

Exercice 1

L'élément gallium Ga ($Z=31$) possède deux isotopes stables ^{69}Ga et ^{71}Ga .

1. Déterminer les valeurs approximatives de leurs abondances naturelles sachant que la masse molaire atomique du gallium est de $69,72 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

2. Pourquoi le résultat n'est-il qu'approximatif ?

Corrigé exercice 1

1. Les deux isotopes de gallium Ga ($Z=31$) sont notés (1) pour ^{69}Ga et (2) pour ^{71}Ga .

On a le système d'équation :

$$M = x_1 M_1 + x_2 M_2 \text{ avec } M_1 = A_1 = 69 \text{ et } M_2 = A_2 = 71$$

$$69,72 = 69 x_1 + 71 x_2 \text{ avec } x_1 + x_2 = 1$$

$$69,72 = 69 x_1 + 71 (1 - x_1)$$

$$x_1 = 0,64 \quad \text{et} \quad x_2 = 0,36$$

64 % de ^{69}Ga et 36 % de ^{71}Ga

2. L'élément naturel est composé de plusieurs isotopes en proportion différente. Sa masse molaire étant la somme de ces proportions molaires, elle ne peut être un nombre entier. Elle n'est donc pas strictement égale au nombre de masse car ce dernier est un nombre entier pour chaque isotope.

Exercice 2

1. Le noyau de l'atome d'azote N ($Z=7$) est formé de 7 neutrons et 7 protons. Calculer en u.m.a en g et en Kg la masse théorique de ce noyau. La comparer à sa valeur réelle de $14,007515 \text{ u.m.a}$. Calculer l'énergie de liaison par nucléons de ce noyau en J et en MeV.

2. Calculer la masse atomique de l'azote naturel sachant que :

^{14}N a une masse de $14,007515 \text{ u.m.a}$ et une abondance isotopique de 99,635%.

^{15}N a une masse de $15,004863 \text{ u.m.a}$ et une abondance isotopique de 0,365%.

Donnés :

$$m_p = 1,007277 \text{ u.m.a.}$$

$$m_n = 1,008665 \text{ u.m.a.}$$

$$m_e = 9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$N = 6,023 \cdot 10^{23}$$

Corrigé exercice 2

1. Masse théorique du noyau :

$$m_{\text{théo}} = 7.1,008665 + 7.1,007277 = 14,111594 \text{ u.m.a}$$

$$1 \text{ u.m.a} = 1/\mathcal{N}(\text{g})$$

$$m_{\text{théo}} = 14,111594/\mathcal{N} = 2,342951021 \cdot 10^{-23} \text{ g} = 2,34295 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

La masse réelle du noyau est inférieure à sa masse théorique, la différence Δm ou défaut de masse correspond à l'énergie de cohésion du noyau.

Défaut de masse : $\Delta m = 14,111594 - 14,007515 = 0,104079 \text{ u.m.a/noyau} = 1,72802589 \cdot 10^{-28} \text{ kg/noyau}$
 $\Delta m = 0,104079 \text{ g/ mole de noyaux}$

Energie de cohésion : $E = \Delta m c^2$ (d'après la relation d'Einstein : équivalence masse – énergie)

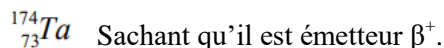
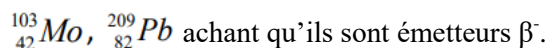
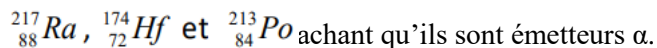
$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = 1,7280 \cdot 10^{-28} (3 \cdot 10^8)^2 = 15,552 \cdot 10^{-12} \text{ J/noyau} = 9,72 \cdot 10^7 \text{ eV/noyau}$$

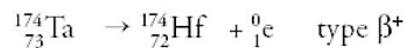
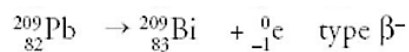
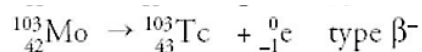
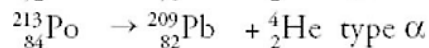
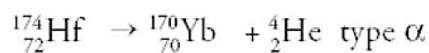
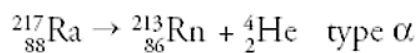
2. $M_{\text{azote naturel}} = (99,635/100 \times 14,007515) + (0,365/100 \times 15,004863)$
 $= 14,01 \text{ g.mol}^{-1}$

Exercice 3

Ecrire les réactions de désintégrations des noyaux suivants :



Corrigé exercice 3



Exercice 4

Par radioactivité naturelle, le radium ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ se transforme en gaz inerte et en radon ${}_{86}^{222}\text{Rn}$. Une désintégration de 35,38% de radium a lieu tous les 1000 ans.

- a. Déterminer la constante radioactive de cette transformation et la période T.
 b. Quelle est la masse du radium dont l'activité est de 1Ci ?

Donné : $N_A = 6,023 \times 10^{23}$ atomes/mol

Corrigé exercice 4

- a. Déterminer la constante radioactive

$^{226}_{88}\text{Ra}$ radium ; $^{222}_{86}\text{Rn}$ radon Une désintégration de 35,38 % $\implies 100 - 35,38 = 64,62$ %

Loi de désintégration $N_t = N_0 e^{-\lambda t}$, avec N_t : nombre de noyaux restant, N_0 : nombre de noyaux initial

$N_0 - N_t$: nombre de noyaux désintégrés = 35,3 %

On a $N_t = N_0 e^{-\lambda t} \implies \ln N_t/N_0 = -\lambda t \implies \ln N_0/N_t = \lambda t$

$\implies \lambda = (1/t) \cdot \ln N_0/N_t = (1/1000) \cdot \ln 100/64,62 = 0,436 \times 10^{-3} \text{ ans}^{-1}$

La période $T = \ln 2/\lambda = \ln 2/0,436 \times 10^{-3} = 1589,8 \text{ ans}$.

- b. Masse du radium $^{226}_{88}\text{Ra}$ radium ;

$A_0 = \lambda N_0$ 1 Ci = $3,7 \times 10^{10}$ dps

$\lambda N = 3,7 \times 10^{10} \text{ dps} \implies N = 3,7 \times 10^{10}/\lambda$

226 g de Ra $\rightarrow N_A$ atomes $m = 226 N/N_A$

m (g) $\rightarrow N$

Donc :

$m = (3,7 \times 10^{10}/\lambda \text{ (s}^{-1})) \times 226/N_A = (3,7 \times 10^{10}/0,436 \times 10^{-3} \times (365 \times 24 \times 60 \times 60)) \times 226/6,023 \times 10^{23} = 1 \text{ g}$

Exercice 5

- I. Un noyau radioactif a une demie-vie de 1 s.

1. Calculer sa constante de désintégration radioactive λ .
2. À un instant donné, un échantillon de cette substance radioactive a une activité de $11,1 \cdot 10^7$ désintégrations par seconde. Calculer le nombre moyen de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon à cet instant.

II- Une substance radioactive dont la demie-vie est de 10 s émet initialement $2 \cdot 10^7$ particules α par seconde.

1. Calculer la constante de désintégration de la substance.
2. Quelle est l'activité de cette substance?
3. Initialement, combien y a-t-il en moyenne de noyaux radioactifs ?
4. Combien restera-t-il en moyenne de noyaux radioactifs après 30 s?
5. Quelle sera alors l'activité de la substance?

Corrigé exercice 5

I - Un noyau radioactif a une demie-vie de 1 s.

1. Calculer sa constante de désintégration radioactive λ .

$$\lambda = \ln 2 / T = \ln 2 / 1 = 0,693 \text{ s}^{-1}$$

2. À un instant donné, un échantillon de cette substance radioactive a une activité de $11,1 \cdot 10^7$ désintégrations par seconde. Calculer le nombre moyen de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon à cet instant.

$$N = A / \lambda = 11,1 \cdot 10^7 / 0,693 = 1,60 \cdot 10^8 \text{ noyaux}$$

II - Une substance radioactive dont la demie-vie est de 10 s émet initialement $2 \cdot 10^7$ particules α par seconde.

1. Calculer la constante de désintégration de la substance.

$$\lambda = \ln 2 / T = \ln 2 / 10 = 0,0693 \text{ s}^{-1}$$

2. Quelle est l'activité de cette substance?

$$A = 2 \cdot 10^7 \text{ Bq} \quad (1 \text{ particule alpha émise correspond à 1 noyau de la substance désintégré})$$

3. Initialement, combien y a-t-il en moyenne de noyaux radioactifs ?

$$N_0 = A / \lambda = 2 \cdot 10^7 / 0,0693 = 2,89 \cdot 10^8 \text{ noyaux}$$

4. Combien restera-t-il en moyenne de noyaux radioactifs après 30 s?

$$\text{Après 30s c'est-à-dire 3 périodes, il restera } N = N_0 / 2^3 = 3,97 \cdot 10^6 \text{ noyaux}$$

5. Quelle sera alors l'activité de la substance?

$$A = \lambda \cdot N = 2,75 \cdot 10^5 \text{ Bq} = 275 \text{ kBq}$$