

Nelle Calédonie 2004 Exercice 1 Deux isotopes de l'iode pour étudier la thyroïde (4 pts)

calculatrice autorisée

La glande thyroïde produit des hormones essentielles à différentes fonctions de l'organisme à partir de l'iode alimentaire. Pour vérifier la forme ou le fonctionnement de cette glande, on procède à une scintigraphie thyroïdienne en utilisant les isotopes $^{131}_{53}\text{I}$ ou $^{123}_{53}\text{I}$ de l'iode.

Pour cette scintigraphie, un patient ingère une masse $m = 1,00 \mu\text{g}$ de l'isotope $^{131}_{53}\text{I}$.

Données:

Constante d'Avogadro: $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Masse molaire atomique de l'isotope $^{131}_{53}\text{I}$: $M = 131 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Donner la composition du noyau de l'isotope $^{131}_{53}\text{I}$.

2. Montrer que le nombre d'atomes radioactifs (donc de noyaux radioactifs) initialement présents dans la dose ingérée est égal à $4,60 \times 10^{15}$ atomes.

Ce nombre sera noté N_0 pour la suite de l'exercice.

L'instant de l'ingestion est pris pour origine des dates ($t = 0 \text{ s}$).

3. L'isotope $^{131}_{53}\text{I}$ est radioactif β^- .

Après avoir précisé les lois de conservation utilisées, écrire l'équation de sa désintégration.

On admettra que le noyau fils n'est pas produit dans un état excité.

Données:

Quelques symboles d'éléments chimiques:

antimoine $_{51}\text{Sb}$	tellure $_{52}\text{Te}$	iode $_{53}\text{I}$	xénon $_{54}\text{Xe}$	césium $_{55}\text{Cs}$
-------------------------------	-----------------------------	-------------------------	---------------------------	----------------------------

4. La demi-vie de l'isotope $^{131}_{53}\text{I}$ vaut 8,0 jours.

4.1. Rappeler la loi de décroissance radioactive en faisant intervenir N_0 et la constante radioactive λ .

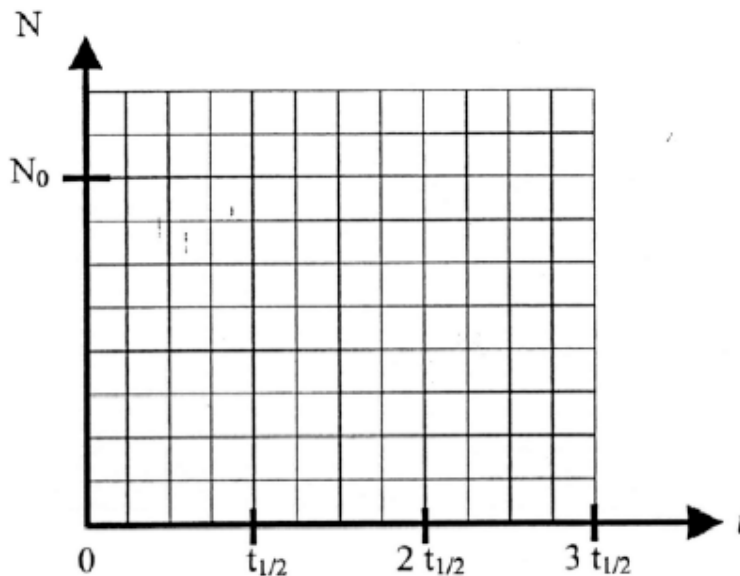
4.2. Demi-vie d'un échantillon radioactif.

4.2.1. Définir la demi-vie ($t_{1/2}$) d'un échantillon radioactif.

4.2.2. En déduire la relation $\ln 2 = \lambda \cdot t_{1/2}$.

4.3. Tracer, sur la figure ci-dessous, l'allure de la courbe correspondant à l'évolution au cours du temps du nombre de noyaux radioactifs dans l'échantillon, en justifiant le raisonnement utilisé.

On placera correctement les points correspondant aux instants de $t_{1/2}$, $2 t_{1/2}$ et $3 t_{1/2}$.



5. On rappelle que l'activité $A(t)$, à l'instant de date t , d'un échantillon de noyaux radioactifs est définie

$$\text{par } A(t) = \left| \frac{dN(t)}{dt} \right|$$

5.1. A partir de la loi de décroissance radioactive montrer que l'activité de l'échantillon ${}^{131}_{53}\text{I}$ à l'instant de date t est proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs à cet instant.

5.2. En déduire l'expression littérale de l'activité A_0 de l'échantillon à l'origine des dates, en fonction de N_0 et $t_{1/2}$. Calculer sa valeur numérique, exprimée dans le système international.

5.3. Calculer, dans le système international, l'activité A de l'échantillon d'isotope ${}^{131}_{53}\text{I}$ à l'instant de l'examen, sachant qu'en général l'examen est pratiqué quatre heures après l'ingestion de l'iode radioactif ${}^{131}_{53}\text{I}$.

5.4. En déduire la perte relative d'activité $\frac{|\Delta A|}{A_0} = \frac{|A(t) - A_0|}{A_0}$ entre les deux instants évoqués.

Cette perte sera calculée et exprimée en pourcentage.

6. La demi-vie de l'isotope ${}^{123}_{53}\text{I}$ de l'iode est 13,2 heures.

On considère maintenant que le patient ingère une quantité d'isotope ${}^{123}_{53}\text{I}$ telle que l'activité initiale de cet isotope soit la même que celle de l'isotope ${}^{131}_{53}\text{I}$ trouvé à la question 5.2.

L'activité A (valeur calculée à la question 5.3.) sera-t-elle atteinte après une durée identique, plus petite ou plus grande qu'avec l'isotope ${}^{131}_{53}\text{I}$ de l'iode? Justifier.

Une méthode graphique peut être utilisée.