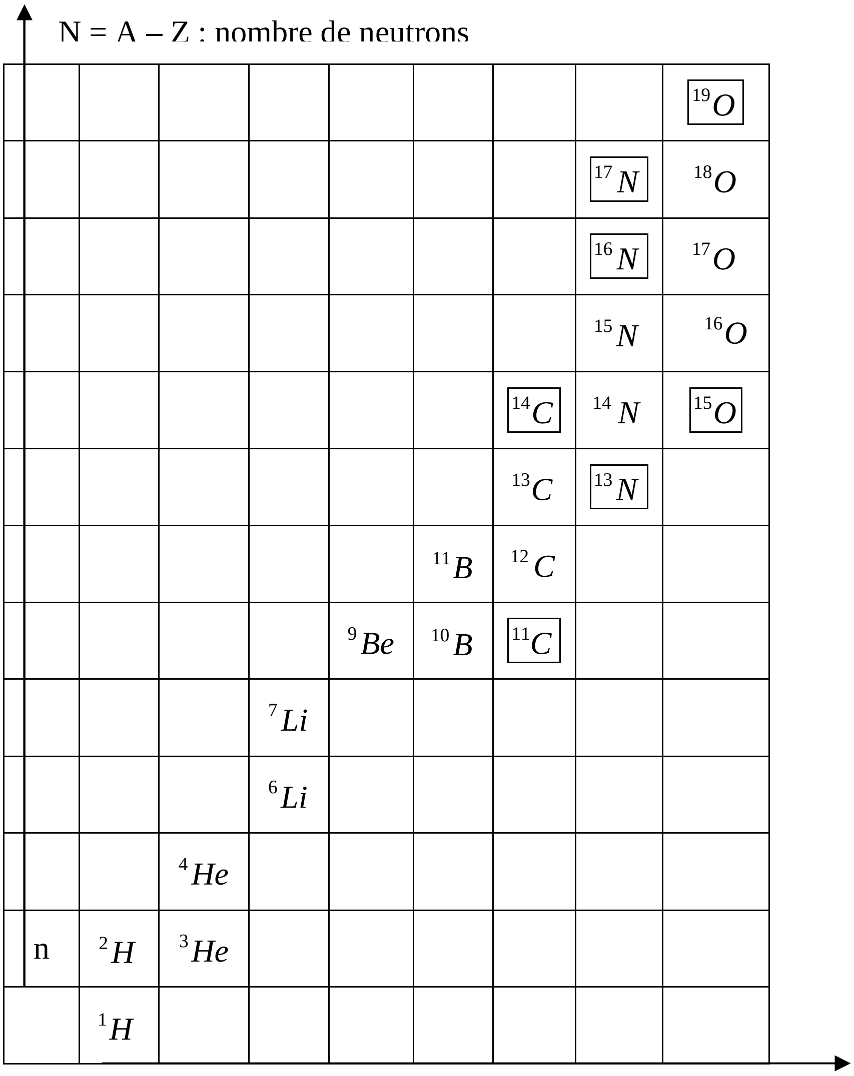
Correction des exercices chapitre 4

Exercice n° 19 p 93 :

a. Les noyaux stables sont disposés en diagonale.
b. Voir graphique :



c. Les noyaux radioactifs β- sont ^{14}C ^{16}N ^{17}N ^{19}O .
   Les noyaux radioactifs β+ sont ^{11}C ^{13}N ^{15}O .
   Ce qui caractérise chacune des deux catégories est la nature de la particule émise lors de la désintégration de ces noyaux instables.

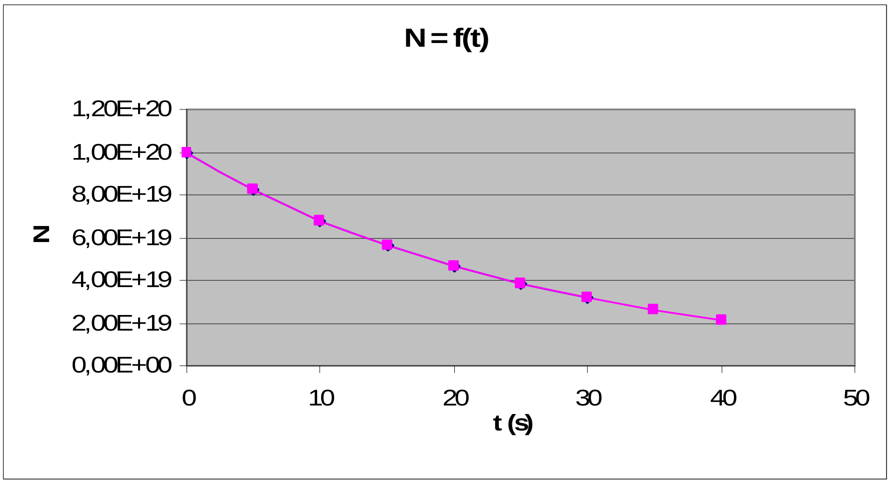
d. Désintégration du carbone 14 : $^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$
   On rejoint la vallée de stabilité en se décalant sur la droite du graphique en émettant un électron.

e. Désintégration de l'azote 13 : $^{13}_{7}N \rightarrow ^{13}_{6}C + ^{0}_{1}e$
   On rejoint la vallée de stabilité en se décalant sur la gauche du graphique en émettant un positon.

Exercice n°9 p 108 :

a. Désintégration du néon 19 : ${}^{19}_{10}Ne \rightarrow {}^{19}_{11}Na + {}^{0}_{-1}e$

b. Graphique N = f(t) :



c. $N(t = 12) = 6.31*10^{19}$
$N(t = 0\text{-}12) = N_0 - N(t = 12) = 1.00*10^{20} – 6.31*10^{19} = 3.69*10^{19}$
$N(t = 12\text{-}24) = N(t = 12) – N(t = 24) = 6.31*10^{19} – 3.99*10^{19} = 2.32*10^{19}$

d. On cherche $t_{1/2}$ tel que $N(t_{1/2}) = N_0/2$. On trouve : $t_{1/2} = 18$ s

Exercice n°14 p 109 :

a. Une particule β^- est un électron.

b. Les lois de conservation à respecter sont que A et Z sont invariants lors d'une désintégration nucléaire :

$${}^{212}_{82}Pb \rightarrow {}^{212}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}e$$

c. Cela signifie qu'au bout de 10.6 heures, la moitié des noyaux de plomb présents au départ se seront désintégrés.

d. Au bout de $3t_{1/2}$, il reste un nombre de noyau correspondant à $N_0/8$. Donc pour la masse de plomb restante :

$$10/8 = 1.25 \text{ g.}$$

Exercice n°19 p 110 :

a. Le noyau ${}^{14}_{6}C$ contient 6 protons et 8 neutrons. Le noyau ${}^{12}_{6}C$ contient 6 protons et 6 neutrons. On appelle ces noyaux des isotopes.

b. Les lois de conservation sont celles du nombre de masse A et du numéro atomique Z lors d'une désintégration nucléaire. ${}^{1}_{0}n + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$

La particule qui accompagne le noyau de carbone est un positon.

c. Le rayonnement β^- est un rayonnement composé d'électrons.

$${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$$

d. La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux présents au départ se sont désintégrés.
La demi-vie du carbone 14 est de 5570 ans.

e. On sait d'après la loi de décroissance radioactive on a : $N = N_0 \times e^{-\lambda t}$ d'où $t = -\frac{1}{\lambda}\ln\frac{N}{N_0} = -\frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln\frac{N}{N_0}$

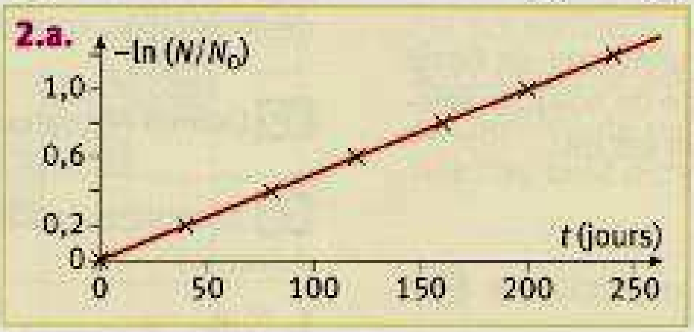
Avec dans cet exercice $N_0 = \frac{1}{10^{12}}$ et $N = \frac{1}{8*10^{12}}$. Remplaçons :

$$t = -\frac{5570}{\ln 2}\ln\frac{10^{12}}{8*10^{12}} = 16\,715 \text{ ans}$$

(on a remplacé les nombre de noyau radioactif de carbone 14, par leur proportion par rapport au noyau de carbone 12 stable. Cela revient au même puisque l'on évalue la quantité de carbone 14 qui a disparue)

<u>Exercice hors livre :</u>

1. L'équation de la désintégration α proposée ici est de la forme : ${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}Y$.
Conservation du nombre de nucléons : $210 = 4 + A$, soit $A = 210 - 4 = 206$.
Conservation de la charge électrique : $84 = 2 + Z$, soit $Z = 84 - 2 = 82$.
Le numéro atomique 82 correspond à l'élément plomb. Le noyau fils obtenu ici est donc : ${}^{206}_{82}Pb$. L'équation s'écrit ainsi : ${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{206}_{82}Pb$.



b. La loi de décroissance radioactive s'exprime par : $N = N_0\, e^{-\lambda t}$, soit :

$$N/N_0 = e^{-\lambda t}.$$

En prenant les logarithmes de l'expression : $\ln(N/N_0) = -\lambda t$ d'où :

$$\lambda = -\ln(N/N_0)/t$$

λ correspond donc au coefficient directeur de la droite tracée à la question 2.a. En considérant les points A(0 ; 0) et B(1,00 ; 200), on obtient :

$$\lambda = (1{,}00 - 0)/(200 - 0) = 1{,}00/200 \text{ j}^{-1}.$$

Avec 1 j = 86 400 s, on obtient : $\lambda = 1{,}00/(200 \times 86\,400) = 5{,}8 \cdot 10^{-8}\ s^{-1}$.

c. La demi-vie est égale à la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initialement présents se sont désintégrés.

$$t_{1/2} = \ln 2/\lambda = \ln 2/5{,}79 \cdot 10^{-8} = 1{,}2 \cdot 10^{7} \text{ s}.$$

Soit en jours : $t_{1/2} = 1{,}20 \cdot 10^{7}/86400 = 140$ jours.

3.a. En utilisant la loi de décroissance radioactive (cf. 2.b.), on a :
$A(t) = \left|\frac{dN}{dt}\right| = |-\lambda N_0 e^{-\lambda t}| = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$. À la date $t = 0$, on obtient $A_0 = \lambda N_0$.
b. Pour $N_0 = 2{,}00 \cdot 10^{14}$, $A_0 = 5{,}79 \cdot 10^{-8} \times 2{,}00 \cdot 10^{14} = 1{,}2 \cdot 10^{7}$ Bq.