

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



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle B Radioactivité

Familles radioactives, exploitation d'un tableau de mesures, linéarisation, radioprotection et doses

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 : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$, $A = \lambda N$, $\ln A = \ln A_0 - \lambda t$, $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

Exercice 1 Questions de cours

4 pts ●●●○

■ DONNÉES $\ln 2 = 0,693$

- 1.1** Qu'appelle-t-on des *isotopes*? Donner la composition du noyau ${}^{232}_{90}\text{Th}$.
- 1.2** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) Un noyau situé sous la vallée de stabilité, qui possède trop de neutrons, est émetteur :
- a) ☐ α b) ☐ β^- c) ☐ β^+ d) ☐ γ seul
- b) La constante radioactive d'un nucléide de demi-vie 70 s vaut :
- a) ☐ $0,0099 \text{ s}^{-1}$ b) ☐ $0,693 \text{ s}^{-1}$ c) ☐ $48,5 \text{ s}^{-1}$ d) ☐ 101 s^{-1}
- c) L'ordre de grandeur de l'activité naturelle d'un adulte de 70 kg est :
- a) ☐ 1 Bq b) ☐ 10^2 Bq c) ☐ 10^4 Bq d) ☐ 10^9 Bq
- 1.3** Vrai ou faux? Justifier en une phrase. a) La demi-vie d'un radionucléide dépend de la température et de la pression. b) Au bout de dix demi-vies, il reste moins de 0,1 % des noyaux initiaux.

Exercice 2 La famille du thorium 232

5 pts ●●●○

Le thorium ${}^{232}_{90}\text{Th}$, présent dans les sables de monazite, est à l'origine d'une famille radioactive qui se termine au plomb ${}^{208}_{82}\text{Pb}$, stable. Les trois premières étapes sont une désintégration α , puis deux désintégrations β^- successives.

■ DONNÉES numéros atomiques : $Z(\text{Po}) = 84$ • $Z(\text{Ra}) = 88$ • $Z(\text{Ac}) = 89$ • $Z(\text{Th}) = 90$

- 2.1** Écrire les équations des trois premières étapes de cette famille et nommer le noyau obtenu à l'issue de la troisième.
- 2.2** Déterminer, à l'aide des lois de conservation appliquées à l'ensemble de la famille, le nombre total de désintégrations α et de désintégrations β^- conduisant de ${}^{232}_{90}\text{Th}$ à ${}^{208}_{82}\text{Pb}$.
- 2.3** Le « thoron » ${}^{220}_{86}\text{Rn}$, gaz de cette famille, est un émetteur α de demi-vie 55 s. Écrire l'équation de sa désintégration, puis expliquer pourquoi il pose beaucoup moins de problèmes dans les habitations que le radon 222, de demi-vie 3,8 j.

- 2.4 Dans le diagramme (N, Z) , la vallée de stabilité s'arrête au plomb 208, pour lequel $N/Z \approx 1,54$. Justifier que les noyaux très lourds sont émetteurs α ; puis, en comparant les rapports N/Z du thorium 232 et du radium 228, justifier que le noyau fils d'une désintégration α peut à son tour devenir émetteur β^- .

Exercice 3 Mesurer une demi-vie au laboratoire

6 pts ●●●

En travaux pratiques, on isole quelques instants un radionucléide de courte durée de vie, puis on mesure son activité toutes les 20 s à l'aide d'un compteur. Les points $(t; \ln A)$ ont été reportés sur la figure 1, A étant exprimée en becquerels.

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140
A (Bq)	240	197	162	133	109	89	73	60

■ **DONNÉES** $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ • $\ln 2 = 0,693$ • $Z(\text{Pa}) = 91$ • $Z(\text{U}) = 92$

- 3.1 Établir, à partir de $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$, que $\ln A$ est une fonction affine du temps. Que peut-on conclure de l'alignement des points de la figure 1 ?
- 3.2 Déterminer graphiquement le coefficient directeur de la droite en précisant les deux points utilisés, puis en déduire λ avec son unité et la demi-vie du nucléide.
- 3.3 Identifier le radionucléide étudié à l'aide de la liste ci-contre, puis écrire l'équation de sa désintégration sachant qu'il s'agit d'un émetteur β^- .
- 3.4 Calculer le nombre de noyaux radioactifs présents dans l'échantillon à $t = 0$. Commenter ce résultat au vu du nombre d'atomes contenu dans une mole.
- 3.5 Au bout de quelle durée l'activité de l'échantillon devient-elle inférieure à 1,0 Bq ?

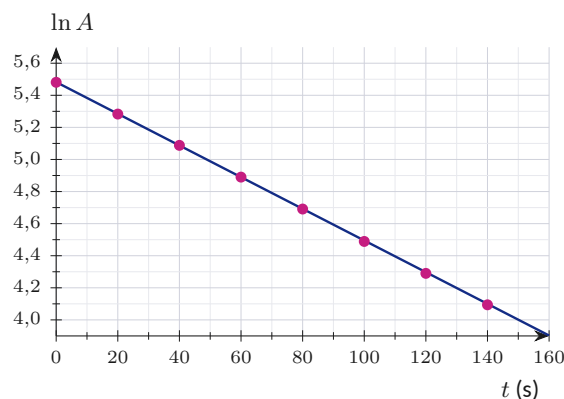


Figure 1 — Linéarisation : $\ln A$ en fonction du temps

Demi-vies : ^{16}N 7,1 s • ^{220}Rn 55 s • $^{234\text{m}}\text{Pa}$ 1,17 min • ^{11}C 20,4 min • ^{24}Na 15,0 h

Exercice 4 Radiographier une soudure

5 pts ●●●

Un contrôleur vérifie des soudures de canalisation par gammagraphie, à l'aide d'une source scellée de cobalt 60 (émetteur β^- suivi d'une émission γ , demi-vie 5,27 an). À 1,0 m de la source non protégée, le débit de dose vaut $300 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$; il est inversement proportionnel au carré de la distance. L'épaisseur de plomb qui divise par deux l'intensité du rayonnement γ du cobalt 60, appelée *couche de demi-atténuation*, vaut 1,2 cm.

- 4.1 Calculer le débit de dose à 3,0 m de la source non protégée.
- 4.2 Quelle épaisseur de plomb faut-il interposer pour diviser le débit de dose par 8 ? Justifier.
- 4.3 En déduire le débit de dose reçu par le contrôleur placé à 3,0 m derrière cet écran, puis la durée pendant laquelle il peut y travailler sans dépasser une dose de $100 \mu\text{Sv}$.
- 4.4 La limite réglementaire pour un travailleur exposé est de 20 mSv par an. Calculer le nombre d'heures de travail annuel que cette limite autorise dans les conditions de la question 4.3, et comparer à une durée de travail de 1 600 h par an.
- 4.5 La source doit être remplacée lorsque son activité a diminué de moitié. Au bout de combien de temps ? Citer enfin les trois leviers de radioprotection et indiquer comment le contrôleur peut utiliser chacun d'eux sur le chantier.