Pour les élèves de 6A, 6B et 6C Phys 3H

Bonjour à tous, je vous envoie la fin du cours de physique. Ce n'est pas une partie trop compliquée. Ce serait bien de prendre la peine de la lire attentivement. Vous pouvez me contacter, je pourrai répondre à vos questions.

N'oubliez pas le contrôle à la rentrée (pas à la première leçon évidemment) si on rentre dans un délai raisonnable !!!!

Demi-vie (suite)

Soit N_0 le nombre initial de noyaux radioactifs,
après une période, il en reste $\frac{N_0}{2}$

2 périodes, " $\frac{N_0}{4}$

3 " $\frac{N_0}{8}$

$\Rightarrow$ après n périodes $\boxed{N_{(t)} = \frac{N_0}{2^n}}$ $N(t)$ = nombre de noyaux radioactifs qui subsistent après un temps $t = n\,T$

T : période ou demi-vie

Le nombre de périodes n'est pas nécessairement un nombre entier
Prenons le logarithme de l'expression précédente

$$\ln N(t) = \ln\left(\frac{N_0}{2^n}\right) \Rightarrow \ln N(t) = \ln N_0 - n \ln 2$$

$$\ln N(t) = \ln N_0 - \frac{t}{T}\ln 2$$

posons $\boxed{\lambda = \frac{\ln 2}{T}}$ λ est la constante de désintégration en s^{-1}

$$\ln N(t) = \ln N_0 - \lambda t$$

$$\ln N(t) - \ln N_0 = -\lambda t$$

$$\ln \frac{N(t)}{N_0} = -\lambda t$$

$$e^{\ln \frac{N(t)}{N_0}} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \boxed{N(t) = N_0\, e^{-\lambda t}}$$

Le nombre de nuclides qui se désintègrent durant l'intervalle de temps $(t, t+\Delta t)$ est donné par

$$\underbrace{N(t)}_{\text{nb initial de noyaux}} - \underbrace{N(t+\Delta t)}_{\text{nb final}} = N(t) - N(t)\,e^{-\lambda \Delta t} = N(t)\left(1 - e^{-\lambda \Delta t}\right)$$

Si l'intervalle de temps Δt est tel que $\lambda \Delta t \ll 1$, on peut montrer que $e^{-x} = 1 - x$ si $x \ll 1$

$$\Rightarrow N(t)\left(1 - e^{-\lambda \Delta t}\right) = N(t)\left[1 - 1 + \lambda \Delta t\right] = \lambda\, \Delta t\, N(t)$$

Si on divise par Δt, on trouve que le <u>nombre de désintégrations par unité de temps</u> à l'instant t est égal à $\lambda N(t)$. Ceci correspond à l'activité de la substance

$$\boxed{A(t) = \lambda\, N(t)}$$

$A(t)$: activité de la substance à l'instant t en becquerel (nb de désintégrations par sec)

$N(t)$: nombres de noyaux à l'instant t

<u>Exercices</u>

1. Calculer l'activité de 1g de radium de masse molaire 226 g/mole dont la période est de 1620 ans.

2. L'iode 131 est utilisé dans le traitement des troubles de la thyroïde. Sa demi-vie est de 8,1 jours. Si un patient absorbe une faible quantité d'iode, quel pourcentage va subsister dans le corps au bout de 20 jours ?

3. Un labo possède 2g de phosphore P_{15}^{32} dont la demi-vie est de 14,2 jours. Il se désintègre en émettant des particules β.
a) Quelle est l'activité initiale de la substance ?
b) Quelle sera son activité au bout de 142 jours ?
c) Au bout de combien de temps son activité sera-t-elle égale à 600 désintégrations/min ?

4. Une substance radioactive dont la demi-vie vaut 15s émet initialement 3.10^8 particules α par seconde. Combien reste-t-il de noyaux radioactifs au bout de 2 min ? ($2{,}536.10^7$)

5. Un bol en bois a une activité en carbone 14 égale à un tiers de celle observée dans les objets en bois contemporains. Si la demi-vie du carbone 14 est de 5600 ans, quel est l'âge du bol en bois ?

1. $m = 1g$
$M = 226\ g/mole$
$T = 1620$ ans
↓ demi-vie

$A(t) = \lambda N(t)$
↓ activité

$\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$ ↳ en sec $\Rightarrow \lambda = \dfrac{\ln 2}{1620 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}$

$\lambda = 1{,}356\ldots \cdot 10^{-11}\ s^{-1}$

$N(t) = \dfrac{m}{M} \cdot N_A$
↓ nb de noyaux dans un g de radium (= nb d'atomes)

$N(t) = \underbrace{\dfrac{1}{226}}_{\text{nb de mole}} \cdot \underbrace{6{,}02 \cdot 10^{23}}_{\text{nb avogadro}} = 2{,}6637 \cdot 10^{21}$

$\Rightarrow A(t) = \lambda N(t) = 3{,}6 \cdot 10^{10}$ Bq ↳ Becquerel

2. $T = 8{,}1$ jours
$t = 20$ jours

$$\boxed{N(t) = \frac{N_0}{2^n}}$$ avec $n = \dfrac{t}{T}$
↓ nb de périodes ou demi-vie

qt finale ← $\dfrac{N(t)}{N_0}$ ← qt initiale $= \dfrac{1}{2^n}$ = pourcentage de ce qui reste

$$\frac{1}{2^n} = \frac{1}{2^{\frac{20}{8,1}}} = 0{,}18 = 18\ \%$$

3. a) $A_0 = \lambda N_0$ $\quad \lambda = \dfrac{\ln 2}{T} = \dfrac{\ln 2}{14{,}2 \cdot 24 \cdot 3600} = 5{,}65 \cdot 10^{-7}\ s^{-1}$

$N_0 = \dfrac{m_0}{M} \cdot N_A = \dfrac{2\ g}{32\ g/mole} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 3{,}7625 \cdot 10^{22}$

$\Rightarrow A_0 = 5{,}65 \cdot 10^{-7} \cdot 3{,}7625 \cdot 10^{22} = 2{,}125 \cdot 10^{16}$ Bq

b) $A_0 = \lambda N_0$
$A(t) = \lambda N(t)$

$\Rightarrow \dfrac{A(t)}{A_0} = \dfrac{N(t)}{N_0} = \dfrac{1}{2^n}$

$$\boxed{A(t) = \frac{A_0}{2^n}}$$

$t = 142$ jours
$T = 14{,}2$ jours

$\Rightarrow n = \dfrac{t}{T} = 10$

$A(t) = \dfrac{2{,}125 \cdot 10^{16}}{2^{10}} = 2{,}075 \cdot 10^{13}$ Bq

c) $A(t) = 600$ désint/min
$= 600$ désint / 60 sec
$= 10$ Bq

$t = ?$

$$A(t) = \frac{A_0}{2^n}$$

$$2^n = \frac{A(t)}{A_0} = \frac{2{,}125.10^{16}}{10} = 2{,}125.10^{15}$$

$$\ln 2^n = \ln 2{,}125.10^{15}$$

$$n \ln 2 = \ln 2{,}125.10^{15}$$

$$\Rightarrow n = \frac{\ln 2{,}125.10^{15}}{\ln 2} = 50{,}916$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow t = nT = 50{,}916 \,.\, 14{,}2 \text{ jours} \Rightarrow t = 723 \text{ jours}$$

4. $A_0 = 3.10^8$ Bq
$T = 15$ sec
$t = 2$ min $= 120$ sec

$$A(t) = \frac{A_0}{2^n} = \frac{3.10^8}{2^8} = 1{,}17... 10^6 \text{ Bq}$$

$$N(t) = \frac{A(t)}{\lambda} = \frac{1{,}17.10^6}{\left(\frac{\ln 2}{15}\right)} = 2{,}536.10^7$$

5. $T = 5600$ ans
$A(t) = \frac{1}{3} A_0$

$$A(t) = \frac{A_0}{2^n}$$

$$\frac{1}{3} A_0 = \frac{A_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = 3$$

$$\ln 2^n = \ln 3$$

$$\Rightarrow n = 1{,}585$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow t = 1{,}585 \,.\, 5600 \text{ ans}$$

$$= 8876 \text{ ans}$$