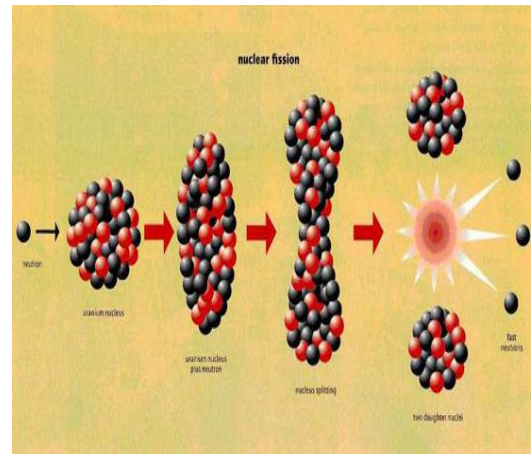
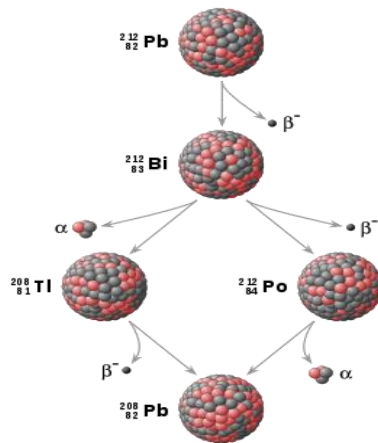


Ngày 12/6/1901, nhà bác học vĩ đại người Pháp Antoine Henri Becquerel đã công bố những nghiên cứu đầu tiên về hiện tượng phóng xạ. Becquerel phát hiện được rằng tinh thể muối uranium liên tục phóng ra một loại bức xạ có khả năng xuyên qua các màn chắn ánh nắng và làm đen các kính ảnh. Đó chính là hiện tượng phóng xạ tự nhiên. Vậy để nắm vững các dạng bài tập cũng như phương pháp giải. Sau đây tôi xin đưa ra phần kiến thức trọng tâm cũng như các dạng bài tập cơ bản về phóng xạ tự nhiên.

**CHỦ ĐỀ: PHÓNG XẠ TỰ NHIÊN**



**I. KIẾN THỨC TRỌNG TÂM.**

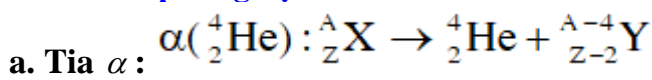
**\* Hiện tượng phóng xạ**

Phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác.

Quá trình phân rã phóng xạ chỉ do các nguyên nhân bên trong gây ra và hoàn toàn không phụ thuộc vào các tác động bên ngoài như nhiệt độ, áp suất, ...

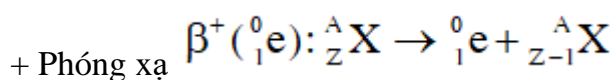
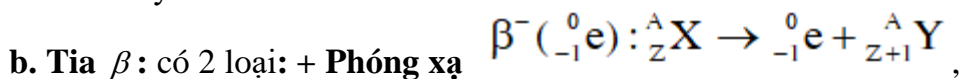
Người ta quy ước gọi hạt nhân phóng xạ là hạt nhân mẹ và hạt nhân phân rã là hạt nhân con.

**\* Các tia phóng xạ :**



\* Những tính chất của tia  $\alpha$  :

- + Bị lệch trong điện trường, từ trường.
- + Phóng ra từ hạt nhân phóng xạ với tốc độ khoảng  $2.10^7\text{m/s}$ .
- + Có khả năng ion hoá mạnh các nguyên tử trên đường đi, mất năng lượng nhanh, do đó nó chỉ đi được tối đa là 8cm trong không khí , khả năng đâm xuyên yếu, không xuyên qua được tấm bìa dày cỡ 1mm.



\* Những tính chất của tia  $\beta$  :

- + Bị lệch trong điện trường, từ trường nhiều hơn tia  $\alpha$ .
- + Phóng ra từ hạt nhân với tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng.
- + Có khả năng ion hoá môi trường, nhưng yếu hơn tia  $\alpha$ , tia  $\beta$  có khả năng đi quãng đường dài hơn trong không khí ( cỡ vài m ) vì vậy khả năng đâm xuyên của tia  $\beta$  mạnh hơn tia  $\alpha$ , nó có thể xuyên qua tấm nhôm dày vài mm.

\* Lưu ý : Trong phóng xạ  $\beta$  có sự giải phóng các hạt neutrino và phản neutrino.

### c. Tia $\gamma$ :

\* Bản chất là sóng điện từ có bước sóng cực ngắn  $\lambda < 10^{-11} m$ , cũng là hạt photon có năng lượng cao.

\* Những tính chất của tia  $\gamma$  :

- + Không bị lệch trong điện trường, từ trường.
- + Phóng ra với tốc độ bằng tốc độ ánh sáng.
- + Có khả năng ion hoá môi trường và khả năng đâm xuyên cực mạnh.

### \* Định luật phóng xạ :

Trong quá trình phân rã, số hạt nhân phóng xạ giảm theo thời gian theo định luật hàm mũ với số mũ âm.

Các công thức biểu thị định luật phóng xạ:

$$N(t) = N_0 2^{\frac{-t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{và} \quad m(t) = m_0 2^{\frac{-t}{T}} = m_0 e^{-\lambda t}$$

Chú ý: Khi cho  $x \ll 1$  ta có  $e^{-x} \approx 1 - x$ .  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda \Delta t} = \lambda \Delta t$

Với  $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$  gọi là hằng số phóng xạ; T gọi là chu kỳ bán rã: sau khoảng thời gian T

số lượng hạt nhân chất phóng xạ còn lại 50% (50% số lượng hạt nhân bị phân rã).

### \* Độ phóng xạ :

Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ tại thời điểm t bằng tích của hằng số phóng xạ và số lượng hạt nhân phóng xạ chứa trong lượng chất phóng xạ vào thời điểm đó.

$$H = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = H_0 e^{-\lambda t} = H_0 2^{\frac{-t}{T}}$$

Chú ý: Khi cho  $x \ll 1$  ta có  $e^{-x} \approx 1 - x$ .  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda \Delta t} = \lambda \Delta t$

Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ giảm theo thời gian theo cùng quy luật hàm mũ giống như số hạt nhân (số nguyên tử) của nó.

Đơn vị độ phóng xạ là becquerel (Bq): 1Bq = 1phân rã/giây. Trong thực tế người ta còn dùng một đơn vị khác là curi (Ci): 1Ci =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq; xấp xỉ bằng độ phóng xạ của một gam radi.

### \* Đồng vị phóng xạ

Ngoài các đồng vị phóng xạ có sẵn trong thiên nhiên, gọi là đồng vị phóng xạ tự nhiên, người ta cũng chế tạo được nhiều đồng vị phóng xạ, gọi là đồng vị phóng xạ nhân tạo. Các đồng vị phóng xạ nhân tạo thường thấy thuộc loại phân rã  $\beta$  và  $\gamma$ . Các đồng vị phóng xạ của một nguyên tố hóa học có cùng tính chất hóa học như đồng vị bền của nguyên tố đó.

Ứng dụng: Đồng vị  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  phóng xạ tia  $\gamma$  dùng để soi khuyết tật chi tiết máy, diệt khuẩn để bảo vệ nông sản, chữa ung thư. Các đồng vị phóng xạ  ${}^A_Z\text{X}$  được gọi là nguyên tử đánh dấu, cho phép ta khảo sát sự tồn tại, sự phân bố, sự vận chuyển của nguyên tố X. Phương pháp nguyên tử đánh dấu có nhiều ứng dụng quan trọng trong sinh học, hóa học, y học, ... Đồng vị cacbon  ${}^{14}_6\text{C}$  phóng xạ tia  $\beta^-$  có chu kỳ bán rã 5730 năm được dùng để định tuổi các vật cổ.

## II. CÁC DẠNG BÀI TẬP :

### BÀI TOÁN 1: VIẾT PHƯƠNG TRÌNH PHÓNG XẠ, NÊU CÁU TẠO HẠT TẠO THÀNH.

#### Phương pháp:

\* Quy tắc dịch chuyển của sự phóng xạ

+ Phóng xạ  $\alpha$  ( ${}^4_2\text{He}$ ):  ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A-4_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$

So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 2 ô trong bảng tuần hoàn và có số khối giảm 4 đơn vị.

+ Phóng xạ  $\beta^-$  ( ${}^0_{-1}\text{e}$ ):  ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$

+ So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con tiến 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối.

+ Thực chất của phóng xạ  $\beta^-$  là một hạt notrôn biến thành 1 hạt prôtôn, 1 hạt electrôn và một hạt notrinô:  $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$

Lưu ý: - Bản chất (thực chất) của tia phóng xạ  $\beta^-$  là hạt electrôn ( $e^-$ )

- Hạt notrinô ( $\nu$ ) không mang điện, không khối lượng (hoặc rất nhỏ) chuyển động với vận tốc của ánh sáng và hầu như không tương tác với vật chất.

+ Phóng xạ  $\beta^+$  ( ${}^+_0e$ ):  ${}_Z^AX \rightarrow {}_{+1}^0e + {}_Z^{A-1}Y$

So với hạt nhân mẹ, hạt nhân con lùi 1 ô trong bảng tuần hoàn và có cùng số khối.

+ Thực chất của phóng xạ  $\beta^+$  là 1 hạt prôtôn biến thành 1 hạt notrôn, 1 hạt pôzitrôn và 1 hạt notrinô:  $p \rightarrow n + e^+ + \bar{\nu}$

Lưu ý: Bản chất (thực chất) của tia phóng xạ  $\beta^+$  là hạt pôzitrôn ( $e^+$ )

+ Phóng xạ  $\gamma$  (hạt phôtôn)

Hạt nhân con sinh ra ở trạng thái kích thích có mức năng lượng  $E_1$  chuyển xuống mức năng lượng  $E_2$  đồng thời phóng ra một phôtôn có năng lượng:  $e = hf = \frac{hc}{\lambda} = E_1 - E_2$

\* Lưu ý: Trong phóng xạ  $\gamma$  không có sự biến đổi hạt nhân  $\Rightarrow$  phóng xạ  $\gamma$  thường đi kèm theo pxa  $\alpha$  và  $\beta$ .

## VÍ DỤ MINH HỌA

**VD1:** Hạt nhân urani  ${}_{92}^{238}\text{U}$  phân rã theo chuỗi phóng xạ  ${}_{92}^{238}\text{U} \xrightarrow{\alpha} \text{Th} \xrightarrow{\beta^-} \text{Pa} \xrightarrow{\beta^-} {}_Z^AX$ .  
Nêu cấu tạo và tên gọi của các hạt nhân X.

**HD:**

Ta có:  $A = 238 - 4 = 234$ ;  $Z = 92 + 2 - 1 - 1 = 92$ . Vậy hạt nhân  ${}_{92}^{234}\text{U}$  là đồng vị của hạt nhân urani có cấu tạo gồm 234 nuclôn, trong đó có 92 prôtôn và 142 notrôn.

**VD2:** Xét phản ứng:  ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_{82}^{208}\text{Pb} + x {}_2^4\text{He} + y {}_{-1}^0\beta^-$ . Chất phóng xạ Th có chu kỳ bán rã là T. Sau thời gian  $t = 2T$  thì tỷ số số hạt  $\alpha$  và số hạt  $\beta$  là:

A.  $\frac{2}{3}$ .

B. 3

C.  $\frac{3}{2}$ .

D.  $\frac{1}{3}$

**HD:** ĐL BT Số khối:  $232 = 4x + 208 \Rightarrow x = 6$

ĐL BT điện tích Z:  $90 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 4$

Tỉ số số hạt  $\alpha$  và số hạt  $\beta$  là  $x:y = 6:4 = 3:2 \Rightarrow$  **Chọn C**

**VD3:** Coban ( ${}_{27}^{60}\text{Co}$ ) phóng xạ  $\beta^-$  với chu kỳ bán rã  $T = 5,27$  năm và biến đổi thành niken (Ni).  
Viết phương trình phân rã và nêu cấu tạo của hạt nhân con.

**HD:** Phương trình phân rã:  ${}_{27}^{60}\text{Co} \rightarrow {}_{-1}^0e^- + {}_{28}^{60}\text{Ni}$ . Hạt nhân Ni có 28 prôtôn và 32 notrôn

**VD4:** Phốt pho ( ${}_{15}^{32}\text{P}$ ) phóng xạ  $\beta^-$  với chu kỳ bán rã  $T = 14,2$  ngày và biến đổi thành lưu huỳnh (S). Viết phương trình của sự phóng xạ đó và nêu cấu tạo của hạt nhân lưu huỳnh.

**HD:** Phương trình của sự phát xạ:  ${}_{15}^{32}\text{P} \rightarrow {}_{-1}^0e^- + {}_{16}^{32}\text{S}$

Hạt nhân lưu huỳnh  ${}_{16}^{32}\text{S}$  gồm 16 prôtôn và 16 notrôn

## BÀI TOÁN 2: TÍNH LƯỢNG CHẤT PHÓNG XẠ (CÒN LẠI, ĐÃ PHÂN RÃ, CHẤT MỚI); TỈ SỐ PHẦN TRĂM GIỮA CHÚNG.

### PHƯƠNG PHÁP:

\*. Định luật phóng xạ:

$$\begin{cases} N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow N_0 = N \cdot 2^{\frac{t}{T}} = N \cdot e^{\lambda t} \\ m = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 \cdot e^{-\lambda t} \rightarrow m_0 = m \cdot 2^{\frac{t}{T}} = m \cdot e^{\lambda t} \end{cases}$$

\* Số nguyên tử chất phóng xạ còn lại sau thời gian t:  $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

\* Số hạt nguyên tử bị phân rã bằng số hạt nhân con được tạo thành và bằng số hạt ( $\alpha$  hoặc  $e^-$  hoặc  $e^+$ ) được tạo thành:  $DN = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$

Chú ý: Khi cho  $x \ll 1$  ta có  $e^{-x} \approx 1 - x$ .  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda \Delta t} = \lambda \Delta t$

\* Khối lượng chất phóng xạ còn lại sau thời gian t:  $m = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$

Trong đó:  $N_0, m_0$  là số nguyên tử, khối lượng chất phóng xạ ban đầu

T là chu kỳ bán rã:  $t = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$   $\lambda$  là hằng số phóng xạ và T không phụ thuộc vào

các tác động bên ngoài mà chỉ phụ thuộc bản chất bên trong của chất phóng xạ.

\* Khối lượng chất đã bị phóng xạ sau thời gian t:  $Dm = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t})$

\* Phần trăm chất phóng xạ bị phân rã:  $\frac{Dm}{m_0} = 1 - e^{-\lambda t}$

\* Phần trăm chất phóng xạ còn lại:  $\frac{m}{m_0} = 2^{-\frac{t}{T}} = e^{-\lambda t}$

\* Khối lượng chất mới được tạo thành sau thời gian t:

$$m_c = \frac{DN}{N_A} A_c = \frac{A_c N_0}{N_A} (1 - e^{-\lambda t}) = \frac{A_c}{A_m} m_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

Chú ý: Khi cho  $x \ll 1$  ta có  $e^{-x} \approx 1 - x$ .  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda \Delta t} = \lambda \Delta t$

Trong đó:  $A_m$  (mẹ),  $A_c$  (con) là số khối của chất phóng xạ ban đầu và của chất mới được tạo thành  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$  là số Avôgađrô.

Lưu ý: Trường hợp phóng xạ  $\beta^+$ ,  $\beta^-$  thì  $A_c = A_m \Rightarrow m_c = \Delta m$

\* Mối liên hệ khối lượng và số hạt  $n = \frac{m}{A} N_A$

### VÍ DỤ MINH HỌA

**VD1:** Random ( ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ) là chất phóng xạ có chu kỳ bán rã là 3,8 ngày. Một mẫu Rn có khối lượng 2mg sau 19 ngày còn bao nhiêu nguyên tử chưa phân rã

A:  $1,69 \cdot 10^{17}$       B:  $1,69 \cdot 10^{20}$       C:  $0,847 \cdot 10^{17}$       D:  $0,847 \cdot 10^{18}$

**HD:** Số nguyên tử còn lại  $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{m_0 \cdot N_A \cdot 2^{-\frac{t}{T}}}{M_{\text{Rn}}} \approx 1,69 \cdot 10^{17}$  hạt

**VD2:DH 2014** Ban đầu một mẫu chất phóng xạ nguyên chất có  $N_0$  hạt nhân. Biết chu kỳ bán rã của chất phóng xạ này là T. Sau thời gian  $4T$ , kể từ thời điểm ban đầu, số hạt nhân chưa phân rã của mẫu chất phóng xạ này là

A.  $\frac{15}{16}N_0$

B.  $\frac{1}{16}N_0$

C.  $\frac{1}{4}N_0$

D.  $\frac{1}{8}N_0$

**HD:**  $N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{N_0}{2^{\frac{4T}{T}}} = \frac{N_0}{2^4} = \frac{N_0}{16} \Rightarrow$  **Chọn B**

**VD3:** Radian C có chu kì bán rã là 20 phút. Một mẫu Radian C có khối lượng là 2g. Sau 1h40phút, lượng chất đã phân rã có giá trị nào?

A: 1,9375 g

B: 0,0625g

C: 1,25 g

D: một đáp án khác

**HD:** Lượng chất đã phân rã  $\Delta m = m_0 \cdot (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = 1,9375$  g

**VD4.** Pôlôni  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  là chất phóng xạ  $\alpha$  tạo thành hạt nhân  ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ . Chu kì bán rã của  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  là 140 ngày. Sau thời gian  $t=420$  ngày( kể từ thời điểm bắt đầu khảo sát) người ta thu được 10,3 g chì. Tính khối lượng Po tại  $t=0$

A: 12g

B: 13g

C: 14g

D: Một kết quả khác

**HD:** Khối lượng Pb tạo thành sau  $t=420$  ngày bằng khối lượng Po phân rã:

$$\Rightarrow m = m_0 \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot t}) \Rightarrow m_0 \approx 12 \text{ g} \Rightarrow \text{A}$$

**VD5:** Một chất phóng xạ có chu kì bán rã là 20 phút. Ban đầu một mẫu chất đó có khối lượng là 2g. Sau 1h40phút, lượng chất đã phân rã có giá trị nào?

A: 1,9375 g

B: 0,0625g

C: 1,25 g

D: một đáp án khác

**HD:** Số lượng chất đã phân rã  $\Delta m = m_0 \cdot (1 - 2^{-\frac{t}{T}}) = 1,9375$  g  $\Rightarrow$  **Chọn A.**

**VD6:** Một chất phóng xạ có chu kì bán rã T. Sau thời gian  $t = 3T$  kể từ thời điểm ban đầu, tỉ số giữa số hạt nhân bị phân rã thành hạt nhân của nguyên tố khác với số hạt nhân của chất phóng xạ còn lại

A. 7

B. 3

C. 1/3

D. 1/7

**HD:** Thời gian phân rã  $t = 3T$ ; Số hạt nhân còn lại:

$$N = \frac{N_0}{2^3} = \frac{1}{8} \Rightarrow \Delta N = N_0 - N = \frac{7}{8} \Rightarrow \frac{\Delta N}{N} = 7 \Rightarrow \text{ĐÁP ÁN A}$$

**VD7 (ĐH 2011).** 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 đêm. 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  $\frac{1}{3}$ . 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.  $\frac{1}{15}$ .B.  $\frac{1}{16}$ .C.  $\frac{1}{9}$ .D.  $\frac{1}{25}$ .

**HD:**  $N_1 = N_0 \cdot 2^{-\frac{t_1}{T}}$ ;  $N'_1 = N_0 - N_1 = N_0(1 - 2^{-\frac{t_1}{T}})$ ;  $\frac{N_1}{N'_1} = \frac{2^{-\frac{t_1}{T}}}{1 - 2^{-\frac{t_1}{T}}} = \frac{1}{3}$

$$\Rightarrow 3.2^{\frac{t_1}{T}} = 1 - 2^{\frac{t_1}{T}} \Rightarrow 4.2^{\frac{t_1}{T}} = 1 \Rightarrow 2^{\frac{t_1}{T}} = \frac{1}{4} = 2^{-2} \Rightarrow \frac{t_1}{T} = 2$$

$$\Rightarrow t_1 = 2T = 276 \text{ ngày}; t_2 = t_1 + 276 \text{ ngày} = 4T$$

$$\Rightarrow \frac{N_2}{N_2'} = \frac{2^{-4}}{1-24} = \frac{1}{15} \Rightarrow \text{Đáp án A.}$$

**VD8:** Đồng vị phóng xạ Côban  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  phát ra tia  $\gamma$  và  $\beta^-$  với chu kỳ bán rã  $T = 71,3$  ngày. Trong 365 ngày, phần trăm chất Côban này bị phân rã bằng  
**A. 97,12%**                      **B. 80,09%**                      **C. 31,17%**                      **D. 65,94%**

**HD:** % lượng chất  ${}^{60}\text{Co}$  bị phân rã sau 365 ngày :

$$\Delta m = m_0 - m = m_0(1 - e^{-\lambda t}) \Leftrightarrow \frac{\Delta m}{m_0} = 1 - e^{-\frac{365 \cdot \ln 2}{71,3}} = 97,12\%$$

Hoặc  $\Delta m = m_0 - m = m_0(1 - 2^{-\frac{t}{T}}) \Rightarrow \frac{\Delta m}{m_0} = \frac{1 - 2^{-\frac{t}{T}}}{2^{-\frac{t}{T}}} = 97,12\% \Rightarrow \text{Chọn A.}$

**VD9:** Hạt nhân  ${}_{84}^{210}\text{Po}$  phóng xạ alpha thành hạt nhân chì bền. Ban đầu trong mẫu Po chứa một lượng  $m_0$  (g). Bỏ qua năng lượng hạt của photon gama. Khối lượng hạt nhân con tạo thành tính theo  $m_0$  sau bốn chu kì bán rã là?

**A. 0,92 $m_0$**                       **B. 0,06 $m_0$**                       **C. 0,98 $m_0$**                       **D. 0,12 $m_0$**

**HD :** PT:  ${}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow \alpha + {}_{82}^{206}\text{Pb}$

Áp dụng định luật phóng xạ  $N = N_0/2^4$ .

Số hạt nhân chì tạo thành đúng bằng số hạt nhân Po phân rã :

$$\Delta N = N_0 - N/2^4 = \frac{15N_0}{16} \quad (N_0 = \frac{m_0}{210} \cdot N_A)$$

$$\Rightarrow m_{\text{Pb}} = \frac{\Delta N}{N_A} \cdot 206 = \frac{15m_0}{16 \cdot 210} \cdot 206 = 0,9196m_0$$

**VD10:** Xét phản ứng:  ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_{82}^{208}\text{Pb} + x {}_2^4\text{He} + y {}_{-1}^0\beta^-$ . Chất phóng xạ Th có chu kỳ bán rã là  $T$ . Sau thời gian  $t = 2T$  thì tỷ số số hạt  $\alpha$  và số nguyên tử Th còn lại là:

**A. 18.**                      **B. 3**                      **C. 12.**                      **D.  $\frac{1}{12}$**

**HD:** ĐL BT Số khối:  $232 = 4x + 208 \Rightarrow x = 6$

ĐL BT điện tích Z:  $90 = 2x - y + 82 \Rightarrow y = 4$

Sau  $2T$  thì số hạt Th còn lại :  $N_{(t)} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} = \frac{N_0}{2^2} = \frac{N_0}{4}$

Sau  $2T$  thì số hạt  $\alpha$  tạo thành :  $6 \cdot \Delta N = 6(N_0 - \frac{N_0}{4}) = \frac{18 \cdot N_0}{4} = \frac{9 \cdot N_0}{2}$

Sau  $2T$  thì tỉ số hạt  $\alpha$  và số nguyên tử Th còn lại:  $\frac{6 \cdot \Delta N}{N} = \frac{9 \cdot N_0}{\frac{N_0}{4}} = 36 \Rightarrow \text{Chọn A}$



**VD11:** 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.  $4k/3$ .                      C.  $4k+3$ .                      D.  $4k$ .

**HD.**

Áp dụng công thức ĐL phóng xạ ta có:

$$\frac{N_{Y_1}}{N_{1X_1}} = \frac{\Delta N_1}{N_1} = \frac{N_0(1 - e^{-\lambda t_1})}{N_0 e^{-\lambda t_1}} = k \Rightarrow e^{-\lambda t_1} = \frac{1}{k+1}$$

$$k_2 = \frac{N_{Y_2}}{N_{1X_2}} = \frac{\Delta N_2}{N_2} = \frac{N_0(1 - e^{-\lambda t_2})}{N_0 e^{-\lambda t_2}} = \frac{(1 - e^{-\lambda(t_1+2T)})}{e^{-\lambda(t_1+2T)}} = \frac{1}{e^{-\lambda t_1} e^{-2\lambda T}} - 1$$

Ta có:  $e^{-2\lambda T} = e^{-2 \frac{\ln 2}{T} T} = e^{-2 \ln 2} = \frac{1}{4}$

$$\Rightarrow k_2 = \frac{1}{\frac{1}{k+1} \cdot \frac{1}{4}} - 1 = 4k + 3. \Rightarrow \text{đáp án C}$$

**VD12** Gọi  $\tau$  là khoảng thời gian để số hạt nhân nguyên tử giảm đi e lần, Sau thời gian  $0,51\tau$  số hạt nhân của chất phóng xạ đó còn lại bao nhiêu ?

- A. 40%                      B. 13,5%                      C. 35%                      D. 60%

**HD :** áp dụng ct :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

+ sau  $\tau$  số hạt nhân giảm e lần, ta có :  $\frac{N_0}{N} = e^{\lambda \tau} = e \Rightarrow \tau = \frac{1}{\lambda}$

+ sau  $0,51\tau$ , ta có  $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot 0,51\tau} = 60\% \Rightarrow \text{ĐÁP ÁN D}$

**VD13** Ngày nay tỉ lệ của U235 là 0,72% urani tự nhiên, còn lại là U238. Cho biết chu kì bán rã của chúng là  $7,04 \cdot 10^8$  năm và  $4,46 \cdot 10^9$  năm. Tỉ lệ của U235 trong urani tự nhiên vào thời kì trái đất được tạo thành cách đây 4,5 tỉ năm là:

- A. 32%.                      B. 46%.                      C. 23%.                      D. 16%.

**HD:**  $N_1 = N_{01} e^{-\lambda_1 t}$  ;  $N_2 = N_{02} e^{-\lambda_2 t} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_{01}}{N_{02}} e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t}$

$$\Rightarrow \frac{N_{01}}{N_{02}} = \frac{N_1}{N_2} e^{(\lambda_1 - \lambda_2)t} = \frac{0,72}{99,28} e^{t(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}) \ln 2} = \frac{0,72}{99,28} e^{4,5(\frac{1}{0,704} - \frac{1}{4,46}) \ln 2} = 0,303$$

$$\frac{N_{01}}{N_{02}} = 0,3 \Rightarrow \frac{N_{01}}{N_{01} + N_{02}} = \frac{0,3}{1,3} = 0,23 = 23\%. \Rightarrow \text{Chọn C}$$

**VD14.** Iốt ( $^{131}_{53}\text{I}$ ) phóng xạ  $\beta^-$  với chu kỳ bán rã T. Ban đầu có 1,83g iốt ( $^{131}_{53}\text{I}$ ). Sau 48,24 ngày, khối lượng của nó giảm đi 64 lần. Xác định T. Tính số hạt  $\beta^-$  đã được sinh ra khi khối lượng của iốt còn lại 0,52g. Cho số Avogadro  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$

**HD:** Theo định luật phóng xạ, ta có:  $m = m_0 2^{\frac{-t}{T}} \Rightarrow \frac{m_0}{m} = 2^{\frac{t}{T}}$

Theo đề bài:  $\frac{m_0}{m} = 64 = 2^6$ . Suy ra:  $\frac{t}{T} = 6 \Rightarrow T = \frac{t}{6} = \frac{48,24}{6} = 8,04$  ngày

Khối lượng iốt bị phân rã là:  $\Delta m = m_0 - m = 1,83 - 0,52 = 1,31\text{g}$

Số hạt nhân iốt bị phân rã là:  $N = \frac{m}{N} \cdot N_A = \frac{1,31}{131} = 6,022 \times 10^{23} = 6,022 \times 10^{21}$  hạt

Một hạt nhân phân rã, phóng xạ 1 hạt  $\beta^-$  nên số hạt  $\beta^-$  được phóng xạ cũng là  $N = 6,022 \times 10^{21}$  hạt.

### BÀI TOÁN 3: TÍNH CHU KỲ T, HẰNG SỐ PHÓNG XẠ $\lambda$ .

#### VÍ DỤ MINH HỌA

**VD1: (TN 2011).** Ban đầu có  $N_0$  hạt nhân của một đồng vị phóng xạ. Sau 9 giờ kể từ thời điểm ban đầu, có 87,5% số hạt nhân của đồng vị này đã bị phân rã. Chu kì bán rã của đồng vị này là  
**A. 24 giờ.                      B. 3 giờ.                      C. 30 giờ.                      D. 47 giờ.**

**HD:**  $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{1}{8} N_0 \Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = 2^{-3} \Rightarrow \frac{t}{T} = 3 \Rightarrow T = \frac{t}{3} = 3$  giờ.  $\Rightarrow$  Đáp án B.

**VD2:** Một mẫu  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  tại  $t=0$  có khối lượng 48g. Sau thời gian  $t=30$  giờ, mẫu  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  còn lại 12g. Biết  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  là chất phóng xạ  $\beta^-$  tạo thành hạt nhân con là  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ . Chu kì bán rã của  ${}^{24}_{11}\text{Na}$  là

**A: 15h                      B: 15ngày                      C: 15phút                      D: 15giây**

**HD:** áp dụng :  $m=m_0 \cdot 2^{-k}$  ( đặt  $k = \frac{t}{T}$  )  $\Rightarrow 2^{-k} = 0,25 \Rightarrow T = 15\text{h}$

**VD3. (CD-2011) :** Trong khoảng thời gian 4h có 75% số hạt nhân ban đầu của một đồng vị phóng xạ bị phân rã. Chu kì bán rã của đồng vị đó là:

**A. 1h                      B. 3h                      C. 4h                      D. 2h**

**HD:**  $\frac{\Delta N}{N_0} = 1 - \frac{1}{2^k} = 0.75 \Rightarrow \frac{1}{2^k} = \frac{1}{4} \Rightarrow k = 2 = \frac{t}{T} \Rightarrow T = \frac{t}{2} = 2\text{h}$

**VD4.** Hạt nhân  ${}^{14}_6\text{C}$  là chất phóng xạ  $\beta^-$  có chu kì bán rã là 5730 năm. Sau bao lâu lượng chất phóng xạ của một mẫu chỉ còn bằng  $\frac{1}{8}$  lượng chất phóng xạ ban đầu của mẫu đó.

**HD.** Ta có:  $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{t}{T} \ln 2 \Rightarrow t = \frac{T \cdot \ln \frac{N}{N_0}}{-\ln 2} = 17190$  năm.

**VD5: (ĐH -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 kì bán rã của chất phóng xạ đó là

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

**HD.** Ta có:  $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{N}{N_0}$ .

Theo bài ra:  $2^{-\frac{t_1}{T}} = \frac{N_1}{N_0} = 20\% = 0,2$  (1);  $2^{-\frac{t_2}{T}} = \frac{N_2}{N_0} = 5\% = 0,05$

$$\Rightarrow \frac{2^{-\frac{t_1}{T}}}{2^{-\frac{t_2}{T}}} = 2^{\frac{t_2 - t_1}{T}} = \frac{0,2}{0,05} = 4 = 2^2$$



$$\Rightarrow \frac{t_2 - t_1}{T} = 2 \Rightarrow T = \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{t_1 + 100 - t_1}{2} = 50 \text{ s.}$$

**VD6:** 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. Tính chu kỳ bán rã của chất phóng xạ đó.

**HD:** Ta có:  $N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{N}{N_0} \Rightarrow 2^{-\frac{t_1}{T}} = \frac{N_1}{N_0} = 20\% = 0,2$  (1);  $2^{-\frac{t_2}{T}} = \frac{N_2}{N_0} = 5\% = 0,05$

$$\Rightarrow \frac{2^{-\frac{t_1}{T}}}{2^{-\frac{t_2}{T}}} = \frac{0,2}{0,05} = 4 = 2^2 \Rightarrow \frac{t_2 - t_1}{T} = 2 \Rightarrow T = \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{t_1 + 100 - t_1}{2} = 50 \text{ s.}$$

**VD7:** Sau khoảng thời gian 1 ngày đêm 87,5% khối lượng ban đầu của một chất phóng xạ bị phân rã thành chất khác. Chu kỳ bán rã của chất phóng xạ đó là

A. 12 giờ.                      B. 8 giờ.                      C. 6 giờ.                      D. 4 giờ.

**HD:** Ta có:  $\frac{\Delta m}{m_0} = \frac{87,5}{100} = \frac{7}{8} \Rightarrow \Delta m = \frac{7m_0}{8} \Rightarrow m = \frac{m_0}{8} = \frac{1}{2^3}$  Hay  $2^{-\frac{t}{T}} = \frac{1}{8} \Rightarrow T = \frac{t}{3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ h}$ . **Chọn**

**B**

**VD8.** Đồng vị Cacbon  $^{14}_6\text{C}$  phóng xạ  $\beta$  và biến thành nito (N). Viết phương trình của sự phóng xạ đó. Nếu cấu tạo của hạt nhân nito. Mẫu chất ban đầu có  $2 \times 10^{-3}$  g Cacbon  $^{14}_6\text{C}$ . Sau khoảng thời gian 11200 năm. Khối lượng của Cacbon  $^{14}_6\text{C}$  trong mẫu đó còn lại  $0,5 \times 10^{-3}$  g. Tính chu kỳ bán rã của cacbon  $^{14}_6\text{C}$ .

**HD:** Phương trình của sự phóng xạ:  $^{14}_6\text{C} \rightarrow ^0_{-1}\text{e} + ^{14}_7\text{N}$

- Hạt nhân nito  $^{14}_7\text{N}$  gồm  $Z = 7$  prôtôn và  $N = A - Z = 14 - 7 = 7$  notrôn

$$\text{- Ta có: } m = m_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{m_0}{m} = 2^{\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{m_0}{0,5 \times 10^{-3}} = \frac{2 \times 10^{-3}}{0,5 \times 10^{-3}} = 4 = 2^2$$

$$\Rightarrow \frac{t}{T} = 2 \Rightarrow T = \frac{t}{2} = \frac{11200}{2} = 5600 \text{ năm}$$

**VD9.** Hạt nhân Pôlôni là chất phóng xạ  $\alpha$ , sau khi phóng xạ nó trở thành hạt nhân chì bền. Dùng một mẫu Po nào đó, sau 30 ngày, người ta thấy tỉ số khối lượng của chì và Po trong mẫu bằng 0,1595. Tính chu kỳ bán rã của Po

**HD:** Tính chu kỳ bán rã của Po:  $\frac{m_{Pb}}{m_{Po}} = \frac{\Delta m'}{m} = \frac{N_0(1 - e^{-\lambda t})A'}{N_A m_0 e^{-\lambda t}} = \frac{A'}{A} (1 - e^{-\lambda t})$

$$T = - \frac{t \cdot \ln 2}{\ln(1 - \frac{m_{Pb} \cdot A}{m_{Po} \cdot A'})} = \frac{30 \cdot \ln 2}{\ln(1 - \frac{0,1595 \cdot 210}{206})} = 138 \text{ ngày}$$

**VD10.** Để đo chu kỳ của một chất phóng xạ người ta cho máy đếm xung bắt đầu đếm từ thời điểm  $t_0 = 0$ . Đến thời điểm  $t_1 = 2$  giờ, máy đếm được  $n_1$  xung, đến thời điểm  $t_2 = 3t_1$ , máy đếm được  $n_2$  xung, với  $n_2 = 2,3n_1$ . Xác định chu kỳ bán rã của chất phóng xạ này.

**HD:** - Số xung đếm được chính là số hạt nhân bị phân rã:  $\Delta N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$

-Tại thời điểm  $t_1$ :  $\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda t_1}) = n_1$

-Tại thời điểm  $t_2$ :  $\Delta N_2 = N_0(1 - e^{-\lambda t_2}) = n_2 = 2,3n_1$

$$1 - e^{-\lambda t_2} = 2,3(1 - e^{-\lambda t_1}) \Leftrightarrow 1 - e^{-3\lambda t_1} = 2,3(1 - e^{-\lambda t_1}) \Leftrightarrow 1 + e^{-\lambda t_1} + e^{-2\lambda t_1} = 2,3 \\ \Leftrightarrow e^{-2\lambda t_1} + e^{-\lambda t_1} - 1,3 = 0 \Rightarrow e^{-\lambda t_1} = x > 0 \Leftrightarrow X^2 + x - 1,3 = 0 \Rightarrow T = 4,71 \text{ h}$$

**VD11:** Có 0,2(mg) Radi  $^{226}_{88}\text{Ra}$  phóng ra  $4,35 \cdot 10^8$  hạt  $\alpha$  trong 1 phút.

Tìm chu kỳ bán rã của Ra ( cho  $T \gg t$ ). Cho  $x \ll 1$  ta có  $e^{-x} \approx 1 - x$ .

**HD:** Số hạt alpha tạo ra = số nguyên tử Ra phân rã:  $\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$ .

Vì  $T \gg t$  nên  $\lambda t \ll 1$  nên áp dụng công thức gần đúng ( $x \ll 1$  ta có  $e^{-x} \approx 1 - x$ )

$$\Rightarrow \Delta N = N_0 \lambda t = N_0 \frac{0,693}{T} t \quad \text{với } N_0 = \frac{m_0 N_A}{A}$$

Vậy  $T = \frac{m_0 N_A \cdot 0,693 \cdot t}{\Delta N \cdot A}$ . Thay số:  $m_0 = 0,2 \text{ mg} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ ,  $t = 60 \text{ s}$ ,  $\Delta N = 4,35 \cdot 10^8$ ,  $A = 226$

$N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$  ta được  $T = 5,1 \cdot 10^{10} \text{ s} \approx 1619$  năm.

**VD12:** Silic  $^{31}_{14}\text{Si}$  là chất phóng xạ, phát ra hạt  $\beta^-$  và biến thành hạt nhân X. Một mẫu phóng xạ  $^{31}_{14}\text{Si}$  ban đầu trong thời gian 5 phút có 190 nguyên tử bị phân rã, nhưng sau 3 giờ cũng trong thời gian 5 phút chỉ có 85 nguyên tử bị phân rã. Hãy xác định chu kỳ bán rã của chất phóng xạ.

**HD:** Trong thời gian 5 phút có 190 nguyên tử bị phân rã:  $\Rightarrow H_0 = 190$  phân rã/5 phút

-Sau  $t=3$  giờ: Trong thời gian 5 phút có 85 nguyên tử bị phân rã:  $\Rightarrow H = 85$  phân rã/5 phút

$$H = H_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow T = \frac{t \cdot \ln 2}{\ln \frac{H_0}{H}} = \frac{3 \cdot \ln 2}{\ln \frac{190}{85}} = 2,585 \text{ giờ}$$

**VD13:** Để đo chu kỳ của một chất phóng xạ người ta cho máy đếm xung bắt đầu đếm từ thời điểm  $t_0=0$ . Đến thời điểm  $t_1=2$  giờ, máy đếm được  $n_1$  xung, đến thời điểm  $t_2=3t_1$ , máy đếm được  $n_2$  xung, với  $n_2=2,3n_1$ . Xác định chu kỳ bán rã của chất phóng xạ này.

**HD:** -Số xung đếm được chính là số hạt nhân bị phân rã:  $\Delta N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$

-Tại thời điểm  $t_1$ :  $\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda t_1}) = n_1$

-Tại thời điểm  $t_2$ :  $\Delta N_2 = N_0(1 - e^{-\lambda t_2}) = n_2 = 2,3n_1$

$$1 - e^{-\lambda t_2} = 2,3(1 - e^{-\lambda t_1}) \Leftrightarrow 1 - e^{-3\lambda t_1} = 2,3(1 - e^{-\lambda t_1}) \Leftrightarrow 1 + e^{-\lambda t_1} + e^{-2\lambda t_1} = 2,3 \\ \Leftrightarrow e^{-2\lambda t_1} + e^{-\lambda t_1} - 1,3 = 0 \Rightarrow e^{-\lambda t_1} = x > 0 \Leftrightarrow X^2 + x - 1,3 = 0 \Rightarrow T = 4,71 \text{ h}$$

**VD14:** Để đo chu kỳ bán rã của 1 chất phóng xạ, người ta dùng máy đếm xung. Ban đầu trong 1 phút máy đếm được 14 xung, nhưng sau 2 giờ đo lần thứ nhất, máy chỉ đếm được 10 xung trong 1 phút. Tính chu kỳ bán rã của chất phóng xạ. Lấy  $\sqrt{2} = 1,4$ .

**HD:** Số xung phát ra tỉ lệ với số nguyên tử bị phân rã.

Số nguyên tử bị phân rã trong 1 phút đầu tiên:  $\Delta N_1 = N_{01} - N_1 = N_{01}(1 - e^{-\lambda \Delta t})$

Sau 2 giờ số nguyên tử còn lại là:  $N_{02} = N_{01} \cdot e^{-\lambda t}$

Số nguyên tử bị phân rã trong khoảng thời gian  $\Delta t = 1$  phút kể từ thời điểm này là:

$$\Delta N_2 = N_{02}(1 - e^{-\lambda \cdot \Delta t}) \Rightarrow \frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{N_{01}(1 - e^{-\lambda \cdot \Delta t})}{N_{02}(1 - e^{-\lambda \cdot \Delta t})} = \frac{N_{01}}{N_{02}} = \frac{N_{01}}{N_{01} \cdot e^{-\lambda \cdot t}} = e^{\lambda \cdot t}$$

$$\Leftrightarrow e^{\lambda \cdot t} = \frac{14}{10} = 1,4 = \sqrt{2} \Leftrightarrow \lambda t = \ln \sqrt{2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\ln 2}{T} t = \ln \sqrt{2} \Rightarrow T = \frac{\ln 2}{\ln \sqrt{2}} t = 2t = 2 \cdot 2 = 4 \text{ giờ.}$$

**VD15:** Để xác định chu kỳ bán rã T của một đồng vị phóng xạ, người ta thường đo khối lượng đồng vị phóng xạ đó trong mẫu chất khác nhau 8 ngày được các thông số đo là 8μg và 2μg. Tìm chu kỳ bán rã T của đồng vị đó?

A. 4 ngày.

B. 2 ngày.

C. 1 ngày.

D. 8 ngày.

**HD:** Ta có:  $m_1 = m_0 e^{-\lambda \cdot t_1}$ ;  $m_2 = m_0 e^{-\lambda \cdot t_2}$

$$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = e^{\lambda \cdot (t_2 - t_1)} = e^{\frac{\ln 2}{T} \cdot (t_2 - t_1)} \Rightarrow T = \frac{(t_2 - t_1) \ln 2}{\ln \frac{m_1}{m_2}}$$

$$\Rightarrow T = \frac{(t_2 - t_1) \ln 2}{\ln \frac{m_1}{m_2}} = \frac{(8 - 0) \ln 2}{\ln \frac{8}{2}} = \frac{8 \ln 2}{\ln 4} = 4 \text{ ngày}$$

**VD16.** Một khối chất phóng xạ .trong gio đầu tiên phát ra  $n_1$  tia phóng xạ , $t_2=2t_1$ giờ tiếp theo nó phát ra  $n_2$  tia phóng xạ. Biết  $n_2=9/64n_1$ . Chu kì bán rã của chất phóng xạ trên là:

A.  $T=t_1/4$

B.  $T=t_1/2$

C.  $T=t_1/3$

D.  $T=t_1/6$

**HD:**

số tia phóng xạ phát ra chính là số nguyên tử đa bị phân rã.

Sau  $t_1$  số hạt còn lại là  $N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1}$

Số hạt phân rã:  $\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda t_1})$

Trong giai đoạn 2 số hạt ban đầu chính là  $N_1$  nên:  $N_2 = N_1 e^{-\lambda \cdot 2t_1} = N_0 e^{-\lambda \cdot t_1} e^{-\lambda \cdot 2t_1}$

$$\Delta N_2 = N_0 e^{-\lambda \cdot t_1} (1 - e^{-\lambda \cdot 2t_1})$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta N_2}{\Delta N_1} = \frac{9}{64} = \frac{x(1 - x^2)}{1 - x} \text{ với } x = e^{-\lambda t_1} \text{ Giải ra } x=0,125 \Rightarrow T=t_1/3 \Rightarrow \text{đáp án C}$$

**VD17:** Một hỗn hợp 2 chất phóng xạ có chu kỳ bán rã lần lượt là  $T_1=1$  giờ và  $T_2=2$  giờ. Vậy chu kỳ bán rã của hỗn hợp trên là bao nhiêu?

A. 0,67 giờ.

B. 0,75 giờ.

C. 0,5 giờ.

D. Đáp án khác.

**HD:** Sau  $t = T_1 = 1$ h số hạt nhân của chất phóng xạ thứ nhất giảm đi một nửa, còn số hạt nhân

của chất phóng xạ thứ hai còn  $\frac{N_{02}}{2^{\frac{1}{2}}} = \frac{N_{02}}{\sqrt{2}} > \frac{N_{02}}{2}$ . Như vậy chu kỳ bán rã của hỗn hợp  $T > 1$ h.

$\Rightarrow$  Chọn D

**VD18:** Đồng vị  ${}_{14}^{31}\text{Si}$  phóng xạ  $\beta^-$ . Một mẫu phóng xạ  ${}_{14}^{31}\text{Si}$  ban đầu trong thời gian 5 phút có 190 nguyên tử bị phân rã nhưng sau 3 giờ trong thời gian 1 phút có 17 nguyên tử bị phân rã. Xác định chu kỳ bán rã của chất đó.

A. 2,5 h.

B. 2,6 h.

C. 2,7 h.

D. 2,8 h.

**HD:**

$$\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda \Delta t_1}) \approx N_0 \lambda \Delta t_1 \quad (\Delta t_1 \ll T)$$

$$\Delta N_2 = N_0 e^{-\lambda t} (1 - e^{-\lambda \Delta t_2}) \approx N_0 \lambda \Delta t_2 e^{-\lambda t} \quad \text{với } t = 3h.$$

$$\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{N_0 \lambda \Delta t_1}{N_0 \lambda \Delta t_2 e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = 5e^{\lambda t} = \frac{190}{17}$$

$$5e^{\lambda t} = \frac{190}{17} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{38}{17} \Rightarrow \frac{\ln 2}{T} 3 = \ln \frac{38}{17} \Rightarrow T = 2,585h \approx 2,6h \Rightarrow \text{Chọn B}$$

## BÀI TOÁN 4: TÌM ĐỘ PHÓNG XẠ H

### PHƯƠNG PHÁP

\* Công thức độ phóng xạ: 
$$\begin{cases} H = \frac{H_0}{2^{\frac{t}{T}}} = H_0 e^{-\lambda t}; \text{ với } \lambda = \frac{\ln 2}{T}: \text{ hằng số phân rã} \\ H_0 = \lambda N_0; H = \lambda N(\text{Bq}); 1\text{Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{Bq} \end{cases}$$

$H_0 = \lambda N_0$  là độ phóng xạ ban đầu.  $H = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 \cdot e^{-\lambda t} = I N$

Đơn vị: Becoren (Bq); 1Bq = 1 phân rã/giây      Curi (Ci);      1 Ci =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq

Lưu ý: Khi tính độ phóng xạ H,  $H_0$  (Bq) thì thời gian t, chu kỳ phóng xạ T phải đổi ra đơn vị giây(s).

### VÍ DỤ MINH HỌA

**VD1:** Tính chu kỳ bán rã của Thêri, biết rằng sau 100 ngày độ phóng xạ của nó giảm đi 1,07 lần.

**HD:** Độ phóng xạ tại thời điểm t.:  $H = H_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{H_0}{H} \Rightarrow \lambda t = \ln\left(\frac{H_0}{H}\right)$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{H_0}{H}\right) \quad \text{mà } \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{H_0}{H}\right)$$

$$\Rightarrow T = \frac{\ln 2 \cdot t}{\ln 1,07} = \frac{0,693}{0,067658} \cdot 100 \text{ ngày} \approx 1023 \text{ ngày.}$$

**VD2:** Khối lượng ban đầu của đồng vị phóng xạ natri  $^{23}_{11}\text{Na}$  là 0,23mg, chu kỳ bán rã của natri là  $T = 62s$ . Độ phóng xạ ban đầu bằng  
A.  $6,7 \cdot 10^{14}$ Bq.      B.  $6,7 \cdot 10^{15}$ Bq.      C.  $6,7 \cdot 10^{16}$ Bq.      D.  $6,7 \cdot 10^{17}$ Bq.

**HD:**

$$\text{Ta có } H_0 = \lambda N_0 = \frac{0,693 \cdot 0,23 \cdot 10^{-3}}{62 \cdot 23} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,7 \cdot 10^{16} \text{Bq} \Rightarrow \text{đáp án C}$$

**VD3:** Một chất phóng xạ lúc đầu có  $7,07 \cdot 10^{20}$  nguyên tử. Tính độ phóng xạ của mẫu chất này sau 1,57 (T là chu kỳ bán rã bằng 8 ngày đêm) theo đơn vị Bq và Ci.

**HD:** Số hạt sau  $t = 1,5T$ :  $N = N_0 e^{-\lambda t} = \frac{N_0}{2^{t/T}} = \frac{N_0}{2^{1,5}} = \frac{N_0}{2\sqrt{2}}$

$$\Rightarrow N = \frac{7,07 \cdot 10^{20}}{2\sqrt{2}} = 2,5 \cdot 10^{20} \text{ ngt.}$$

Độ phóng xạ tại thời điểm t.:  $H = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{T} \cdot N = \frac{0,693}{8 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot 2,5 \cdot 10^{20}$

$$\Rightarrow H = 2,506 Bq = \frac{2,056 \cdot 10^{14}}{3,7 \cdot 10^{10}} \approx 6,77 \cdot 10^3 Ci$$

**VD4.** Silic  $^{31}_{14}Si$  là chất phóng xạ, phát ra hạt  $\beta^-$  và biến thành hạt nhân X. Một mẫu phóng xạ  $^{31}_{14}Si$  ban đầu trong thời gian 5 phút có 190 nguyên tử bị phân rã, nhưng sau 3 giờ cũng trong thời gian 5 phút chỉ có 85 nguyên tử bị phân rã. Hãy xác định chu kỳ bán rã của chất phóng xạ.

**HD:**-Ban đầu: Trong thời gian 5 phút có 190 nguyên tử bị phân rã

$$\Rightarrow H_0 = 190 \text{phân rã}/5 \text{phút}$$

-Sau  $t=3$  giờ: Trong thời gian 5 phút có 85 nguyên tử bị phân rã.

$$\Rightarrow H = 85 \text{phân rã} / 5 \text{phút} \quad H = H_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow T = \frac{t \cdot \ln 2}{\ln \frac{H_0}{H}} = \frac{3 \cdot \ln 2}{\ln \frac{190}{85}} = 2,585 \text{ giờ}$$

**VD5 :** Một mẫu phóng xạ  $^{31}_{14}Si$  ban đầu trong 5 phút có 196 nguyên tử bị phân rã, nhưng sau đó 5,2 giờ (kể từ lúc  $t = 0$ ) cùng trong 5 phút chỉ có 49 nguyên tử bị phân rã. Tính chu kỳ bán rã của  $^{31}_{14}Si$ .

**HD .** Ta có:  $H = H_0 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow 2^{\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{H} = 4 = 2^2 \Rightarrow \frac{t}{T} = 2 \Rightarrow T = \frac{t}{2} = 2,6 \text{ giờ.}$

**VD6:** Chất Pôlôni  $^{210}Po$  có chu kỳ bán rã  $T = 138$  ngày đêm.

a, Tìm độ phóng xạ của 4g Pôlôni.

b, Hỏi sau bao lâu độ phóng xạ của nó giảm đi 100 lần.

**HD:** a, Độ phóng xạ ban đầu của 4g Po.  $H_0 = \lambda \cdot N_0$

$$\text{với } \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{138 \cdot 24 \cdot 3600} \text{ (S}^{-1}\text{) và } N_0 = \frac{m_0 N_A}{A} = \frac{4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{210} \Rightarrow H = 6,67 \cdot 10^{14} \text{ Bq.}$$

b, Tìm thời gian:  $H = H_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow e^{\lambda t} = \frac{H_0}{H} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \ln \left( \frac{H_0}{H} \right) = \frac{T}{0,693} \cdot \ln 100 = 916 \text{ ngày.}$

**VD7** để đo chu kỳ bán rã của 1 chất phóng xạ  $\beta^-$  người ta dùng máy đếm electron. Kể từ thời điểm  $t=0$  đến  $t_1 = 2$  giờ máy đếm ghi dc  $N_1$  phân rã/giây. Đến thời điểm  $t_2 = 6$  giờ máy đếm dc  $N_2$  phân rã/giây. Với  $N_2 = 2,3N_1$ . tìm chu kỳ bán rã.

A. 3,31 giờ.

B. 4,71 giờ

C. 14,92 giờ

D. 3,95 giờ

**HD:**  $H_1 = H_0 (1 - e^{-\lambda t_1}) \Rightarrow N_1 = H_0 (1 - e^{-\lambda t_1})$

$$H_2 = H_0 (1 - e^{-\lambda t_2}) \Rightarrow N_2 = H_0 (1 - e^{-\lambda t_2})$$

$$\Rightarrow (1 - e^{-\lambda t_2}) = 2,3(1 - e^{-\lambda t_1}) \Rightarrow (1 - e^{-6\lambda}) = 2,3(1 - e^{-2\lambda})$$

Đặt  $X = e^{-2\lambda} \Rightarrow$  pt:  $(1 - X^3) = 2,3(1 - X) \Rightarrow (1 - X)(X^2 + X - 1,3) = 0$ .

Do  $X - 1 \neq 0 \Rightarrow X^2 + X - 1,3 = 0 \Rightarrow X = 0,745$

$$e^{-2\lambda} = 0,745 \Rightarrow -\frac{2 \ln 2}{T} = \ln 0,745 \Rightarrow T = 4,709 = 4,71 \text{ h} \Rightarrow \text{Chọn B}$$

**BÀI TOÁN 5: TÌM THỜI GIAN PHÂN RÃ  $t$ , ỨNG DỤNG PHÓNG XẠ TUỔI CỖ VẬT, LIỀU CHIẾU XẠ, ĐIỀU TRỊ BỆNH**

**VÍ DỤ MINH HỌA**

**VD1:** Hạt nhân  $^{14}_6C$  là chất phóng xạ  $\beta^-$  có chu kỳ bán rã là 5730 năm. Sau bao lâu lượng chất phóng xạ của một mẫu chỉ còn bằng  $\frac{1}{8}$  lượng chất phóng xạ ban đầu của mẫu đó.

**HD.**

$$\text{Ta có: } N = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}} \Rightarrow \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{t}{T} \ln 2 \Rightarrow t = \frac{T \cdot \ln \frac{N}{N_0}}{-\ln 2} = 17190 \text{ năm.}$$

**VD2: ĐH 2012** Hạt nhân urani  $^{238}_{92}U$  sau một chuỗi phân rã, biến đổi thành hạt nhân chì  $^{206}_{82}Pb$ . Trong quá trình đó, chu kỳ bán rã của  $^{238}_{92}U$  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  $^{238}_{92}U$  và  $6,239 \cdot 10^{18}$  hạt nhân  $^{206}_{82}Pb$ . 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  $^{238}_{92}U$ . 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.

**HD :**

+ Gọi  $N_{0U}$ ,  $N_U$  là số hạt  $U^{238}$  ở thời điểm ban đầu và ở thời điểm  $t$ ,  $N_{Pb}$  là số hạt Pb

$$\text{+ Ta có: } \frac{N_{Pb}}{N_U} = \frac{\Delta N_U}{N_U} = \frac{N_{0U} - N_U}{N_U} = \frac{N_{0U}}{N_U} - 1 = \frac{6,239 \cdot 10^{18}}{1,188 \cdot 10^{20}}$$

$$\rightarrow \frac{N_{0U}}{N_U} = 1,0525 = \frac{N_{0U}}{N_{0U} \cdot e^{-\lambda t}} \rightarrow \lambda t = \ln 1,0525 = \frac{\ln 2}{4,47 \cdot 10^9} t \rightarrow t = 3,3 \cdot 10^8 \text{ năm} \Rightarrow \text{Đ. ÁN A}$$

**VD3.ĐH 2013** Hiện nay urani tự nhiên chứa hai đồng vị phóng xạ  $^{235}U$  và  $^{238}U$ , với tỷ lệ số hạt  $^{235}U$  và số hạt  $^{238}U$  là  $\frac{7}{1000}$ . Biết chu kỳ bán rã của  $^{235}U$  và  $^{238}U$  lần lượt là  $7,00 \cdot 10^8$  năm và  $4,50 \cdot 10^9$  năm.

Cách đây bao nhiêu năm, urani tự nhiên có tỷ lệ số hạt  $^{235}U$  và số hạt  $^{238}U$  là  $\frac{3}{100}$ ?

- A. 2,74 tỉ năm.      B. 2,22 tỉ năm.      C. 1,74 tỉ năm.      D. 3,15 tỉ năm.

**HD:**

$$\frac{N_{01}}{N_{02}} = \frac{3}{100}; \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_{01} e^{-\lambda_1 t}}{N_{02} e^{-\lambda_2 t}} \Leftrightarrow \frac{7}{1000} = \frac{3 \cdot e^{(\lambda_2 - \lambda_1)t}}{100} \Rightarrow t = 1,74. \Rightarrow \text{Chọn C}$$

**VD4.** Chất phóng xạ  $^{210}_{84}Po$  phóng ra tia  $\alpha$  thành chì  $^{206}_{82}Pb$ .

a/ Trong 0,168g Pôlôni có bao nhiêu nguyên tử bị phân rã trong 414 ngày đêm, xác định lượng chì tạo thành trong thời gian trên?

b/ Bao nhiêu lâu lượng Pôlôni còn 10,5mg? Cho chu kỳ bán rã của Pôlôni là 138 ngày đêm.

**HD :**

a/Ta thấy  $t/T = 414/138 = 3$  nên áp dụng công thức :  $N = N_0 2^{-t/T} = N_0 2^{-3} = N_0/8$ .

Số nguyên tử bị phân rã là :  $\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - 2^{-t/T}) = 7N_0/8 = 7 \cdot m_0 N_A / 8A$

với(  $m_0 = 0,168g$  ,  $A = 210$  ,  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  )  $\Rightarrow \Delta N = 4,214 \cdot 10^{20}$  nguyên tử .

Số nguyên tử chì tạo thành= số nguyên tử Pôlôni phân rã :



$\Rightarrow m_2 = \Delta N \cdot A_2 / N_A$ , với  $A_2 = 206 \Rightarrow m_2 = 0,144g$ .

b/ Ta có :  $m_0/m = 0,168/0,0105 = 16 = 2^4$ . Từ công thức  $m = m_0 2^{-t/T} \Rightarrow m_0/m = 2^{t/T} = 2^4$   
 $\Rightarrow t = 4T = 4.138 = 552$  ngày đêm.

**VD5:** Chất phóng xạ  $^{210}_{84}Po$  phát ra tia  $\alpha$  và biến đổi thành  $^{206}_{82}Pb$ . Chu kỳ bán rã của Po là 138 ngày. Ban đầu có 100g Po thì sau bao lâu lượng Po chỉ còn 1g?  
 A. 916,85 ngày                      B. 834,45 ngày                      C. 653,28 ngày                      D. 548,69 ngày

**HD:**

$$m = m_0 e^{-\lambda t} = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow 2^x = m_0/m = 100 \Rightarrow t = 916,85 \text{ ngày}$$

**VD6:** Biết đồng vị phóng xạ  $^{14}_6C$  có chu kỳ bán rã 5730 năm. Giả sử một mẫu gỗ cổ có độ phóng xạ 200 phân rã/phút và một mẫu gỗ khác cùng loại, cùng khối lượng với mẫu gỗ cổ đó, lấy từ cây mới chặt, có độ phóng xạ 1600 phân rã/phút. Tính tuổi của mẫu gỗ cổ.

**HD:** Ta có:  $H = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow 2^{\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{H} = 8 = 2^3 \Rightarrow \frac{t}{T} = 3 \Rightarrow t = 3T = 17190$  (năm).

**VD7.** Biết đồng vị phóng xạ  $^{14}_6C$  có chu kỳ bán rã 5730 năm. Giả sử một mẫu gỗ cổ có độ phóng xạ 200 phân rã/phút và một mẫu gỗ khác cùng loại, cùng khối lượng với mẫu gỗ cổ đó, lấy từ cây mới chặt, có độ phóng xạ 1600 phân rã/phút. Tính tuổi của mẫu gỗ cổ.

**HD.** Ta có:  $H = H_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{2^{\frac{t}{T}}} \Rightarrow 2^{\frac{t}{T}} = \frac{H_0}{H} = 8 = 2^3 \Rightarrow \frac{t}{T} = 3 \Rightarrow t = 3T = 17190$  (năm).

**VD8 :** Vào đầu năm 1985 phòng thí nghiệm nhân mẫu quặng chứa chất phóng xạ  $^{137}_{55}Cs$  khi đó độ phóng xạ là :  $H_0 = 1,8 \cdot 10^5 Bq$ .

a/ Tính khối lượng Cs trong quặng biết chu kỳ bán rã của Cs là 30 năm .

b/ Tìm độ phóng xạ vào đầu năm 1985.

c/ Vào thời gian nào độ phóng xạ còn  $3,6 \cdot 10^4 Bq$  .

**HD :** a/ Ta biết  $H_0 = \lambda N_0$ , với  $N_0 = \frac{mN_A}{A} \Rightarrow m = \frac{H_0 A}{\lambda \cdot N_A} = \frac{H_0 A T}{0,693 \cdot N_A}$  Thay số  $m = 5,6 \cdot 10^{-8} g$

b/ Sau 10 năm :  $H = H_0 e^{-\lambda t}$ ;  $\lambda t = \frac{0,693 \cdot 10}{30} = 0,231 \Rightarrow H = 1,4 \cdot 10^5 Bq$  .

c/  $H = 3,6 \cdot 10^4 Bq \Rightarrow \frac{H_0}{H} = 5 \Rightarrow \lambda t = \ln 5 = \frac{0,693 \cdot t}{T} \Rightarrow t = \frac{T \ln 5}{0,693} = 69$  năm .

**VD9.** Một nguồn phóng xạ nhân tạo vừa được tạo thành có chu kỳ bán rã là  $T=2h$ , có độ phóng xạ lớn hơn mức cho phép là 64 lần. Thời gian tối thiểu để ta có thể làm việc an toàn với nguồn phóng xạ này là

A: 12h

B: 24h

C: 36h

D: 6h

**HD:** H là độ phóng xạ an toàn cho con người . Tại  $t=0$ ,  $H_0 = 64H$

Sau thời gian  $\Delta t$  độ phóng xạ ở mức an toàn, khi đó  $H_1 = H = H_0 \cdot 2^{-\frac{\Delta t}{T}}$ ; Thu được  $\Delta t = 12 h$

**VD10.** Chất phóng xạ  $^{210}_{84}\text{Po}$  có chu kỳ bán rã 138,4 ngày. Người ta dùng máy để đếm số hạt phóng xạ mà chất này phóng ra. Lần thứ nhất đếm trong  $\Delta t = 1$  phút (coi  $\Delta t \ll T$ ). Sau lần đếm thứ nhất 10 ngày người ta dùng máy đếm lần thứ 2. Để máy đếm được số hạt phóng xạ bằng số hạt máy đếm trong lần thứ nhất thì cần thời gian là

A. 68s                                      B. 72s                                      C. 63s                                      D. 65s

**HD:** Số hạt phóng xạ lần đầu: đếm được  $\Delta N = N_0(1 - e^{-\lambda \Delta t'}) \approx N_0 \lambda \Delta t$

(áp dụng công thức gần đúng: Khi  $x \ll 1$  thì  $1 - e^{-x} \approx x$ , ở đây coi  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda \Delta t} = \lambda \Delta t$ )  
Sau thời gian 10 ngày, số hạt phóng xạ còn:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} \frac{10T}{138,4}} = N_0 e^{-\frac{10 \ln 2}{138,4}}$$

. Thời gian chiếu xạ lần này  $\Delta t'$ :  $\Delta N' = N(1 - e^{-\lambda \Delta t'}) = N_0 e^{-\frac{10 \ln 2}{138,4}} \cdot (1 - e^{-\lambda \Delta t'}) \approx N_0 e^{-\frac{10 \ln 2}{138,4}} \lambda \Delta t' = \Delta N$

$$\Rightarrow N_0 e^{-\frac{10 \ln 2}{138,4}} \lambda \Delta t' = N_0 \lambda \Delta t \Rightarrow \Delta t' = e^{\frac{10 \ln 2}{138,4}} \Delta t = 1,0514 \text{ phút} = 63,08 \text{ s} \Rightarrow \text{Chọn C}$$

**VD11:** Để xác định lượng máu trong bệnh nhân người ta tiêm vào máu một người một lượng nhỏ dung dịch chứa đồng vị phóng xạ  $\text{Na}^{24}$  (chu kỳ bán rã 15 giờ) có độ phóng xạ  $2\mu\text{Ci}$ . Sau 7,5 giờ người ta lấy ra  $1\text{cm}^3$  máu người đó thì thấy nó có độ phóng xạ 502 phân rã/phút. Thể tích máu của người đó bằng bao nhiêu?

A. 6,25 lít                                      B. 6,54 lít                                      C. 5,52 lít                                      D. 6,00 lít

**HD:**  $H_0 = 2,10^{-6} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} = 7,4 \cdot 10^4 \text{Bq}$ ;

Toàn thân có thể tích máu  $V \text{ cm}^3 \Rightarrow$  độ phóng xạ:  $H = 502 \cdot V$  (phân rã/phút) = 8,37V Bq

$$H = H_0 2^{-t/T} = H_0 2^{-0,5} \Rightarrow 2^{-0,5} = \frac{H}{H_0} = \frac{8,37V}{7,4 \cdot 10^4} \Rightarrow 8,37 V = 7,4 \cdot 10^4 \cdot 2^{-0,5}$$

$$\Rightarrow V = \frac{7,4 \cdot 10^4 \cdot 2^{-0,5}}{8,37} = 6251,6 \text{ cm}^3 = 6,25 \text{ dm}^3 = 6,25 \text{ lit.} \Rightarrow \text{Chọn A}$$

**VD 12:** Một bệnh nhân điều trị ung thư bằng tia gama lần đầu tiên điều trị trong 10 phút . Sau 5 tuần điều trị lần 2. Hỏi trong lần 2 phải chiếu xạ trong thời gian bao lâu để bệnh nhân nhận được tia gama như lần đầu tiên . Cho chu kỳ bán rã  $T=70$  ngày và xem :  $t \ll T$

A, 17phút                                      B. 20phút                                      C. 14phút                                      D. 10 phút

**HD:**

$$\text{Ta có : } \left\{ \begin{array}{l} \Delta N_1 = N_{01} \lambda t_1 \\ \Delta N_2 = N_{02} \lambda t_2 \end{array} \right\} \Rightarrow N_{02} = \frac{N_{01}}{2^{\frac{35}{70}}} \Rightarrow t_2 = t_1 \sqrt{2} = 14 . \Rightarrow \text{Chọn C}$$

**VD 13:** Một bệnh nhân điều trị bằng đồng vị phóng xạ, dùng tia  $\gamma$  để diệt tế bào bệnh. Thời gian chiếu xạ lần đầu là  $\Delta t = 20$  phút, cứ sau 1 tháng thì bệnh nhân phải tới bệnh viện khám bệnh và tiếp tục chiếu xạ. Biết đồng vị phóng xạ đó có chu kỳ bán rã  $T = 4$  tháng (coi  $\Delta t \ll T$ ) và vẫn dùng nguồn phóng xạ trong lần đầu. Hỏi lần chiếu xạ thứ 3 phải tiến hành trong bao lâu để bệnh nhân được chiếu xạ với cùng một lượng tia  $\gamma$  như lần đầu?

A. 28,2 phút.                                      B. 24,2 phút.                                      C. 40 phút.                                      D. 20 phút.

**HD:** Lượng tia  $\gamma$  phóng xạ lần đầu:  $\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-\lambda \Delta t}) \approx N_0 \lambda \Delta t$

(áp dụng công thức gần đúng: Khi  $x \ll 1$  thì  $1 - e^{-x} \approx x$ , ở đây coi  $\Delta t \ll T$  nên  $1 - e^{-\lambda t} = \lambda \Delta t$ )

Sau thời gian 2 tháng, một nửa chu kỳ  $t = T/2$ , Lượng phóng xạ trong nguồn phóng xạ sử dụng lần đầu còn:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{\ln 2 T}{T} \cdot \frac{T}{2}} = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{2}}. \text{ Thời gian chiếu xạ lần này } \Delta t'$$

### BÀI TOÁN 6: TÍNH HIỆU ĐIỆN THẾ BẮN TỤ KHI CHIẾU TIA PHÓNG XẠ.

#### PHƯƠNG PHÁP:

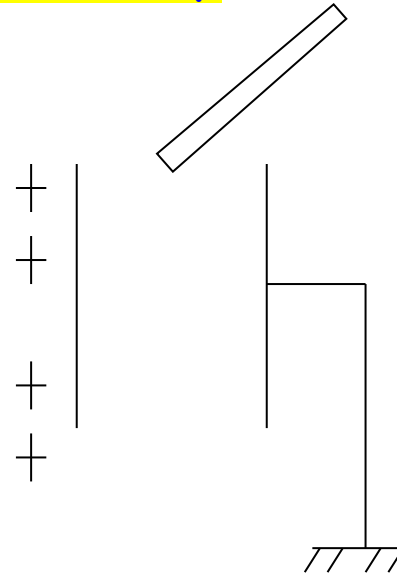
- Tính số hạt điện tích bức xạ trong  $t$  (s) = số hạt nhân mẹ đã phân rã.

$$\Rightarrow \Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t})$$

$$\Rightarrow \text{điện tích } Q = \Delta N \cdot \text{điện.tích.1.hạt}$$

$$\Rightarrow \text{Hiệu điện thế tụ: } U = \frac{\Delta q}{c} \text{ với } c \text{ là điện dung của tụ}$$

#### VÍ DỤ MINH HỌA



### III. ĐỀ TRẮC NGHIỆM TỔNG HỢP.

“Đường tuy gần không đi, chẳng đến, việc tuy nhỏ không làm chẳng xong!”

**Câu 1:** Chất Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) phân rã thành Pôlôni ( $^{218}\text{Po}$ ) với chu kỳ bán rã là 3,8 ngày. Mỗi khối lượng 20g chất phóng xạ này sau 7,6 ngày sẽ còn lại

- A. 10g.                      B. 5g.                      C. 2,5g.                      D. 0,5g.

**Câu 2:** Chất phóng xạ  $^{14}_6\text{C}$  có chu kỳ bán rã 5570 năm. Khối lượng  $^{14}_6\text{C}$  có độ phóng xạ 5,0Ci bằng

- A. 1,09g.                      B. 1,09mg.                      C. 10,9g.                      D. 10,9mg.

**Câu 3:** Thời gian bán rã của  $^{90}_{38}\text{Sr}$  là  $T = 20$  năm. Sau 80 năm, số phần trăm hạt nhân còn lại chưa phân rã bằng

- A. 6,25%.                      B. 12,5%.                      C. 25%.                      D. 50%.

**Câu 4:** Độ phóng xạ của 3mg  $^{60}_{27}\text{Co}$  là 3,41Ci. Chu kỳ bán rã  $T$  của  $^{60}_{27}\text{Co}$  là

- A. 32 năm.                      B. 15,6 năm.                      C. 8,4 năm.                      D. 5,24 năm.

**Câu 5:** Một lượng chất phóng xạ sau 42 năm thì còn lại 1/8 khối lượng ban đầu của nó. Chu kỳ bán rã của chất phóng xạ đó là

- A. 5,25 năm.                      B. 14 năm.                      C. 21 năm.                      D. 126 năm.

**Câu 6:** Một mẫu chất phóng xạ radôn( $\text{Rn}222$ ) có khối lượng ban đầu là  $m_0 = 1\text{mg}$ . Sau 15,2 ngày, độ phóng xạ của mẫu giảm 93,75%. Chu kỳ bán rã của radôn nhận giá trị nào sau đây ?

- A. 25 ngày.                      B. 3,8 ngày.                      C. 1 ngày.                      D. 7,2 ngày.

**Câu 7:** Độ phóng xạ  $\beta^-$  của một tượng gỗ bằng 0,8 lần độ phóng xạ của một khúc gỗ cùng khối lượng vừa mới chặt. Biết chu kỳ bán rã của  $^{14}_7\text{N}$  bằng 5600năm. Tuổi của tượng gỗ là

- A. 1200năm.                      B. 2000năm.                      C. 2500năm.                      D. 1803năm.

**Câu 8:** Khi phân tích một mẫu gỗ, người ta xác định được rằng 87,5% số nguyên tử đồng vị phóng xạ  $^{14}_6\text{C}$  đã bị phân rã thành các nguyên tử  $^{14}_7\text{N}$ . Biết chu kỳ bán rã của  $^{14}_6\text{C}$  là  $T = 5570$  năm. Tuổi của mẫu gỗ này là

- A. 16714 năm.                      B. 17000 năm.                      C. 16100 năm.                      D. 16714 ngày.

**Câu 9:** Pôlôni ( $^{210}_{84}\text{Po}$ ) là chất phóng xạ, phát ra hạt  $\alpha$  và biến thành hạt nhân Chì (Pb). Po có chu kỳ bán rã là 138 ngày. Ban đầu có 1kg chất phóng xạ trên. Hỏi sau bao lâu lượng chất trên bị phân rã 968,75g?

- A. 690 ngày.      B. 414 ngày.      C. 690 giờ.      D. 212 ngày.

**Câu 10:** Áp dụng phương pháp dùng đồng vị phóng xạ  $^{14}_6\text{C}$  để định tuổi của các cổ vật. Kết quả đo cho thấy độ phóng xạ của một tượng gỗ bằng gỗ khối lượng m là 4Bq. Trong khi đó độ phóng xạ của một mẫu gỗ khối lượng 2m của một cây vừa mới được chặt là 10Bq. Lấy  $T = 5570$  năm. Tuổi của tượng gỗ này là

- A. 1794 năm.      B. 1794 ngày.      C. 1700 năm.      D. 1974 năm.

**Câu 11:** Một mảnh gỗ cổ có độ phóng xạ của  $^{14}_6\text{C}$  là 3phân rã/phút. Một lượng gỗ tương đương cho thấy tốc độ đếm xung là 14xung/phút. Biết rằng chu kỳ bán rã của  $^{14}_6\text{C}$  là  $T = 5570$  năm. Tuổi của mảnh gỗ là

- A. 12400 năm.      B. 12400 ngày.      C. 14200 năm.      D. 13500 năm.

**Câu 12:** Tia phóng xạ đâm xuyên yếu nhất là

- A. tia  $\alpha$ .      B. tia  $\beta$ .      C. tia  $\gamma$ .      D. tia X.

**Câu 13:** Gọi  $m_0$  là khối lượng chất phóng xạ ở thời điểm ban đầu  $t = 0$ , m là khối lượng chất phóng xạ ở thời điểm t, chọn biểu thức **đúng**:

- A.  $m = m_0 e^{-\lambda t}$ .      B.  $m_0 = 2m e^{\lambda t}$ .      C.  $m = m_0 e^{\lambda t}$ .      D.  $m = \frac{1}{2} m_0 e^{-\lambda t}$ .

**Câu 14:** Chọn phát biểu **đúng** khi nói về định luật phóng xạ:

- A. Sau mỗi chu kỳ bán rã, một nửa lượng chất phóng xạ đã bị biến đổi thành chất khác.  
B. Sau mỗi chu kỳ bán rã, số hạt phóng xạ giảm đi một nửa.  
C. Sau mỗi chu kỳ bán rã, khối lượng chất phóng xạ giảm đi chỉ còn một nửa.

D. Cả A, B, C đều đúng.

**Câu 15:** Phát biểu nào sau đây là **không đúng** ?

A. Hạt  $\beta^+$  và hạt  $\beta^-$  có khối lượng bằng nhau.

B. Hạt  $\beta^+$  và hạt  $\beta^-$  được phóng ra từ cùng một đồng vị phóng xạ.

C. Khi đi qua điện trường giữa hai bản tụ hạt  $\beta^+$  và hạt  $\beta^-$  bị lệch về hai phía khác nhau.

D. Hạt  $\beta^+$  và hạt  $\beta^-$  được phóng ra có tốc độ bằng nhau (gần bằng tốc độ ánh sáng).

**Câu 16:** Phát biểu nào sau đây **đúng** ?

A. Lực gây ra phóng xạ hạt nhân là lực tương tác điện (lực Culông).

B. Quá trình phóng xạ hạt nhân phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài như áp suất, nhiệt độ,...

C. Trong phóng xạ hạt nhân khối lượng được bảo toàn.

D. Phóng xạ hạt nhân là một dạng phản ứng hạt nhân toả năng lượng.

**Câu 17:** Có hai mẫu chất phóng xạ X và Y như nhau (cùng một vật liệu và cùng khối lượng) có cùng chu kỳ bán rã là T. Tại thời điểm quan sát, hai mẫu lần lượt có độ phóng xạ là  $H_X$  và  $H_Y$ . Nếu X có tuổi lớn hơn Y thì hiệu tuổi của chúng là

- A.  $\frac{T \cdot \ln(H_X / H_Y)}{\ln 2}$ .      B.  $\frac{T \cdot \ln(H_Y / H_X)}{\ln 2}$ .      C.  $\frac{1}{T} \cdot \ln(H_X / H_Y)$ .      D.  $\frac{1}{T} \cdot \ln(H_Y / H_X)$ .

**Câu 18:** Thời gian  $\tau$  để số hạt nhân một mẫu đồng vị phóng xạ giảm e lần gọi là tuổi sống trung bình của mẫu đó (e là cơ số tự nhiên). Sự liên hệ giữa  $\tau$  và  $\lambda$  thoả mãn hệ thức nào sau đây:

- A.  $\lambda = \tau$ .      B.  $\tau = \lambda / 2$ .      C.  $\tau = 1 / \lambda$ .      D.  $\tau = 2 \lambda$ .

**Câu 19:** Số hạt  $\alpha$  và  $\beta$  được phát ra trong phân rã phóng xạ  $^{200}_{90}\text{X}$  ?  $^{168}_{80}\text{Y}$  là

- A. 6 và 8.      B. 8 và 8.      C. 6 và 6.      D. 8 và 6.

- Câu 20:** Tại thời điểm  $t_1$  độ phóng xạ của một mẫu chất là  $x$ , và ở thời điểm  $t_2$  là  $y$ . Nếu chu kỳ bán rã của mẫu là  $T$  thì số hạt nhân phân rã trong khoảng thời gian  $t_2 - t_1$  là  
 A.  $x - y$ .                      B.  $(x-y)\ln 2/T$ .                      C.  $(x-y)T/\ln 2$ .                      D.  $xt_1 - yt_2$ .
- Câu 21:** Radium C có chu kỳ phóng xạ là 20 phút. Một mẫu Radium C có khối lượng là 2g. Sau 1 giờ 40 phút, lượng chất đã phân rã nhận giá trị nào sau đây ?  
 A. 0,0625g.                      B. 1,9375g.                      C. 1,250g.                      D. 1,9375kg.
- Câu 22:** Sau 1 năm, lượng ban đầu của một mẫu đồng vị phóng xạ giảm đi 3 lần. Sau 2 năm, khối lượng của mẫu đồng vị phóng xạ giảm đi bao nhiêu lần ?  
 A. 9 lần.                      B. 6 lần.                      C. 12 lần.                      D. 4,5 lần.
- Câu 23:** Sau 2 giờ, độ phóng xạ của một khối chất giảm 4 lần, chu kỳ của chất phóng xạ đó nhận giá trị nào sau đây ?  
 A. 2 giờ.                      B. 1,5 giờ.                      C. 3 giờ.                      D. 1 giờ.
- Câu 24:** Chu kỳ bán rã của chất phóng xạ là 2,5 năm. Sau 1 năm tỉ số giữa số hạt nhân còn lại và số hạt nhân ban đầu là  
 A. 0,4.                      B. 0,242.                      C. 0,758.                      D. 0,082.
- Câu 25:** Một đồng vị phóng xạ A lúc đầu có  $N_0 = 2,86 \cdot 10^{16}$  hạt nhân. Trong giờ đầu phát ra  $2,29 \cdot 10^{15}$  tia phóng xạ. Chu kỳ bán rã của đồng vị A là  
 A. 8 giờ.                      B. 8 giờ 30 phút.                      C. 8 giờ 15 phút.                      D. 8 giờ 18 phút.
- Câu 26:** Coban ( ${}^{60}_{27}\text{Co}$ ) có chu kỳ phóng xạ là 16/3 năm và biến thành  ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ ; khối lượng ban đầu của coban là 1kg. Khối lượng coban đã phân rã sau 16 năm là  
 A. 875g.                      B. 125g.                      C. 500g.                      D. 1250g.
- Câu 27:** Chu kỳ bán rã của  $\text{Co}60$  bằng gần 5 năm. Sau 10 năm, từ một nguồn  $\text{Co}60$  có khối lượng 1g sẽ còn lại bao nhiêu gam ?  
 A. 0,10g.                      B. 0,25g.                      C. 0,50g.                      D. 0,75g.
- Câu 28:** Chất phóng xạ  ${}^{60}_{27}\text{Co}$  có chu kỳ bán rã  $T = 5,33$  năm và khối lượng nguyên tử là 56,9u. Ban đầu có 500g chất  $\text{Co}60$ . Sau bao nhiêu năm thì khối lượng chất phóng xạ này còn lại là 100g ?  
 A. 8,75 năm.                      B. 10,5 năm.                      C. 12,38 năm.                      D. 15,24 năm.
- Câu 29:** Gọi  $\Delta t$  là khoảng thời gian để số hạt nhân của một khối lượng chất phóng xạ giảm đi  $e$  lần ( $e$  là cơ số loga tự nhiên,  $\ln e = 1$ ). Hỏi sau thời gian  $t = 0,51 \Delta t$  chất phóng xạ còn lại bao nhiêu phần trăm lượng phóng xạ ban đầu ?  
 A. 40%.                      B. 30%.                      C. 50%.                      D. 60%.
- Câu 30:** Iốt phóng xạ  ${}^{131}_{53}\text{I}$  dùng trong y tế có chu kỳ bán rã  $T = 8$  ngày. Lúc đầu có  $m_0 = 200$ g chất này. Sau thời gian  $t = 24$  ngày còn lại bao nhiêu ?  
 A. 20g.                      B. 25g.                      C. 30g.                      D. 50g.
- Câu 31:** Chu kỳ bán rã của  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  là 140 ngày đêm. Lúc đầu có 42 mg Pôlôni. Độ phóng xạ ban đầu nhận giá trị là  
 A.  $6,8 \cdot 10^{14}\text{Bq}$ .                      B.  $6,8 \cdot 10^{12}\text{Bq}$ .                      C.  $6,8 \cdot 10^9\text{Bq}$ .                      D.  $6,9 \cdot 10^{12}\text{Bq}$ .
- Câu 32:** Đồng vị phóng xạ  ${}^{66}_{29}\text{Cu}$  có thời gian bán rã  $T = 4,3$  phút. Sau thời gian 12,9 phút độ phóng xạ của đồng vị này giảm đi là  
 A. 85% .                      B. 87,5%.                      C. 82,5%.                      D. 80%.
- Câu 33:** Tính số phân tử nitơ (N) có trong 1 gam khí nitơ. Biết khối lượng nguyên tử của nitơ là 13,999u.  
 A.  $43 \cdot 10^{21}$ .                      B.  $215 \cdot 10^{20}$ .                      C.  $43 \cdot 10^{20}$ .                      D.  $21 \cdot 10^{21}$ .
- Câu 34:** Trong nguồn phóng xạ P32 có  $10^8$  nguyên tử với chu kỳ bán rã  $T = 14$  ngày. 4 tuần lễ trước đó, số nguyên tử P32 trong nguồn đó là  
 A.  $N_0 = 10^{12}$ .                      B.  $N_0 = 4 \cdot 10^8$ .                      C.  $N_0 = 2 \cdot 10^8$ .                      D.  $N_0 = 16 \cdot 10^8$ .
- Câu 35:** Khối lượng ban đầu của đồng vị phóng xạ natri  ${}^{23}_{11}\text{Na}$  là 0,23mg, chu kỳ bán rã của natri là  $T = 62$ s. Độ phóng xạ ban đầu bằng



A.  $6,7 \cdot 10^{14}$ Bq.      B.  $6,7 \cdot 10^{15}$ Bq.      **C.  $6,7 \cdot 10^{16}$ Bq.**      D.  $6,7 \cdot 10^{17}$ Bq.

**Câu 36:** Một khối chất phóng xạ có chu kỳ bán rã bằng 10 ngày. Sau 30 ngày khối lượng chất phóng xạ chỉ còn lại trong khối đó sẽ bằng bao nhiêu phần lúc ban đầu ?

A. 0,5.      B. 0,25.      **C. 0,125.**      D. 0,33.

**Câu 37:** Chu kỳ bán rã của hai chất phóng xạ A và B lần lượt là 20 phút và 40 phút. Ban đầu hai khối chất A và B có số lượng hạt nhân như nhau. Sau 80 phút tỉ số các hạt nhân A và B còn lại là

A. 1:6.      B. 4:1.      **C. 1:4.**      D. 1:1.

**Câu 38:** Urani  $^{238}_{92}\text{U}$  sau nhiều lần phóng xạ  $\alpha$  và  $\beta^-$  biến thành  $^{206}_{82}\text{Pb}$ . Biết chu kỳ bán rã của sự biến đổi tổng hợp này là  $T = 4,6 \cdot 10^9$  năm. Giả sử ban đầu một loại đá chỉ chứa urani, không chứa chì. Nếu hiện nay tỉ lệ của các khối lượng của urani và chì là  $m(\text{U})/m(\text{Pb}) = 37$ , thì tuổi của loại đá ấy là

A.  $2 \cdot 10^7$  năm.      **B.  $2 \cdot 10^8$  năm.**      C.  $2 \cdot 10^9$  năm.      D.  $2 \cdot 10^{10}$  năm.

**Câu 39:** Một khúc xương chứa 200g C14 (đồng vị cacbon phóng xạ) có độ phóng xạ là 375 phân rã/phút. Tính tuổi của khúc xương. Biết rằng độ phóng xạ của cơ thể sống bằng 15 phân rã/phút tính trên 1g cacbon và chu kỳ bán rã của C14 là 5730 năm.

A. 27190 năm.      B. 1190 năm.      **C. 17190 năm.**      D. 17450 năm.

**Câu 40:** Hãy chọn câu **đúng**. Trong quá trình phóng xạ của một số chất, số hạt nhân phóng xạ

A. giảm đều theo thời gian.      B. giảm theo đường hypebol.  
C. không giảm.      **D. giảm theo quy luật hàm số mũ.**

**Câu 41:** U238 phân rã thành Pb206 với chu kỳ bán rã  $T = 4,47 \cdot 10^9$  năm. Một khối đá được phát hiện có chứa 46,97mg U238 và 2,135mg Pb206. Giả sử khối đá lúc mới hình thành không chứa nguyên tố chì. Hiện tại tỉ lệ giữa số nguyên tử U238 và Pb206 là bao nhiêu ?

**A. 19.**      B. 21.      C. 20.      D. 22.

**Câu 42:** Chọn phát biểu **đúng** khi nói về hiện tượng phóng xạ ?

A. Hiện tượng phóng xạ không phụ thuộc vào các tác động bên ngoài.  
B. Hiện tượng phóng xạ do các nguyên nhân bên trong gây ra.  
C. Hiện tượng phóng xạ luôn tuân theo định luật phóng xạ.  
**D. Cả A, B, C đều đúng.**

**Câu 43:** Hãy chọn câu **đúng**. Liên hệ giữa hằng số phân rã  $\lambda$  và chu kỳ bán rã T là

A.  $\lambda = \frac{\text{const}}{T}$ .      **B.  $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ .**      C.  $\lambda = \frac{\text{const}}{\sqrt{T}}$ .      D.  $\lambda = \frac{\text{const}}{T^2}$ .

**Câu 44:** Trong phóng xạ  $\alpha$ , so với hạt nhân mẹ thì hạt nhân con ở vị trí nào ?

A. Tiến 1 ô.      B. Tiến 2 ô.      C. Lùi 1 ô.      **D. Lùi 2 ô.**

**Câu 45:** Chọn câu **sai**. Tia anpha

A. bị lệch khi bay xuyên qua một điện trường hay từ trường.  
B. làm iôn hoá chất khí.  
C. làm phát quang một số chất.  
**D. có khả năng đâm xuyên mạnh.**

**Câu 46:** Chọn câu **sai**. Tia gamma

A. gây nguy hại cho cơ thể.  
B. có khả năng đâm xuyên rất mạnh.  
C. không bị lệch trong điện trường hoặc từ trường.  
**D. có bước sóng lớn hơn bước sóng của tia X.**

**Câu 47:** Chọn câu **sai** nhất. Các tia không bị lệch trong điện trường và từ trường là

**A. tia  $\alpha$  và tia  $\beta$ .**      B. tia  $\gamma$  và tia  $\beta$ .  
C. tia  $\gamma$  và tia X.      D. tia  $\beta$  và tia X.

**Câu 48:** Một chất phóng xạ có chu kỳ bán rã là T. Sau thời gian t, số hạt đã bị bán rã bằng  $\frac{7}{8}$  số hạt ban đầu. Kết luận nào sau đây là đúng ?



A.  $t = 8T$ .                      B.  $t = 7T$ .                      **C.  $t = 3T$ .**                      D.  $t = 0,785T$ .

**Câu 49:** Pôlôni  ${}^{210}_{84}\text{Po}$  là chất phóng xạ có chu kỳ bán rã là 138 ngày. Độ phóng xạ ban đầu là  $H_0$ . Sau thời gian bao lâu thì độ phóng xạ của nó giảm đi 32 lần ?

A. 4,3 ngày.                      **B. 690 ngày.**                      C. 4416 ngày.                      D. 32 ngày.

**Câu 50:** Đặc điểm nào sau đây **không đúng** đối với tia  $\alpha$  ?

- A. Phóng ra từ hạt nhân với tốc độ bằng tốc độ ánh sáng trong chân không.**  
B. Khi truyền trong không khí nó làm iôn hoá mạnh các nguyên tử trên đường đi.  
C. Khi truyền trong không khí nó bị mất năng lượng rất nhanh.  
D. Có thể đi được tối đa 8cm trong không khí.

### ĐÁP ÁN ĐỀ TRẮC NGHIỆM

1 B	2A	3A	4D	5B	6B	7D	8A	9A	10A
11 A	12A	13A	14D	15B	16D	17B	18C	19D	20C
21B	22A	23D	24C	25D	26A	27B	28C	29D	30B
31D	32B	33B	34B	35C	36C	37C	38B	39C	40D
41A	42 D	43B	44D	45D	46D	47A	48C	49B	50A

*Hi vọng, với nội dung chia sẻ trên sẽ phần nào giúp các em nắm vững kiến thức và giải quyết tốt các dạng bài tập về chủ đề “ Phóng xạ tự nhiên ”. Chúc các em học tập tốt, bình tĩnh, tự tin, chuẩn bị tâm thế vững vàng và đạt kết quả cao trong các kì thi sắp tới.*

**Mỹ Hòa, ngày 20 tháng 04 năm 2023**

**Người viết**

**Nguyễn Thị Thu**