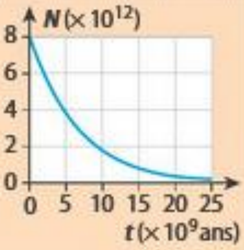
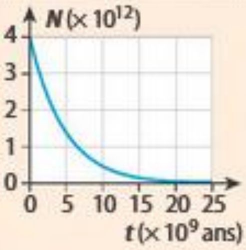
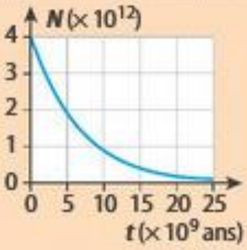
C19 exos conseilles qcmp159,25,26,27 reel

QCM

Choisir la ou les bonnes réponses. En cas d'erreur, revoir le paragraphe du cours associé.

QCM interactif hatier-clic.fr/pct159

Données pour les exercices 12 à 24 :
- Un échantillon d'uranium 238 émet 738 noyaux d'hélium par minute.
- La demi-vie de l'uranium 238 est $t_{1/2} = 4{,}47 \times 10^9$ ans.

		A	B	C
	Réactions nucléaires, radioactivité			Cours 1 p. 152 et 2 p. 153
A	**12** L'uranium 238 est radioactif :	α	β^+	β^-
C	**13** L'équation de sa désintégration est :	${}^{238}_{92}U + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{242}_{94}Pu$	${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{242}_{94}Pu + {}^{4}_{2}He$	${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$
	Activité d'un échantillon radioactif			Cours 3 p. 154
C	**14** L'activité de l'échantillon est :	738 Bq	44,3 kBq	12,3 Bq
AC	**15** La constante radioactive λ de l'uranium 238 vaut :	$1{,}55 \times 10^{-10}$ an^{-1}	$1{,}55 \times 10^{-10}$ s^{-1}	$4{,}91 \times 10^{-18}$ s^{-1}
BC	**16** L'activité $A(t)$ et le nombre de noyaux $N(t)$ sont liés par :	$A(t) = -\lambda \frac{dN}{dt}(t)$	$A(t) = \lambda N(t)$	$A(t) = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} N(t)$
B	**17** Le nombre de noyaux dans l'échantillon est :	$7{,}93 \times 10^{10}$	$2{,}50 \times 10^{18}$	$1{,}50 \times 10^{20}$
	Évolution temporelle d'une population de noyaux radioactifs			Cours 4 p. 155
BC	**18** Le nombre $N(t)$ de noyaux radioactifs vérifie :	$\frac{dN}{dt} = \lambda N$	$\frac{dN}{dt} + \lambda N = 0$	$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$
BC	**19** En notant N_0 le nombre de noyaux à l'instant $t = 0$ s, on a :	$N(t) = N_0 e^{\lambda t}$	$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$	$N_0 = N(t) e^{\lambda t}$
B	**20** Les trois quarts des noyaux disparaissent en une durée :	$t_{1/2}$	$2t_{1/2}$	$3t_{1/2}$
C	**21** Si $N_0 = 4{,}0 \times 10^{12}$, alors au bout de $t = 3{,}0 \times 10^9$ ans $N(t)$ vaut :	$6{,}4 \times 10^{12}$	$2{,}0 \times 10^{12}$	$2{,}5 \times 10^{12}$
C	**22** La courbe représentative de $N(t)$ dans la situation précédente est :			
	Radiodatations			Cours 5 p. 156
B	**23** L'activité d'un échantillon d'uranium 238 ne vaut plus que 35 % de l'activité initiale à la date :	$t = t_{1/2} \frac{\ln(0{,}35)}{\ln(2)}$	$t = -t_{1/2} \frac{\ln(0{,}35)}{\ln(2)}$	$t = \frac{\ln(0{,}35)}{\lambda}$
A	**24** On mesure l'activité due à l'uranium 238 d'une roche. Pour dater la roche, il faudrait connaître :	son activité lors de sa formation.	le nombre actuel de noyaux d'uranium 238.	rien de plus, on a toutes les données nécessaires.

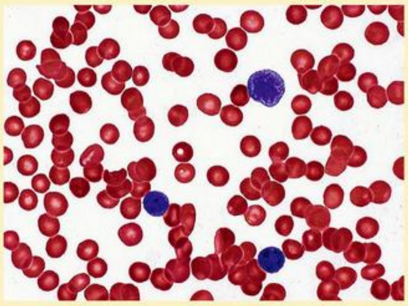
25 Un échantillon de noyaux de phosphore 32, $^{32}_{15}\mathrm{P}$, utilisé en radiothérapie, a une activité $A_0 = 1{,}00 \times 10^5$ Bq à une date $t = 0$ s.

Données • Demi-vie du phosphore 32 : $t_{1/2} = 14{,}26$ j
• Le phosphore 32 est radioactif et se désintègre en émettant un électron.

a De quel type de radioactivité est le phosphore 32 ? Justifier.
Écrire l'équation de sa désintégration.

b Exprimer et calculer le nombre de noyaux N_0 de l'échantillon à la date $t = 0$ s.

c Entre la production de l'échantillon et sa livraison à l'hôpital où il est utilisé, il s'écoule une durée $t = 8{,}0$ h.
Combien de noyaux ont disparu de l'échantillon pendant ce temps ?



La polyglobulie vraie est une maladie du sang caractérisé par l'augmentation du nombre de globules rouges.
Elle est traitée au phosphore 32.

Analyser SES ERREURS

Rédaction (**a** et **b**)
Chaque réponse doit être introduite par une phrase.

Cohérence des unités (**b** et **c**)
- Comme A_0 est en becquerels ($1\ \mathrm{Bq} = 1\ \mathrm{s}^{-1}$), il faut exprimer $t_{1/2}$ en secondes pour faire le calcul de N_0.
- Dans le quotient $\frac{t}{t_{1/2}}$, les deux durées doivent être exprimées dans la même unité.

Un exemple de mauvaise réponse

a Radioactivité β⁻.

$$^{32}_{15}\mathrm{P} \rightarrow {}^{32}_{14}\mathrm{Si} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$$

b $N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{t_{1/2}A_0}{\ln(2)}$

d'où $N_0 = \frac{14{,}26 \times 1{,}00 \times 10^5}{\ln(2)} = 2{,}057 \times 10^6$

c Le nombre de noyaux ayant disparu est :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\ln(2)t/t_{1/2}}$$

soit $N(t) = 2{,}057 \times 10^6 \times e^{-\ln(2)\times 8{,}0/14{,}26}$

$N(t) = 1{,}394 \times 10^6$ noyaux.

Justification
L'énoncé demande de justifier le type de radioactivité identifié.

Cohérence
La conservation du nombre de charge n'est pas assurée.

Chiffres significatifs (**b** et **c**)
L'activité A_0 ne comporte que trois chiffres.

Définition
L'énoncé demande le nombre de noyaux « ayant disparu », pas le nombre de noyaux « restants » calculé ici.

Acquérir LES BONS RÉFLEXES

Un exemple de bonne réponse

a Il s'agit de radioactivité β⁻ car la particule émise est un électron.
D'après la conservation des nombres de charge et de masse, l'équation de la désintégration s'écrit :

$$^{32}_{15}\mathrm{P} \rightarrow {}^{32}_{16}\mathrm{S} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$$

b Le nombre de noyaux initialement présents est :

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{t_{1/2}A_0}{\ln(2)}$$

$$N_0 = \frac{14{,}26 \times 24 \times 60 \times 60 \times 1{,}00 \times 10^5}{\ln(2)} = 1{,}78 \times 10^{11} \text{ noyaux.}$$

c Le nombre de noyaux restant à la date t est :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\ln(2)t/t_{1/2}}$$

soit $N(t) = 1{,}78 \times 10^{11} \times e^{-\ln(2)\times 8{,}0/(14{,}26\times 24)} = 1{,}75 \times 10^{11}$ noyaux.

Le nombre de noyaux ayant disparu à cette date est donc :

$$N_0 - N(t) = 3 \times 10^9 \text{ noyaux}$$

Astuce
Utiliser les fonctions de stockage et de rappel de la calculatrice.
Rabat I

Rédaction
Toujours introduire un calcul par une phrase qui dit ce qu'on calcule, et respecter les notations de l'énoncé.

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.

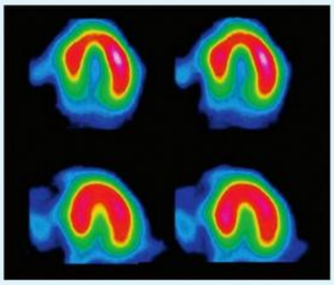
On dispose d'une solution de chlorure de thallium de concentration en masse $C_m = 5{,}00\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. On supposera que la durée séparant l'injection de la capture de l'image est assez courte pour pouvoir considérer l'activité de la solution comme constante pendant ces manipulations.

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 ?



Données

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

a L'équation de désintégration peut s'écrire $^{201}_{81}\text{Tl} + {}^{0}_{-1}\text{e} \rightarrow {}^{A}_{Z}\text{X}$.
La conservation du nombre de masse donne $A = 201 + 0 = 201$.
La conservation du nombre de charge donne $Z = 81 - 1 = 80$.
Le noyau formé est donc le mercure 201 : $^{201}_{80}\text{Hg}$.
L'équation de la désintégration est donc $^{201}_{81}\text{Tl} + {}^{0}_{-1}\text{e} \rightarrow {}^{201}_{80}\text{Hg}$.

Aide n° 1

Utiliser les lois de conservation et le tableau périodique des éléments.

Rabat VI

b La masse molaire du chlorure de thallium est :

$$M_{\text{TlCl}} = M_{\text{Tl}} + M_{\text{Cl}} = 204{,}4 + 35{,}5 = 239{,}9\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

La concentration en quantité de matière de la solution utilisée est donc :

$$c = \frac{C_m}{M_{\text{TlCl}}} = \frac{5{,}00 \times 10^{-6}}{239{,}9} = 2{,}08 \times 10^{-8}\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

Le nombre de noyaux de thallium par litre de solution est donc :

$$cN_A = 1{,}25 \times 10^{16}\ \text{noyaux}\cdot\text{L}^{-1}$$

Aide n° 2

Pour calculer un nombre de noyaux par litre, il faut utiliser la concentration en masse, la masse molaire et la constante d'Avogadro.

c L'activité *A* d'un échantillon est liée au nombre de noyaux *N* qu'il contient par la relation :

$$A = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} N$$

L'activité par litre de cette solution est donc :

$$a = \frac{cN_A \ln(2)}{t_{1/2}} = \frac{2{,}08 \times 10^{-8} \times 6{,}02 \times 10^{23} \times \ln(2)}{72{,}9 \times 3\,600} = 3{,}31 \times 10^{10}\ \text{Bq}\cdot\text{L}^{-1}$$

Aide n° 3

Revoir la relation entre *A* et *N* ainsi que la relation entre $t_{1/2}$ et la constante radioactive λ.

Cours 3 p. 154 et 4 p. 155

d Pour que le patient de 90 kg ait au minimum 0,74 MBq par kilogramme de masse corporelle, il faut lui injecter une dose minimale :

$$A_{\min} = 90 \times 0{,}74 \times 10^{6} = 6{,}7 \times 10^{7}\ \text{Bq}$$

Le volume minimal de solution à injecter est donc :

$$V_{\min} = \frac{A_{\min}}{a} = \frac{6{,}7 \times 10^{7}}{3{,}31 \times 10^{10}} = 2{,}0 \times 10^{-3}\ \text{L}$$

soit 2,0 mL.

Aide n° 4

Vérifier que le résultat est réaliste (on ne peut pas injecter 2 L de solution par exemple).

À votre tour

Exercice 46 p. 165

27 Datation des roches par la méthode potassium-argon

La méthode potassium-argon est une technique de datation des roches, utilisant les isotopes de nombre de masse 40 des éléments potassium et argon contenus dans les échantillons de roches testés.

Le potassium 40 est radioactif. On supposera dans la suite qu'il se désintègre uniquement par radioactivité β^- pour former de l'argon 40, qui est stable.

On considère un échantillon de roche pour lequel on a pu mesurer, à l'aide d'une technique physique nommée spectrométrie de masse, les masses de potassium 40 et d'argon 40 qu'il contient, respectivement $m_K = 45{,}2$ mg et $m_{Ar} = 408$ mg.

Données

- Demi-vie du potassium 40 : $t_{1/2} = 1{,}248 \times 10^9$ ans

La méthode potassium-argon est utilisée pour dater d'anciennes coulées de lave.

a Écrire l'équation de la désintégration du potassium 40.

b Donner l'expression de la constante radioactive λ du potassium 40 en fonction de sa demi-vie $t_{1/2}$.

c On notera N_{K0} le nombre de noyaux de potassium 40 présents dans l'échantillon de roche au moment où celle-ci s'est formée, pris pour origine des dates.

Exprimer le nombre de noyaux $N_K(t)$ au bout d'une durée t après la formation de la roche.

d En supposant que tout l'argon 40 présent dans la roche à la date t est issu de la désintégration du potassium 40, et qu'il ne s'en est pas échappé, exprimer le nombre de noyaux d'argon 40 présents dans la roche à la date t, noté $N_{Ar}(t)$, en fonction de N_{K0} et $N_K(t)$.

e On définit le rapport argon-potassium $r(t) = \frac{N_{Ar}(t)}{N_K(t)}$.

Montrer que $r(t) = e^{\lambda t} - 1$.

f En déduire l'expression de l'âge t de la roche en fonction de $r(t)$ et $t_{1/2}$.

g Justifier qu'un noyau de potassium 40 et un noyau d'argon 40 ont approximativement la même masse. En déduire l'expression de $r(t)$ pour l'échantillon considéré, en fonction de m_K et m_{Ar}.

h Conclure en déterminant l'âge de la roche.

ⓐ L'équation de la désintégration du potassium 40 s'écrit :

$$^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{20}Ar + {}^{0}_{-1}e$$

ⓑ La constante radioactive du potassium 40 est $\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$.

ⓒ Le nombre de noyaux de potassium 40 radioactifs vérifie la loi de décroissance radioactive :

$$N_K(t) = N_{K0}e^{-\lambda t}$$

ⓓ Si tout l'argon 40 vient de la désintégration du potassium 40 et si l'argon est resté dans la roche, alors il y a autant de noyaux d'argon 40 présents à la date t dans la roche qu'il a disparu de noyaux de potassium 40 depuis la formation de la roche. On en déduit donc :

$$N_{Ar}(t) = N_{K0} - N_K(t)$$

ⓔ À l'aide de la relation précédente, on peut expliciter le rapport argon-potassium $r(t)$:

$$r(t) = \frac{N_{Ar}(t)}{N_K(t)} = \frac{N_{K0} - N_K(t)}{N_K(t)}$$

D'après la loi de décroissance radioactive, on en déduit :

$$r(t)=\frac{N_{K0}-N_{K0}e^{-\lambda t}}{N_{K0}e^{-\lambda t}}$$

puis, en simplifiant : $$r(t)=\frac{1}{e^{-\lambda t}}-1$$

soit $$r(t)=e^{\lambda t}-1$$

ⓕ On en déduit : $$e^{\lambda t}=1+r(t)$$

Puis : $$\lambda t=\ln(1+r(t))$$

Enfin : $$t=\frac{1}{\lambda}\ln(1+r(t))$$

Compte tenu de l'expression de λ (réponse **b**), cela s'écrit aussi :

$$t=\frac{t_{1/2}}{\ln(2)}\ln(1+r(t))$$

ⓖ Le potassium 40 et l'argon 40 comportent le même nombre de nucléons dans leur noyau. Un noyau de potassium 40 a donc la même masse qu'un noyau d'argon 40.

Le quotient des nombres de noyaux d'argon et de potassium 40 dans l'échantillon est donc égal au quotient des masses d'argon et de potassium 40 :

$$r(t)=\frac{m_{Ar}}{m_K}$$

ⓗ Finalement, l'âge de l'échantillon est :

$$t=\frac{t_{1/2}}{\ln(2)}\ln\left(1+\frac{m_{Ar}}{m_K}\right)$$

On calcule :

$$t=\frac{1,248\times10^9}{\ln(2)}\ln\left(1+\frac{408}{45,2}\right)=4,15\times10^9\text{ ans}$$