

Chương 7: HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT.

1. Cấu tạo và tính chất hạt nhân.

a. Hạt nhân được tạo thành bởi hai loại hạt là **proton** (kí hiệu: p) và **notron** (kí hiệu: n); hai loại hạt này có tên chung là **nuclon**.

- Hạt nhân tích điện dương: $+Ze$ ($1e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$); Z gọi là **nguyên tử số** = số proton trong hạt nhân = số thứ tự của nguyên tố đó ở trong bảng Hệ thống tuần hoàn.

- Số khối A = số p + số n ; do đó, số n = A – Z.

- Kí hiệu hạt nhân của nguyên tố X là: ${}_Z^AX$. Ví dụ: ${}_1^1H$; ${}_8^{16}O$; ${}_6^{12}C$; ...

- Đồng vị: là những hạt nhân (của cùng 1 nguyên tố) có cùng số Z (cùng vị trí trong Bảng hệ thống tuần hoàn), nhưng khác số A (do khác số n).

b. Khối lượng hạt nhân.

- **Đơn vị khối lượng nguyên tử “u”** có giá trị bằng 1/12 khối lượng 1 nguyên tử Cacbon của đồng vị C_6^{12} (do đó, u còn được gọi là đơn vị Cacbon : đvC); **$1u = 1,66055 \cdot 10^{-27} kg$**

* **Ý nghĩa của đơn vị u** : Do khối lượng của prôtôn và notron xấp xỉ 1 u nên khối lượng nguyên tử tính theo u cho biết trị số gần đúng của số nuclôn trong hạt nhân (số khối A)

2. Khối lượng và năng lượng.

Theo lí thuyết Einstein, một vật có khối lượng thì cũng có năng lượng và ngược lại.

Mối liên hệ giữa Năng lượng E và khối lượng m của vật là: **$E = m \cdot c^2$**

Với: m(kg); c = $3 \cdot 10^8$ m/s là vận tốc AS trong chân không (không khí)

* Khi $m = 1u = 1,66055 \cdot 10^{-27} kg$ thì $E = 1uc^2 = 931,5 MeV = 931,5 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,49 \cdot 10^{-10} (J)$

* Khối lượng hạt nhân: **$m_{hn} = M_{ntư} - Z \cdot m_e \approx M_{ntư}$** (vì khối lượng của electron rất bé)

3. Lực hạt nhân.

a. **Định nghĩa**: Lực hạt nhân là lực liên kết giữa các nuclon để tạo thành hạt nhân.

b. **Đặc điểm lực hạt nhân**.

- Có bản chất khác với lực điện, lực từ, lực hấp dẫn và mạnh hơn tất cả các lực đó (gọi là **lực tương tác mạnh**).

- Bán kính tác dụng của lực hạt nhân rất bé, cỡ kích thước hạt nhân ($10^{-15}m$) (nghĩa là, nếu các nuclon ở cách nhau xa hơn $10^{-15}m$ thì lực hạt giảm nhanh xuống 0)

4. Năng lượng liên kết của hạt nhân.

a. **Độ hụt khối**.

- Nếu ban đầu có Z prôtôn và $N=(A-Z)$ notron riêng lẻ đứng yên, chưa liên kết để tạo thành hạt nhân thì có khối lượng ban đầu là: $m_0 = Zm_p + N \cdot m_n$ và năng lượng $E_0 = m_0c^2$; m_p và m_n là khối lượng hạt proton và notron.

- Khi Z prôtôn và N notron này liên kết lại tạo thành hạt nhân X thì có khối lượng m_X .

- Người ta thấy $m_X < m_0$, tức là khối lượng đã bị hao hụt khi tạo thành hạt nhân và được gọi là **độ hụt khối** Δm . Với, **$\Delta m = m_0 - m_X = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m_X$** (**định luật bảo toàn khối lượng đã bị vi phạm trong tương tác hạt nhân**)

b. **Năng lượng liên kết**.

- Năng lượng liên kết của một hạt nhân là năng lượng cần cung cấp cho hạt nhân (lúc đầu đứng yên) để tách nó ra thành các nuclôn riêng lẻ cũng đứng yên.

- Biểu thức tính năng lượng liên kết hạt nhân ${}_Z^AX$: **$W_{lk} = \Delta m \cdot c^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m_X]c^2$**

c. **Năng lượng liên kết riêng**.

- Năng lượng liên kết riêng là đại lượng đặc trưng cho mức độ bền vững của hạt nhân và được tính bằng

thương số giữa năng lượng liên kết W_{lk} và số nuclon A. Biểu thức: **$E_r = \frac{W_{lk}}{A}$** .

- Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

- Đối với các hạt nhân có số khối A nằm trong khoảng 50 đến 95 thì có năng lượng liên kết riêng là lớn nhất (vào cỡ 8,8MeV/nuclon) nên rất bền vững.

5. Phản ứng hạt nhân.

a. Phản ứng hạt nhân là quá trình biến đổi hạt nhân, được chia là 2 loại:

- + Phản ứng hạt nhân tự phát: là quá trình tự phân rã của một hạt nhân không bền thành các hạt nhân khác.
- + Phản ứng hạt nhân kích thích: là quá trình tương tác giữa các hạt nhân để tạo ra các hạt nhân khác.

b. Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân:

Xét phản ứng hạt nhân: $a + b \rightarrow c + d$.

+ Bảo toàn Số khối A : $A_a + A_b = A_c + A_d$;

+ Bảo toàn Điện tích Z: $Z_a + Z_b = Z_c + Z_d$;

+ **Bảo toàn Động lượng** : $p_a + p_b = p_c + p_d$;

+ **Bảo toàn năng lượng**: Năng lượng toàn phần (động năng + năng lượng nghỉ) trong quá trình phản ứng là bảo toàn.

Biểu thức: $m_a c^2 + K_a + m_b c^2 + K_b = m_c c^2 + K_c + m_d c^2 + K_d$

Với: m_a, m_b, m_c, m_d là khối lượng (nghỉ) của các hạt nhân a, b, c, d.

$K_a = \frac{1}{2} m_a v_a^2$: động năng hạt nhân a; tương tự, K_b, K_c, K_d là động năng các hạt nhân b, c, d.

c. Phản ứng hạt nhân toả năng lượng và thu năng lượng.

Xét phản ứng hạt nhân: $a + b \rightarrow c + d$.

Khối lượng các hạt nhân trước phản ứng: $m_{trước} = m_a + m_b$

và khối lượng các hạt sau phản ứng: $m_{sau} = m_c + m_d$

* **Nếu $m_{trước} > m_{sau}$: thì đây là phản ứng toả năng lượng.**

- Năng lượng toả ra là: $W_{toả} = (m_{trước} - m_{sau})c^2$.

+ **Có 2 loại phản ứng hạt nhân toả năng lượng:**

- **Phản ứng phân hạch** (sự phân hạch): Các hạt nhân nặng như Urani, Plutôni, ... khi hấp thụ một neutron chậm thì phân chia thành các hạt nhân trung bình và toả ra năng lượng cỡ 200 MeV/ 1 phản ứng

- **Phản ứng nhiệt hạch**: Là phản ứng tổng hợp các nhân nhẹ như Hydrô, hêli ... thành một hạt nhân nặng hơn ở nhiệt độ rất cao và toả ra năng lượng từ vài MeV đến vài chục MeV.

* **Nếu $m_{trước} < m_{sau}$: thì đây là phản ứng thu năng lượng.**

Loại phản ứng này không thể tự động xảy ra. Muốn xảy ra phải cung cấp năng lượng.

Năng lượng cung cấp thỏa mãn: $W_{cung cấp} \geq (m_{sau} - m_{trước})c^2$

3. Phóng xạ.

a. Phóng xạ là quá trình phân hủy tự phát của một hạt nhân không bền vững. Quá trình phóng xạ có phát kèm theo các tia phóng xạ.

b. Các đặc tính của quá trình phóng xạ.

- Có bản chất là một quá trình biến đổi hạt nhân và là một quá trình ngẫu nhiên.

- Xảy ra một cách tự phát, không điều khiển được, không phụ thuộc vào các yếu tố môi trường: nhiệt độ, áp suất

c. Các dạng tia phóng xạ

- **Tia phóng xạ α .**

* **Bản chất**: hạt α là hạt nhân He_2^4 ; Mang điện tích +2e và bị lệch về phía bản âm của tụ điện.

* **Tính chất**: Tia α phát ra có vận tốc khoảng 10^7 m/s (cỡ 200 000 km/s) và đi được cỡ 8cm trong không khí, còn trong chất rắn thì đi cỡ vài μ m. Khả năng làm ion hoá chất khí khá mạnh và khả năng đâm xuyên yếu.

* **Phương trình phân rã**: $X_Z^A \rightarrow \alpha_2^4 + {}^{A-4}Y_{Z-2}$

- **Tia phóng xạ Bêta (β)**

* **Gồm hai loại**: β^- : là chùm electron (e_{-1}^0) (điện tích -1e; khối lượng: $9,1.10^{-31}$ kg)

β^+ : là chùm pozitron (e_{+1}^0): có khối lượng bằng hạt electron, mang điện tích +1e

* **Tính chất**:

- Tia β có vận tốc gần bằng vận tốc AS, đi được vài mét trong không khí, vài milimet trong kim loại.

- Có tác dụng ion hoá môi trường yếu hơn tia α , nhưng khả năng đâm xuyên mạnh hơn α

* **Phương trình phân rã** β^- { $X_Z^A \rightarrow {}^A Y_{Z+1} + e_{-1}^0$ } ; β^+ { $X_Z^A \rightarrow {}^A Y_{Z-1} + e_{+1}^0$ }

- **Tia phóng xạ Gama : γ (γ^0)**

* Bản chất tia γ là sóng điện từ (hạt photon) có bước sóng ngắn $\lambda < 10^{-11}$ m

* Không mang điện, có khả năng đâm xuyên lớn (vài mét trong bê tông, và vài cm trong Chi).

* Khi phóng xạ γ^0 thì Hạt nhân không đổi.

- **Neutrino (ν) và phản Neutrino $\bar{\nu}$** : Đây là hai hạt thường phát kèm theo trong phân rã β . Các hạt này không mang điện, có khối lượng nghỉ bằng 0, chuyển động với vận tốc xấp xỉ bằng vận tốc ánh sáng.

d. Định luật phóng xạ.

- **Phát biểu**: Số hạt nhân phóng xạ trong quá trình phân rã, giảm theo thời gian theo quy luật của hàm số mũ.

- **Chu kỳ bán rã T** : Mỗi chất phóng xạ được đặc trưng bởi một thời gian T gọi là chu kỳ bán rã. Cứ sau mỗi chu kỳ này thì có $\frac{1}{2}$ số nguyên tử bị phân rã biến đổi thành chất khác.

e. Các công thức rút ra từ định luật phóng xạ.

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} ; m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

$$\frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T}$$

Với λ là hằng số phóng xạ: $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$; T là chu kỳ phân rã.

N_0, m_0 lần lượt là số hạt nhân và khối lượng chất phóng xạ ở thời điểm ban đầu ($t_0=0$)

N, m lần lượt là số hạt nhân và khối lượng của chất phóng xạ ở thời điểm t (sau thời gian t)

f. Độ phóng xạ H .

- Độ phóng xạ H đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của chất phóng xạ và được đo bằng số phân rã trong một giây.

- Công thức tính độ phóng xạ ở thời điểm t : $H = \lambda \cdot N = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} = H_0 2^{-t/T}$;

Với $H_0 = \lambda \cdot N_0$ là độ phóng xạ ở thời điểm ban đầu $t_0=0$

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

B. CÁC DẠNG TOÁN VÀ BÀI TẬP MẪU.

Dạng 1. Bài tập về Phóng xạ.

I. Tóm tắt một số công thức cần lưu ý.

1) Tìm số hạt nhân bị phân rã, khối lượng hạt nhân bị phân rã ?

Từ biểu thức của định luật phóng xạ: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} ; m = m_0 \cdot e^{-\lambda t} = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$

Suy ra:

+ Số hạt nhân bị phân rã sau thời gian t : $\Delta N = N_0 - N = N_0 (1 - e^{-\lambda t}) = N_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}})$

+ Khối lượng hạt nhân bị phân rã: $\Delta m = m_0 - m = m_0 (1 - e^{-\lambda t}) = m_0 (1 - 2^{-\frac{t}{T}})$

+ Độ phân rã tương đối: $\delta = \frac{\Delta N}{N_0} = \frac{\Delta m}{m_0} = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - 2^{-\frac{t}{T}}$

* **Mối liên hệ giữa khối lượng m và số hạt nhân N :**

+ Số nguyên tử $N = \text{số mol} \times \text{số Avogadro } N_A$, do đó: $N = \frac{m}{A} \cdot N_A$

+ Khối lượng $m = \text{số mol} \times \text{số khối } A \Leftrightarrow m = \frac{N}{N_A} A$

2. Công thức xác định tuổi của mẫu vật dựa vào độ phóng xạ H : $H = H_0 \cdot e^{-\lambda t} \Leftrightarrow t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{H_0}{H}\right)$

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

c. Xét phân rã: $X_Z^A \rightarrow Y_{Z'}^{A'} + \dots$

Ta có kết quả các tỉ số: $\frac{N_Y}{N_X} = 2^{t/T} - 1$ và $\frac{m_Y}{m_X} = \frac{A_Y}{A_X} (2^{t/T} - 1)$

N_Y và m_Y là số hạt và khối lượng chất Y được sinh ra.

N_X và m_X là số hạt và khối lượng chất phóng xạ X còn lại sau thời gian t .

II. BÀI TẬP MẪU.

🔱 **Bài 1:** Ban đầu có 2g chất phóng xạ Radon $_{86}^{222}\text{Rn}$ có chu kì bán rã $T=3,8$ ngày. Hãy tính số nguyên tử ban đầu; số nguyên tử còn lại và độ phóng xạ sau thời gian $t=1,5T$?

Hướng dẫn:

Khối lượng ban đầu: $m_0 = 2 \text{ (g)} \Rightarrow$ Số nguyên tử ban đầu: $N_0 = \frac{m_0}{A} \cdot N_A = \frac{2}{222} \cdot 6,023 \cdot 10^{23} = 5,42 \cdot 10^{21} \text{ (hạt)}$

Số nguyên tử còn lại sau thời gian $t=1,5T$ là: $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = 5,42 \cdot 10^{21} \cdot 2^{-\frac{1,5T}{T}} = 1,91 \cdot 10^{21} \text{ (hạt)}$

Độ phóng xạ ở thời điểm t : $H = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{T} \cdot N = \frac{0,693}{3,8 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ (s)}} \cdot 1,91 \cdot 10^{21} = 4,05 \cdot 10^{15} \text{ (Bq)}$

Bài 2: Urani $_{92}^{238}\text{U}$ có $T=4,5 \cdot 10^9$ năm phóng xạ hạt α biến thành Thori. Viết phương trình phóng xạ và tính lượng Thori tạo thành trong 23,8g Urani sau $9 \cdot 10^9$ năm ?

Hướng dẫn:

Phương trình phóng xạ: $_{92}^{238}\text{U} \rightarrow \alpha^4 + _{90}^{234}\text{Th}$

Từ phương trình phóng xạ ta thấy,

số mol Thori sinh ra bằng số mol Urani bị phân rã = $\frac{\Delta m}{A_U} = \frac{m_0(1 - 2^{-\frac{t}{T}})}{238} = \frac{23,8(1 - 2^{-\frac{9 \cdot 10^9}{4,5 \cdot 10^9}})}{238} = 0,075 \text{ (mol)}$
Do đó, khối lượng Thori tạo thành = số mol Thori $\times A_{\text{Th}} = 0,075 \cdot 234 = 17,55 \text{ (g)}$

* **Hệ quả: Xét phân rã: $X \rightarrow Y + \dots$**

Công thức tính khối lượng hạt Y sinh ra: $m_Y = \frac{m_0(1 - 2^{-\frac{t}{T}})}{A_X} \cdot A_Y$

🔱 **Bài 3:** Tính tuổi của một khối gỗ, biết rằng độ phóng xạ β^- của nó bằng 0,77 lần độ phóng xạ của một khúc gỗ, cùng khối lượng và vừa mới chặt. Biết chu kì bán rã của C^{14} là 5600 năm.

Hướng dẫn:

Áp dụng công thức: $t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{H_0}{H}\right) = \frac{T}{\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{H_0}{0,77 H_0}\right) = \frac{5600}{\ln 2} \cdot \ln\left(\frac{1}{0,77}\right) = 2111,6 \text{ năm.}$

🔱 **Bài 4:** Khối lượng ban đầu của đồng vị phóng xạ natri $_{11}^{25}\text{Na}$ là 0,248 mg. Chu kì bán rã của Na là 62 (s).

a) Tính độ phóng xạ ban đầu và độ phóng xạ sau 10 phút của nó.

b) Sau bao lâu thì độ phóng xạ của nó chỉ còn bằng 1/5 độ phóng xạ ban đầu?

ĐS: a) $6,65 \cdot 10^{16} \text{ Bq}$ và $8,15 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$; b) 144 (s)

🔱 **Bài 5:** Xác chu kỳ bán rã của $^{55}\text{Co}_{27}$ biết rằng số nguyên tử của đồng vị ấy cứ mỗi giờ giảm đi 3,8%.

ĐS: $T = 17,9 \text{ (h)}$

🔱 **Bài 6:** $_{27}^{60}\text{Co}$ là đồng vị phóng xạ phát ra tia β^- và tia γ với chu kì bán rã là $T = 71,3$ ngày. Viết phương trình phân rã và tính tỉ lệ phân rã của Coban trong 30 ngày?

ĐS: 25,3%

🔱 **Bài 7:** Để đo chu kì bán rã một chất phóng xạ β^- , người ta dùng một máy “đếm xung” để đếm số hạt bị phân rã (khi một nguyên tử bị phân rã thì giải phóng một hạt β^- và bay vào máy khiến bộ đếm tăng lên 1 đơn vị). Trong phép đo lần thứ nhất, máy đếm được 340 xung trong 1 phút. Sau đó 1 ngày, máy chỉ ghi được 112 xung trong 1 phút. Xác định chu kì bán rã T của chất phóng xạ này? **ĐS: 15 giờ.**

🔱 **Bài 8:** Tính số hạt β^- được giải phóng sau 1 giờ từ $1 \mu\text{g}$ chất phóng xạ $_{11}^{24}\text{Na}$? Biết chu kì bán rã là 15 giờ.

ĐS: $1,133 \cdot 10^{15}$ hạt.

🔱 **Bài 9:** Ban đầu có 1kg chất phóng xạ Coban $_{27}^{60}\text{Co}$, chu kì bán rã $T=5,33$ năm. Biết rằng, sau khi phân rã phóng xạ, Coban biến thành Niken $_{28}^{60}\text{Ni}$.

a) Hỏi sau 15 năm, lượng Co còn lại và lượng Ni tạo thành là bao nhiêu?

b) Sau bao lâu thì khối lượng Co chỉ còn 62,5g ; 10g ?

ĐS: a) 142,2 g ; 857,8 g b) $t_1 = 21,32$ năm; $t_2 = 35,41$ năm

🔱 **Bài 10*** Trong mẫu quặng Urani, người ta thường thấy có lẫn chì Pb 206 cùng với urani U238. Biết chu kỳ bán rã của U238 là $4,5 \cdot 10^9$ năm. Hãy tính tuổi của quặng trong các trường hợp sau:

a) tỉ lệ hạt tìm thấy là cứ 10 nguyên tử U238 thì có 2 nguyên tử chì?

b) tỉ lệ khối lượng tìm thấy giữa hai chất đó là 1g chì / 5g urani.?

ĐS: a) $1,18 \cdot 10^9$ năm b) $1,35 \cdot 10^9$ năm.

Dạng 2. Phản ứng hạt nhân.

I. Tóm tắt một số công thức cần lưu ý.

1. Vận dụng định luật bảo toàn A và Z để viết phương trình phản ứng: $a + b \rightarrow c + d$.

- ĐL bảo toàn số khối A : $A_a + A_b = A_c + A_d$

- ĐL bảo toàn điện tích : $Z_a + Z_b = Z_c + Z_d$

2. Tính năng lượng tỏa ra khi tổng hợp m(g) nguyên tố X?

Xét phản ứng : $A + B \rightarrow C + X + Q$ (nhiệt lượng tỏa ra)

Q là năng lượng tỏa ra khi một hạt nhân tham gia phản ứng hạt nhân

$$\frac{6,023 \cdot 10^{23}}{A_X}$$

Năng lượng tỏa ra khi tổng hợp m gam nguyên tố ${}_Z X^A$ là : $E = N \cdot Q = m \cdot \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{A_X} \cdot Q$ (J)

3. Tính năng lượng tỏa ra của phản ứng: $A + B \rightarrow C + D$

Công thức tính năng lượng tỏa ra:

$$W_{\text{tỏa}} = (m_{\text{trước}} - m_{\text{sau}})c^2 = [(m_A + m_B) - (m_C + m_D)]c^2$$

Hoặc: $W_{\text{tỏa}} = (\text{năng lượng liên kết})_{\text{SAU}} - (\text{năng lượng liên kết})_{\text{TRƯỚC}}$

$$= (W_{lk C} + W_{lk D}) - (W_{lk A} + W_{lk B})$$

$$= E_{TC} \cdot A_C + E_{TD} \cdot A_D - E_{TA} \cdot A_A - E_{TB} \cdot A_B$$

E_{TA} ; E_{TB} ; E_{TC} ; E_{TD} lần lượt là năng lượng liên kết riêng của A, B, C, D.

* **Lưu ý:** $1 \text{ uc}^2 = 931,5 \text{ MeV} = 1,49 \cdot 10^{-10} \text{ (J)}$.

4. Vận dụng định luật bảo toàn năng lượng và động lượng trong phản ứng hạt nhân.

Xét phản ứng: $A + B \rightarrow C + D$

* Định luật bảo toàn năng lượng: $(m_A + m_B)c^2 + K_A + K_B = (m_C + m_D)c^2 + K_C + K_D$ (*)

* ĐL BT Động Lượng: $p_A + p_B = p_C + p_D$ (2*)

Chú ý: + Mỗi liên hệ giữa động lượng và động năng: $p^2 = 2m \cdot K$

+ Khi không cần đòi hỏi sự chính xác cao thì ta lấy khối lượng hạt nhân tính bằng đơn vị u bằng số khối A của nó.

II. BÀI TẬP MẪU.

🔱 **Bài 1.** Nguyên tử Thori ${}_{90}^{232}\text{Th}$ sau một dãy phóng xạ α và β^- biến thành chì ${}_{82}^{208}\text{Pb}$. Xác định số hạt α và β^- sinh ra sau chuỗi phóng xạ này?

Hướng dẫn:

Phương trình phóng xạ là: ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow x \cdot \alpha + y \cdot \beta^- + {}_{82}^{208}\text{Pb}$.

Bảo toàn số khối A: $232 = x \cdot 4 + y \cdot 0 + 208 \Leftrightarrow x = 6$: có 6 hạt α .

Bảo toàn số Z: $90 = x \cdot 2 + y \cdot (-1) + 82 = 2 \cdot 6 - y + 82 \Leftrightarrow y = 4$: có 4 hạt β^-

🔱 **Bài 2.** Hạt nhân ${}_{92}^{238}\text{U}$ thực hiện một chuỗi phóng xạ 3 hạt α và 2 hạt β^- , sau chuỗi phóng xạ này U238 biến thành hạt nhân X có bao nhiêu proton và notron?

Hướng dẫn:

Phương trình phóng xạ là: ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow 3 \cdot \alpha + 2 \cdot \beta^- + {}_Z^AX$.

Bảo toàn số khối A: $238 = 3.4 + 2.0 + A \Leftrightarrow A = 226$.

Bảo toàn số Z: $92 = 3.2 + 2.(-1) + Z \Leftrightarrow Z = 88$

Vậy hạt X có **88 proton và (226 – 88) = 138 notron**.

➤ **Bài 3.** Hạt nhân một đồng vị phóng xạ, sau một chuỗi phóng xạ gồm 1 hạt α và 2 hạt β^- rồi trở thành hạt nhân ${}_{92}^{235}\text{U}$. Xác định số proton và số notron của hạt nhân mẹ?

ĐS: 92 proton và 147 notron

➤ **Bài 4.** Cho phản ứng hạt nhân, $p + {}_3^7\text{Li} \rightarrow X + \alpha + 17,3 \text{ MeV}$. Xác định hạt nhân X và tính năng lượng đã tỏa ra khi có 1 g Heli được tạo thành?

ĐS: $X = {}_2^4\alpha$; $E = N.17,3/2 = 13,02.10^{23} \text{ MeV}$.

➤ **Bài 5.** Đồng vị ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ đứng yên phân rã α biến thành hạt X. Động năng hạt α là $K_\alpha = 4,78 \text{ MeV}$. Xác định cấu tạo của hạt X và tính năng lượng của phản ứng tỏa ra khi hạt α đang bay. Cho $m_\alpha = 4u$.

ĐS : 4,866 MeV.

➤ **Bài 6.** Cho proton có động năng $K_p = 1,8 \text{ MeV}$ bắn phá hạt nhân ${}_3^7\text{Li}$ đứng yên, sinh ra hai hạt X có cùng vận tốc, không phát tia γ . Cho khối lượng các hạt là: $m_p = 1,0073u$; $m_X = 4,0015u$; $m_{\text{Li}} = 7,0144u$ và $1uc^2 = 931 \text{ MeV}$.

a) Xác định số proton và notron của hạt X? Phản ứng tỏa hay thu bao nhiêu năng lượng?

b) Tính động năng của hạt X sinh ra?

ĐS: a) $\Delta E = 17,41 \text{ MeV}$; b) $9,6 \text{ MeV}$.

➤ **Bài 7.** Tìm năng lượng tỏa ra khi một hạt nhân urani U234 phóng xạ α tạo thành đồng vị thori Th230? Cho các năng lượng liên kết riêng của hạt α là $7,1 \text{ MeV}$; của U234 là $7,63 \text{ MeV}$ và của Th230 là $7,7 \text{ MeV}$.

ĐS: 13,98 MeV.

➤ **Bài 8.** Cho hạt α có động năng 4 MeV bắn vào các hạt nhân ${}_{13}^{27}\text{Al}$ đứng yên, người ta thấy có hạt notron sinh ra chuyển động theo phương vuông góc với hạt α .

a) Tính phần năng lượng tỏa ra hay thu vào của phản ứng này? Cho khối lượng các hạt nhân là:

$m_\alpha = 4,00151u$; $m_{\text{Al}} = 26,97435u$; $m_p = 29,97005u$; $m_n = 1,00867u$; $1uc^2 = 931,5 \text{ MeV}$

b) Tính động năng của notron và của hạt nhân con sinh ra sau phản ứng? Tính góc tạo bởi hướng chuyển động của hai hạt này.

ĐS: a) $-2,66 \text{ MeV}$; b) $\beta = 102,45^\circ$.

➤ **Bài 9.** Hạt nhân phóng xạ ${}_{92}^{234}\text{U}$ đứng yên phát xạ hạt α .

b) Tính năng lượng tỏa ra? Và tính vận tốc của hạt α và của hạt nhân con sinh ra? Cho khối lượng các hạt nhân là:

$m_U = 233,9904u$; $m_{\text{Th}} = 229,9737u$; $m_\alpha = 4,00151u$ và $1uc^2 = 931 \text{ MeV}$.

b) Thực tế, người ta đo được động năng của hạt α là 13 MeV . Sự sai lệch giữa giá trị tính toán và giá trị đo được này được giải thích bằng việc phát ra bức xạ γ cùng với hạt α . Hãy tính bước sóng của bức xạ γ .

ĐS: a) $14,14 \text{ MeV}$; b) $\lambda = 1,4.10^{-12} \text{ (m)}$.

➤ **Bài 10.** Người ta dùng proton có động năng $K_p = 1,6 \text{ MeV}$ bắn phá hạt nhân ${}_3^7\text{Li}$ đứng yên và thu được hai hạt giống nhau có cùng động năng. Cho $m_p = 1,0073u$; $m_{\text{Li}} = 7,0144u$; $m_\alpha = 4,0015u$.

$1u = 1,66055.10^{-27} \text{ kg} = 931 \text{ MeV}/c^2$.

a) Viết phương trình phản ứng? Tính động năng K của mỗi hạt? **ĐS: $K_{\text{hạt}} = 9,505 \text{ MeV}$**

b) Tính năng lượng mà phản ứng này tỏa hay thu vào? **ĐS: $\Delta E = 17,4 \text{ MeV}$**

C. BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM.

Câu 1/ Phóng xạ β^- là

- A. phản ứng hạt nhân không thu và không tỏa năng lượng.
- B. phản ứng hạt nhân thu năng lượng.
- C. sự giải phóng electron (electron) từ lớp electron ngoài cùng của nguyên tử.
- D. phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

Câu 2/ Hạt nhân Triti (${}_1^3\text{T}$) có

- A. 3 nuclôn, trong đó có 1 prôtôn.
- B. 3 notrôn (notron) và 1 prôtôn.
- C. 3 nuclôn, trong đó có 1 notrôn (notron).
- D. 3 prôtôn và 1 notrôn (notron).

Câu 3/ Các phản ứng hạt nhân tuân theo định luật bảo toàn

- A. số nuclôn
- B. số notron.
- C. khối lượng.
- D. số prôtôn

Câu 4/ Hạt nhân càng bền vững khi có

- A. số nuclôn càng nhỏ.
- B. số nuclôn càng lớn.
- C. năng lượng liên kết càng lớn.
- D. năng lượng liên kết riêng càng lớn.

Câu 5/ Xét một phản ứng hạt nhân: $H_1^2 + H_1^2 \rightarrow He_2^3 + n_0^1$. Biết khối lượng của các hạt nhân ${}_1H^2$ là $M_H=2,0135u$; $m_{He}=3,0149u$; $m_n=1,0087u$; $1uc^2=931\text{ MeV}$. Năng lượng phản ứng trên tỏa ra là:

- A. 7,4990 MeV. B. 2,7390 MeV. C. 1,8820 MeV D. 3,1654 MeV

Câu 6/ Năng lượng liên kết riêng là năng lượng liên kết

- A. tính cho một nuclôn. B. tính riêng cho hạt nhân ấy
C. của một cặp proton-proton. D. của một cặp prôtôn-notron.

Câu 7/ Giả sử sau 3 giờ phóng xạ (kể từ thời điểm ban đầu) số hạt nhân của một đồng vị phóng xạ còn lại bằng 25% số hạt nhân ban đầu. Chu kì bán rã của đồng vị phóng xạ đó bằng

- A. 2 giờ. B. 1,5 giờ. C. 0,5 giờ. D. 1 giờ

Câu 8/ Phát biểu nào sau là sai?

- A. Các đồng vị phóng xạ đều không bền
B. Các nguyên tử mà hạt nhân có cùng số prôtôn nhưng có số notron khác nhau gọi là đồng vị.
C. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có số notron khác nhau nên tính chất hóa học khác nhau.
D. Các đồng vị của cùng một nguyên tố có cùng vị trí trong bảng hệ thống tuần hoàn.

Câu 9/ Phản ứng nhiệt hạch là sự

- A. kết hợp hai hạt nhân rất nhẹ thành một hạt nhân nặng hơn trong điều kiện nhiệt độ rất cao.
B. kết hợp hai hạt nhân có số khối trung bình thành một hạt nhân rất nặng ở nhiệt độ rất cao.
C. phân chia một hạt nhân nhẹ thành hai hạt nhân nhẹ hơn kèm theo sự tỏa nhiệt.
D. phân chia một hạt nhân rất nặng thành các hạt nhân nhẹ hơn.

Câu 10/ Biết số Avôgađrô là $6,02.10^{23}/\text{mol}$, khối lượng mol của urani ${}_{92}\text{U}^{238}$ là 238 g/mol. Số notron trong 119 gam urani U 238 là: A. $8,8.10^{25}$. B. $1,2.10^{25}$. C. $4,4.10^{25}$. D. $2,2.10^{25}$.

Câu 11/ Cho: $m_C=12,00000\text{ u}$; $m_p=1,00728\text{ u}$; $m_n=1,00867\text{ u}$; $1u=1,66058.10^{-27}\text{ kg}$; $1\text{eV}=1,6.10^{-19}\text{ J}$; $c=3.10^8\text{ m/s}$. Năng lượng tối thiểu để tách hạt nhân ${}_{6}\text{C}^{12}$ thành các nuclôn riêng biệt bằng:

- A. 72,7 MeV B. 89,4 MeV. C. 44,7 MeV. D. 8,94 MeV.

Câu 12/ Trong quá trình phân rã hạt nhân ${}_{92}\text{U}^{238}$ thành hạt nhân ${}_{92}\text{U}^{234}$, đã phóng ra một hạt α và hai hạt

- A. notron . B. êlectrôn. C. pôzitron D. prôtôn.

Câu 13/ Ban đầu có 20 gam chất phóng xạ X có chu kì bán rã T. Khối lượng của chất X còn lại sau khoảng thời gian 3T, kể từ thời điểm ban đầu bằng: A. 3,2 gam B. 2,5 gam. C. 4,5 gam. D. 1,5 gam.

Câu 14/ Khi nói về sự phóng xạ, phát biểu nào dưới đây là đúng?

- A. Sự phóng xạ phụ thuộc vào áp suất tác dụng lên bề mặt của khối chất phóng xạ.
B. Chu kì phóng xạ của một chất phụ thuộc vào khối lượng của chất đó.
C. Phóng xạ là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.
D. Sự phóng xạ phụ thuộc vào nhiệt độ của chất phóng xạ.

Câu 15/ Hạt nhân ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ biến đổi thành hạt nhân ${}_{86}\text{Rn}^{222}$ do phóng xạ:

- A. α và β^- B. β^- C. α D. β^+

Câu 16/ Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về độ phóng xạ?

- A. Độ phóng xạ là đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ.
B. Đơn vị đo độ phóng xạ là becquerel.
C. Với mỗi lượng chất phóng xạ xác định thì độ phóng xạ tỉ lệ với số nguyên tử của lượng chất đó.
D. Độ phóng xạ của một lượng chất phóng xạ phụ thuộc nhiệt độ của lượng chất đó.

Câu 17/ Hạt nhân ${}_4\text{Be}^{10}$ có khối lượng 10,0135u. Khối lượng của notron $m_n=1,0087u$, khối lượng của prôtôn $m_p=1,0073u$, $1uc^2=931\text{ MeV}$. Năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_4\text{Be}^{10}$ là

- A. 0,6321 MeV. B. 63,2152 MeV C. 6,3215 MeV D. 632,1531 MeV

Câu 18/ Hạt nhân A đang đứng yên thì phân rã thành hạt nhân B có khối lượng m_B và hạt α có khối lượng m_α . Tỉ số giữa động năng của hạt nhân B và động năng của hạt α ngay sau phân rã bằng

- A. $\frac{m_\alpha}{m_B}$ B. $\left(\frac{m_B}{m_\alpha}\right)^2$ C. $\frac{m_B}{m_\alpha}$ D. $\left(\frac{m_\alpha}{m_B}\right)^2$

Câu 19/ Phát biểu nào sau đây là sai khi nói về hiện tượng phóng xạ?

- A. Trong phóng xạ α , hạt nhân con có số notron nhỏ hơn số notron của hạt nhân mẹ.
B. Trong phóng xạ β^- , hạt nhân mẹ và hạt nhân con có số khối bằng nhau, số prôtôn khác nhau.
C. Trong phóng xạ β , có sự bảo toàn điện tích nên số prôtôn được bảo toàn.
D. Trong phóng xạ β^+ , hạt nhân mẹ và hạt nhân con có số khối bằng nhau, số notron khác nhau.

Câu 20/ Cho phản ứng hạt nhân ${}_{11}\text{Na}^{23} + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_{10}^{20}\text{Ne}$. Lấy khối lượng các nhân ${}_{11}^{23}\text{Na}$; ${}_{10}^{20}\text{Ne}$; ${}_2^4\text{He}$; ${}_1^1\text{H}$ lần lượt là 22,9837u; 19,9869u; 4,0015u; 1,0073u và $1uc^2=931,5\text{ MeV}$. Trong phản ứng này, năng lượng

- A. thu vào là 3,4524 MeV B. thu vào là 2,4219 MeV
C. tỏa ra là 2,4219 MeV D. tỏa ra là 3,4524 MeV

Câu 21/ Biết khối lượng của prôtôn; notron; hạt nhân ${}^8\text{O}^{16}$ lần lượt là 1,0073u; 1,0087 u; 15,9904 u và $1\text{uc}^2=931,5\text{MeV}$. Năng lượng liên kết của hạt nhân ${}^8\text{O}^{16}$ xấp xỉ bằng:

- A. 14,25 MeV. B. 18,76 MeV. C. 128,17 MeV D. 190,81 MeV.

Câu 22/ Trong sự phân hạch của hạt nhân ${}_{92}^{235}\text{U}$, gọi k là hệ số nhân notron. Phát biểu nào sau đây là đúng?

- A. Nếu $k < 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền xảy ra và năng lượng tỏa ra tăng nhanh.
B. Nếu $k > 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì và có thể gây nên bùng nổ.
C. Nếu $k > 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra.
D. Nếu $k = 1$ thì phản ứng phân hạch dây chuyền không xảy ra

Câu 23/ Giả sử hai hạt nhân X và Y có độ hụt khối bằng nhau và số nuclôn của hạt nhân X lớn hơn số nuclôn của hạt nhân Y thì

- A. hạt nhân Y bền vững hơn hạt nhân X.
B. năng lượng liên kết riêng của hai hạt nhân bằng nhau.
C. hạt nhân X bền vững hơn hạt nhân Y.
D. năng lượng liên kết của hạt X lớn hơn năng lượng liên kết của hạt Y.

Câu 24/ Cho phản ứng hạt nhân: ${}_1\text{T}^3 + {}_1\text{D}^2 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + \text{X}$. Lấy độ hụt khối của hạt nhân T, hạt nhân D, hạt nhân He lần lượt là 0,009106 u; 0,002491 u; 0,030382 u và $1\text{uc}^2 = 931,5$. Năng lượng tỏa ra của phản ứng xấp xỉ bằng: A. 15,017 MeV. B. 200,025 MeV C. 17,498 MeV D. 21,076 MeV.

Câu 25/ Một chất phóng xạ ban đầu có N_0 hạt nhân. Sau 1 năm, còn lại một phần ba số hạt nhân ban đầu chưa phân rã. Sau 1 năm nữa, số hạt nhân còn lại chưa phân rã của chất phóng xạ đó là:

- A. $\frac{N_0}{16}$ B. $\frac{N_0}{9}$ C. $\frac{N_0}{4}$ D. $\frac{N_0}{16}$

Câu 26/ Phóng xạ và phân hạch hạt nhân

- A. đều có sự hấp thụ notron chậm. C. đều không phải là phản ứng hạt nhân
B. đều là phản ứng hạt nhân thu năng lượng. D. đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng

Câu 27/ Cho khối lượng của prôtôn; notron; ${}_{18}\text{Ar}^{40}$; ${}_3\text{Li}^6$ lần lượt là: 1,0073u; 1,0087u; 39,9525u; 6,0145u và $1\text{u}=931,5\text{ MeV}/c^2$. So với năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_3\text{Li}^6$ thì năng lượng liên kết riêng của hạt nhân ${}_{18}\text{Ar}^{40}$

- A. lớn hơn một lượng là 5,20 MeV. C. nhỏ hơn một lượng là 3,42 MeV
B. lớn hơn một lượng là 3,42 MeV. D. nhỏ hơn một lượng là 5,20 MeV.

Câu 28/ Ban đầu có N_0 hạt nhân của một mẫu chất phóng xạ nguyên chất có chu kì bán rã T. Sau khoảng thời gian $t = 0,5T$, kể từ thời điểm ban đầu, số hạt nhân chưa bị phân rã của mẫu chất phóng xạ này là:

- A. $\frac{N_0}{2}$ B. $\frac{N_0}{\sqrt{2}}$ C. $\frac{N_0}{4}$ D. $N_0\sqrt{2}$

Câu 29/ Biết đồng vị phóng xạ ${}_{6}\text{C}^{14}$ có chu kì 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. Tuổi của mẫu gỗ cổ đã cho là:

- A. 1910 năm. B. 2865 năm. C. 11460 năm D. 17190 năm.

Câu 30/ So với hạt nhân ${}_{14}\text{Si}^{29}$, hạt nhân ${}_{20}\text{Ca}^{40}$ có nhiều hơn

- A. 11 notron và 6 prôtôn. B. 5 notron và 6 prôtôn. C. 6 notron và 5 prôtôn. D. 5 notron và 12 prôtôn.

Câu 31/ Phản ứng nhiệt hạch là

- A. sự kết hợp hai hạt nhân có số khối trung bình tạo thành hạt nhân nặng hơn.
B. phản ứng hạt nhân thu năng lượng.
C. phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai mảnh nhẹ hơn.
D. phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

Câu 32/ Phóng xạ và phân hạch hạt nhân

- A. đều không phải là phản ứng hạt nhân. B. đều là phản ứng tổng hợp hạt nhân.
C. đều là phản ứng hạt nhân thu năng lượng. D. đều là phản ứng hạt nhân tỏa năng lượng.

Câu 33/ Trong một phản ứng hạt nhân, có sự bảo toàn:

- A. khối lượng. B. số notron. C. số nuclôn. D. số prôtôn.

Câu 34/ Câu 25: Hai hạt nhân ${}_1^3\text{T}$ và ${}_2^3\text{He}$ có cùng

- A. số notron. B. số nuclôn. C. điện tích. D. số prôtôn.

Câu 35/ Chất phóng xạ X có chu kì bán rã T. Ban đầu ($t=0$), một mẫu chất phóng xạ X có số hạt là N_0 . Sau khoảng thời gian $t=3T$ (kể từ $t=0$), số hạt nhân X đã bị phân rã là

- A. $0,25N_0$. B. $0,875N_0$. C. $0,75N_0$. D. $0,125N_0$.

Câu 36/ Trong các hạt nhân: ${}^4_2\text{He}$, ${}^7_3\text{Li}$, ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ và ${}^{235}_{92}\text{U}$, hạt nhân bền vững nhất là

- A. ${}^{235}_{92}\text{U}$ B. ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ C. ${}^7_3\text{Li}$ D. ${}^4_2\text{He}$.

Câu 37 Giả sử trong một phản ứng hạt nhân, tổng khối lượng của các hạt trước phản ứng nhỏ hơn tổng khối lượng các hạt sau phản ứng là 0,02 u. Phản ứng hạt nhân này

- A. toả năng lượng 1,863 MeV. B. toả năng lượng 18,63 MeV.
C. thu năng lượng 1,863 MeV. D. thu năng lượng 18,63 MeV.

Câu 38/ Phản ứng nhiệt hạch là

- A. nguồn gốc năng lượng của Mặt Trời. B. phản ứng hạt nhân thu năng lượng.
C. sự tách hạt nhân nặng thành các hạt nhân nhẹ nhờ nhiệt độ cao.
D. phản ứng kết hợp hai hạt nhân có khối lượng trung bình thành một hạt nhân nặng.

Câu 39/ Hạt nhân ${}^{210}_{84}\text{Po}$ đang đứng yên thì phóng xạ α , ngay sau phóng xạ đó, động năng của hạt α

- A. lớn hơn động năng của hạt nhân con. B. chỉ có thể nhỏ hơn hoặc bằng động năng của hạt nhân con.
C. nhỏ hơn động năng của hạt nhân con. D. bằng động năng của hạt nhân con

Câu 40/ Dùng hạt α bắn phá hạt nhân nitơ đang đứng yên thì thu được một hạt prôtôn và hạt nhân ôxi theo phản ứng: ${}^4_2\alpha + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{p}$. Biết khối lượng các hạt trong phản ứng trên là: $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$; $m_{\text{N}} = 13,9992 \text{ u}$; $m_{\text{O}} = 16,9947 \text{ u}$; $m_{\text{p}} = 1,0073 \text{ u}$. Nếu bỏ qua động năng của các hạt sinh ra thì động năng tối thiểu của hạt α là

- A. 3,007 MeV. B. 1,211 MeV. C. 29,069 MeV. D. 1,503 MeV.

ĐÁP ÁN TRẮC NGHIỆM

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