

Décroissance radioactive

Exercices de sciences physiques - niveau Terminale

Vingt exercices progressifs sur la décroissance radioactive : équations de désintégration, demi-vie, activité, datation au carbone 14 et exploitation de graphiques. Cherche seul(e), puis consulte le corrigé séparé. Constantes utiles : $\ln 2 = 0,693$; $1 \text{ an} = 3,156 \times 10^7 \text{ s}$; $1 u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.

Cette fiche d'exercices est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Les exercices sur la décroissance radioactive

Exercice 1 : Questions de cours

1. Définis deux noyaux isotopes.
2. Quelle particule est émise lors d'une désintégration α ? β^- ? β^+ ?
3. Que représente la constante radioactive λ ? Quelle est son unité ?
4. Donne la relation entre la demi-vie et λ .
5. Définis l'activité d'une source et son unité.

Exercice 2 : Vrai ou faux ?

Justifie chaque réponse.

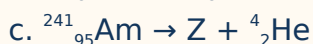
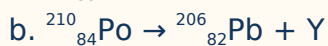
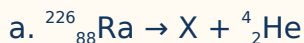
- a. On peut prévoir l'instant exact où un noyau donné va se désintégrer.
- b. Après deux demi-vies, il reste la moitié des noyaux initiaux.
- c. L'activité d'un échantillon est proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs qu'il contient.
- d. Une émission γ modifie le nombre de charge du noyau.
- e. 1 Bq correspond à une désintégration par seconde.
- f. La constante de temps τ est plus grande que la demi-vie.

Exercice 3 : Composition de noyaux

Donne le nombre de protons, de neutrons et de nucléons des noyaux $^{14}_6\text{C}$, $^{238}_{92}\text{U}$ et $^{60}_{27}\text{Co}$. Lesquels sont isotopes de $^{12}_6\text{C}$?

Exercice 4 : Équations de désintégrations α

Complète les équations (Z : Ra 88, Rn 86, Po 84, Pb 82, Am 95, Np 93).



Exercice 5 : Équations de désintégrations β^-

Écris les équations (Z : C 6, N 7, Co 27, Ni 28, I 53, Xe 54) en précisant la particule émise.

a. Le cobalt 60 (${}^{60}_{27}\text{Co}$) donne du nickel.

b. L'iode 131 (${}^{131}_{53}\text{I}$) donne du xénon.

c. Le carbone 14 donne de l'azote.

Exercice 6 : Équations de désintégrations β^+

Écris les équations (Z : B 5, C 6, O 8, F 9, Ne 10, Na 11).

a. Le fluor 18 donne de l'oxygène 18.

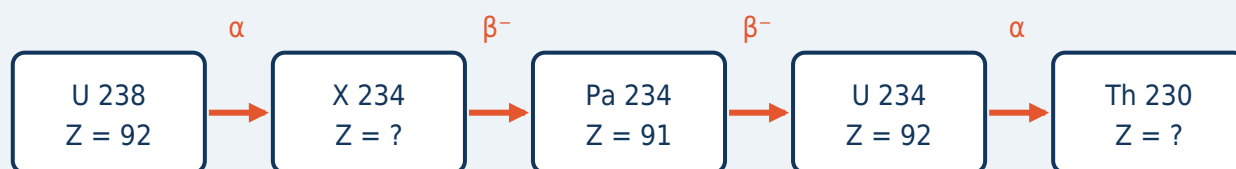
b. Le sodium 22 donne du néon 22.

c. Le carbone 11 donne du bore 11.

Pourquoi ces noyaux sont-ils situés au-dessus de la vallée de stabilité ?

Exercice 7 : Une chaîne de désintégrations

Le schéma montre le début de la famille de l'uranium 238. Chaque flèche porte le type de désintégration.



La lettre est le symbole, le nombre est A ; Z est le nombre de protons

Début de la famille radioactive de l'uranium 238.

1. Détermine Z du noyau X (première désintégration α) et nomme-le (Z : Th 90, Pa 91, U 92).

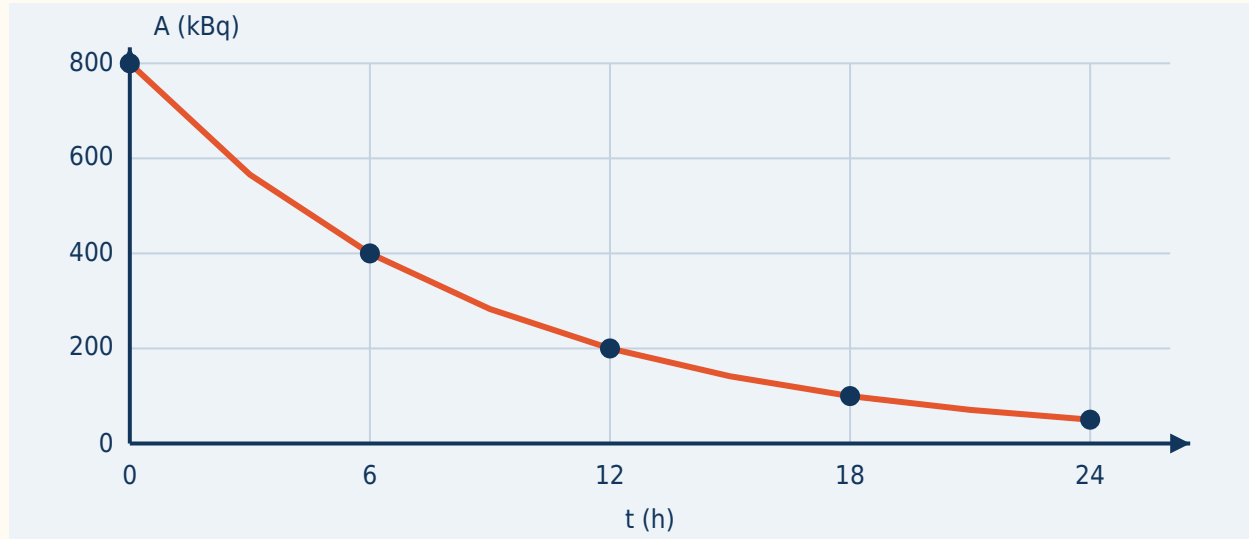
2. Écris l'équation de la deuxième désintégration.

3. Écris l'équation de la dernière désintégration et détermine Z du dernier noyau.

4. Combien de nucléons l'uranium 238 a-t-il perdu dans cette chaîne ?

Exercice 8 : Lecture d'une courbe d'activité

Un échantillon de technétium 99m est étudié ; le graphique donne son activité A en kBq en fonction du temps.



Activité d'un échantillon de technétium 99m.

1. Quelle est l'activité initiale A_0 ?
2. Détermine graphiquement la demi-vie de l'échantillon.
3. Calcule la constante radioactive λ en h^{-1} puis en s^{-1} .
4. Calcule l'activité à $t = 9 \text{ h}$ et compare avec le graphique.

Exercice 9 : Constante radioactive de l'iode 131

La demi-vie de l'iode 131 vaut 8,0 jours.

1. Calcule λ en j^{-1} puis en s^{-1} .
2. Calcule la constante de temps τ en jours.
3. Quelle fraction des noyaux reste-t-il au bout de 20 jours ?

Exercice 10 : Compter les demi-vies

Un échantillon contient $N_0 = 1,0 \times 10^6$ noyaux radioactifs.

1. Combien en reste-t-il après 3 demi-vies ?
2. Combien en reste-t-il après 10 demi-vies ?
3. Au bout de combien de demi-vies, au minimum, ne reste-t-il plus qu'un seul noyau (en moyenne) ?

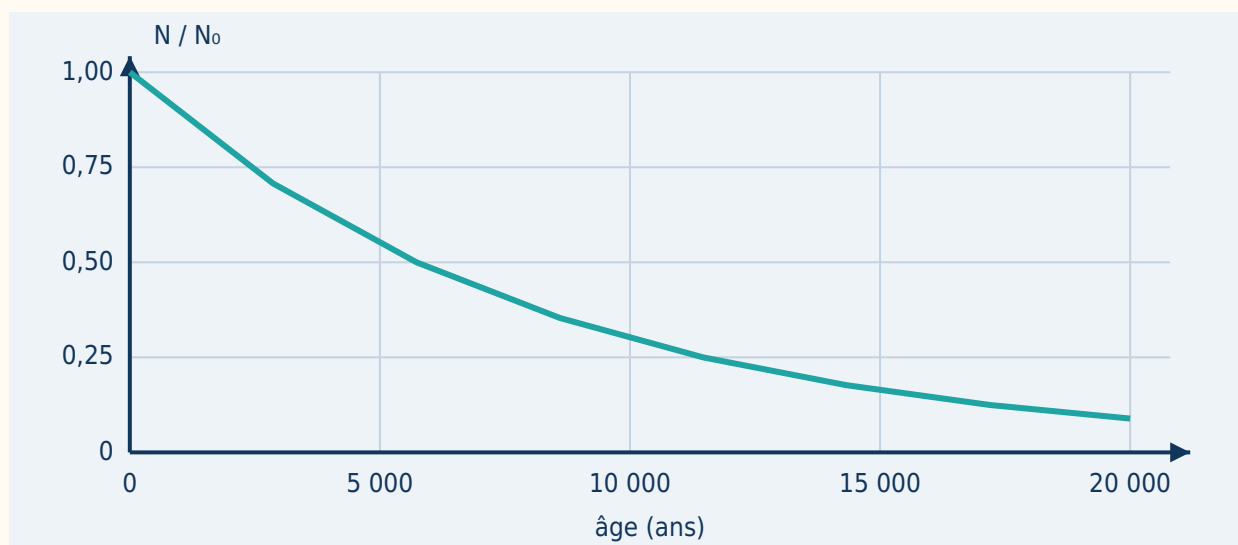
Exercice 11 : Activité d'une source d'iode

Un échantillon contient $N = 2,5 \times 10^{10}$ noyaux d'iode 131, de constante radioactive $\lambda = 1,0 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$.

1. Calcule son activité A .
2. Calcule son activité 16 jours plus tard (la demi-vie vaut 8,0 jours).
3. Combien de désintégrations ont lieu en une minute au début de l'observation ?

Exercice 12 : Courbe du carbone 14

Le graphique donne la fraction N/N_0 de carbone 14 restant dans un échantillon en fonction de l'âge.



Fraction de carbone 14 restant selon l'âge de l'échantillon.

1. Détermine graphiquement la demi-vie du carbone 14.
2. Quel est l'âge d'un échantillon pour lequel $N/N_0 = 0,30$? Donne la valeur lue puis calculée avec $\lambda = 1,21 \times 10^{-4} \text{ an}^{-1}$.
3. Pourquoi la courbe ne permet-elle pas de dater avec précision un échantillon de 50 000 ans ?

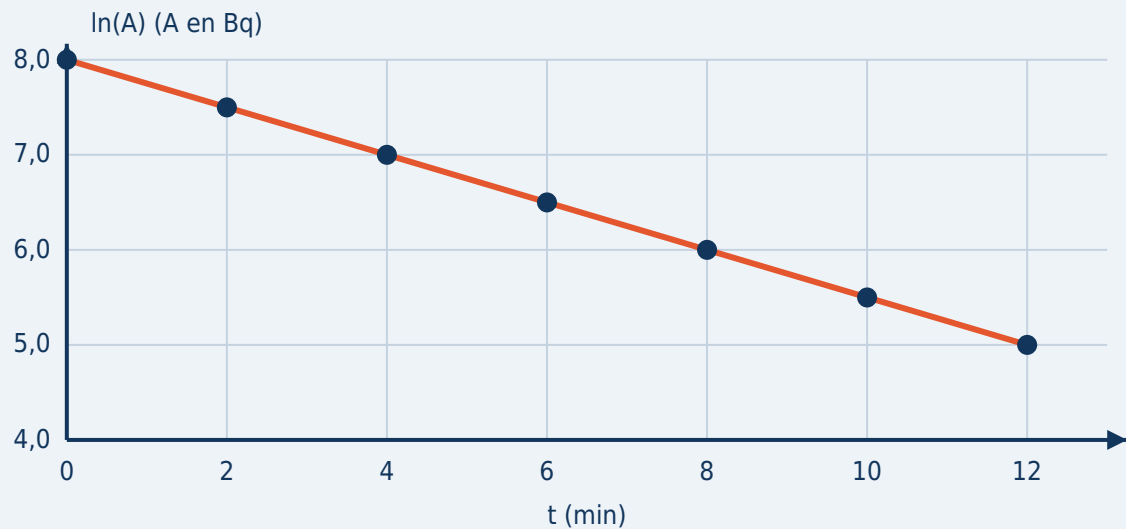
Exercice 13 : Datation d'un échantillon

Une pièce de bois archéologique a une activité égale à 40 % de celle d'un bois vivant de même masse. Donnée : $\lambda(^{14}\text{C}) = 1,21 \times 10^{-4} \text{ an}^{-1}$.

1. Établis la relation donnant l'âge t en fonction de A/A_0 et λ .
2. Calcule l'âge de la pièce, avec deux chiffres significatifs.
3. Combien de demi-vies cela représente-t-il ?

Exercice 14 : Une droite en coordonnées logarithmiques

On a mesuré l'activité A (en Bq) d'une source et tracé $\ln(A)$ en fonction du temps.



Évolution de $\ln(A)$ avec le temps : les points sont alignés.

1. Pourquoi l'alignement des points valide-t-il une loi exponentielle ?
2. Détermine le coefficient directeur de la droite et en déduis λ en min^{-1} .
3. Calcule la demi-vie et la constante de temps.
4. Quelle est l'activité initiale A_0 ? ($e^{8,0} \approx 2,98 \times 10^3$)

Exercice 15 : Une scintigraphie au technétium

On injecte à un patient une activité $A_0 = 600 \text{ MBq}$ de technétium 99m, de demi-vie 6,0 h.

1. Calcule l'activité 24 h après l'injection.
2. Calcule λ en h^{-1} .
3. Au bout de quelle durée l'activité est-elle inférieure à 1 % de A_0 ?
4. Pourquoi choisit-on un noyau de courte demi-vie pour un examen ?

Exercice 16 : Analyse de mesures de comptage

Après correction du bruit de fond, on obtient l'activité d'une source :

t (min)	0	1	2	3	4	5
A (Bq)	400	296	220	163	120	89

1. Calcule les rapports $A(t+1 \text{ min})/A(t)$ successifs. Que remarques-tu ?
2. Déduis λ puis la demi-vie.
3. Prévois l'activité à $t = 7 \text{ min}$ avec $\lambda = 0,30 \text{ min}^{-1}$.
4. Quand l'activité sera-t-elle inférieure à 10 Bq ?

Exercice 17 : Le radon d'une cave

Le radon 222 a une demi-vie de 3,8 jours. Une cave fermée contient une quantité initiale de radon qui n'est plus renouvelée.

1. Quelle fraction de la quantité initiale reste-t-il au bout de 10 jours ?
2. Au bout de quelle durée l'activité est-elle divisée par 10 ?
3. En pratique, pourquoi aérer la cave reste-t-il nécessaire ?

Exercice 18 : Énergie libérée par une désintégration α

Équation : $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$. Masses : $m(\text{Ra}) = 226,0254 \text{ u}$; $m(\text{Rn}) = 222,0176 \text{ u}$; $m(\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$.

1. Calcule la perte de masse Δm de la transformation.
2. Calcule l'énergie libérée en MeV.
3. Sous quelles formes cette énergie se retrouve-t-elle ?

Exercice 19 : Bois de charpente et fossile

Donnée : $t_{1/2}(^{14}\text{C}) = 5\,730 \text{ ans}$, $\lambda = 1,21 \times 10^{-4} \text{ an}^{-1}$.

1. Une poutre de charpente a une activité égale à 92 % de celle d'un bois vivant. Calcule son âge.
2. Un ingénieur propose de dater par le carbone 14 un fossile de 100 millions d'années. Combien de demi-vies cela représente-t-il ? Conclus.

Exercice 20 : Choisir un noyau pour un examen médical

On hésite entre trois noyaux émetteurs γ pour une imagerie de diagnostic : A (demi-vie 6,0 h), B (demi-vie 8,0 jours) et C (demi-vie 30 ans).

1. Calcule, pour chacun, la fraction de l'activité restante 24 h après l'injection.
2. Quel noyau choisir ? Argumente en croisant plusieurs critères (irradiation du patient, durée de l'examen, déchets).
3. Pourquoi un émetteur α serait-il mal adapté à un diagnostic par imagerie externe ?