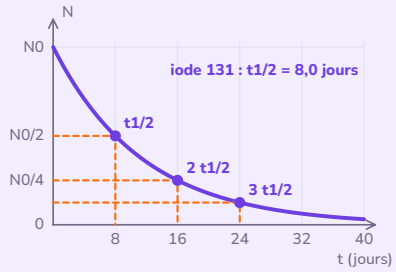
PHYSIQUE-CHIMIE · TERMINALE GÉNÉRALE

Décroissance radioactive

7 notions, l'essentiel à retenir et les pièges à éviter.



1 Noyaux et stabilité

- Noyau (A, Z) : Z protons, N = A − Z neutrons ; isotopes : même Z, A différents.
- Diagramme (N, Z) : les noyaux stables forment la vallée de stabilité.
- Excès de neutrons : β^- ; excès de protons : β^+ ; noyaux très lourds : α.

2 Équations de désintégration

- Conservation du nombre de masse A et du nombre de charge Z.
- α : émission d'un noyau d'hélium 4 (A = 4, Z = 2). β^- : électron e^- (A = 0, Z = −1). β^+ : positon e^+ (A = 0, Z = +1).
- γ : photon émis par un noyau fils excité, sans changer A ni Z.

3 Loi de décroissance

$$N(t) = N0\ e^{(-\lambda t)}$$

- Désintégration aléatoire ; pour une grande population, $\Delta N = -\lambda N \Delta t$.
- $dN/dt = -\lambda N$, d'où $N(t) = N0\ e^{(-\lambda t)}$; λ en s^{-1}, propre au noyau.
- ln N est affine en t, de pente −λ.

4 Temps de demi-vie

$$t1/2 = \ln 2 / \lambda$$

- $N(t1/2) = N0 / 2$; après n demi-vies, il reste $N0 / 2^n$.
- Indépendant de N0 ; après 10 demi-vies, il reste moins de 0,1 % des noyaux.

5 Activité

$$A = \lambda N$$

- A = −dN/dt = λN, en becquerels (1 Bq = 1 désintégration par seconde).
- A(t) = A0 e^(−λt), même demi-vie que N. N = (m / M) × NA.

6 Datation

- Carbone 14 : activité constante chez le vivant, décroissance après la mort.
- t = (1/λ) × ln(A0 / A) ; choisir un noyau dont t1/2 est comparable à l'âge.

7 Santé et radioprotection

- Rayonnements ionisants : imagerie (traceurs de demi-vie courte), radiothérapie.
- α arrêté par du papier, β par quelques mm d'aluminium, γ atténué par le plomb ou le béton.
- Radioprotection : durée courte, distance grande, écran.

Pièges à éviter

- Oublier de conserver Z en plus de A dans une équation.
- Croire qu'après deux demi-vies il ne reste plus rien : il reste un quart des noyaux.
- Diviser par n au lieu de 2^n après n demi-vies.
- Calculer A = λN avec λ en an^{-1} : pour des Bq, λ doit être en s^{-1}.
- Dater au carbone 14 un échantillon de plusieurs millions d'années.