

Concours d'entrée (TSG)
Examen de Physique
Barème/30

9 Septembre 2025

Durée : 1H30

NB. Toutes les questions sont obligatoires

Question 1

(10 points)

On considère le circuit de la figure 1, formé d'un condensateur de capacité C , d'une résistance R très grande et une tension d'alimentation $E = 3 \text{ V}$.

Le condensateur étant non chargé, on ferme le circuit à la date $t_0 = 0$. L'évolution de l'intensité i du courant dans le circuit en fonction du temps est représentée sur la courbe de la figure 2.

1) a) Déterminer l'expression de l'intensité i du courant électrique en fonction de C et de la tension $u_c = u_{BD}$ aux bornes du condensateur.

b) En appliquant la loi d'additivité des tensions, déterminer l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c .

2) La solution de cette équation différentielle est donnée par :

$$u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}), \text{ où } \tau = RC.$$

a) Déterminer, en fonction du temps t , l'expression de l'intensité i du courant électrique.

b) Déduire à l'instant $t_0 = 0$, en fonction de E et R , l'expression de l'intensité I_0 du courant.

c) En utilisant la figure 2 :

i) calculer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique.

ii) déterminer la valeur de la constante de temps τ du circuit.

d) Déduire que $C \approx 641 \mu\text{F}$.

3) Montrer que la valeur de l'énergie électrique, emmagasinée dans le condensateur lorsqu'il est complètement chargé sous la tension E , est $W \approx 2,9 \times 10^{-3} \text{ J}$.

4) Le condensateur, complètement chargé, est déconnecté du circuit. Il se décharge ensuite dans un conducteur ohmique de même résistance R . Calculer :

a) La durée au bout de laquelle le condensateur peut être supposé complètement déchargé ;

b) la puissance moyenne mise en jeu au cours de la décharge.

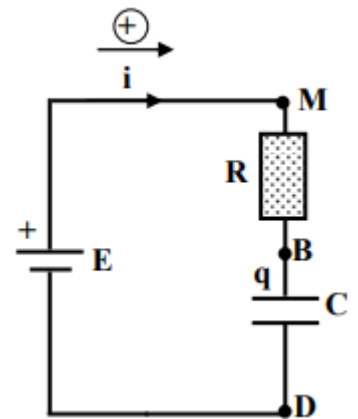


Fig.1

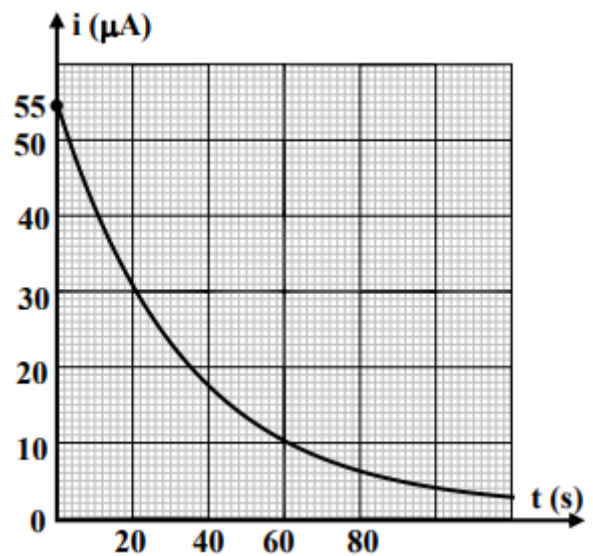


Fig.2

Question 2**(10 points)**

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 $m_B = 0,6 \text{ kg}$ (figure 3). (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.

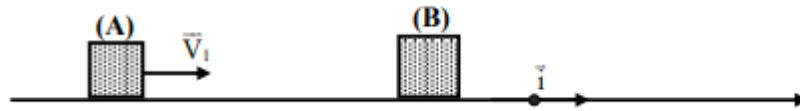


Fig.3

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 $\frac{\Delta \vec{P}}{\Delta t} \cong \frac{d\vec{P}}{dt}$.

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.

Réactions nucléaires

Données : masse d'un proton : $m_p = 1,0073 \text{ u}$; masse d'un neutron : $m_n = 1,0087 \text{ u}$;

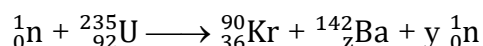
masse d'un noyau $^{235}_{92}\text{U}$: $m_U = 235,0439 \text{ u}$; masse d'un noyau $^{90}_{36}\text{Kr}$: $m_{Kr} = 89,9197 \text{ u}$;

masse d'un noyau $^{142}_{56}\text{Ba}$: $m_{Ba} = 141,9164 \text{ u}$; 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 Δt 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 β^- .

a) Déterminer le nombre de ces désintégrations β^- .

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 α .

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' $^{235}_{92}\text{U}$ à $t_0 = 0$ 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 $\ln(A)$ en fonction de l'activité initiale A_0 , λ et t .

d) La figure 4 représente la variation de $\ln(A)$ d' $^{235}_{92}\text{U}$ en fonction du temps.

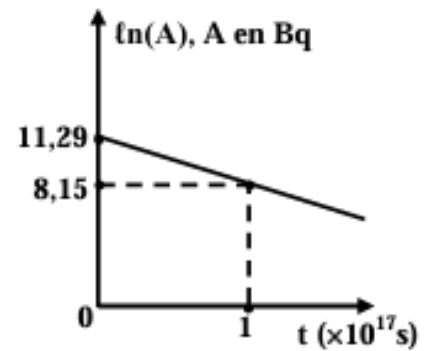


Fig.4

i) Montrer que l'allure de la courbe de la figure 4 est en accord avec l'expression de $\ln(A)$.

ii) En utilisant la courbe de la figure 4, déterminer, en s^{-1} , la valeur de λ .

iii) Dédurre la période radioactive T de $^{235}_{92}\text{U}$.