

1^{ère} S - DS 4 - 1h
Chapitre 7 : Cohésion de la matière
Chapitre 8 : Radioactivité et réactions nucléaires

Toute réponse doit être rédigée avec une phrase. La clarté, la précision de l'explication ainsi que l'orthographe rentrent en compte dans la notation de votre copie.

Laisser une marge en haut et à gauche de la copie. Le barème est donné à titre indicatif.

L'usage de la calculatrice est autorisé **LES TÉLÉPHONES PORTABLES SONT INTERDITS**

EXERCICE 1 : DANS LE NOYAU (4 points)

Un noyau d'hélium est constitué de deux protons et de deux neutrons.

- | | | |
|----|--|------|
| 1. | a. Déterminer la valeur de la force électrique entre les deux protons. | /1 |
| | b. Cette interaction est-elle répulsive ou attractive ? | /0,5 |
| 2. | a. Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle entre les deux protons. | /1 |
| | b. Peut-on négliger cette force par rapport à la force électrique ? | /0,5 |
| 3. | a. Que se passe-t-il si les deux protons ne sont soumis qu'à la force non négligeable de la questions 2.b. ? | /0,5 |
| | b. Quelle interaction permet la cohésion du noyau ? | /0,5 |

Données :

- Constante de Coulomb : $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.
- Constante gravitationnelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- Charge élémentaire : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Masse du proton : $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- Rayon d'un nucléon : $r = 1,0 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

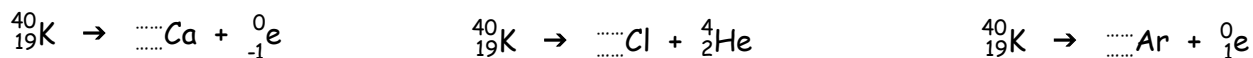
EXERCICE 2 : LE POTASSIUM 40 (4 points)

Le potassium ($Z = 19$) est naturellement présent sous la forme de deux isotopes stables : le potassium 39 (93 %) et le potassium 41 (7 %). Il en existe cependant un troisième, le potassium 40 qui est radioactif et représente 0,01167 % de la quantité de potassium qui se trouve dans la nature.

Un échantillon de 10 g de potassium naturel est placé devant un détecteur. On mesure pendant 10 minutes 184 149 désintégrations.

- | | |
|---|----|
| 1. Quelle est l'activité de cet échantillon ? | /1 |
|---|----|

On suppose que le potassium 40 peut subir une des trois désintégrations spontanées suivantes :



- | | |
|---|-------|
| 2. Compléter les trois équations ci-dessus. | /1,5 |
| 3. Donner la particule émise dans chacune de ces trois désintégrations. | /0,75 |
| 4. En déduire le type de chacune de ces trois désintégrations. | /0,75 |

EXERCICE 3 : PRODUCTION D'ÉNERGIE NUCLÉAIRE (12 points)

A- La fusion

/4,75

La fusion contrôlée se manifeste par une réaction entre les noyaux de deutérium ($Z = 1$ et $A = 2$) et de tritium ($Z = 1$ et $A = 3$). Dans cette réaction nucléaire, seul le tritium est radioactif et 90% des déchets ont une durée de vie radioactive très courte.

1. Justifier le fait que deutérium et tritium appartiennent à l'élément hydrogène. /0,5
2. Justifier le fait que cette réaction soit une fusion. /0,5
3. Écrire l'équation de fusion entre ces deux noyaux sachant qu'il se forme un neutron et un noyau noté A_ZX . Identifier le noyau inconnu et justifier le raisonnement. /1,5
4. Exprimer et calculer en J puis en MeV l'énergie libérée par cette réaction. /2,25

B- La fission

/6,25

Actuellement, les centrales nucléaires utilisent la réaction de fission de l'uranium 235 qui constitue le « combustible nucléaire ». Certains produits de fission sont des noyaux radioactifs à forte activité et restent radioactifs très longtemps.

Voici un exemple de réaction possible (à compléter) : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{139}_{54}\text{Xe} + k {}^1_0\text{n}$.

5. Compléter le nombre de neutrons formés lors de cette transformation. Justifier par des calculs. /1
6. Donner la composition du noyau de l'uranium 235. Que représente l'uranium 238 par rapport à lui ? /1
7. Cette réaction est-elle une désintégration spontanée ? Justifier. /0,5
8. Exprimer et calculer en J puis en MeV l'énergie libérée par cette réaction. /2,25
9. Dans 1 kg d'uranium 235, quelle est le nombre de noyaux présents ? En déduire l'énergie libérée par la réaction nucléaire d'un kg d'uranium. /1
10. Sachant que le pouvoir énergétique de l'essence est de $3,5 \cdot 10^7$ J par litre, combien de litres d'essence contiennent autant d'énergie qu'un kg d'uranium ? /0,5

C- Synthèse

/1

11. Conclure en indiquant les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission nucléaire pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires. /1

Données :

- Vitesse de la lumière : $c = 2,99792 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- Masses des différents noyaux et neutron :

Noyau ou particule	Masse (en kg)
Deutérium ${}^2_1\text{H}$	$3,34358 \cdot 10^{-27}$
Tritium ${}^3_1\text{H}$	$5,00736 \cdot 10^{-27}$
Hélium ${}^4_2\text{He}$	$6,64466 \cdot 10^{-27}$
Neutron ${}^1_0\text{n}$	$1,67493 \cdot 10^{-27}$
Uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$	$3,9021711 \cdot 10^{-25}$
Strontium ${}^{94}_{38}\text{Sr}$	$1,5591564 \cdot 10^{-25}$
Xénon ${}^{139}_{54}\text{Xe}$	$2,3063121 \cdot 10^{-25}$