2003 Antilles *calculatrice autorisée* **(5,5 points)**

RADIOACTIVITÉ DANS LA FAMILLE DE L'URANIUM

Données (valables pour tout l'exercice)

Unité de masse atomique	u = 1,660 54 × 10^{-27} kg
Énergie de masse de l'unité de masse atomique	E = 931,5 MeV
Électronvolt	1 eV = 1,60 × 10^{-19} J
Megaélectronvolt	1 MeV = 1×10^{6} eV
Célérité de la lumière dans le vide	c = 3,00 × 10^{8} m.s^{-1}

Nom du noyau ou de la particule	Radon	Radium	Hélium	Neutron	Proton	Électron
Symbole	$^{222}_{86}Rn$	$^{226}_{88}Ra$	$^{4}_{2}He$	$^{1}_{0}n$	$^{1}_{1}p$	$^{0}_{-1}e$
Masse (en u)	221,970	225,977	4,001	1,009	1,007	5,49 × 10^{-4}

1. Désintégration du radium

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 :

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$$

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

1.2. Défaut de masse

Donner l'expression littérale du défaut de masse Δm du noyau de symbole $^{A}_{Z}X$ et de masse m_X

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

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

1.4. Le défaut de masse Δm(Rn) du noyau de radon Rn vaut 3,04 × 10^{-27} kg

Définir l'énergie de liaison E_l d'un noyau.

Calculer, en joule, l'énergie de liaison E_l(Rn) du noyau de radon.

Vérifier que cette énergie de liaison vaut 1,71×10^{3} MeV.

En déduire l'énergie de liaison par nucléon E_l/A du noyau de radon.
Exprimer ce résultat en MeV.$nucléon^{-1}$.

1.5. Bilan énergétique.

Établir littéralement la variation d'énergie ΔE de la réaction (1) en fonction de m_{Ra}, m_{Rn} et m_{He} , masses respectives des noyaux de radium, de radon et d'hélium.

Exprimer ΔE en joule.

2. Fission de l'uranium 235.

À l'état naturel, l'élément uranium comporte principalement les isotopes $^{238}_{92}U$ et $^{235}_{92}U$.
Dans une centrale nucléaire "à neutrons lents", le combustible est de l'uranium « enrichi ».
Lors de la fission d'un noyau d'uranium 235, un grand nombre de réactions sont possibles.
Parmi celles-ci, il y en a une qui donne les noyaux de zirconium et de tellure, dont les symboles des noyaux sont $^{99}_{40}Zr$ et $^{134}_{52}Te$.

2.1. Définir le terme "isotope"

2.2. Intérêt énergétique de la fission

Donner la définition de la fission.

Écrire la réaction de fission d'un noyau d'uranium 235 bombardé par un neutron, conduisant à la formations de Zr et de Te.

Les noyaux U, Zr et Te sont placés sur la courbe d'Aston (**Annexe à rendre avec la copie**).
À partir de cette courbe, dégager l'intérêt énergétique de cette réaction de fission

3. Désintégration du noyau Zr.
Le noyau Zr issu de la fission du noyau d'uranium est instable. Il se désintègre au cours d'une désintégration β^- en donnant le noyau de niobium Nb.

3.1. Donner la définition de la radioactivité β^- .

3.2. Écrire l'équation de désintégration du noyau Zr.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

