Série de révision en décroissance radioactive

2BAC SMF 100%

Prof. Alaeddine ABIDA – AjiTFHAM ACADEMY : 0696307274

EXERCICE 01 :

2 On donne la figure ci-contre.

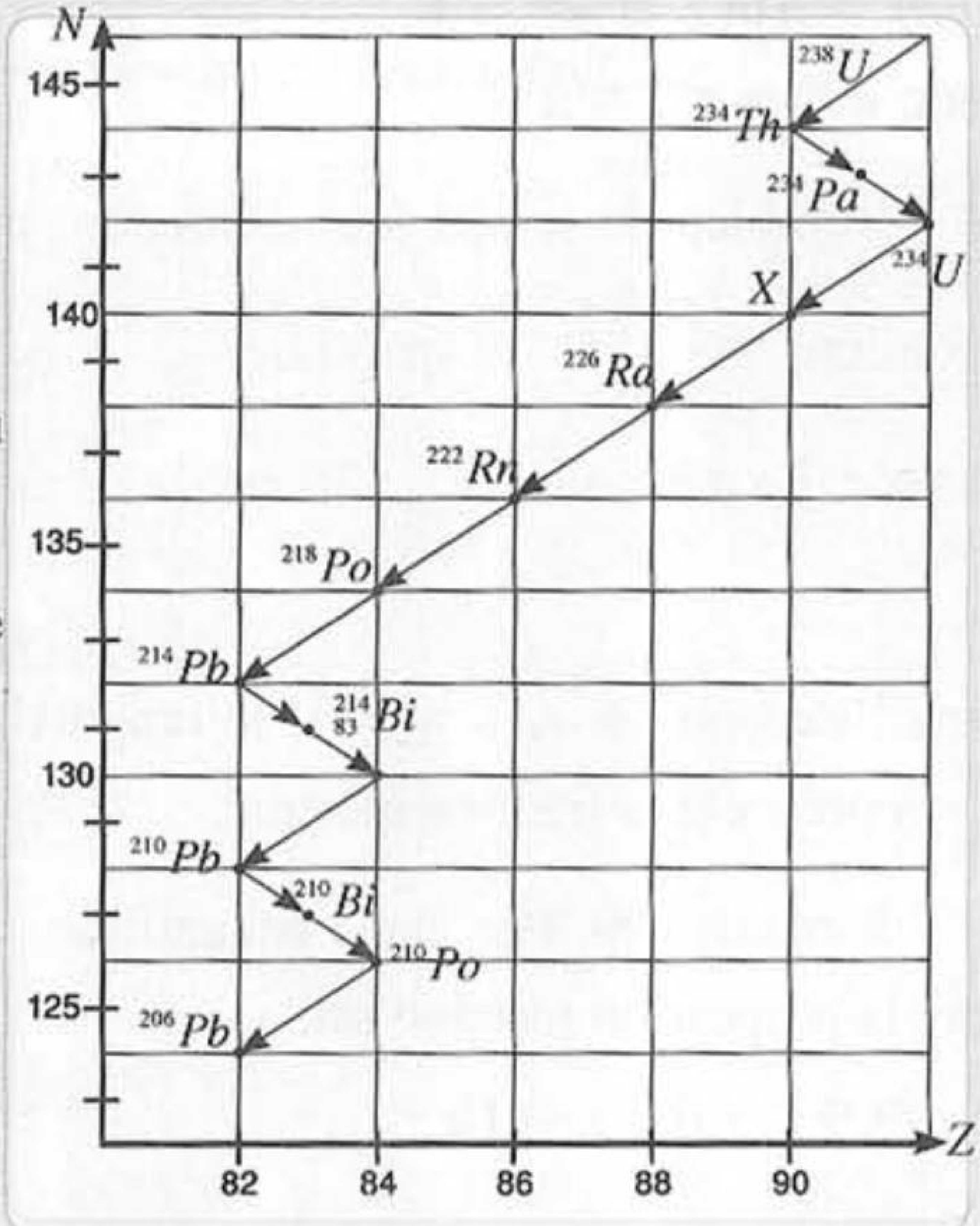
1- Que représente cette figure?

2- Quel est le noyau le plus stable?

3- Quel est le noyau le moins stable?

4- Donner le symbole et les constituants du noyau X.

5- Ecrire l'équation bilan du passage de ^{238}U à ^{206}Pb.



EXERCICE 02 :

3 On considère un échantillon de noyaux radioactifs de demi-vie $t_{\frac{1}{2}}$.

L'activité de cet échantillon à $t = 0$ est notée a_0.

Montrer qu'à la date $t = n.t_{\frac{1}{2}}$.

L'activité de cet échantillon s'exprime par $a = \frac{a_0}{2^n}$.

EXERCICE 03 :

6 Le xénon 135, radioactif β^- donne naissance à un noyau de césium
La demi-vie de cette désintégration vaut 9,2h.
La masse d'un échantillon à une date $t = 0$ est m_0.
A une date $t = 9h$, l'activité de cette échantillon vaut $a = 2,84.10^{14} Bq$.
1- Ecrire l'équation de cette réaction.
2- Calculer l'activité a_0 de l'échantillon à l'état initial $(t = 0)$.
3- En déduire m_0. On donne: masse du noyau $m({}^{135}X_e) = 2,24.10^{-25} kg$
4- A quelle date l'échantillon perd les trois quart de ses noyaux?

EXERCICE 04 :

7 On considère deux isotopes radioactifs de l'iode, utilisés en médecine: l'iode 131 $\left({}^{131}_{53}I\right)$ de demi-vie 8,1 j, et l'iode 123 $\left({}^{123}_{53}I\right)$ de demi-vie 13h.

Données: Nombre d'Avogadro: $N_A \approx 6,02.10^{23} mol^{-1}$.

Masses molaires en $g.mol^{-1}$: $M({}^{131}I) = M_1 = 131$; $M({}^{123}I) = M_2 = 123$

1- On dispose de deux échantillons de masse $m = 10g$ de ces deux isotopes. Quelles sont leurs activités initiales $a_0(1)$ et $a_0(2)$?

2- Au bout de combien de temps leurs activités sont-elles égales?

EXERCICE 05 :

11 Le radon ${}^{222}_{86}Rn$ fait partie d'une famille radioactive qui, par une série d'émissions α et β^-, aboutit au plomb ${}^{206}_{82}Pb$.

1- Ecrire l'équation de la réaction nucléaire représentant l'émission α par des noyaux ${}^{A}_{Z}X$.

2- Ecrire l'équation de la réaction nucléaire représentant l'émission β^- par des noyaux ${}_{Z}^{A}X$.

3- En déduire le nombre de désintégrations α et β^- émises pour passer du $Rn\,222$ au $Pb\,206$.

On prépare un échantillon de 1 mg de ${}_{86}^{222}Rn$ et on mesure la décroissance dans le temps de la masse m du radon restant:

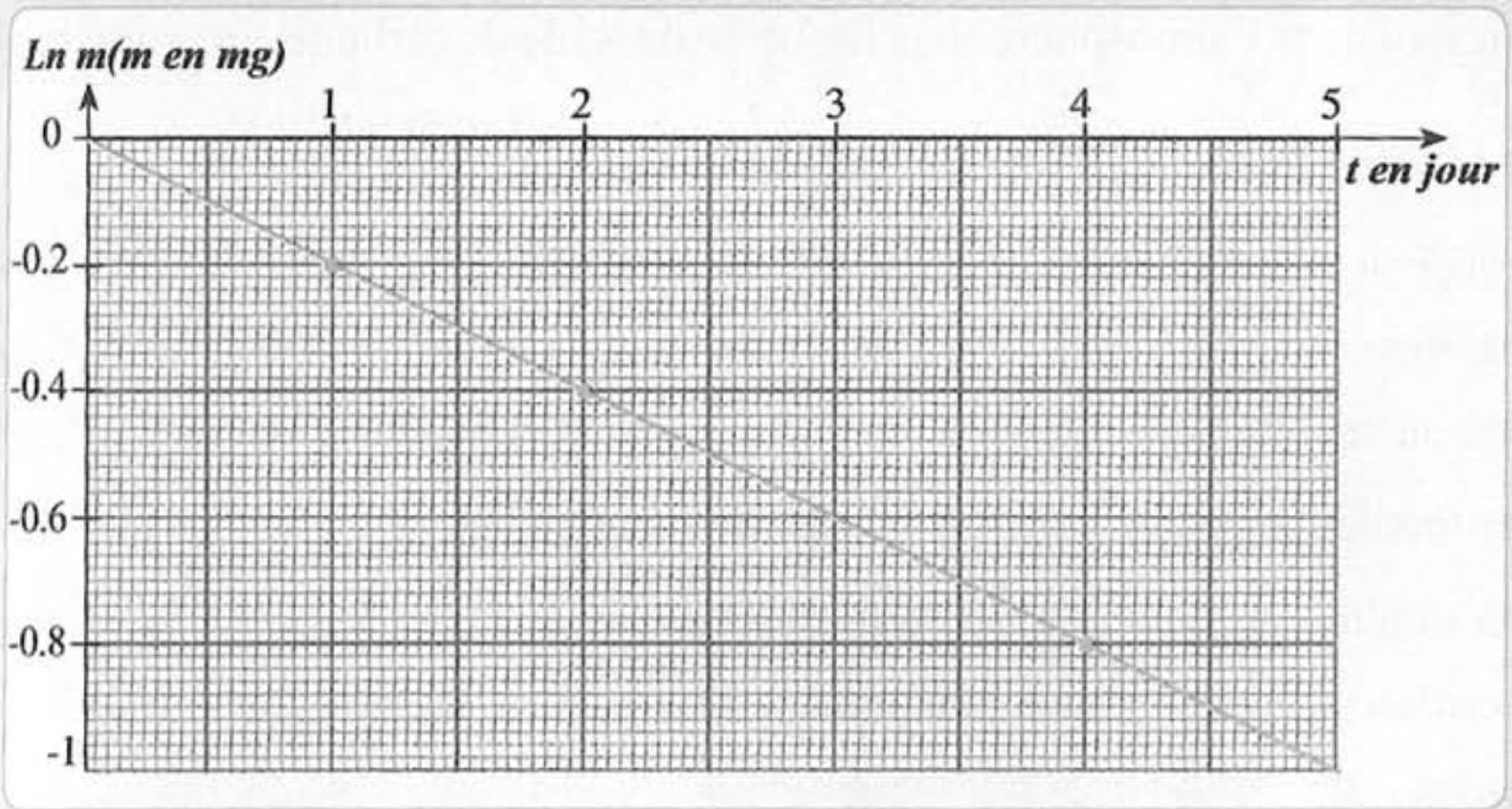
t (jour)	0	1	2	3	4	5
m (mg)	1	0,83	0,69	0,58	0,48	0,40

4.a- A l'aide des données du tableau, donner l'ordre de grandeur de la demi-vie $t_{\frac{1}{2}}$ du radon 222.

4.b- Le graphe de $\ell n(m) = f(t)$ est donné ci-après

Indiquer la nature de la courbe obtenue.

En déduire la constante radioactive λ du radon 222 puis sa demi-vie.



5- Calculer l'activité A_0 de l'échantillon de radon à $t = 0$.

Calculer la masse m_{10} et l'activité A_{10} de l'échantillon de radon à $t = 10$ jours.

Données: Masse molaire du radon 222: $M = 222\ g.mol^{-1}$

Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,02\,10^{23} mol^{-1}$

EXERCICE 06 :

12 On peut dater l'âge d'une matière animale ou végétale grâce aux éléments radioactifs. L'isotope ${}^{14}_{6}C$ du carbone, radioactif β^-, de demi-vie $t_{\frac{1}{2}} = 5730ans$, est présent dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone, en proportion infime mais constante par rapport à l'isotope ${}^{12}_{6}C\left(r_0 = \dfrac{N_0(carbone\,14)}{N_0(carbone\,12)} \simeq 10^{-12}\right)$

Les végétaux absorbent le dioxyde de carbone atmosphérique et fixent l'isotope 14 du carbone dans leur tissu. Tous les êtres vivants consommant des plantes absorbent également cet isotope. Au cours de leur vie, végétaux, animaux et humains en contiennent une proportion constante $(r_0 \simeq 10^{-12})$. Après la mort, l'isotope ${}^{14}_{6}C$ n'est plus absorbé. Sa teneur diminue au rythme des désintégrations radioactives. La mesure de l'activité d'un échantillon permet d'évaluer le rapport r, donc la date de sa mort.

Données: $N_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$, $M({}^{12}C) = M = 12g.mol^{-1}$, $1an = 365jours$.

Pour déterminer l'âge t d'une momie des pharaons, trouvée en 1980, des chercheurs ont prélevé une masse $m = 100mg$ de matière organique de cette momie. Les analyses effectuées ont montré que cette masse contient la proportion $\rho = 10\%$ de carbone et que son activité radioactive vaut $a = 1,16mBq$.

1- Montrer que le nombre N_0 de noyaux ${}^{14}_{6}C$ dans la masse m, à la date t_0 où le pharaon meurt est $N_0 = \dfrac{r_0.m.\rho.N_A}{M}$.

2- En déduire a_0 l'activité de l'échantillon le pharaon était en vie

3- Calculer l'âge de la momie.

EXERCICE 07 :

13 Pour déterminer l'âge de cailloux lunaires rapportés par les astronautes d'Apollo XI, on mesure les quantités relatives de potassium 40 et de son produit de désintégration, l'argon 40, qui est retenu à l'intérieur de la roche. Un échantillon de masse 10,00g de roche contient un volume $v = 82mm^3$ d'argon 40 et une masse $m = 16,6\mu g$ de potassium 40. Le volume du gaz est donné dans les conditions normales et on rappelle que l'argon est un gaz monoatomique et que l'argon 40 est stable.

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

Volume molaire $V_m = 22,4 L.mol^{-1}$.

Masse molaire atomique de l'isotope de potassium 40: $M_k = 40,0 g.mol^{-1}$

Le temps de demi-vie de l'isotope ${}^{40}_{19}K$ est: $t_{1/2} = 1,26 \times 10^9 ans$.

1- Ecrire l'équation de désintégration du potassium 40 en argon ${}^{40}_{18}Ar$.

2- Etablir la relation entre la constante de désintégration λ et la période de demi-vie $t_{\frac{1}{2}}$.

Calculer λ.

3- On pose N_{Ar} le nombre de noyaux d'argon 40 et N_K le nombre de noyaux de potassium 40 présents dans l'échantillon au moment de l'analyse.

Calculer le rapport $r = \dfrac{N_{Ar}}{N_K}$.

4- On pose N_{K0} le nombre de noyaux de potassium 40 à la formation de la roche.

Exprimer le rapport $\dfrac{N_K}{N_{K0}}$ en fonction de r.

Exprimer l'âge t de la roche analysée

Calculer cette date.

EXERCICE 08 :

14 Les roches volcaniques contiennent du potassium ^{40}K radioactif qui se transforme en argon 40 avec une demi-vie de $1,3.10^9 ans$. Au cours des siècles, l'argon 40 s'accumule alors que le potassium disparaît.

Lors d'une éruption volcanique, la lave dégaze: l'argon présent dans la lave s'échappe. A la date t de l'éruption, la lave solidifiée ne contient alors plus que l'argon antérieur à l'événement.

L'analyse d'un échantillon de basalte trouvé près d'un ancien volcan montre qu'il contient $m_1 = 2,9800mg$ de potassium et $m_2 = 8,6\mu g$ d'argon 40.

Données: $M(^{40}K) \simeq M(^{40}Ar) = M$

1- Exprimer le nombre de noyaux de potassium 40 juste après l'éruption en fonction des nombres de noyaux de potassium 40 et d'argon 40 à la date d'analyse.

2- Montrer que la date t de l'éruption s'exprime:

$$t = \frac{t_{\frac{1}{2}}}{Ln2} Ln\left(\frac{m_1 + m_2}{m_1}\right)$$

3- Calculer t.

EXERCICE 09 :

15 On s'intéresse dans cet exercice à une filiation radioactive mettant en jeu deux noyaux radioactifs A et B. Le but de l'exercice étant d'observer l'évolution temporelle des populations A et B.

A, le noyau «père», se désintègre pour donner le noyau «fils» B. Ce noyau «fils» B lui-même radioactif, se désintègre pour donner le noyau «petit-fils» C, noyau considéré stable. Si on appelle λ_A et λ_B les constantes de désintégration radioactive respectives des éléments A et B, on a le schéma suivant:

$$A \xrightarrow{\lambda_A} B \xrightarrow{\lambda_B} C$$

A la date $t = 0$ l'échantillon étudié n'est constitué que de noyaux radioactifs A et on vérifie: $N_A(0) = N_0$

1- Donner l'expression de l'évolution temporelle de la population de noyaux A, $N_A(t)$, en fonction de N_0 et λ_A.

On donne l'équation différentielle vérifiée par $N_B(t)$ le nombre de noyaux B à l'instant t dans l'échantillon étudie (on ne s'intéressera pas au pourquoi de cette équation): $\frac{dN_B}{dt} + \lambda_B N_B = -\frac{dN_A}{dt}$

2- Montrer que la solution suivante vérifie bien cette équation différentielle:

$$N_B(t) = \frac{\lambda_A}{\lambda_A - \lambda_B} N_0 (e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t})$$

3- Déterminer la date t_{max} pour laquelle le nombre de noyaux radioactifs B est maximal dans l'échantillon.

4- Que vaut la somme $N_A(t) + N_B(t) + N_C(t)$ quelle que soit la date t considérée? En déduire l'expression littérale de $N_C(t)$.

5- Que vaut $N_C(t)$ lorsque le temps t tend vers l'infini? Ne pouvait-on pas prévoir ce résultat?