B} = \dfrac{0.24\vec{i}}{0.04} = 6\,\vec{i}$ (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	$i = C\dfrac{du_{NB}}{dt} \Rightarrow u_{NB} = \dfrac{1}{C}\int i\,dt \;\; \dfrac{1}{C}\int 0.02\sin(\omega t + \dfrac{\pi}{4})dt$ $\Rightarrow u_{NB} = -\dfrac{0.02}{250\pi C}\cos(250\pi t + \dfrac{\pi}{4})$	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 : $\frac{169{,}253\times\frac{7}{100}}{4} = 2{,}961937\ \text{MeV} = 4{,}739\times10^{-13}\ \text{J}$ L'énergie cinétique = $\frac{1}{2}mv^2$ ainsi $v = \sqrt{\frac{2Ec}{m}} = \sqrt{\frac{2\times4{,}739\times10^{-13}}{1{,}0087\times1{,}66\times10^{-27}}} = 2{,}379\times10^{7}$ 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 $\frac{1000}{235}\times6{,}02\times10^{23} = 2{,}5617\times10^{24}$ noyaux. $E = 170\times1{,}6\times10^{-13}\times2{,}5617\times10^{24} = 6{,}97\times10^{13}$ J **<u>Ou bien</u>** : $N = \frac{m}{M}N_A = \frac{10^3}{235}\times6{,}022\times10^{23} = 2{,}56\times10^{24}$ 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 $\Delta t = \frac{6{,}97\times10^{13}}{10^8} = 6{,}97\times10^5$ 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	$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$ **<u>Ou bien</u>** : $A = \lambda.N = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$	¼
B.2.c	$A = A_0e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln A = -\lambda t + \ln A_0$.	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 = $\frac{11{,}29-8{,}15}{1\times10^{17}} = 3{,}14\times10^{-17}\ \text{s}^{-1}$,	½
B.2.d.iii	$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{3{,}14\times10^{-17}} = 22{,}0747\times10^{15}$ s = 7×10^{8} ans	½

مسابقة في مادة الفيزياء
المدة ساعتان

الاسم:
الرقم:

This exam is formed of three exercises in three pages.
The use of non-programmable calculators is recommended.

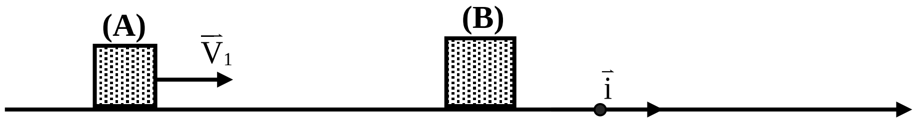
First exercise: (6 points)

Collision and interaction

In order to study the collision between two bodies, we consider a horizontal air table equipped with a launcher and two pucks (A) and (B) of respective masses $m_A = 0.4$ kg and $m_B = 0.6$ kg.

(A), launched with the velocity $\vec{V}_1 = 0.5\,\vec{i}$, collides with (B) initially at rest.

(A) rebounds with the velocity $\vec{V}_2 = -0.1\,\vec{i}$ and (B) moves with the velocity $\vec{V}_3 = 0.4\,\vec{i}$ (V_1 , V_2 and V_3 are expressed in m/s). Neglect all frictional forces.



A – Linear momentum

1) a) Determine the linear momentums:

i) $\vec{P}_1$ and $\vec{P}_2$ of (A), before and after collision respectively;

ii) $\vec{P}_3$ of (B) after collision.

b) Deduce the linear momentums $\vec{P}$ and $\vec{P}'$ of the system [(A), (B)] before and after collision respectively.

c) Compare $\vec{P}$ and $\vec{P}'$. Conclude.

2) a) Name the external forces acting on the system [(A), (B)].

b) Give the value of the resultant of these forces.

c) Is this resultant compatible with the conclusion in question (1- c)? Why?

B – Type of collision

1) Determine the kinetic energy of the system [(A), (B)] before and after collision.

2) Deduce the type of the collision.

C – Principle of interaction

The duration of collision is $\Delta t = 0.04$ s; we can consider that $\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} \approx \frac{d\vec{P}}{dt}$.

1) Determine during Δt:

a) the variations $\Delta\vec{P}_A$ and $\Delta\vec{P}_B$ in the linear momentums of the pucks (A) and (B) respectively;

b) the forces $\vec{F}_{A/B}$ exerted by (A) on (B) and $\vec{F}_{B/A}$ exerted by (B) on (A).

2) Deduce that the principle of interaction is verified.

<u>Second exercise</u>: (7 points)

Characteristic of an electric component

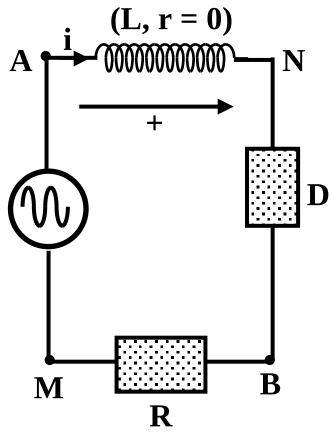


Fig.1

In order to determine the characteristic of an electric component (D), we connect up the circuit represented in figure 1.
This series circuit is composed of: the component (D), a resistor of resistance $R = 100\,\Omega$, a coil (L = 25 mH; r = 0) and an (LFG) of adjustable frequency f maintaining across its terminals a sinusoidal alternating voltage $u = u_{AM}$.

A – First experiment

We connect an oscilloscope so as to display the variation, as a function of time, the voltage u_{AM} across the generator on the channel (Y_1) and the voltage u_{BM} across the resistor on the channel (Y_2).
For a certain value of f , we observe the waveforms of figure 2.
The adjustments of the oscilloscope are:

- ✓ vertical sensitivity: 2 V/div on the channel (Y_1);
  0.5 V/div on the channel (Y_2);
- ✓ horizontal sensitivity: 1 ms/ div.

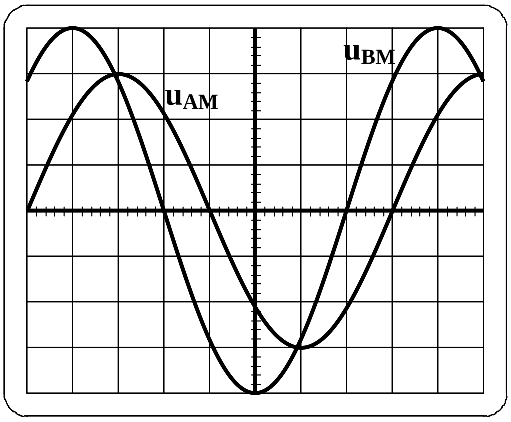


Fig.2

1) Redraw figure 1 and show on it the connections of the oscilloscope.

2) Using figure 2, determine:

a) the value of f and deduce the value of the angular frequency ω of u_{AM};
b) the maximum value U_m of the voltage u_{AM};
c) the maximum value I_m of the current i in the circuit;
d) the phase difference φ between u_{AM} and i. Indicate which one leads the other.

3) (D) is a capacitor of capacitance C. Justify.

4) Given that: $u_{AM} = U_m \sin \omega t$. Write down the expression of i as a function of time.

5) Show that the expression of the voltage across the capacitor is:

$$u_{NB} = -\frac{0.02}{250\pi C}\cos(\omega t + \frac{\pi}{4}) \quad (u_{NB} \text{ in V ; C in F ; t in s})$$

6) Applying the law of addition of voltages and by giving t a particular value, determine the value of C.

B – Second experiment

The effective voltage across the generator is kept constant and we vary the frequency f . We record for each value of f the value of the effective current I.

For a particular value $f = f_0 = \frac{1000}{\pi}$ Hz, we notice that I admits a maximum value.

1) Name the phenomenon that takes place in the circuit for the frequency $f = f_0$.

2) Determine again the value of C.

<u>Third exercise</u>: (7 points)

Nuclear reactions

Given: mass of a proton: m_p = 1.0073 u; mass of a neutron: m_n = 1.0087 u;

mass of ${}^{235}_{92}U$ nucleus = 235.0439 u; mass of ${}^{90}_{36}Kr$ nucleus = 89.9197 u;

mass of ${}^{142}_{Z}Ba$ nucleus =141.9164 u; molar mass of ${}^{235}_{92}U$ = 235 g/mole;

Avogadro's number: $N_A = 6.022\times10^{23}$ mol^{-1}; 1u = 931.5 MeV/c^2 = 1.66×10^{-27} kg; 1 MeV = 1.6×10^{-13} J.

A – Provoked nuclear reaction

As a result of collision with a thermal neutron, a uranium 235 nucleus undergoes the following reaction:

$${}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{90}_{36}Kr + {}^{142}_{Z}Ba + y\,{}^{1}_{0}n$$

1) **a)** Determine y and z .

b) Indicate the type of this provoked nuclear reaction.

2) Calculate, in MeV, the energy liberated by this reaction.

3) In fact, 7% of this energy appears as a kinetic energy of all the produced neutrons.

a) Determine the speed of each neutron knowing that they have equal kinetic energy.

b) A thermal neutron, that can provoke nuclear fission, must have a speed of few km/s; indicate then the role of the “moderator” in a nuclear reactor.

4) In a nuclear reactor with uranium 235, the average energy liberated by the fission of one nucleus is 170 MeV.

a) Determine, in joules, the average energy liberated by the fission of one kg of uranium ${}^{235}_{92}U$.

b) The nuclear power of such reactor is 100 MW. Calculate the time Δt needed so that the reactor consumes one kg of uranium ${}^{235}_{92}U$.

B – Spontaneous nuclear reaction

1) The nucleus krypton ${}^{90}_{36}Kr$ obtained is radioactive. It disintegrates into zirconium ${}^{90}_{40}Zr$, by a series of β^- disintegrations.

a) Determine the number of β^- disintegrations.

b) Specify, without calculation, which one of the two nuclides ${}^{90}_{36}Kr$ and ${}^{90}_{40}Zr$ is more stable.

2) Uranium ${}^{235}_{92}U$ is an α emitter.

a) Write down the equation of disintegration of uranium ${}^{235}_{92}U$ and identify the nucleus produced.

Given:

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

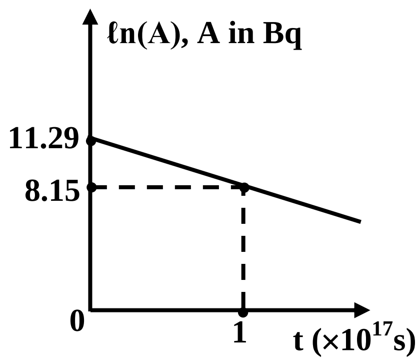
b) The remaining number of nuclei of ${}^{235}_{92}U$ as a function of time is given by: $N = N_0\, e^{-\lambda t}$ where N_0 is the number of the nuclei of ${}^{235}_{92}U$ at $t_0 = 0$ and λ is the decay constant of ${}^{235}_{92}U$.

i) Define the activity A of a radioactive sample.

ii) Write the expression of A in terms of λ, N_0 and time t.

c) Derive the expression of $\ell n(A)$ in terms of the initial activity A_0, λ and t.

d) The adjacent figure represents the variation of $\ell n(A)$ of a sample of ${}^{235}_{92}U$ as a function of time.



i) Show that the shape of the graph, in the adjacent figure, agrees with the expression of $\ell n(A)$.

ii) Using the adjacent figure determine, in s^{-1}, the value of the radioactive constant λ.

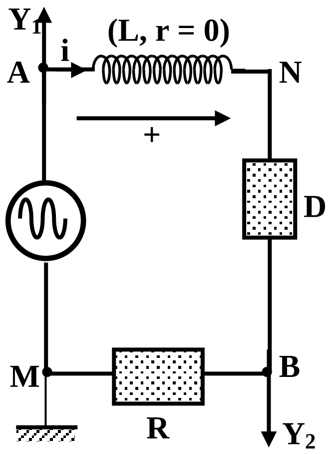
iii) Deduce the value of the radioactive period T of ${}^{235}_{92}U$.

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

First exercise (6 points)

Part of the Q	Answer	Mark
A.1.a.i	$\vec{P}_1 = m_A \vec{V}_1 = 0.4 \times (0.5\ \vec{i}) = 0.2\ \vec{i}$ (kg m/s). $\vec{P}_2 = m_A \vec{V}_2 = 0.4 \times (-0.1\ \vec{i}) = -0.04\,\vec{i}$ (kg m/s).	¾
A.1.a.ii	$\vec{P}_3 = m_B\ \vec{V}_3 = 0.6 \times (0.4\,\vec{i}) = 0.24\ \vec{i}$.	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: the linear momentum of the system [(A), (B)] is conserved during collision.	½
A.2.a	The external forces acting on the system are: The weight $\overrightarrow{m_A g}$ and the normal reaction of the air table $\vec{N}_A$. the weight $\overrightarrow{m_B g}$ and the normal reaction of the air table $\vec{N}_B$.	½
A.2.b	We have : $\overrightarrow{m_A g} + \vec{N}_A + \overrightarrow{m g_B} + \vec{N}_B = \vec{0}$ The sum of the external forces acting on the system (A, B) is thus zero.	½
A.2.c	Yes, Since the system [(A),(B)] is isolated.	¼
B.1	$KE_{before} = ½\, m_A (V_1)^2 + 0 = 0.05$ J. $KE_{after} = ½\, m_A (V_2)^2 + ½\, m_B (V_3)^2 = 0.05$ J.	1
B.2	$KE_{before} = KE_{after} \Rightarrow$ collision is elastic.	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	$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$ $\Rightarrow$ the principle of [interaction] is thus verified.	+

Second exercise (7 points)

Part of the Q	Answer	Mark
A.1		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.	+
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 leads u_{AM}	¾
A.3	i leads u_{AM} $\Rightarrow$ (D) is a capcitor	+
A.4	$i = 2\times 10^{-2}\ \sin(250\pi t + \dfrac{\pi}{4})$ (i in A and t in 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	**1.25**
B.1	Current resonance	+
B.2	$f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = 1.06\times 10^{-6}$ F	¾

Third exercise (7 points)

Part of the Q	Answer	Mark
A.1.a	Conservation of charge number: 92 + 0 = 36 + z + 0 thus z = 56 Conservation of mass number: 235 + 1 = 90 + 142 + y thus y = 4	¾
A.1.b	Fission nuclear reaction	¼
A.2	$\Delta m = [m_U + m_n] - [m_{Kr} + m_{Ba} + 4m_n]$ $= 235.0439 - [89.9197 + 141.9164 + 3\times1.0087] = 0.1817$ u $E = \Delta mc^2 = [0.1817\times931.5 \text{ Mev/c}^2]\, c^2 = 169.253$ MeV	¾
A.3.a	K.E of each neutron = $\dfrac{169.253\times\frac{7}{100}}{4}$ = 2.96 MeV = $2.96\times1.6\times10^{-13}$ K.E = 4.739×10^{-13} J K.E = ½ mV^2 then V = $\sqrt{\dfrac{2KE}{m}} = \sqrt{\dfrac{2\times4.739\times10^{-13}}{1.0087\times1.66\times10^{-27}}}$ V = 2.379×10^{7} m/s = 23790 km/s.	½
A.3.b	A moderator will help in reducing their speed so as to provoke more such reactions	¼
A.4.a	$N = \dfrac{\text{mass}}{\text{molar mass}}\times N_A = \dfrac{1000}{235}\times6.02\times10^{23} = 2.5617\times10^{24}$ nuclei. $E = 170\times1.6\times10^{-13}\times2.5617\times10^{24} = 6.97\times10^{13}$ J	½
A.4.b	$E = P\times\Delta t \Rightarrow \Delta t = \dfrac{6.97\times10^{13}}{10^{8}} = 6.97\times10^{5}$ s = 8 days	½
B.1.a	${}^{90}_{36}Kr \rightarrow {}^{90}_{40}Zr + a\,{}^{0}_{-1}\beta$ a = 4	¼
B.1.b	A non-stable nucleus decays into a more stable one thus ${}^{90}_{40}Zr$ is more stable	¼
B.2.a	${}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}X$, A = 231 and Z = 90 ⇒X is thorium	½
B.2.b.i	The activity is the number of decays per unit time	¼
B.2.b.ii	$A = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$	¼
B.2.c	$\ell n(A) = -\lambda t + \ell n(A_0)$.	½
B.2.d.i	$\ell n(A) = -\lambda t + \ell n(A_0)$ is a straight line of negative slope ⇒ compatible with the graph.	½
B.2.d.ii	λ = – slope of curve = 3.14×10^{-17} s^{-1},	½
B.2.d.iii	$\lambda = \dfrac{\ell n(2)}{T} \Rightarrow T = 22.0747\times10^{15}$s $= 7\times10^{8}$ years.	½