

**Noyau , énergie et masse**

$m({}_0^1n) = 1,00866u$  ;  $m({}_1^1p) = 1,00728u$  ;  $m(\beta) = 5,48579.10^{-4}u$  ;  $1MeV = 1,6022.10^{-13}J$  ; Unité de masse atomique :  $1u = 1,66055.10^{-27}kg = 931,5MeV/c^2$  ; Constante d'Avogadro  $N_A = 6,022.10^{23}mol^{-1}$  ;

**Exercice 1 :La désintégration d'un nucléide**

La désintégration du nucléide  ${}_{17}^{36}Cl$  donne naissance au nucléide  ${}_{18}Ar$ .

1. Donner la composition du noyau 36
2. Calculer en MeV l'énergie de liaison du noyau du chlore 36. Masse de Chlore 36  $M(Cl) = 35,9590$  g/mol

**Exercice 2 :l'énergie de liaison**

Masse du noyau du Radon 222 :  $221,9703u$  , De la désintégration de l'Uranium  ${}_{92}^{238}U$  , résulte le Radon  ${}_{86}Rn$  et des particules  $\alpha$  et  $\beta^-$ .

1. Donner la composition du noyau  ${}_{86}^{222}Rn$ .
2. Calculer en (MeV) l'énergie de liaison du noyau  ${}_{86}^{222}Rn$ .
3. Déterminer le nombre de désintégration de type  $\alpha$  et de type  $\beta^-$  produites par cette transformation nucléaire

**Exercice 3 :l'énergie de liaison par nucléon**

Masse du noyau d'Uranium 238 :  $238,00031u$  , Masse du noyau du Plomb 206 :  $205,92949u$

Energie de liaison par nucléon du Plomb 206 :  $\mathcal{E}(Pb) = 7,87MeV/nucléon$

Calculer l'énergie de liaison par nucléon de l'Uranium 238, et vérifier que le noyau  ${}_{82}^{206}Pb$  est 238 plus stable que le noyau  ${}_{92}^{238}U$

**Exercice 4 :La désintégration du noyau de cobalt**

La désintégration du noyau de cobalt  ${}_{27}^{60}Co$  donne un noyau de nickel  ${}_{28}Ni$  et une particule X.

La masse du noyau  ${}_{27}^{60}Co$ :  $59,91901u$  , La masse du noyau  ${}_{28}^{60}Ni$  :  $59,91543u$ .

L'énergie de liaison par nucléon du noyau  ${}_{28}^{56}Ni$  :  $8,64MeV/nucléon$

1. Identifier la particule X, puis déterminer le type de désintégration du cobalt 60.
2. Calculer, en MeV, l'énergie libérée  $E_{lib}$  au cours de cette désintégration.
3. Déterminer, en MeV/nucléon, l'énergie de liaison par nucléon  $\mathcal{E}$  du noyau  ${}_{28}^{60}Ni$  , puis déduire parmi les deux noyaux  ${}_{28}^{60}Ni$  et  ${}_{28}^{56}Ni$ , lequel est le plus stable.

*Exercices Supplémentaires*

**Exercice 5 : Application de la radioactivité dans la médecine**

L'histoire de la médecine nucléaire a toujours été liée au progrès de la physique nucléaire. Dans plusieurs cas la médecine nucléaire consiste à injecter des produits radioactifs dans le corps humain pour diagnostiquer et remédier à la maladie. L'isotope  $^{99}_{43}\text{Tc}$  du technétium est parmi les noyaux les plus utilisés dans le domaine de la médecine à cause de sa durée de vie courte, ses effets radioactifs minimal, son coût très bas, et la facilité de sa mise à disposition des médecins. Cet exercice a pour but l'étude d'une des utilisations du technétium dans le domaine médical.

- Énergie de liaison :

$$E_L(^{99}_{43}\text{Tc}) = 852,53 \text{ MeV} ; E_L(^{97}_{43}\text{Tc}) = 836,28 \text{ MeV}$$

- La demi-vie du technétium  $^{99}_{43}\text{Tc}$  est  $t_{1/2} = 6 \text{ h}$ .

1. Les noyaux  $^{99}_{43}\text{Tc}$  et  $^{97}_{43}\text{Tc}$  sont deux isotopes de Technétium.

1.1. Donner la composition de l'isotope  $^{99}_{43}\text{Tc}$  du noyau de technétium.

1.2. Quel est le noyau le plus stable ? Justifier votre réponse.

1.3. Le technétium  $^{99}_{43}\text{Tc}$  est produit par la désintégration d'un noyau du molybdène  $^{99}_{42}\text{Mo}$ , préciser le type de la désintégration radioactive.

2. Le technétium  $^{99}_{43}\text{Tc}$  est utilisé dans le domaine de la radiologie, on injecte à un malade une dose de technétium  $^{99}_{43}\text{Tc}$  puis on prend les clichés de ces os.

À l'instant  $t_0 = 0$  on injecte à un patient une dose d'activité radioactive  $a_0 = 5.10^8 \text{ Bq}$ , puis on prend une image-radio des os à l'instant  $t_1$ , l'activité radioactive devient  $a_1 = 0,6a_0$ .

2.1 Vérifier que la valeur de la constante d'activité radioactive du technétium  $^{99}_{43}\text{Tc}$  est  $\lambda = 3,21.10^{-5} \text{ s}^{-1}$ .

2.2 Déterminer la valeur  $N_0$ , le nombre de noyaux injectés dans le corps à l'instant  $t_0 = 0$ . 2.3 Déterminer en heure (h) la valeur de  $t$ .

**Exercice 6 : La radioactivité dans le tabac**

Le tabac est l'une des causes principales du cancer du poumon, cette cause est dû essentiellement à des effets chimiques et peu de rayonnement nucléaire car le tabac contient l'isotope  $^{210}_{84}\text{Po}$  de l'élément polonium radioactif

| Le noyau                            | Thallium               | Hélium          | Plomb                  | Bismuth                | Polonium               |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Le symbole                          | $^{206}_{81}\text{Tl}$ | $^4_2\text{He}$ | $^{206}_{82}\text{Pb}$ | $^{209}_{83}\text{Bi}$ | $^{210}_{84}\text{Po}$ |
| Masse du noyau (u)                  | 205,9317               | 4,0015          | 205,9295               | 208,9348               | 209,9368               |
| $t_{1/2}$ du $^{210}_{84}\text{Po}$ |                        |                 |                        |                        | 138 jours              |

1. Le noyau du polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  est radioactif  $\alpha$ . Écrire l'équation de désintégration du noyau du polonium en déterminant le noyau fils.

2. Vérifier que la constante radioactive du noyau polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  est  $\lambda = 5,81.10^{-8} \text{ s}^{-1}$ .

3. On dispose d'un échantillon radioactif du polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  son activité à l'instant  $t$  est  $a_0 = 10^{-1} \text{ Bq}$

3.1. Déterminer la valeur de  $N$  le nombre de noyaux de polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$  dans l'échantillon à l'instant  $t$ .

3.2. Calculer en MeV, la valeur de l'énergie libérée  $E_{\text{libérée}}$  durant la désintégration de  $N$  noyaux de polonium  $^{210}_{84}\text{Po}$