

TD n° 2 de Physique Nucléaire
Filières : SMP-S5

Exercice 1 : La demi-vie du phosphore $^{32}_{14}\text{P}$ est égale à 14,3 jours.

- 1.) Calculer sa constante radioactive λ .
- 2.) Calculer la masse d'un échantillon de $^{32}_{14}\text{P}$ pur ayant une activité de $1,20 \cdot 10^{16} \text{Bq}$. Soient N_0 et N les nombres de noyaux $^{32}_{14}\text{P}$ présents dans l'échantillon aux instants respectifs $t_0 = 0$ et $t > 0$ et m_0 et m les masses correspondantes.
- 3.) Montrer que: $\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}$
- 4.) Quelle sera la masse de phosphore 32 dans cet échantillon au bout de 40,0 jours ?

Exercice2 : L'uranium est un élément chimique radioactif présent à l'état naturel en quantité significative sur Terre. Il est essentiellement utilisé comme combustible dans les centrales nucléaires. Les abondances naturelles des isotopes de l'uranium sont de 99,28% de $^{238}_{92}\text{U}$ ($T_{1/2} = 4,510^9 \text{ans}$) et de 0,72% de $^{235}_{92}\text{U}$ ($T_{1/2} = 7,0410^8 \text{ans}$). $^{235}_{92}\text{U}$ se transforme en un noyau de plomb 207 ($^{207}_{82}\text{P}$), stable, par une série de désintégrations successives. Une roche contient 3 noyaux de $^{207}_{82}\text{P}$ pour un noyau de $^{235}_{92}\text{U}$. Quel est l'âge de la roche en supposant que la totalité du $^{207}_{82}\text{P}$ provient de $^{235}_{92}\text{U}$.

Exercice3 : Un échantillon radioactif est constitué de deux isotopes du strontium 85 ($^{85}_{38}\text{Sr}$) et ($^{90}_{38}\text{Sr}$). Sachant que l'échantillon contient une mole de l'isotope $^{85}_{38}\text{Sr}$ ($T_{1/2} = 64$ jours) et une mole de l'isotope $^{90}_{38}\text{Sr}$ ($T_{1/2} = 28,5$ ans), calculer le temps au bout duquel les activités des deux isotopes sont égales, ainsi que l'activité massique de l'échantillon à ce moment-là.

Exercice4 : Une source radioactive est faite d'un mélange de 2 nuclides radioactifs dont les activités initiales sont identiques. Un nuclide se désintègre à une période de 6 mois et l'autre avec une période de 4 mois. Quelle fraction d'activité initiale reste-t-il après une année ?

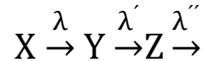
Exercice5 : Le potassium nature ($^{40}_{19}\text{K}$), c'est un isotope radioactif qui se désintègre en gaz Argon $^{40}_{18}\text{Ar}$. La datation par le couple $^{40}_{19}\text{K} - ^{40}_{18}\text{Ar}$ est une méthode de datation radiométrique qui permet de déterminer l'âge d'un échantillon de roche. Pour déterminer l'âge des cailloux lunaires rapportés par les astronautes d'Apollo XI, on a mesuré les quantités relatives de $^{40}_{19}\text{K}$ et de son produit de décomposition, $^{40}_{18}\text{Ar}$, qui est en général retenu par la roche. Un échantillon contenait $8,2 \times 10^{-3} \text{mL}$ de $^{40}_{18}\text{Ar}$ gazeux et $1,66 \times 10^{-6} \text{g}$ de $^{40}_{19}\text{K}$. Le volume molaire dans les conditions de la mesure est de 22,4 L/mol.

- 1.) Calculer les quantités (en mol) de $^{40}_{19}K$ et $^{40}_{18}Ar$ contenus dans l'échantillon rapporté.
- 2.) Déterminer la quantité de $^{40}_{19}K$ contenu dans l'échantillon, au moment de la formation de la roche, sachant qu'il n'y avait alors aucune trace de $^{40}_{18}Ar$.
- 3.) Proposer une méthode permettant de calculer l'âge de ces cailloux ($T_K = 1,310^9$ ans)

On donne : $\frac{1}{2^{3,3}} \approx 1,0210^{-1}$

Exercice 6 :

On considère la filiation radioactive suivante :



λ, λ' et λ'' sont respectivement les constants de désintégration de X, Y et Z.

On suppose qu'à l'instant $t = 0, N_X^0 \neq 0$ et $N_Y^0 = N_Z^0 = 0$.

- 1.) Déterminer les nombres de noyaux $N_X(t), N_Y(t)$ et $N_Z(t)$ présents à l'instant $t > 0$.
 - 1.1) Donner l'interprétation physique de chaque terme du résultat.
- 2.) Etudier l'évolution temporelle du rapport des activités $\frac{A_Y(t)}{A_X(t)}$ dans les cas suivants:

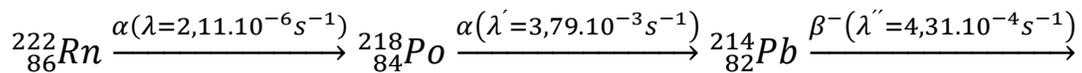
$$\lambda > \lambda'; \lambda \gg \lambda'; \lambda < \lambda'; \lambda \ll \lambda' \text{ et } \lambda \approx \lambda'$$

- 3.) Montrer, dans le cas : $\lambda \ll \lambda'$ et $\lambda \ll \lambda''$, que pour un temps « t » court par rapport aux périodes des radioéléments Y et Z, l'activité du corps Z peut s'écrire sous la forme :

$$A_Z(t) = \frac{1}{2} \lambda' \lambda'' A_X(t) t^2$$

Application :

- 4.) À l'instant $t = 0$, on dispose d'une masse $m_0 = 6,5\mu g$ du radon ($^{222}_{86}Rn$) qui se désintègre suivant le schéma ci-dessous :



- 4.1) Calculer, en curie, l'activité du $^{222}_{86}Rn$
- 4.2) Calculer l'activité α au bout de trois jours
- 4.3) Etudier l'activité du mélange $^{222}_{86}Rn$ (Radon), $^{218}_{84}Po$ (Polonium) et $^{214}_{82}Pb$ (Plomb) en fonction du temps et traduire, par une courbe, l'allure de la variation de cette activité.