

Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur deux pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est recommandé.

Exercice 1 (7 ½ pts)

Rebondissement d'une balle

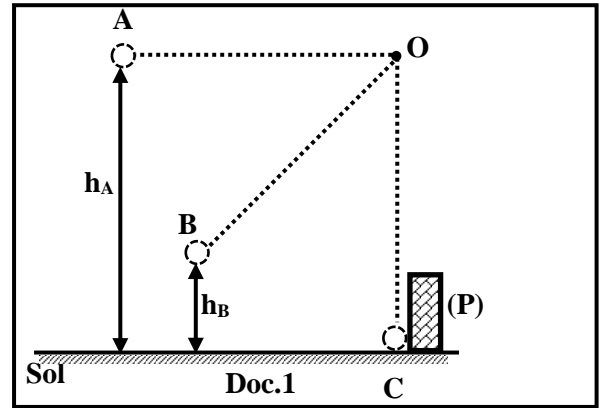
On considère une balle, assimilée à une particule (S), de masse $m = 100 \text{ g}$. (S) est suspendue à l'extrémité inférieure d'un fil inextensible, de masse négligeable, de longueur 1 m , dont l'extrémité supérieure est attachée à un point fixe O. On écarte le système [(S), fil] d'un angle de 90° de sa position d'équilibre, puis on lâche (S), sans vitesse initiale, d'un point A situé à une hauteur $h_A = 1 \text{ m}$ au-dessus du sol. (S) atteint le sol en un point C (Doc. 1).

Durant le mouvement de (S), on néglige la résistance de l'air.

Le but de cet exercice est d'étudier si (S) est convenable pour un certain jeu sportif.

Prendre :

- le plan horizontal contenant C comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur du système [(S), Terre] ;
- $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- 1) Calculer l'énergie cinétique $E_{C(A)}$ de (S) en A.
- 2) Calculer l'énergie potentielle de pesanteur $E_{pp(A)}$ du système [(S), fil, Terre] en A.
- 3) Montrer que l'énergie mécanique $E_{m(A)}$ du système [(S), fil, Terre] en A est $E_{m(A)} = 1 \text{ J}$.
- 4) Durant le mouvement de (S) entre A et C, l'énergie mécanique du système [(S), fil, Terre] est conservée. Pourquoi ?
- 5) Lorsque (S) arrive au sol en C, elle entre en collision avec une plaque (P) fixée au sol. Durant cette collision, le système [(S), fil, Terre] perd 55 % de son énergie mécanique et puis (S) rebondit et atteint une nouvelle hauteur maximale h_B .
 - 5.1) Calculer l'énergie mécanique du système [(S), fil, Terre], après la collision avec la plaque (P).
 - 5.2) Dédire que $h_B = 0,45 \text{ m}$.
- 6) Calculer le rapport $\frac{h_B}{h_A}$.
- 7) La balle (S) est convenable pour être utilisée dans un certain jeu sportif si son rapport de rebondissement $r = \frac{h_B}{h_A} = 0,54$. Dédire si (S) est convenable pour ce jeu.

Exercice 2 (6 1/2 pts)

L'âge des roches lunaires

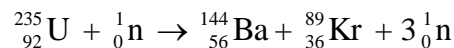
Le but de cet exercice est de déterminer l'âge des roches lunaires ramenées par les astronautes d'Apollo XI. On prélève un échantillon (A) de cette roche. Cet échantillon contient une certaine quantité de l'isotope radioactif, potassium 40 (${}^{40}_{19}\text{K}$), et on y trouve aussi le produit de sa désintégration, l'argon 40 (${}^{40}_{18}\text{Ar}$).

- 1) Définir « radioactivité ».
- 2) Indiquer la composition (nombre des protons et nombre des neutrons) du noyau de potassium ${}^{40}_{19}\text{K}$.
- 3) Une des équations de désintégration du potassium 40 est : ${}^{40}_{19}\text{K} \rightarrow {}^{40}_{18}\text{Ar} + {}^A_Z\text{X}$
Calculer Z et A en indiquant les lois utilisées.
- 4) Indiquer le nom et le symbole de la particule émise.
- 5) La période radioactive (demi-vie radioactive) du potassium 40 est : $T = 1,25 \times 10^9$ ans.
 - 5.1) Définir « période radioactive » d'une substance radioactive.
 - 5.2) On donne $m_1 = \frac{1}{8} m_0$, où m_1 est la masse de potassium 40 trouvé dans l'échantillon (A) et m_0 est la masse initiale du potassium 40 présent dans l'échantillon lorsqu'il a été formé à $t_0 = 0$.
Déterminer l'âge de cet échantillon.

Exercice 3 (6 pts)

Énergie électrique produite par une centrale nucléaire

Une centrale nucléaire produit de l'électricité à partir de l'énergie nucléaire produite à l'intérieur de ses réacteurs nucléaires. On suppose que la réaction nucléaire qui a lieu dans un réacteur est :



Données :

Particule ou Noyau	${}^1_0\text{n}$	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{144}_{56}\text{Ba}$	${}^{89}_{36}\text{Kr}$
Masse en u	1,008	234,994	143,922	88,917

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8$ m/s ; $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27}$ kg ; $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13}$ J

- 1) Cette réaction nucléaire est une réaction de fission. Justifier.
- 2) Montrer que la perte de masse au cours de cette réaction est $\Delta m = 0,139$ u.
- 3) Déterminer, en joule, l'énergie E libérée par cette réaction.
- 4) Montrer que la valeur de cette énergie en MeV est $E \cong 129,8$ MeV.
- 5) Sachant que 34 % de l'énergie nucléaire E est transformée en énergie électrique E', calculer E' en MeV.

Exercice 1 (7 ½ pts) Rebondissement d'une balle

Partie	Réponse	note
1	$E_{cA} = \frac{1}{2}mv^2 = 0 \text{ m/s}$	1
2	$E_{ppA} = mgh_A = 0,1 \times 10 \times 1 = 1 \text{ J}$	1
3	$E_{mA} = E_{cA} + E_{ppA} = 0 + 1 = 1 \text{ J}$	1
4	on néglige la résistance de l'air.	0,5
5	5.1 L'énergie mécanique restante après la collision est $E_{m'} = 0,45 \times 1 = 0,45 \text{ J}$	1
	5.2 $E_{m'} = E_{c'} + E_{pp'}$ $0,45 = 0 + mgh_{A'}$, $h_{A'} = 0,45 \text{ m}$	1
6	$r = \frac{h_{A'}}{h_A} = r = \frac{0,45}{1} = 0,45$	1
7	Non car $r \neq 0,54$	1

Exercice 2 (6 ½ pts) L'âge des roches lunaires

Partie	Réponse	Note
1	La radioactivité est la transformation spontanée d'un noyau en un autre noyau, avec émission d'une radiation radioactive	1
2	Nombre des protons $Z = 19$, nombre des neutrons $N = 21$	0,5
3	D'après la loi de conservation de nombre de masse : $40 = 40 + A$; $A = 0$	0,5
	D'après la loi de conservation de nombre de charge : $19 = 18 + Z$; $Z = 1$ ${}_{19}^{40}\text{K} \rightarrow {}_{18}^{40}\text{Ar} + {}_{+1}^0\text{X}$	0,5
4	Nom : Positron	0,5
	Symbol : ${}_{+1}^0\text{e}$	0,5
5	5.1 La demi-vie radioactive d'une substance radioactive est le temps au bout duquel la moitié de la substance radioactive s'est désintégrée.	1
	5.2 $\frac{m_i}{m_f} = 2^n$, $\frac{m_i}{\frac{1}{8}m_i} = 2^n$, $2^3 = 2^n$, $n = 3$ Par suite : $t = nT = 3 \times 1,25 \times 10^9 \text{ ans} = 3,84 \times 10^9 \text{ ans}$	2

Exercice 3 (6 pts) Énergie électrique produite par un réacteur nucléaire

Partie	Réponse	Note
1	C'est une réaction nucléaire provoquée durant laquelle un noyau lourd se divise en deux noyaux plus légers sous l'impact d'un neutron	1
2	$\Delta m = m_{\text{avant}} - m_{\text{après}} = (234,994 + 1,008) - (143,922 + 88,917 + 3 \times 1,008)$ Donc : $\Delta m = 0,139 \text{ u}$	1
3	$E = \Delta m \times c^2$ $\Delta m = 0,139 \times 1,66 \times 10^{-27} = 0,2307 \times 10^{-27} \text{ kg}$ $E = 0,2307 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 = 2,0766 \times 10^{-11} \text{ J}$	2
4	$E = 2,0766 \times 10^{-11} / 1,6 \times 10^{-13} = 129,79 \text{ MeV} \approx 129,8 \text{ MeV}$	1
5	$E' = 0,34 \times 129,8 \text{ MeV} = 44,132 \text{ MeV}$	1