

Ví dụ 3: (CD-2009) Gọi τ là khoảng thời gian để số hạt nhân của một đồng vị phóng xạ giảm đi bốn lần. Sau thời gian 2τ số hạt nhân còn lại của đồng vị đó bằng bao nhiêu phần trăm số hạt nhân ban đầu?

- A. 25,25%. B. 93,75%. C. 6,25%. D. 13,5%.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$\frac{N_0}{N} = e^{\lambda t} \Rightarrow \begin{cases} \frac{N_0}{N_1} = e^{\lambda \cdot \tau} = 4 \\ \% \text{còn lại sau } 2\tau \text{ là } h = e^{-\lambda \cdot 2\tau} = 0,0625 = 6,25\% \end{cases}$$

Ví dụ 4: (ĐH – 2007) Giả sử sau 3 giờ phóng xạ (kể từ thời điểm ban đầu) số hạt nhân của một đồng vị phóng xạ còn lại bằng 25% số hạt nhân ban đầu. Chu kỳ bán rã của đồng vị phóng xạ đó bằng

- A. 2 giờ. B. 1,5 giờ. C. 0,5 giờ. D. 1 giờ.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\% \text{còn lại} = \frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot 3} = 0,25 \Rightarrow T = 1,5 \text{ (h)}$$

Ví dụ 5: (CD-2010) Ban đầu ($t = 0$) có một mẫu chất phóng xạ X nguyên chất. Ở thời điểm t_1 mẫu chất phóng xạ X còn lại 20% hạt nhân chưa bị phân rã. Đến thời điểm $t_2 = t_1 + 100$ (s) số hạt nhân X chưa bị phân rã chỉ còn 5% so với số hạt nhân ban đầu. Chu kỳ bán rã của chất phóng xạ đó là

- A. 50 s. B. 25 s. C. 400 s. D. 200 s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\% \text{còn lại} = \frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot t} \Rightarrow \begin{cases} e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot t} = 0,2 \\ e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot (t+100)} = 0,05 \end{cases} \Rightarrow T = 50 \text{ (s)}$$

Ví dụ 6: Coban (${}_{27}\text{Co}^{60}$) phóng xạ β^- với chu kỳ bán rã $T = 5,27$ năm. Thời gian cần thiết để 75% khối lượng của một khối chất phóng xạ ${}_{27}\text{Co}^{60}$ bị phân rã là

- A. 42,16 năm. B. 5,27 năm. C. 21,08 năm. D. 10,54 năm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$\% \text{còn lại} = \frac{m}{m_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot t} \Rightarrow 0,25 = e^{-\frac{\ln 2}{5,27} \cdot t} \Rightarrow t = 10,54 \text{ (năm)}$$

Ví dụ 7: Một lượng hỗn hợp gồm hai đồng vị với số lượng hạt nhân ban đầu như nhau. Đồng vị thứ nhất có chu kỳ bán rã là 2,4 ngày, đồng vị thứ hai có chu kỳ bán rã là 4 ngày. Sau thời gian t thì còn lại 87,5% số hạt nhân trong hỗn hợp chưa phân rã. Tìm t .

- A. 2 ngày. B. 0,58 ngày. C. 4 ngày. D. 0,25 ngày.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\% \text{ còn lại } = \frac{N_1 + N_2}{2N_0} = 0,5 \left(e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} + e^{-\frac{\ln 2}{T_2}t} \right)$$

$$\Rightarrow 0,5 \left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}t} + e^{-\frac{\ln 2}{4}t} \right) = 0,875 \Rightarrow t = 0,58 \text{ (ngày)}$$

Kinh nghiệm: Để giải phương trình trên ta dùng máy tính cầm tay Casio fx 570es.

Nhập số liệu: $0,5 \times \left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}x} + e^{-\frac{\ln 2}{4}x} \right) = 0,875$ (để có kí tự x **bấm** $\boxed{ALPHA} \boxed{X}$), để có dấu “=”

bấm $\boxed{ALPHA} \boxed{CALC}$), nhập xong **bấm** $\boxed{ALPHA} \boxed{CALC} \boxed{=}$.

Ví dụ 8: Một lượng hỗn hợp gồm hai đồng vị với số lượng hạt nhân ban đầu như nhau. Đồng vị thứ nhất có chu kỳ bán rã là 2,4 ngày, đồng vị thứ hai có chu kỳ bán rã là 4 ngày. Sau thời gian t_1 thì còn lại 87,75% số hạt nhân trong hỗn hợp chưa phân rã, sau thời gian t_2 thì còn lại 75% số hạt nhân của hỗn hợp chưa phân rã. Tìm tỉ số t_1/t_2 .

- A. 2. B. 0,45. C. 4. D. 0,25.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\% \text{ còn lại } = \frac{N_1 + N_2}{2N_0} = 0,5 \left(e^{-\frac{\ln 2}{T_1}t} + e^{-\frac{\ln 2}{T_2}t} \right)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 0,5 \left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}t_1} + e^{-\frac{\ln 2}{4}t_1} \right) = 0,875 \Rightarrow t_1 = 0,568 \\ 0,5 \left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4}t_2} + e^{-\frac{\ln 2}{4}t_2} \right) = 0,75 \Rightarrow t_2 = 1,257 \end{cases} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} \approx 0,45$$

Ví dụ 9: Một lượng hỗn hợp gồm hai đồng vị với số lượng hạt nhân ban đầu như nhau. Đồng vị thứ nhất có chu kỳ bán rã là 2,4 ngày, đồng vị thứ hai có chu kỳ bán rã là 40 ngày. Sau thời gian t_1 thì có 87,75% số hạt nhân trong hỗn hợp bị phân rã, sau thời gian t_2 thì có 75% số hạt nhân của hỗn hợp bị phân rã. Tìm tỉ số t_1/t_2 .

- A. 2. B. 0,5. C. 4. D. 0,25.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\% \text{ số hạt nhân } N_1 = \frac{N_1 + N_2}{2N_0} = 0,5 \left(e^{-\frac{\ln 2}{T_1} t} + e^{-\frac{\ln 2}{T_2} t} \right)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 0,5 \left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4} t_1} + e^{-\frac{\ln 2}{40} t_1} \right) = 0,1225 \Rightarrow t_1 = 81,16585 \\ 0,5 \left(e^{-\frac{\ln 2}{2,4} t_2} + e^{-\frac{\ln 2}{40} t_2} \right) = 0,25 \Rightarrow t_2 = 40,0011 \end{cases} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = 2$$

4) Số hạt nhân con tạo thành

Vì cứ mỗi hạt nhân mẹ bị phân rã tạo thành một hạt nhân con nên số hạt nhân con tạo thành đúng bằng số hạt nhân mẹ bị phân rã:

$$N_{con} = \Delta N = N_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right), \text{ với } N_0 = \frac{m_0}{A_{me}} N_A$$

$$\text{Đối với trường hợp hạt } \alpha \text{ thì: } N_\alpha = N_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right)$$

Thể tích khí Heli tạo ra ở điều kiện tiêu chuẩn:

$$V_\alpha = \frac{N_\alpha}{N_A} \cdot 22,4 \text{ (l)} = \frac{m_0}{A_{me}} \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right) \cdot 22,4 \text{ (l)}$$

$$\text{Nếu } t \ll T \text{ thì } 1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \approx \frac{\ln 2}{T} t$$

Ví dụ 1: Một nguồn phóng xạ ${}_{88}\text{Ra}^{224}$ (chu kì bán rã 3,7 ngày) ban đầu có khối lượng 35,84 (g). Biết số Avogadro $6,023 \cdot 10^{23}$. Cứ mỗi hạt ${}^{224}\text{Ra}$ khi phân rã tạo thành 1 hạt alpha. Sau 14,8 (ngày) số hạt alpha tạo thành là:

- A. $9,0 \cdot 10^{22}$. B. $9,1 \cdot 10^{22}$. C. $9,2 \cdot 10^{22}$. D. $9,3 \cdot 10^{22}$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$N_\alpha = \frac{m_0}{A_{me}} N_A \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right) = \frac{35,84}{224} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{3,7} \cdot 14,7} \right) \approx 9 \cdot 10^{22}$$

Ví dụ 2: Trong quá trình phân rã ${}^{235}\text{U}$ phóng ra tia phóng xạ α và tia phóng xạ β theo phản ứng: $U_{235} \rightarrow X + 7\alpha + 4\beta^-$. Lúc đầu có 1 (g) U_{235} nguyên chất. Xác định số hạt α phóng ra trong thời gian 1 (năm). Cho biết chu kì bán rã của U_{235} là 0,7 (tỉ năm). Biết số Avogadro $6,023 \cdot 10^{23}$.

- A. $17,76.10^{12}$. B. $17,77.10^{12}$. C. $17,75.10^{12}$. D. $2,54.10^{12}$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$N_{\alpha} = 7\Delta N = 7 \cdot N_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \right) \approx 7 \cdot \frac{m_0}{235} \cdot N_A \cdot \frac{\ln 2}{T} t$$

$$N_{\alpha} = 7 \cdot \frac{1}{235} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot \frac{\ln 2}{0,7 \cdot 10^9} \approx 17,76 \cdot 10^{12}$$

Ví dụ 3: Đồng vị ^{210}Po phóng xạ α và biến thành một hạt nhân chì ^{206}Pb . Ban đầu có 0,168(g) Po sau một chu kì bán rã, thể tích của khí hêli sinh ra ở điều kiện tiêu chuẩn (1 mol khí trong điều kiện tiêu chuẩn chiếm một thể tích 22,4 (lít)) là

- A. 8,96 ml. B. 0,0089 ml. C. 0,89 ml. D. 0,089 ml.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$V_{\alpha} = \frac{m_0}{A_{me}} \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \right) \cdot 22,4 \text{ (l)} = \frac{0,168}{210} \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}T} \right) \cdot 22,4 \text{ (l)} = 8,96 \cdot 10^{-3} \text{ (l)}$$

Ví dụ 4: Một mẫu ^{238}U có khối lượng 1 (g) phát ra 12400 hạt alpha trong một giây. Tìm chu kì bán rã của đồng vị này. Coi một năm có 365 ngày, số avogadro là $6,023 \cdot 10^{23}$.

- A. 4,4 (tỉ năm). B. 4,5 (tỉ năm). C. 4,6 (tỉ năm). D. 0,45 (tỉ năm).

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$N_{\alpha} = \frac{m_0}{A_{me}} N_A \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \right) \approx \frac{m_0}{A_{me}} N_A \cdot \frac{\ln 2}{T} t$$

$$\Rightarrow 12400 \approx \frac{1}{238} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{1 \text{ (n"m)}}{365 \cdot 86400} \Rightarrow T = 4,5 \cdot 10^9 \text{ (n"m)}$$

Ví dụ 5: Ban đầu có một mẫu ^{210}Po nguyên chất có khối lượng 1 (g). Cứ mỗi hạt khi phân rã tạo thành 1 hạt α . Biết rằng sau 365 ngày nó tạo ra 89,6 (cm^3) khí Hêli ở (đktc). Chu kì bán rã của Po là

- A. 138,0 ngày. B. 138,1 ngày. C. 138,2 ngày. D. 138,3 ngày.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A