

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE · CHAPITRE 6



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Radioactivité

Composition du noyau, diagramme (N, Z), équations de désintégration, loi de décroissance, activité, datation

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse est justifiée; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs. Formulaire : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$, $A = \lambda N$, $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

Exercice 1 Questions de cours

5 pts ●○○

- 1.1** Donner la composition du noyau $^{131}_{53}\text{I}$. Énoncer les deux lois de conservation utilisées pour équilibrer une équation de désintégration nucléaire.
- 1.2** Définir la demi-vie $t_{1/2}$ et l'activité A d'un échantillon radioactif, en précisant leurs unités. Citer les trois principes de la radioprotection.
- 1.3** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) L'unité de l'activité d'une source radioactive est :
- a) ☐ le gray b) ☐ le sievert c) ☐ le becquerel d) ☐ la mole
- b) Lors d'une désintégration β^- , le noyau fils possède :
- a) ☐ $Z + 1$ et A inchangé b) ☐ $Z - 1$ et A inchangé
- c) ☐ $Z - 2$ et $A - 4$ d) ☐ Z et A inchangés
- c) Une source d'activité initiale 800 Bq et de demi-vie 5 j a, au bout de 15 j, une activité de :
- a) ☐ 400 Bq b) ☐ 267 Bq c) ☐ 160 Bq d) ☐ 100 Bq
- 1.4** Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse, et justifier en une phrase.
- a) Un rayonnement γ est plus pénétrant qu'un rayonnement α .
- b) Un noyau qui possède trop de protons par rapport à la vallée de stabilité est émetteur β^- .
- c) L'activité d'une source est doublée si l'on double la masse de l'échantillon radioactif.

Exercice 2 Le détecteur de fumée

5 pts ●●○

Un détecteur de fumée domestique contient une source scellée d'américium $^{241}_{95}\text{Am}$, émetteur α de demi-vie 432 an. Les particules α ionisent l'air situé entre deux électrodes; la fumée perturbe ce courant et déclenche l'alarme. La source contient $m = 0,29 \mu\text{g}$ d'américium 241.

■ **DONNÉES** $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ • $\ln 2 = 0,693$ • $1 \text{ an} = 3,156 \times 10^7 \text{ s}$ • $M(^A_Z\text{X}) = A \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ • $Z(\text{Np}) = 93$

- 2.1** Écrire l'équation de la désintégration de l'américium 241 et identifier le noyau fils.
- 2.2** Calculer la constante radioactive λ de l'américium 241, en s^{-1} .
- 2.3** Calculer le nombre de noyaux d'américium 241 présents dans la source neuve, puis son activité. Comparer à la valeur 37 kBq indiquée par le fabricant.

- 2.4 Le détecteur est garanti 10 an. Justifier, par un calcul, que la décroissance radioactive n'est pas la cause de cette limite de garantie.
- 2.5 Pourquoi le rayonnement émis ne présente-t-il aucun danger pour les occupants du logement ? Pourquoi est-il en revanche interdit d'ouvrir le boîtier et de jeter le détecteur avec les ordures ménagères ?

Exercice 3 Une cure d'iode 131

6 pts ●●○

L'iode 131, émetteur β^- , est utilisé pour traiter certaines maladies de la thyroïde : il se fixe sélectivement sur cette glande, qu'il irradie localement. Le noyau fils est obtenu dans un état excité, qui se désexcite aussitôt. La figure 1 donne l'activité d'une gélule d'iode 131 préparée à la date $t = 0$.

■ **DONNÉES** $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ • $\ln 2 = 0,693$ • $1 \text{ j} = 86\,400 \text{ s}$ • $M(\text{}^{131}_{54}\text{X}) = A \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ • $Z(\text{Xe}) = 54$

- 3.1 Écrire les deux équations successives (désintégration puis désexcitation) et préciser le nom du rayonnement émis lors de la seconde.
- 3.2 Relever l'activité initiale A_0 sur la figure 1, puis déterminer graphiquement la demi-vie de l'iode 131 en expliquant la lecture effectuée.
- 3.3 En déduire la constante radioactive λ en s^{-1} , puis calculer le nombre de noyaux d'iode 131 contenus dans la gélule à $t = 0$ et la masse correspondante.
- 3.4 Calculer l'activité de la gélule 30 j après sa préparation et vérifier la cohérence avec la figure 1.
- 3.5 Une gélule n'est plus utilisable lorsque son activité est passée sous 10 MBq. Calculer la durée au bout de laquelle c'est le cas.
- 3.6 Le patient est hospitalisé quelques jours en chambre protégée. Justifier cette précaution à l'aide des principes de la radioprotection.

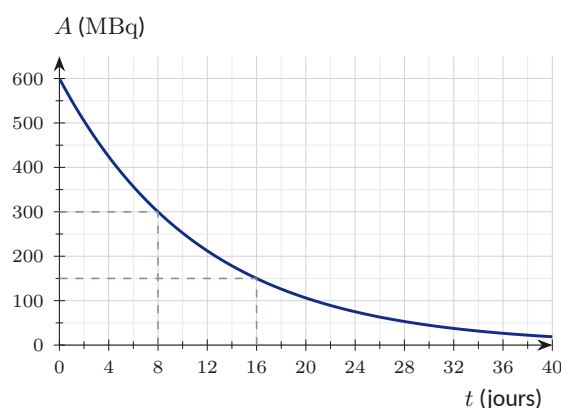


Figure 1 — Activité de la gélule d'iode 131 en fonction du temps

Exercice 4 Un parchemin à dater

4 pts ●●○

Le carbone d'un être vivant possède une activité massique constante $a_0 = 0,227 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$, due au carbone 14 (émetteur β^- , demi-vie 5 730 an) ; après la mort, cette activité décroît. Un laboratoire prélève sur un parchemin un échantillon contenant 1,50 g de carbone et mesure une activité de 0,290 Bq.

■ **DONNÉES** $\ln 2 = 0,693$ • $Z(\text{N}) = 7$

- 4.1 Écrire l'équation de désintégration du carbone 14 et expliquer pourquoi l'activité massique du carbone d'un parchemin décroît après la mort de l'animal dont la peau a fourni le support.
- 4.2 Calculer l'activité massique de l'échantillon, puis montrer que l'âge du parchemin est donné par $t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{a_0}{a}$ et le calculer.
- 4.3 L'incertitude-type associée vaut $u(t) = 90 \text{ an}$. Écrire le résultat sous la forme $t \pm u(t)$.
- 4.4 Un historien affirme que ce parchemin date du xii^e siècle, ce qui correspondrait à un âge d'environ 900 an. Calculer l'écart normalisé $z = \frac{|t - t_{\text{hist}}|}{u(t)}$ et conclure (compatibilité admise si $z < 2$).