

Chủ đề 14. PHÓNG XẠ. PHÂN HẠCH. NHIỆT HẠCH

BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN ỨNG DỤNG CÁC ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ

Phương pháp giải

1) Độ phóng xạ của lượng chất

Độ phóng xạ ban đầu: $H_0 = \lambda N_0 = \frac{\ln 2}{T} N_0$

Độ phóng xạ ở thời điểm t: $H = H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$

Với m_0 g khối lượng chất phóng xạ nguyên chất thì $N_0 = \frac{m_0}{A_{me}} N_A$

Nếu chất phóng xạ chứa trong hỗn hợp thì $m_0 = m_{nh} \cdot \text{phần trăm}$

$$H_0 = \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{m(g) \cdot a_1 \%}{A_1} N_A$$

Ví dụ 1: Cho biết chu kì bán rã của Ra224 là 3,7 (ngày), số Avôgađrô là $6,023 \cdot 10^{23}$. Một nguồn phóng xạ Ra có khối lượng 35,48 (μg) thì độ phóng xạ là

- A. 3,7 (Ci). B. 5,6 (Ci). C. 3,5 (Ci). D. 5,4 (Ci).

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$H_0 = \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{m_0}{A_{me}} N_A = \frac{\ln 2}{3,7 \cdot 86400} \cdot \frac{35,48 \cdot 10^{-6}}{224} \times 6,02 \cdot 10^{23} \times \frac{1 \text{Ci}}{3,7 \cdot 10^{10}} \approx 5,6 \text{ (Ci)}$$

Ví dụ 2: Cm²⁴⁴ là một nguyên tố phóng xạ với hằng số phóng xạ $1,21 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}$. Ban đầu một mẫu có độ phóng bằng 10^4 phân rã/s, thì độ phóng xạ sau 3650 ngày là

- A. 0,68 (Bq). B. $2,21 \cdot 10^2$ (Bq). C. $6,83 \cdot 10^3$ (Bq). D. $6,83 \cdot 10^2$ (Bq).

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$H = H_0 e^{-\lambda t} = 10^4 \cdot e^{-1,21 \cdot 10^{-9} \cdot 3650 \cdot 86400} \approx 6,83 \cdot 10^3 \text{ (Bq)}$$

Ví dụ 3: Chất phóng xạ ${}_{27}\text{Co}^{60}$ có chu kì bán rã 5,33 (năm) (xem 1 năm = 365 ngày), một đồng vị khác ${}_{27}\text{Co}^{59}$ không có tính phóng xạ. Một loại coban tự nhiên là hỗn hợp của hai đồng vị Co60 và Co59 với tỉ lệ khối lượng tương ứng là 1:49. Biết số Avôgađrô $6,023 \cdot 10^{23}$. Độ phóng xạ ban đầu của 15 (g) hỗn hợp là

- A. 274 (Ci). B. 275 (Ci). C. 336 (Ci). D. 97,4 (Ci).

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$H_0 = \frac{\ln 2}{T} \frac{m(g) \cdot a_1 \%}{A_1} N_A$$

$$H_0 = \frac{\ln 2}{5,33.365.86400} \frac{15(g) \cdot 2\%}{60} 6,023.10^{23} (Bq) \times \frac{1Ci}{3,7.10^{10}} \approx 336 (Ci)$$

Ví dụ 4: Một khối phóng xạ có độ phóng xạ ban đầu H_0 , gồm 2 chất phóng xạ có số hạt nhân ban đầu bằng nhau. Chu kì bán rã của chúng lần lượt là $T_1 = 2h$ và $T_2 = 3h$. Sau 6 h, độ phóng xạ của khối chất còn lại là

- A. $\frac{7H_0}{40}$. B. $\frac{3H_0}{16}$. C. $\frac{9H_0}{40}$. D. $\frac{5H_0}{16}$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$H_0 = \frac{\ln 2}{T_1} N_0 + \frac{\ln 2}{T_2} N_0 \Rightarrow N_0 \ln 2 = \frac{6}{5} H_0$$

$$\Rightarrow H = \frac{\ln 2}{T_1} N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_1} t} + \frac{\ln 2}{T_2} N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_2} t} = \frac{7H_0}{40}$$

Chú ý:
$$\begin{cases} H_0 = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0} \\ H = \frac{\Delta N}{\Delta t} \end{cases} \xrightarrow{H=H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}} \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

Ví dụ 5: Một mẫu phóng xạ Si31 ban đầu trong 5 phút có 196 nguyên tử bị phân rã, nhưng sau đó 5,2 giờ (kể từ $t = 0$) cùng trong 5 phút chỉ có 49 nguyên tử bị phân rã. Chu kỳ bán rã của Si31 là

- A. 2,6 giờ. B. 3,3 giờ. C. 4,8 giờ. D. 5,2 giờ.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \Rightarrow \frac{49}{5} = \frac{196}{5} e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \Rightarrow T \approx 2,6 (h)$$

2) Số hạt bị phân rã trong thời gian ngắn

Để tìm quan hệ về số hạt bị phân rã trong thời gian ngắn ($\Delta t \ll T$) ta xuất phát từ công thức

$$\text{tính độ phóng xạ: } H = H_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \Rightarrow \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{\Delta N_0}{\Delta t_0} e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

Trong đó, ΔN_0 là số hạt bị phân rã trong thời gian Δt_0 ở lúc đầu; ΔN là số hạt bị phân rã trong thời gian Δt ở thời điểm t.