



EXERCICE 1

L'air contient du radon 222 en quantité plus ou moins importante. Ce gaz radioactif naturel est issu des roches contenant de l'uranium et du radium. Le radon se forme par désintégration du radium (lui-même issu de la famille radioactive de l'uranium 238), selon l'équation de réaction nucléaire suivante : ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$

1- Quel est le type de radioactivité correspondant à cette réaction de désintégration? Justifier votre réponse.

2- Défaut de masse

2-1- Donner l'expression littérale du défaut de masse Δm du noyau de symbole ${}^A_Z\text{X}$ et de masse m_X

2-2- Calculer le défaut de masse du noyau de radium Ra. L'exprimer en unité de masse atomique u.

3- Écrire la relation d'équivalence masse-énergie.

4- Le défaut de masse Δm (Rn) du noyau de radon Rn vaut $3,04 \times 10^{-27}$ kg

4-1- Définir l'énergie de liaison E_l d'un noyau. Calculer, en joule, l'énergie de liaison $E_l(\text{Rn})$ du noyau de radon.

4-2- Vérifier que cette énergie de liaison vaut $1,71 \times 10^3$ MeV.

4-3- En déduire l'énergie de liaison par nucléon E_l/A du noyau de radon. Exprimer ce résultat en MeV.nucléon⁻¹.

5- Bilan énergétique.

5-1- Établir littéralement la variation d'énergie ΔE de la réaction en fonction de m_{Ra} , m_{Rn} et m_{He} , masses respectives

5-2- des noyaux de radium, de radon et d'hélium. Exprimer ΔE en joule.

Données :

$1u = 1,66054 \times 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/C² ; soit $1 \text{ MeV} = 1,60 \times 10^{-13}$ J

Nom du noyau ou de la particule	Radon	Radium	Hélium	Neutron	Proton
Symbole	${}^{222}_{86}\text{Rn}$	${}^{226}_{88}\text{Ra}$	${}^4_2\text{He}$	${}_0^1n$	${}_1^1p$
Masse (en μ)	221,970	225,977	4,001	1,009	1,007

EXERCICE 2

Dans une centrale nucléaire, les noyaux d'uranium ${}^{235}_{92}\text{U}$ subissent la fission sous le choc d'un neutron lent. Un des nombreux processus possibles conduit à la formation d'un noyau de lanthane ${}^{144}_{57}\text{La}$, d'un noyau de brome ${}^{88}_{35}\text{Br}$ et de plusieurs neutrons.

1- Définissez l'énergie de liaison d'un noyau.

2- Donnez l'expression littérale qui permettra son calcul.

3- Calculez, en MeV, l'énergie de liaison d'un noyau ${}^{235}_{92}\text{U}$

4- Calculez l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau.

5- Écrivez l'équation de la réaction de fission étudiée.

6- Exprimez l'énergie libérée par la fission d'un noyau ${}^{235}_{92}\text{U}$ en fonction des énergies de liaison par nucléon du noyau père et des noyaux fils et calculez la valeur de cette énergie en MeV.

7- Dans le cœur de la centrale, de nombreuses autres réactions de fission du noyau ${}^{235}_{92}\text{U}$ se produisent. La perte de masse est, en moyenne, de 0,200 u par noyau.

7-1- Calculez, en MeV, l'énergie moyenne libérée par la fission d'un noyau. Ce résultat est-il en concordance avec celui de la question 6 ?

7-2- Calculez, en joule, l'énergie moyenne libérée par une mole de noyaux ${}^{235}_{92}\text{U}$

7-3- Dans une centrale nucléaire, l'énergie nucléaire est transformée en énergie électrique. Une centrale fournit une puissance électrique moyenne $P_e = 1000$ MW avec un rendement $r = 25\%$.

7-3-1- Quelle est sa puissance nucléaire P_n consommée ?

7-3-2- Quelle est, en joule, l'énergie nucléaire consommée chaque année ?

7-3-3- Quelle est, en tonne, la masse d'uranium 235 consommée annuellement ?

Données :

- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹

- $1\mu = 1,66055 \cdot 10^{-27}$ kg et $1\text{MeV} = 1,602 \cdot 10^{-13}$ J

- Masse d'un proton : $m(p) = 1,0073\mu$ / Masse d'un neutron : $m(n) = 1,0087\mu$

- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 2,998 \times 10^8$ m.s⁻¹

- Masse du noyau d'uranium 235 : $m({}^{235}_{92}\text{U}) = 235,0134\mu$

- Energies de liaison par nucléon :

$E_l/A({}^{144}_{57}\text{La}) = 8,28$ MeV/nucléon / $E_l/A({}^{88}_{35}\text{Br}) = 8,56$ MeV/nucléon