

Exercices : Décroissance Radioactive

Exercice 1 :

Le polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ est radioactif α , sa désintégration conduit à la formation d'un isotope de plomb $^{206}_{82}\text{Pb}$.

La demi-vie du polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ est $t_{1/2} = 138 \text{ jours}$

1. Ecrire l'équation de désintégration de $^{210}_{84}\text{Po}$
2. Calculer la constante radioactive de $^{210}_{84}\text{Po}$
3. Sachant que l'activité initiale de l'échantillon de polonium 210 est $a_0 = 10^{10} \text{ Bq}$. Calculer le nombre de noyaux radioactifs N_0 dans l'échantillon à l'instant initial.
4. Déterminer la durée nécessaire pour que l'activité de l'échantillon soit égale à $a_0/4$
5. Donner la relation entre a_0 et $a(t)$: l'activité de l'échantillon à un instant t
6. Exprimer la décroissance relative de l'activité $r = \frac{a_0 - a(t)}{a_0}$ en fonction de $t_{1/2}$. Puis calculer r pour $t = 1 \text{ jour}$.

Exercice 2 :

Combien de temps faut-il attendre pour que 99,9% d'une masse donnée de strontium 90 ($^{90}_{38}\text{Sr}$) ait disparu ? On donne la demi-vie du strontium 90 est de 28ans

Exercice 3

On considère deux isotopes radioactifs de l'iode, utilisés en médecine : l'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) de demi-vie 8,1jours et l'iode 123 ($^{123}_{53}\text{I}$) de demi-vie 13h.

1. On dispose de deux échantillons de masse $m = 10 \text{ g}$ de ces deux isotopes. Quelles sont leurs activités initiales ?
2. Au bout de combien de temps leurs activités sont-elles égales ?
On donne : $N_A \approx 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Exercice 4

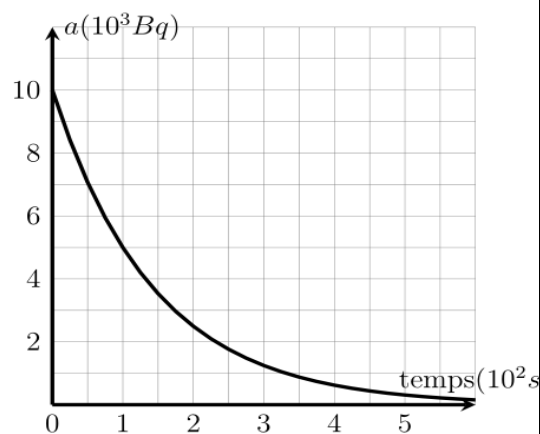
Un gramme d'uranium 238 $^{238}_{92}\text{U}$ a une activité de 12200Bq. Quelle est la demi-vie de cet isotope.

Donnée : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Exercice 5

On se propose, à partir du graphe ci-dessous, d'établir la loi de décroissance radioactive d'un nucléide :

1. Rappeler la loi de décroissance donnant l'activité d'un radionucléide en fonction du temps.
2. Graphiquement, déterminer l'activité initiale et la demi-vie $t_{1/2}$
3. Calculer la constante radioactive λ en précisant son unité.



- Graphiquement déterminer la constante du temps τ
- Quelle est la relation entre λ et τ ? Est-elle vérifiée dans ce cas ?

Exercice 6 : Datation au carbone 14

Lorsque, dans la haute atmosphère, un neutron appartenant au rayonnement cosmique rencontre un noyau d'azote ${}^{14}_7N$, il donne naissance à du carbone 14, isotope de carbone ${}^{12}_6C$

- Écrire l'équation de la réaction en précisant la nature de la particule apparue avec le carbone 14.
- Le noyau de carbone 14 se désintègre en émettant un rayonnement β^- . Écrire le bilan de cette réaction nucléaire.

Des végétaux absorbent le dioxyde de carbone de l'atmosphère provenant indifféremment du carbone 14 et de carbone 12. La proportion de ces deux isotopes est la même dans les végétaux vivants et dans l'atmosphère. Mais lorsque la plante meurt, elle cesse d'absorber le dioxyde de carbone ; le carbone 14 qu'elle contient se désintègre alors, sans être renouvelé, avec une demi-vie $t_{1/2} = 5570 \text{ans}$.

- Quelle sera l'activité d'un échantillon de végétal au bout d'une durée $t = n.t_{1/2}$ après sa mort ?
- On a comparé l'activité a_1 d'un échantillon de bois trouvé dans une tombe égyptienne en 1998 avec l'activité a_2 d'un échantillon de référence dont l'activité était a_0 en 1985. Le rapport est $\frac{a_2}{a_1} = 1.85$

Calculer l'ordre de grandeur de la date de la coupe du bois trouvé dans la tombe

Exercice 7 : Datation d'une nappe phréatique

Le chlore 36 est créé régulièrement dans la haute atmosphère et se trouve dans l'eau. Il est radioactif β^- . Les eaux de surface ont une teneur en chlore 36 constante malgré sa radioactivité. Leur contact avec l'atmosphère et les mouvements de l'eau permettent d'en garantir la teneur. Les nappes phréatiques d'écoulement lent en sous-sol voient leur teneur en chlore 36 diminuer. Ainsi, un forage réalisé dans une telle nappe indique que celle-ci ne contient plus que 33% de chlore 36 par rapport à une eau courante. La demi-vie du chlore 36 est $t_{1/2} = 3,0.10^4 \text{ans}$.

- Écrire l'équation nucléaire de radioactivité du chlore 36.
- Calculer l'âge de la nappe d'eau trouvée par forage.
- Est-il possible d'utiliser le silicium 32 pour réaliser cette datation, sachant que sa demi-vie est $t_{1/2} = 6,5.10^2 \text{ans}$

Exercice 8 : Datation d'une roche volcanique

Le magma terrestre contient du potassium, dont l'un des isotopes, ${}^{40}K$, est radioactif. Dans 12% des cas, celui-ci se désintègre en argon 40, un gaz. Lors d'une éruption volcanique, les roches en fusion laissent échapper les gaz dans l'atmosphère. Une fois refroidies, les roches gardent l'argon 40 prisonnier. La mesure du rapport $\frac{N_{Ar}}{N_K}$ permet de déterminer l'âge de la roche. La demi-vie du potassium 40 est $t_{1/2} = 1,3.10^9 \text{ans}$

- Écrire l'équation nucléaire de désintégration du potassium 40.
- En inspirant des lois de conservation, écrire la relation qui existe entre N_{K0} , N_K et N_{Ar} , où N_{K0} est N_K à $t=0$.
- Rappeler la relation entre N_K et t .
- Exprimer le rapport $\frac{N_{Ar}}{N_K}$ en fonction de t .
- Déterminer l'âge de la roche si le rapport précédent est égal à 0,033.