

CHAPITRE – DÉCROISSANCE RADIOACTIVE

TRAVAIL AUTONOME PAGES 145 À 152



QCM

- ☐ Manuel p. 145
☐ Pronote

Focus
MÉTHODE

- ☐ 11 p. 146
☐ 12 p. 147

Exercices
corrigés

- ☐ 15 ☐ 17 ☐ 19
☐ 21 ☐ 23 ☐ 27
☐ 32 ☐ 34 ☐ 35

Exercices
facultatifs

- ☐ 14 ☐ 20 ☐ 22
☐ 24 ☐ 26 ☐ 28
☐ 29 ☐ 31 ☐ 33

▪ EXERCICE 13 PAGE 148

Diagramme de Segré

Diagramme interactif : <https://segreee.web-labosims.org/index.html>

${}_{11}^{26}\text{Na}$ est émetteur β^- ; ${}_{54}^{127}\text{Xe}$ est engagé dans la capture électronique et ${}_{96}^{244}\text{Cm}$ (curium) est émetteur α

▪ EXERCICE 16 PAGE 148

Constante de désintégration, demi vie, noyaux restants

1. Comme $t_{1/2} \cdot \lambda = \ln(2)$, alors $\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = \frac{\ln(2)}{30 \text{ a}} = 0,023 \text{ a}^{-1}$

2. Comme $N(t) = N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$, alors $N(100 \text{ a}) = 10^{18} \times \exp(-0,023 \text{ a}^{-1} \times 100 \text{ a})$ donc
 $N(100 \text{ a}) = 10^{18} \times \exp(-2,3) = 1,0 \times 10^{17}$.

En procédant de même, on obtient $N(1\,000 \text{ a}) = 1,0 \times 10^8$.

▪ EXERCICE 18 PAGE 148

Demi-vie, noyaux restants

enseignement
explicite

ANA j'analyse le graphique, il donne la masse au cours du temps en années.

RES je récite la définition de la demi-vie et je l'applique au graphique

REA je raisonne par proportionnalité

RES je récite la formule du cours

ANA j'analyse qu'il manque la valeur de la constante radioactive, que je remplace par son expression

REA je réalise les deux calculs attendus

VAL je vérifie que 30 /2 puis encore /2 fait bien 7,5

ANA je réécrit la donnée de l'énoncé sous forme mathématique

1. La demi-vie désigne la durée nécessaire pour qu'un stock de noyaux radioactif soit réduit de moitié. Graphiquement, la masse initiale du système vaut 1,2 kg. Il faut attendre environ 15 ans pour qu'elle n'en vaille plus que 0,6, soit la moitié. Donc $t_{1/2} \approx 15 \text{ ans}$.

2. Donnée : un noyau de polonium 241 pèse environ $4,00 \times 10^{-25} \text{ kg}$. Ainsi,

$$N = \frac{m}{m_{\text{noyau}}} = \frac{1,2 \text{ kg}}{4,00 \times 10^{-25} \text{ kg/noyau}} = 3,0 \times 10^{24} \text{ noyaux}$$

3. D'après la loi de décroissance radioactive,

$$N(t) = N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t) \text{ avec } \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$$

$$\text{Donc } N(t) = N_0 \cdot \exp\left(-\frac{\ln(2) \cdot t}{t_{1/2}}\right)$$

En appliquant le calcul,

$$N(5 \text{ a}) = 3,0 \times 10^{24} \cdot \exp\left(-\frac{\ln(2) \times 5 \text{ a}}{15 \text{ a}}\right) = 2,4 \times 10^{24}$$

$$\text{Et } N(30 \text{ a}) = 7,5 \times 10^{23}$$

4. On cherche t' tel que $N(t') = \frac{10}{100} \cdot N_0$.

$$\text{Or } N(t') = N_0 \cdot \exp\left(-\frac{\ln(2) \cdot t'}{t_{1/2}}\right). \text{ En identifiant,}$$

J'analyse la consigne qui me dit de m'aider de la loi de décroissance

REA je repère dans l'égalité la grandeur que je cherche et j'applique tour à tour les opérations réciproques pour l'isoler. Je reste attentif aux unités

$$\exp\left(-\frac{\ln(2) \cdot t'}{t_{1/2}}\right) = \frac{10}{100} = 0,10$$

Prenons le logarithme népérien membre à membre :

$$-\frac{\ln(2)}{t_{1/2}} \cdot t' = \ln(0,10)$$

Donc

$$t' = -t_{1/2} \times \frac{\ln(0,10)}{\ln(2)} \approx 49,8 \text{ a}$$

• EXERCICE 25 PAGE 149

Constante de désintégration, demi vie, noyaux restants, activité

1. La demi-vie désigne la durée nécessaire pour qu'un stock de noyaux radioactifs soit réduit de moitié.

$$2. \lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = \frac{\ln(2)}{14,3 \text{ j}} = \frac{\ln(2)}{14,3 \times 24 \times 3600 \text{ s}} = 5,61 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1} \text{ ou } 0,0485 \text{ j}^{-1}.$$

$$3. N(t) = N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t_{1/2})$$

4. L'activité désigne le nombre de désintégration par unité de temps donc $A(t) = -\frac{dN(t)}{dt}$.

$$\text{Or } \frac{dN(t)}{dt} = \frac{d}{dt} [N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)] = -\lambda \cdot \underbrace{N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t)}_{N(t)} = -\lambda \cdot N(t).$$

Enfin, $A(t) = \lambda \cdot N(t)$, l'activité est bien proportionnelle au nombre de noyaux dans le stock.

$$5. \text{D'après l'égalité précédente, } N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{2,60 \times 10^9 \text{ Bq}}{5,61 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}} = 4,63 \times 10^{15} \text{ noyaux.}$$

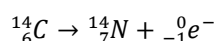
6. Cela signifie que le stock ne vaut plus que 20% du stock initial à cette date t' :

$$N(t') = 0,20 \times N_0 \text{ donc } \exp(-\lambda t') = 0,20 \text{ donc } t' = \frac{\ln(0,20)}{-\lambda} = \frac{\ln(0,20)}{-0,0485 \text{ j}^{-1}} \approx 33 \text{ j}$$

• EXERCICE 30 PAGE 150

Désintégration, activité, âge

1. Le diagramme de Segré indique que ^{14}C est radioactif β^- :



2. L'activité massique du bois mort vaut $A_{m,mort} = 1,7 \text{ par minute par gramme} = \frac{1,7}{60} \text{ s}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} = 0,0283 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$

L'activité massique du bois vivant vaut $A_{m,vivant} = \frac{13,6}{60} \text{ s}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} = 0,226 \text{ s}^{-1} \cdot \text{Bq}^{-1}$

$$3. N(t) = N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t) = N_0 \cdot \exp\left(-\frac{\ln(2) \cdot t}{t_{1/2}}\right)$$

4. Le bois vivant correspond à un stock initial de noyaux qui, dès la mort, commence à se réduire par désintégrations. Au bout d'un temps t écoulé depuis la mort,

$$A_{m,mort} = A_{m,vivant} \cdot \exp\left(-\ln(2) \cdot \frac{t}{t_{1/2}}\right)$$

D'où

$$t = -t_{1/2} \times \frac{\ln\left(\frac{A_{m,mort}}{A_{m,vivant}}\right)}{\ln(2)} = -5730 \text{ a} \times \frac{\ln\left(\frac{1,7}{13,6}\right)}{\ln(2)} = 17\,190 \text{ a}$$