

CHUYÊN ĐỀ: PHÓNG XẠ KHỐI LƯỢNG VÀ THỂ TÍCH

Câu 1

Chu kỳ bán rã của $^{210}_{84}\text{Po}$ là 140 ngày đêm. Lúc đầu có 42 mg $^{210}_{84}\text{Po}$. Biết $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Khi phóng xạ α , hạt nhân tạo thành là chì. Khối lượng chì được tạo thành sau 3 chu kỳ bán rã:

- A. $36,05 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ B. $3,6,05 \cdot 10^{-2} \text{ g}$ C. $36,05 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ D. Một giá trị khác

Lời giải:

- Số chu kỳ bán rã: $k = \frac{t}{T} = 3$.
- Khối lượng Po còn lại: $m = m_0 \cdot 2^{-k} = 42 \cdot 2^{-3} = \frac{42}{8} = 5,25 \text{ mg}$.
- Khối lượng Po đã bị phân rã: $\Delta m = m_0 - m = 42 - 5,25 = 36,75 \text{ mg}$.
- Khối lượng chì ($^{206}_{82}\text{Pb}$) tạo thành: $m_{\text{Pb}} = \frac{A_{\text{Pb}}}{A_{\text{Po}}} \cdot \Delta m = \frac{206}{210} \cdot 36,75 = 36,05 \text{ mg}$.
- Đổi đơn vị: $36,05 \text{ mg} = 0,03605 \text{ g} = 3,605 \cdot 10^{-2} \text{ g}$.

Câu 2

Xác định chu kỳ bán rã của ^{210}Bi , biết 1 g Bi phóng xạ $4,58 \cdot 10^{15}$ hạt β^- trong 1 giây.

- A. 5 giờ B. 5,02 giờ C. 10 ngày D. 21 ngày

Lời giải:

- Độ phóng xạ $H = \frac{\ln 2}{T} \cdot N = \frac{\ln 2}{T} \cdot \frac{m}{A} \cdot N_A$.
- Suy ra $T = \frac{\ln 2 \cdot m \cdot N_A}{H \cdot A} = \frac{0,693 \cdot 1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{4,58 \cdot 10^{15} \cdot 210} \approx 433722 \text{ (giây)}$.
- Đổi sang ngày: $T = \frac{433722}{3600 \cdot 24} \approx 5,02 \text{ ngày}$.

Chọn B.

Câu 3

Pôlôni $^{210}_{84}\text{Po}$ là chất phóng xạ, phát ra hạt α và chuyển thành hạt nhân chì. Chu kỳ bán rã của $^{210}_{84}\text{Po}$ là 138 ngày. Một phòng thí nghiệm nhận được một mẫu $^{210}_{84}\text{Po}$ nguyên chất, sau thời gian t thì thấy tỉ lệ giữa khối lượng chì và khối lượng Po-210 là 0,5. Giá trị của t là:

- A. 164 ngày. B. 82 ngày. C. 276 ngày. D. 148 ngày.

Lời giải:

- Ta có: $\frac{m_{Pb}}{m_{Po}} = \frac{A_{Pb}}{A_{Po}} \cdot (2^{t/T} - 1) = 0,5$.
- $\Rightarrow \frac{206}{210} \cdot (2^{t/T} - 1) = 0,5 \Rightarrow 2^{t/T} - 1 \approx 0,5097 \Rightarrow 2^{t/T} \approx 1,5097$.
- $\Rightarrow \frac{t}{T} = \log_2(1,5097) \approx 0,594$.
- $\Rightarrow t = 0,594 \cdot 138 \approx 82$ ngày.

Chọn B.

Câu 4

Hạt nhân $^{A_1}_{Z_1}X$ phóng xạ biến thành hạt nhân $^{A_2}_{Z_2}Y$. Coi khối lượng hạt nhân bằng số khối của chúng. Sau hai chu kỳ bán rã thì tỉ số giữa khối lượng của chất Y và khối lượng chất X là:

- A. $4\frac{A_1}{A_2}$ B. $3\frac{A_2}{A_1}$ C. $4\frac{A_2}{A_1}$ D. $3\frac{A_1}{A_2}$

Lời giải:

- Sau thời gian $t = 2T$, số hạt nhân X còn lại là $N = N_0 \cdot 2^{-2} = \frac{N_0}{4}$.
- Số hạt nhân Y tạo thành là $\Delta N = N_0 - \frac{N_0}{4} = \frac{3N_0}{4}$.
- Tỉ số khối lượng: $\frac{m_Y}{m_X} = \frac{\Delta N \cdot A_2}{N \cdot A_1} = \frac{3N_0/4 \cdot A_2}{N_0/4 \cdot A_1} = 3 \cdot \frac{A_2}{A_1}$.

Chọn B.

Câu 5

Chất phóng xạ ${}_{90}^{230}\text{Th}$ phát tia α và biến đổi thành ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ với chu kỳ bán rã là T . Ban đầu ($t=0$) có một mẫu Thori nguyên chất. Tại thời điểm $t = 6T$, tỉ số giữa hạt nhân Thori và số hạt nhân Radium trong mẫu là:

A. 8.

B. 56.

C. 16.

D. 63.

Lời giải:

- Số hạt nhân Thori còn lại: $N_{Th} = N_0 \cdot 2^{-6} = \frac{N_0}{64}$.
- Số hạt nhân Radium tạo thành: $N_{Ra} = N_0 - N_{Th} = N_0 \left(1 - \frac{1}{64}\right) = \frac{63N_0}{64}$.
- Tỉ số: $\frac{N_{Th}}{N_{Ra}} = \frac{1/64}{63/64} = \frac{1}{63}$.
- (Nếu hỏi tỉ số Ra / Th thì đáp án là 63). Xét theo các phương án, có thể đề hỏi tỉ số giữa Ra/Th.

Chọn D (tỉ số nghịch đảo).**Câu 6**

Hạt nhân ${}_{11}^{24}\text{Na}$ phân rã β^- và biến thành hạt nhân ${}_Z^AX$ với chu kỳ bán rã là 15 giờ. Lúc đầu mẫu Na là nguyên chất. Tại thời điểm khảo sát thấy tỉ số giữa khối lượng ${}_Z^AX$ và khối lượng Na có trong mẫu là 0,75. Tìm tuổi của mẫu Na.

A. 1,212 giờ

B. 2,112 giờ

C. 12,12 giờ

D. 21,12 giờ

Lời giải:

- Trong phân rã β^- , số khối không đổi nên $A_X = A_{Na} = 24$.
- Tỉ số khối lượng: $\frac{m_X}{m_{Na}} = \frac{A_X}{A_{Na}} (2^{t/T} - 1) = 1 \cdot (2^{t/15} - 1) = 0,75$.
- $2^{t/15} = 1,75 \Rightarrow \frac{t}{15} = \frac{\ln 1,75}{\ln 2} \approx 0,807$.
- $t = 15 \cdot 0,807 \approx 12,11$ giờ.

Chọn C.

Câu 7

Hạt nhân ${}_{92}^{238}\text{U}$ phóng xạ α và biến đổi theo phản ứng: ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow 8{}_{2}^4\text{He} + {}_{82}^{206}\text{Pb} + 6e^{-}$. Ban đầu có mẫu ${}_{92}^{238}\text{U}$ nguyên chất khối lượng 50g. Sau 2 chu kì bán rã liên tiếp thì thu được bao nhiêu lít He ở đktc?

A. 4,7 lít

B. 37,6 lít

C. 28,24 lít

D. 14,7 lít

Lời giải:

- Số mol U ban đầu: $n_0 = \frac{50}{238}$ mol.
- Sau $t = 2T$, số mol U bị phân rã: $\Delta n = n_0(1 - 2^{-2}) = \frac{3}{4}n_0 = \frac{3}{4} \cdot \frac{50}{238} \approx 0,15756$ mol.
- Theo phương trình, 1 hạt U tạo ra 8 hạt He: $n_{\text{He}} = 8 \cdot \Delta n = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{50}{238} = \frac{300}{238} \approx 1,2605$ mol.
- Thể tích khí He (đktc): $V = 1,2605 \cdot 22,4 \approx 28,235$ lít.

Chọn C.**Câu 8**

${}_{92}^{238}\text{U}$ sau một chuỗi các phóng xạ α và biến thành hạt nhân bền ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Tính thể tích He tạo thành ở điều kiện chuẩn sau 2 chu kì bán rã biết lúc đầu có 119g urani:

A. 8,4 lít

B. 2,8 lít

C. 67,2 lít

D. 22,4 lít

Lời giải:

- Phương trình tổng quát: ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + 8{}_{2}^4\text{He} + 6\beta^{-}$.
- Số mol U ban đầu: $n_0 = \frac{119}{238} = 0,5$ mol.
- Số mol U bị phân rã sau $2T$: $\Delta n = n_0(1 - 2^{-2}) = 0,5 \cdot 0,75 = 0,375$ mol.
- Số mol He tạo thành: $n_{\text{He}} = 8 \cdot \Delta n = 8 \cdot 0,375 = 3$ mol.
- Thể tích He: $V = 3 \cdot 22,4 = 67,2$ lít.

Chọn C.

Câu 9

Hạt nhân pôlôni ${}_{84}^{210}\text{Po}$ phóng xạ α và biến đổi thành hạt nhân chì theo phản ứng: ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_{82}^{206}\text{Pb}$. Ban đầu có một mẫu pôlôni nguyên chất có khối lượng 1g, sau 365 ngày người ta thu được 0,016g He. Tính chu kì phân rã của Po.

A. 138 ngày

B. 276 ngày

C. 414 ngày

D. 552 ngày

Lời giải:

- Khối lượng He tạo thành: $m_{\text{He}} = \frac{A_{\text{He}}}{A_{\text{Po}}} \cdot m_0(1 - 2^{-t/T})$.
- $0,016 = \frac{4}{210} \cdot 1 \cdot (1 - 2^{-365/T}) \Rightarrow 1 - 2^{-365/T} = 0,84$.
- $2^{-365/T} = 0,16 \Rightarrow \frac{-365}{T} = \log_2(0,16) \approx -2,644$.
- $T = \frac{365}{2,644} \approx 138$ ngày.

Chọn A.**Câu 10**

Chất phóng xạ pôlôni ${}_{84}^{210}\text{Po}$ phát ra tia α và biến đổi thành chì ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Cho chu kì bán rã của ${}_{84}^{210}\text{Po}$ là 138 ngày. Ban đầu ($t = 0$) có một mẫu pôlôni nguyên chất. Tại thời điểm t_1 , tỉ số giữa số hạt nhân pôlôni và số hạt nhân chì trong mẫu là $1/3$. Tại thời điểm $t_2 = t_1 + 276$ ngày, tỉ số giữa số hạt nhân pôlôni và số hạt nhân chì trong mẫu là:

A. $1/15$.B. $1/16$.C. $1/9$.D. $1/25$.**Lời giải:**

- Tại t_1 : $\frac{N_{\text{Po}}}{N_{\text{Pb}}} = \frac{N}{N_0 - N} = \frac{1}{2^{t_1/T} - 1} = \frac{1}{3} \Rightarrow 2^{t_1/T} = 4 \Rightarrow t_1 = 2T$.
- Tại $t_2 = t_1 + 276 = 2T + 2T = 4T$ (vì $276 = 2 \cdot 138$).
- Tỉ số tại t_2 : $\frac{N'_{\text{Po}}}{N'_{\text{Pb}}} = \frac{1}{2^{t_2/T} - 1} = \frac{1}{2^4 - 1} = \frac{1}{15}$.

Chọn A.

Câu 11

Hạt nhân urani ${}_{92}^{238}\text{U}$ sau một chuỗi phân rã, biến đổi thành hạt nhân chì ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Trong quá trình đó, chu kỳ bán rã của ${}_{92}^{238}\text{U}$ biến đổi thành hạt nhân chì là $4,47 \cdot 10^9$ năm. Một khối đá được phát hiện có chứa $1,188 \cdot 10^{20}$ hạt nhân ${}_{92}^{238}\text{U}$ và $6,239 \cdot 10^{18}$ hạt nhân ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Giả sử khối đá lúc mới hình thành không chứa chì và tất cả lượng chì có mặt trong đó đều là sản phẩm phân rã của ${}_{92}^{238}\text{U}$. Tuổi của khối đá khi được phát hiện là:

- A. $3,3 \cdot 10^8$ năm. B. $6,3 \cdot 10^9$ năm. C. $3,5 \cdot 10^7$ năm. D. $2,5 \cdot 10^6$ năm.

Lời giải:

- Ta có tỉ số: $\frac{N_{\text{Pb}}}{N_{\text{U}}} = 2^{t/T} - 1$.
- $\frac{6,239 \cdot 10^{18}}{1,188 \cdot 10^{20}} = 2^{t/T} - 1 \Rightarrow 0,0525 = 2^{t/T} - 1 \Rightarrow 2^{t/T} = 1,0525$.
- $\frac{t}{T} = \frac{\ln(1,0525)}{\ln 2} \approx 0,0738$.
- $t = 0,0738 \cdot 4,47 \cdot 10^9 \approx 3,3 \cdot 10^8$ năm.

Chọn A.

Câu 12

Cho biết ${}_{92}^{238}\text{U}$ và ${}_{92}^{235}\text{U}$ là các chất phóng xạ có chu kỳ bán rã lần lượt là $T_1 = 4,5 \cdot 10^9$ năm và $T_2 = 7,13 \cdot 10^8$ năm. Hiện nay trong quặng urani thiên nhiên có lẫn U238 và U235 theo tỉ lệ 160 : 1. Giả thiết ở thời điểm tạo thành Trái Đất tỉ lệ 1 : 1. Tuổi của Trái Đất là:

- A. 6,2 tỉ năm. B. 5 tỉ năm. C. 5,7 tỉ năm. D. 6,5 tỉ năm.

Lời giải:

- Tỉ lệ hiện nay: $\frac{N_{238}}{N_{235}} = \frac{N_0 \cdot 2^{-t/T_1}}{N_0 \cdot 2^{-t/T_2}} = 2^{t(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1})} = 160$.
- Lấy logarit 2 vế: $t \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = \frac{\ln 160}{\ln 2} \approx 7,322$.
- $t \left(\frac{1}{0,713 \cdot 10^9} - \frac{1}{4,5 \cdot 10^9} \right) = 7,322 \cdot \frac{1}{\ln 2} \dots$
- Tính toán cụ thể: $t \approx 6,2 \cdot 10^9$ năm.

Chọn A.

Câu 13

Một hạt nhân X tự phóng ra chỉ 1 loại bức xạ là tia beta và biến đổi thành hạt nhân Y. Tại thời điểm t người ta khảo sát thấy tỉ số khối lượng hạt nhân Y và X bằng a . Sau đó tại thời điểm $t + T$ (T là chu kỳ phân rã của hạt nhân X) tỉ số trên xấp xỉ bằng:

- A. $a + 1$. B. $a + 2$. C. $2a - 1$. D. $2a + 1$.

Lời giải:

- Phóng xạ beta nên $A_X = A_Y$. Tỉ số khối lượng bằng tỉ số số hạt.
- Tại t : $\frac{m_Y}{m_X} = \frac{N_Y}{N_X} = 2^{t/T} - 1 = a \Rightarrow 2^{t/T} = a + 1$.
- Tại $t + T$: $\frac{m'_Y}{m'_X} = 2^{(t+T)/T} - 1 = 2 \cdot 2^{t/T} - 1 = 2(a + 1) - 1 = 2a + 1$.

Chọn D.

Câu 14

Một hạt nhân X tự phóng ra chỉ 1 loại bức xạ là tia beta (-) và biến đổi thành hạt nhân Y. Tại thời điểm t người ta khảo sát thấy tỉ số khối lượng hạt nhân X và Y bằng a . Sau đó tại thời điểm $t + 2T$ (T là chu kỳ phân rã của hạt nhân X) tỉ số trên xấp xỉ bằng:

- A. $\frac{4}{a} + 3$. B. $\frac{a}{3a+4}$. C. $4a$. D. $\frac{a}{5}$.

Lời giải:

- Tại t : $\frac{m_X}{m_Y} = \frac{1}{2^{t/T} - 1} = a \Rightarrow 2^{t/T} - 1 = \frac{1}{a} \Rightarrow 2^{t/T} = \frac{a+1}{a}$.
- Tại $t + 2T$: tỉ số mới $a' = \frac{1}{2^{(t+2T)/T} - 1} = \frac{1}{4 \cdot 2^{t/T} - 1}$.
- Thay $2^{t/T}$ vào: $a' = \frac{1}{4(\frac{a+1}{a}) - 1} = \frac{1}{\frac{4a+4-a}{a}} = \frac{a}{3a+4}$.

Chọn B.