PHYSIQUE-CHIMIE · TERMINALE / EXERCICES CORRIGÉS

Décroissance radioactive

Astrolab Cours · astrolabcours.fr

Ex. 1 Compléter une équation nucléaire

●○○ Application

Compléter les équations et donner le type de désintégration.

1. $^{210}_{84}\mathrm{Po} \longrightarrow {}^{A}_{Z}\mathrm{Pb} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$
2. $^{60}_{27}\mathrm{Co} \longrightarrow {}^{60}_{Z}\mathrm{Ni} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

Indice

Les A s'ajoutent de chaque côté, les Z aussi.

Équation 1

$210 = A + 4$ donc $A = 206$; $84 = Z + 2$ donc $Z = 82$. On obtient $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$, désintégration α.

Équation 2

$27 = Z - 1$ donc $Z = 28$. On obtient $^{60}_{28}\mathrm{Ni}$, désintégration β^-.

À retenir

Conservation du nombre de nucléons et du nombre de charge.

Ex. 2 Compter les demi-vies

●○○ Méthode

Un échantillon contient $N_0 = 8{,}0 \times 10^{12}$ noyaux d'iode 131 ($t_{1/2} = 8{,}0$ jours). Combien en reste-t-il au bout de 24 jours ?

Indice

24 jours, c'est combien de demi-vies ?

Le nombre de demi-vies

$24 / 8{,}0 = 3$ demi-vies.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/decroissance-radioactive/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Le résultat

$N = \dfrac{N_0}{2^3} = \dfrac{8{,}0 \times 10^{12}}{8} = 1{,}0 \times 10^{12}$ noyaux.

Ex. 3 De la demi-vie à l'activité ●●○ Méthode

Un échantillon contient $N = 2{,}0 \times 10^{15}$ noyaux de césium 137, de demi-vie 30 ans. Calculer la constante radioactive en s^{-1} puis l'activité de l'échantillon. On prendra 1 an $= 3{,}15 \times 10^{7}$ s.

Indice

$\lambda = \ln 2 / t_{1/2}$ avec $t_{1/2}$ en secondes, puis $A = \lambda N$.

Les unités

Pour obtenir des becquerels, il faut λ en s^{-1}. $t_{1/2} = 30 \times 3{,}15 \times 10^{7} \approx 9{,}5 \times 10^{8}$ s.

La constante radioactive

$\lambda = \dfrac{0{,}693}{9{,}5 \times 10^{8}} \approx 7{,}3 \times 10^{-10}\ \mathrm{s}^{-1}$.

L'activité

$A = \lambda N \approx 7{,}3 \times 10^{-10} \times 2{,}0 \times 10^{15} \approx 1{,}5 \times 10^{6}$ Bq.

Ex. 4 La demi-vie n'est pas une date de fin ●●○ Piège

Un hôpital utilise du technétium 99m, de demi-vie 6,0 h. Un élève affirme qu'au bout de 12 h, le produit injecté a complètement disparu. Quelle fraction de l'activité initiale reste-t-il en réalité ? Au bout de combien de temps l'activité est-elle inférieure à 1 % de sa valeur initiale ?

Indice

La moitié de la moitié. Puis $\mathrm{e}^{-\lambda t} = 0{,}01$.

L'erreur

12 h = 2 demi-vies. À chaque demi-vie, on perd la moitié de ce qui reste, pas la moitié du départ.

Au bout de 12 h

Il reste $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ de l'activité initiale, soit 25 %.

Moins de 1 %

$t = \dfrac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln(100) = \dfrac{6{,}0}{0{,}693} \times 4{,}61 \approx 40$ h.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/decroissance-radioactive/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits

Conclusion

Il reste 25 % à 12 h, et il faut environ 40 h (près de 7 demi-vies) pour descendre sous 1 %.

Ex. 5 Dater un charbon de bois ●●● Type bac

Un charbon de bois trouvé dans une grotte ornée a une activité due au carbone 14 de 1,2 désintégrations par minute et par gramme de carbone. Un charbon actuel a une activité de 13,6 désintégrations par minute et par gramme. Demi-vie du carbone 14 : 5 730 ans.

1. Pourquoi l'activité d'un être vivant reste-t-elle constante ?
2. Établir l'expression de la date t en fonction de A_0, A et $t_{1/2}$.
3. Calculer l'âge du charbon.

Indice

$A = A_0\,\mathrm{e}^{-\lambda t}$, on isole t en prenant le logarithme.

Un être vivant

Il échange du carbone avec l'atmosphère (respiration, photosynthèse, alimentation), donc la proportion de carbone 14 reste celle de l'air. Elle ne décroît qu'après la mort.

L'expression

$$\frac{A}{A_0} = \mathrm{e}^{-\lambda t} \iff \ln\frac{A_0}{A} = \lambda t \iff t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2}\ln\frac{A_0}{A}$$

Le calcul

$t = \dfrac{5730}{0{,}693} \times \ln\dfrac{13{,}6}{1{,}2} \approx 8270 \times 2{,}43 \approx 2{,}0 \times 10^4$ ans.

Conclusion

Le charbon a environ 20 000 ans, ce qui correspond à la fin du Paléolithique supérieur.

© Astrolab Cours · astrolabcours.fr/physique/terminale/decroissance-radioactive/ · Tous droits réservés : usage personnel uniquement, republication et usage commercial interdits