

$$V_{\alpha} = \frac{m_0}{A_{me}} \left( 1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right) \cdot 22,4 \text{ (l)} \Rightarrow 89,6 \cdot 10^{-3} = \frac{I}{210} \left( 1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} 365} \right) \cdot 22,4 \text{ (l)}$$

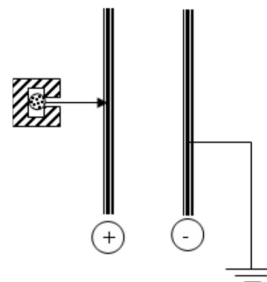
$$\Rightarrow T \approx 138,1 \text{ (ngày)}$$

Chú ý: Nếu cho chùm phóng xạ  $\alpha$  đập vào một bản tụ điện chưa tích điện thì mỗi hạt sẽ lấy đi  $2e$  làm cho bản này tích điện dương  $+2e$ .

Nếu có  $N_{\alpha}$  đập vào thì điện tích dương của bản này sẽ là

$$Q = N_{\alpha} \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ (C)}. \text{ Do hiện tượng điện hưởng bản tụ còn lại tích}$$

điện  $-Q$ . Hiệu điện thế giữa hai bản tụ:  $U = \frac{Q}{C}$ .



**Ví dụ 6:** Radi  ${}_{88}\text{Ra}^{224}$  là chất phóng xạ anpha, lúc đầu có  $10^{13}$  nguyên tử chưa bị phân rã. Các hạt He thoát ra được hứng lên một bản tụ điện phẳng có điện dung  $0,1 \mu F$ , bản còn lại nối đất. Giả sử mỗi hạt anpha sau khi đập vào bản tụ, sau đó thành một nguyên tử heli. Sau hai chu kì bán rã hiệu điện thế giữa hai bản tụ bằng

- A. 12 V.                      B. 1,2 V.                      C. 2,4 V.                      D. 24 V.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án D**

$$N_{\alpha} = N_A \left( 1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right) = 10^{13} \left( 1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} 2T} \right) = \frac{3}{4} 10^{13}$$

$$Q = N_{\alpha} \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} = \frac{3}{4} 10^{13} \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ (C)} \Rightarrow U = \frac{Q}{C} = 24 \text{ (V)}$$

**Ví dụ 7:** Poloni  ${}^{210}\text{Po}$  là chất phóng xạ anpha, có chu kỳ bán rã 138 ngày. Một mẫu  ${}^{210}\text{Po}$  nguyên chất có khối lượng là 0,01 g. Các hạt He thoát ra được hứng lên một bản tụ điện phẳng có điện dung  $2 \mu F$ , bản còn lại nối đất. Giả sử mỗi hạt anpha sau khi đập vào bản tụ, sau đó thành một nguyên tử heli. Cho biết số Avôgađrô  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Sau 5 phút hiệu điện thế giữa hai bản tụ bằng

- A. 3,2 V.                      B. 80 V.                      C. 8 V.                      D. 32 V.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án B**

$$N_{\alpha} = \frac{m_0}{A_{me}} N_A \left( 1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right) \approx \frac{m_0}{A_{me}} N_A \cdot \frac{\ln 2}{T} t = \frac{0,01}{210} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \cdot \frac{\ln 2}{138 \cdot 24 \cdot 60} \cdot 5 \approx 5 \cdot 10^{14}$$

$$Q = 2 N_{\alpha} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ (C)} \Rightarrow U = \frac{Q}{C} = 80 \text{ (V)}$$

**5) Khối lượng hạt nhân con**

$$m_{con} = \frac{N_{con}}{N_A} \cdot A_{con} = \frac{N_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t}\right)}{N_A} \cdot A_{con} = \frac{A_{con}}{A_{me}} m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t}\right)$$

\* Với phóng xạ beta thì  $A_{con} = A_{me}$  nên:  $m_{con} = \Delta m = m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t}\right)$

\* Với phóng xạ alpha thì  $A_{con} = A_{me} - 4$  nên:  $m_{con} = \frac{A_{me} - 4}{A_{me}} m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t}\right)$

**Ví dụ 1:** Ban đầu có 1000 (g) chất phóng xạ  $^{210}\text{Co}$  với chu kỳ bán rã là 5,335 (năm). Biết rằng sau khi phóng xạ tạo thành  $^{210}\text{Ni}$ . Sau 15 (năm) khối lượng Ni tạo thành là:

- A. 858,5 g.                      B. 859,0 g.                      C. 857,6 g.                      D. 856,6 g.

**Hướng dẫn:** Chọn đáp án C

$$m_{Ni} = \Delta m = m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t}\right) = 1000 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{5,335} 15}\right) = 857,6 \text{ (g)}$$

**Ví dụ 2:** Mỗi hạt  $^{226}\text{Ra}$  phân rã chuyển thành hạt nhân  $^{222}\text{Rn}$ . Xem khối lượng bằng số khối. Nếu có 226 g  $^{226}\text{Ra}$  thì sau 2 chu kỳ bán rã khối lượng  $^{222}\text{Rn}$  tạo thành là

- A. 55,5 g.                      B. 56,5 g.                      C. 169,5 g.                      D. 166,5 g.

**Hướng dẫn:** Chọn đáp án D

$$m_{Rn} = \frac{A_{Rn}}{A_{Ra}} m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t}\right) = \frac{222}{226} \cdot 226 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} 2T}\right) = 166,5 \text{ (g)}$$

**Ví dụ 3:** Ban đầu có một mẫu  $^{210}\text{Po}$  nguyên chất khối lượng 1 (g) sau một thời gian nó phóng xạ  $\alpha$  và chuyển thành hạt nhân  $^{206}\text{Pb}$  với khối lượng là 0,72 (g). Biết chu kỳ bán rã Po là 138 ngày. Tuổi mẫu chất trên là

- A. 264 ngày.                      B. 96 ngày.                      C. 101 ngày.                      D. 102 ngày.

**Hướng dẫn:** Chọn đáp án A

$$m_{Pb} = \frac{A_{Pb}}{A_{Po}} m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t}\right) \Rightarrow 0,72 \text{ (g)} = \frac{206}{210} \cdot 1 \cdot \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{138} t}\right) \Rightarrow t \approx 264 \text{ (ngày)}$$

**6) Tỷ số hạt (khối lượng) nhân con và số hạt (khối lượng) nhân mẹ còn lại**

$$\begin{cases} N_{me} = N_0 e^{-\lambda t} \\ N_{con} = \Delta N = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) \end{cases} \Rightarrow \frac{N_{con}}{N_{me}} = \left(e^{\frac{\ln 2}{T} t} - 1\right)$$

$$\Rightarrow \frac{m_{con}}{m_{me}} = \frac{A_{con}}{A_{me}} \frac{N_{con}}{N_{me}} = \frac{A_{con}}{A_{me}} \left(e^{\frac{\ln 2}{T} t} - 1\right)$$

**Ví dụ 1:** Hạt nhân  $^{24}\text{Na}$  phân rã  $\beta^-$  với chu kỳ bán rã là 15 giờ, tạo thành hạt nhân X. Sau thời gian bao lâu một mẫu chất phóng xạ  $^{24}\text{Na}$  nguyên chất sẽ có tỉ số số nguyên tử của X và của Na có trong mẫu bằng 0,75?

- A. 24,2 h.                      B. 12,1 h.                      C. 8,6 h.                      D. 10,1 h.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án B**

$$\frac{N_X}{N_{Na}} = e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \Rightarrow 0,75 = e^{\frac{\ln 2}{15}t} - 1 \Rightarrow t \approx 12,1 \text{ (h)}$$

**Ví dụ 2:** Tính chu kỳ bán rã T của một chất phóng xạ, cho biết tại thời điểm  $t_1$ , tỉ số giữa hạt con và hạt mẹ là 7, tại thời điểm  $t_2 = t_1 + 26,7$  ngày, tỉ số đó là 63.

- A. 16 ngày.                      B. 8,9 ngày.                      C. 12 ngày.                      D. 53 ngày.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án B**

$$\frac{N_{con}}{N_{me}} = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \right) \Rightarrow \begin{cases} \left( \frac{N_{con}}{N_{me}} \right)_{t_1} = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} - 1 \right) = 7 \Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} = 8 \\ \left( \frac{N_{con}}{N_{me}} \right)_{t_2} = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}(t_1+26,7)} - 1 \right) = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}26,7} e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} - 1 \right) = 63 \Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T}26,7} = 8 \end{cases}$$

$$\Rightarrow T = 8,9 \text{ (ngày)}$$

**Ví dụ 3:** Giả sử ban đầu có một mẫu phóng xạ X nguyên chất, có chu kỳ bán rã T và biến thành hạt nhân bền Y. Tại thời điểm  $t_1$  tỉ lệ giữa hạt nhân Y và hạt nhân X là k. Tại thời điểm  $t_2 = t_1 + 2T$  thì tỉ lệ đó là

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

**Hướng dẫn: Chọn đáp án C**

$$\frac{N_Y}{N_X} = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \right) \Rightarrow \begin{cases} \left( \frac{N_Y}{N_X} \right)_{t_1} = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} - 1 \right) = k \Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} = k + 1 \\ \left( \frac{N_Y}{N_X} \right)_{t_2} = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}(t_1+2T)} - 1 \right) = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}2T} e^{\frac{\ln 2}{T}t_1} - 1 \right) = 4k + 3 \end{cases}$$

**Ví dụ 4:** Ban đầu có một mẫu chất phóng xạ nguyên chất X với chu kỳ bán rã T. Cứ một hạt nhân X sau khi phóng xạ tạo thành một hạt nhân Y. Nếu hiện nay trong mẫu chất đó tỉ lệ số nguyên tử của chất Y và chất X là k thì tuổi của mẫu chất được xác định như sau:

- A.  $\frac{T \ln(1-k)}{\ln 2}$ .                      B.  $\frac{T \ln(1+k)}{\ln 2}$ .                      C.  $T \ln(1-k) \ln 2$ .                      D.  $T \ln(1+k) \ln 2$ .

**Hướng dẫn: Chọn đáp án B**

$$k = \frac{N_Y}{N_X} = e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \Rightarrow t = \frac{T \ln(I+k)}{\ln 2}$$

**Ví dụ 5:** (ĐH-2008) Hạt nhân  ${}_{Z_1}^{A_1}X$  phóng xạ và biến thành một hạt nhân  ${}_{Z_2}^{A_2}Y$  bền. Coi khối lượng của hạt nhân X, Y bằng số khối của chúng tính theo đơn vị u. Biết chất phóng xạ X có chu kỳ bán rã là T. Ban đầu có một khối lượng chất X, sau 2 chu kỳ bán rã thì tỉ số giữa khối lượng của chất Y và khối lượng của chất X là

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

**Hướng dẫn: Chọn đáp án D**

$$\frac{m_{con}}{m} = \frac{A_{con}}{A_{me}} \left( e^{\frac{\ln 2}{T}2T} - 1 \right) = \frac{A_2}{A_1} \left( e^{\frac{\ln 2}{T}2T} - 1 \right) = 3 \frac{A_2}{A_1}$$

**Ví dụ 6:** Một hạt nhân X tự phóng xạ ra tia beta với chu kỳ bán rã T 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 tỉ số trên xấp xỉ bằng

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

**Hướng dẫn: Chọn đáp án D**

Vì phóng xạ beta nên  $A_{con} = A_{me} : \frac{m_{con}}{m} = \frac{A_{con}}{A_{me}} \left( e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \right) = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \right)$

$$\left\{ \begin{array}{l} T' \text{ i thời } \textcircled{O} \text{ n } t : e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 = a \Rightarrow e^{\frac{\ln 2}{T}t} = a + 1 \\ T' \text{ i thời } \textcircled{O} \text{ n } t + T : \frac{m_{con}}{m} = \left( e^{\frac{\ln 2}{T}(t+T)} - 1 \right) = \left( 2e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \right) = 2a + 1 \end{array} \right.$$

**Ví dụ 7:** Hạt nhân  ${}^{210}\text{Po}$  là hạt nhân phóng xạ  $\alpha$ , sau khi phát ra tia  $\alpha$  nó trở thành hạt nhân chì bền. Dùng một mẫu  ${}^{210}\text{Po}$ , sau 30 (ngày) người ta thấy tỉ số khối lượng của chì và của  ${}^{210}\text{Po}$  trong mẫu bằng 0,1595. Xác định chu kỳ bán rã của  ${}^{210}\text{Po}$ .

- A. 138,074 ngày.                      B. 138,025 ngày.                      C. 138,086 ngày.                      D. 138,047 ngày.

**Hướng dẫn: Chọn đáp án B**

$$\frac{m_{con}}{m} = \frac{A_{con}}{A_{me}} \left( e^{\frac{\ln 2}{T}t} - 1 \right) \Rightarrow 0,1595 = \frac{206}{210} \left( e^{\frac{\ln 2}{T}30} - 1 \right) \Rightarrow T \approx 138,025 \text{ (ngay)}$$

**Ví dụ 8:** Ban đầu có một mẫu  ${}^{210}\text{Po}$  nguyên chất, sau một thời gian nó phóng xạ  $\alpha$  và chuyển thành hạt nhân chì  ${}^{206}\text{Po}$  bền với chu kỳ bán rã 138,38 ngày. Hỏi sau bao lâu thì tỉ lệ giữa khối lượng chì và khối lượng pôlôni còn lại trong mẫu là 0,7?