

Feuille d'exercices

Echauffements

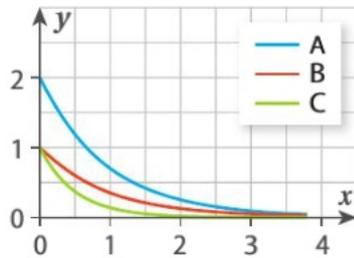
10  x, a, b et c sont des réels strictement positifs.

Exprimer x en fonction de a, b, c .

- a. $ax = be^c$
- b. $ac = be^x$
- c. $c = be^{ax}$
- d. $a = xe^{bc}$
- e. $a = be^{-x/c}$
- f. $ax = b \ln(c)$
- g. $ac = b \ln(x)$
- h. $c = b \ln(ax)$
- i. $a = -b \ln\left(\frac{x}{c}\right)$

11  Associer à chaque courbe, son équation. Justifier.

- a. $y = e^{-2x}$
- b. $y = 2e^{-x}$
- c. $y = e^{-x}$

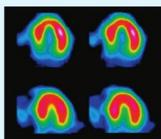


Radioactivité et médecine

26 Scintigraphie myocardique

L'isotope 201 du thallium, $^{201}_{81}\text{Tl}$, est radioactif. Il peut être utilisé en imagerie médicale pour visualiser le cœur d'un patient (cet examen s'appelle une scintigraphie myocardique). Pour cela, il est injecté dans le sang sous forme de solution aqueuse de chlorure de thallium TlCl .

On dispose d'une solution de chlorure de thallium de concentration en masse $C_m = 5,00 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. On supposera que la durée séparant l'injection de la capture de l'image est assez courte pour pouvoir considérer l'activité de la solution comme constante pendant ces manipulations.



Données

- * Demi-vie du thallium 201 : $t_{1/2} = 72,9 \text{ h}$
- * Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- * Dose à injecter pour une scintigraphie myocardique : entre $0,74 \text{ MBq}$ et $1,11 \text{ MBq}$ par kilogramme de masse corporelle du patient

- a La transformation radioactive du thallium 201 se fait par capture, par le noyau de thallium, d'un électron interne de l'atome. Écrire l'équation de cette désintégration et identifier le noyau formé.
- b Déterminer la concentration en quantité de matière de la solution de chlorure de thallium, puis le nombre de noyaux radioactifs par litre de solution.
- c Rappeler la relation entre l'activité A d'un échantillon de noyaux radioactifs, le nombre N de noyaux qu'il contient et la demi-vie $t_{1/2}$ des noyaux. En déduire l'activité par litre de solution, notée a .
- d Quel volume minimal de cette solution faut-il injecter à un patient de 90 kg ?

31  Identifier le type de radioactivité α, β^+ ou β^- .

	a.	b.	c.	d.	e.
Noyau radioactif	$^{14}_6\text{C}$	$^{226}_{88}\text{Ra}$	$^{196}_{79}\text{Au}$	$^{64}_{29}\text{Cu}$	$^{64}_{29}\text{Cu}$
Noyau produit	$^{14}_7\text{N}$	$^{222}_{86}\text{Rn}$	$^{196}_{78}\text{Pt}$	$^{64}_{30}\text{Zn}$	$^{64}_{28}\text{Ni}$

56 Du bismuth 210 au plomb 206

Établir une loi • Exploiter un énoncé

Le bismuth 210 et le polonium 210 ont des demi-vies relativement proches.

Noyau	$^{210}_{83}\text{Bi}$	$^{210}_{84}\text{Po}$	$^{206}_{82}\text{Pb}$
Radioactivité	β^-	α	Stable
Demi-vie	5,01 j	138,4 j	

- Écrire les équations des désintégrations menant du bismuth 210 au plomb 206.
- Calculer les constantes radioactives du bismuth 210 et du polonium 210, notées λ_{Bi} et λ_{Po} .
- Considérons un échantillon de N_0 noyaux de bismuth 210 à la date $t = 0 \text{ s}$. Notons $N_{\text{Bi}}(t)$, $N_{\text{Po}}(t)$ et $N_{\text{Pb}}(t)$ le nombre de noyaux de bismuth 210, polonium 210 et plomb 206 à une date t .

Donner l'expression de $N_{\text{Bi}}(t)$.

- Exprimer $N_{\text{Pb}}(t)$ en fonction de N_0 , $N_{\text{Bi}}(t)$ et $N_{\text{Po}}(t)$.
- Soit une expérience entre les dates t et $t + \Delta t$, où Δt est une durée assez petite pour que l'on puisse considérer l'activité de l'échantillon comme constante, mais assez grande pour que les fluctuations statistiques soient négligeables.

a. Exprimer la variation du nombre de noyaux de polonium 210 due à sa désintégration pendant cette expérience, en fonction de λ_{Po} , $N_{\text{Po}}(t)$ et Δt .

b. Exprimer la variation du nombre de noyaux de polonium 210 due à sa formation, en fonction de $N_{\text{Bi}}(t)$ et $N_{\text{Bi}}(t + \Delta t)$.

c. En déduire l'expression de $N_{\text{Po}}(t + \Delta t) - N_{\text{Po}}(t)$.

d. Montrer que le nombre de noyaux de polonium 210 de l'échantillon vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{dN_{\text{Po}}}{dt} = -\lambda_{\text{Po}}N_{\text{Po}} - \frac{dN_{\text{Bi}}}{dt}$$

e. La solution de cette équation différentielle est :

$$N_{\text{Po}}(t) = \frac{\lambda_{\text{Bi}}}{\lambda_{\text{Po}} - \lambda_{\text{Bi}}} N_0 (e^{-\lambda_{\text{Bi}}t} - e^{-\lambda_{\text{Po}}t})$$

Sur un graphique, tracer $N_{\text{Bi}}(t)$, $N_{\text{Po}}(t)$ et $N_{\text{Pb}}(t)$ pour t compris entre 0 j et 600 j .

On prendra $N_0 = 1,0 \times 10^6$.

Pour info

La seule forme naturelle de bismuth est $^{209}_{83}\text{Bi}$, très faiblement radioactif.



57 Programmer en Python

Utiliser un langage de programmation

Fichiers Python

Programme à compléter
Fiche d'accompagnement
hatier-clic.fr/pct168

Pour déterminer les nombres de noyaux dans l'exercice 56, on réalise le programme Python incomplet fourni :

hatier-clic.fr/pct168.

- Montrer que la question 5c de l'exercice 56 conduit à écrire : $N_{Po}(t + \Delta t) - N_{Po}(t) = (-\lambda_{Po}N_{Po}(t) + \lambda_{Bi}N_{Bi}(t))\Delta t$
- Compléter ensuite les lignes manquantes du programme Python et tracer les courbes obtenues.

63 Résolution de problème Détermination du volume sanguin par radioactivité

Pour déterminer le volume sanguin d'un être vivant sans le vider entièrement, on peut utiliser la radioactivité d'un isotope du sodium, $^{24}_{11}\text{Na}$ (doc. 1).

Données

- Tableau périodique des éléments. [Rabat VI](#)
- Demi-vie du sodium 24 : $t_{1/2} = 14,96 \text{ h}$
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Doc. 1 Le sodium 24

Un noyau de sodium 24 est obtenu par bombardement d'un noyau de sodium 23 par un neutron. Le sodium 24 est radioactif β^- .



Doc. 2 Étapes de la mesure du volume sanguin

Un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de solution de chlorure de sodium, dans laquelle la concentration en sodium 24 est $c = 1,00 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, est injecté à un patient.
Au bout de quelques minutes, le sodium 24 injecté s'est réparti uniformément dans tout le sang du patient.
Huit heures après l'injection, on prélève $V_2 = 10,0 \text{ mL}$ de sang au patient et on mesure l'activité A de cet échantillon, que l'on suppose due uniquement au sodium 24.

QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

- Écrire les équations de formation et de désintégration du sodium 24.
- On applique à un patient la méthode du doc. 2. Déterminer l'activité A_0 des 10,0 mL de solution injectée dans le sang du patient.

PROBLÈME

L'activité mesurée de l'échantillon de sang prélevé est $A_1 = 1,12 \times 10^{11} \text{ Bq}$.
Déterminer le volume sanguin de ce patient.