

# 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  $\alpha$ , 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 ( $^{206}\text{Pb}$ ) tạo thành:  $m_{Pb} = \frac{A_{Pb}}{A_{Po}} \cdot \Delta m = \frac{206}{210} \cdot 36,75 = 36,05 \text{ mg}$ .
- 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  $^{210}\text{Bi}$ , biết 1 g Bi phóng xạ  $4,58 \cdot 10^{15}$  hạt  $\beta^-$  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  $T = \frac{\ln 2 \cdot m \cdot N_A}{H \cdot A} = \frac{0,693 \cdot 1 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{4,58 \cdot 10^{15} \cdot 210} \approx 433722$  (giây).
- Đổi sang ngày:  $T = \frac{433722}{3600 \cdot 24} \approx 5,02$  ngày.

**Chọn B.**

**Câu 3**

Pôlôni  $^{210}_{84}\text{Po}$  là chất phóng xạ, phát ra hạt  $\alpha$  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:  $\frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Po}}} = \frac{A_{\text{Pb}}}{A_{\text{Po}}} \cdot (2^{t/T} - 1) = 0,5$ .
- $\Rightarrow \frac{206}{210} \cdot (2^{t/T} - 1) = 0,5 \Rightarrow 2^{t/T} - 1 \approx 0,5097 \Rightarrow 2^{t/T} \approx 1,5097$ .
- $\Rightarrow \frac{t}{T} = \log_2(1,5097) \approx 0,594$ .
- $\Rightarrow t = 0,594 \cdot 138 \approx 82$  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  $^{230}_{90}\text{Th}$  phát tia  $\alpha$  và biến đổi thành  $^{226}_{88}\text{Ra}$  với chu kỳ bán rã là  $T$ . Ban đầu ( $t=0$ ) có một mẫu Thorium nguyên chất. Tại thời điểm  $t = 6T$ , tỉ số giữa hạt nhân Thorium và số hạt nhân Radium trong mẫu là:



### Lời giải:

- Số hạt nhân Thorium còn lại:  $N_{Th} = N_0 \cdot 2^{-6} = \frac{N_0}{64}$ .
  - Số hạt nhân Radon 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 dễ dàng thấy rằng chỉ có phương án A là đúng.

Chọn D (tỉ số nghịch đảo).

## Câu 6

Hạt nhân  $^{24}_{11}\text{Na}$  phân rã  $\beta^-$  và biến thành hạt nhân  $^A_ZX$  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  $^A_ZX$  và khối lượng Na có trong mẫu là 0,75. Tìm tuổi của mẫu Na.



### Lời giải:

- Trong phân rã  $\beta^-$ , 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.

Chon C.

**Câu 7**

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

- 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:  $n_{He} = 8 \cdot \Delta n = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{50}{238} = \frac{300}{238} \approx 1,2605$  mol.
- Thể tích khí He (dktc):  $V = 1,2605 \cdot 22,4 \approx 28,235$  lít.

**Chọn C.**

**Câu 8**

$^{238}_{92}\text{U}$  sau một chuỗi các phóng xạ  $\alpha$  và biến thành hạt nhân bền  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . 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:  $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + 8^{4}_{2}\text{He} + 6\beta^-$ .
- 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:  $n_{He} = 8 \cdot \Delta n = 8 \cdot 0,375 = 3$  mol.
- Thể tích He:  $V = 3 \cdot 22,4 = 67,2$  lít.

**Chọn C.**

**Câu 9**

Hạt nhân pôlôni  $^{210}_{84}\text{Po}$  phóng xạ  $\alpha$  và biến đổi thành hạt nhân chì theo phản ứng:  $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{206}_{82}\text{Pb}$ . 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:  $m_{He} = \frac{A_{He}}{A_{Po}} \cdot m_0 (1 - 2^{-t/T})$ .
- $0,016 = \frac{4}{210} \cdot 1 \cdot (1 - 2^{-365/T}) \Rightarrow 1 - 2^{-365/T} = 0,84$ .
- $2^{-365/T} = 0,16 \Rightarrow \frac{-365}{T} = \log_2(0,16) \approx -2,644$ .
- $T = \frac{365}{2,644} \approx 138$  ngày.

**Chọn A.**

**Câu 10**

Chất phóng xạ pôlôni  $^{210}_{84}\text{Po}$  phát ra tia  $\alpha$  và biến đổi thành chì  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Cho chu kì bán rã của  $^{210}_{84}\text{Po}$  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  $t_1$ :  $\frac{N_{Po}}{N_{Pb}} = \frac{N}{N_0 - N} = \frac{1}{2^{t_1/T} - 1} = \frac{1}{3} \Rightarrow 2^{t_1/T} = 4 \Rightarrow t_1 = 2T$ .
- Tại  $t_2 = t_1 + 276 = 2T + 2T = 4T$  (vì  $276 = 2 \cdot 138$ ).
- Tỉ số tại  $t_2$ :  $\frac{N'_{Po}}{N'_{Pb}} = \frac{1}{2^{t_2/T} - 1} = \frac{1}{2^4 - 1} = \frac{1}{15}$ .

**Chọn A.**

**Câu 11**

Hạt nhân urani  $^{238}_{92}\text{U}$  sau một chuỗi phân rã, biến đổi thành hạt nhân chì  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Trong quá trình đó, chu kì bán rã của  $^{238}_{92}\text{U}$  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  $^{238}_{92}\text{U}$  và  $6,239 \cdot 10^{18}$  hạt nhân  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . 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  $^{238}_{92}\text{U}$ . 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:  $\frac{N_{\text{Pb}}}{N_U} = 2^{t/T} - 1$ .
- $\frac{6,239 \cdot 10^{18}}{1,188 \cdot 10^{20}} = 2^{t/T} - 1 \Rightarrow 0,0525 = 2^{t/T} - 1 \Rightarrow 2^{t/T} = 1,0525$ .
- $\frac{t}{T} = \frac{\ln(1,0525)}{\ln 2} \approx 0,0738$ .
- $t = 0,0738 \cdot 4,47 \cdot 10^9 \approx 3,3 \cdot 10^8$  năm.

**Chọn A.**

**Câu 12**

Cho biết  $^{238}_{92}\text{U}$  và  $^{235}_{92}\text{U}$  là các chất phóng xạ có chu kì 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 về:  $t \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = \frac{\ln 160}{\ln 2} \approx 7,322$ .
- $t \left( \frac{1}{0,713 \cdot 10^9} - \frac{1}{4,5 \cdot 10^9} \right) = 7,322 \cdot \frac{1}{\ln 2} \dots$
- 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 bêta 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 bêta 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 bêta (-) 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.**