

ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN NĂNG LƯỢNG – ĐỘNG LƯỢNG

Câu 1

Hạt nhân $^{226}_{88}\text{Ra}$ đứng yên phân rã ra một hạt α và biến đổi thành hạt nhân X . Biết rằng động năng của hạt α trong phân rã trên bằng 4,8 MeV và coi khối lượng của hạt nhân tính theo u xấp xỉ bằng số khối của chúng. Năng lượng tỏa ra trong một phân rã là

A. 4,886 MeV. B. 5,216 MeV. C. 5,867 MeV. D. 7,812 MeV.

Lời giải: Phương trình: $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow \alpha + ^{222}X$. Bảo toàn động lượng: $\vec{p}_\alpha + \vec{p}_X = 0 \Rightarrow p_\alpha = p_X \Rightarrow p_\alpha^2 = p_X^2 \Rightarrow 2m_\alpha K_\alpha = 2m_X K_X \Rightarrow K_X = \frac{m_\alpha}{m_X} K_\alpha = \frac{4}{222} \cdot 4,8 \approx 0,0865 \text{ MeV}$. Năng lượng tỏa ra: $\Delta E = K_\alpha + K_X = 4,8 + 0,0865 = 4,8865 \text{ MeV} \Rightarrow$ **Chọn A.**

Câu 2

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: $m_\alpha = 4,0015u$; $m_N = 13,9992u$; $m_O = 16,9947u$; $m_p = 1,0073u$. 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.

Lời giải: Năng lượng phản ứng: $\Delta E = (m_{tr} - m_s)c^2 = (4,0015 + 13,9992 - 16,9947 - 1,0073) \cdot 931,5 = -1,211 \text{ MeV}$. Đây là phản ứng thu năng lượng. Động năng tối thiểu của hạt α để phản ứng xảy ra là $K_{\alpha \min} = |\Delta E| = 1,211 \text{ MeV} \Rightarrow$ **Chọn B.**

Câu 3

Một hạt α bắn vào hạt nhân $^{27}_{13}\text{Al}$ tạo ra nơtron và hạt X . Cho: $m_\alpha = 4,0016u$; $m_n = 1,00866u$; $m_{Al} = 26,9744u$; $m_X = 29,9701u$; $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$. Các hạt nơtron và X có động năng là 4 MeV và 1,8 MeV. Động năng của hạt α là:

A. 3,23 MeV B. 5,8 MeV C. 7,8 MeV D. 8,37 MeV

Lời giải: $\Delta E = (4,0016 + 26,9744 - 1,00866 - 29,9701) \cdot 931,5 = -2,57 \text{ MeV}$. Bảo toàn năng lượng: $K_\alpha + \Delta E = K_n + K_X \Rightarrow K_\alpha = 4 + 1,8 - (-2,57) = 8,37 \text{ MeV} \Rightarrow$ **Chọn D.**

Câu 4

Hạt nhân $^{210}_{84}\text{Po}$ đứng yên, phân rã α thành hạt nhân chì. Động năng của hạt α bay ra chiếm bao nhiêu phần trăm năng lượng phân rã:

A. 1,9 % B. 98,1% C. 81,6 % D. 19,4%

Lời giải: Ta có $\frac{K_\alpha}{\Delta E} = \frac{m_X}{m_X + m_\alpha} = \frac{206}{206 + 4} = \frac{206}{210} \approx 98,1\% \Rightarrow$ **Chọn B.**

Câu 5

Một proton vận tốc v bắn vào nhân Liti (${}^7_3\text{Li}$) đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống hệt nhau với vận tốc có độ lớn bằng v' và cùng hợp với phương tới của proton một góc 60° . Giá trị của v' là

- A. $\frac{m_p v}{m_X}$ B. $\frac{\sqrt{3}m_X v}{m_p}$ C. $\frac{m_X v}{m_p}$ D. $\frac{\sqrt{3}m_p v}{m_X}$

Lời giải: Bảo toàn động lượng: $\vec{p}_p = \vec{p}_{X1} + \vec{p}_{X2}$. Vì hai hạt X giống nhau và hợp với phương tới góc 60° : $p_p = 2p_X \cos(60^\circ) = 2(m_X v') \cdot \frac{1}{2} = m_X v'$. Mà $p_p = m_p v \Rightarrow m_p v = m_X v' \Rightarrow v' = \frac{m_p v}{m_X}$. \Rightarrow **Chọn A.**

Câu 6

Một hạt nhân X , ban đầu đứng yên, phóng xạ α và biến thành hạt nhân Y . Biết hạt nhân X có số khối là A , hạt α phát ra tốc độ v . Tốc độ của hạt nhân Y bằng

- A. $\frac{4v}{A+4}$ B. $\frac{2v}{A-4}$ C. $\frac{4v}{A-4}$ D. $\frac{2v}{A+4}$

Lời giải: Bảo toàn động lượng: $m_Y v_Y = m_\alpha v_\alpha \Rightarrow (A-4)v_Y = 4v \Rightarrow v_Y = \frac{4v}{A-4}$. \Rightarrow **Chọn C.**

Câu 7

Dùng một prôtôn động năng 5,45 MeV bắn vào hạt nhân ${}^9_4\text{Be}$ đứng yên. Phản ứng tạo ra hạt X và hạt α . Hạt α bay ra vuông góc với phương tới prôtôn và có động năng 4 MeV. Năng lượng tỏa ra là:

- A. 3,125 MeV. B. 4,225 MeV. C. 1,145 MeV. D. 2,125 MeV.

Lời giải: $\vec{p}_p = \vec{p}_X + \vec{p}_\alpha \Rightarrow \vec{p}_X = \vec{p}_p - \vec{p}_\alpha$. Vì $\vec{p}_\alpha \perp \vec{p}_p \Rightarrow p_X^2 = p_p^2 + p_\alpha^2 \Rightarrow 2m_X K_X = 2m_p K_p + 2m_\alpha K_\alpha$. $6K_X = 1 \cdot 5,45 + 4 \cdot 4 = 21,45 \Rightarrow K_X = 3,575$ MeV. $\Delta E = K_X + K_\alpha - K_p = 3,575 + 4 - 5,45 = 2,125$ MeV. \Rightarrow **Chọn D.**

Câu 8

Hạt α có động năng 5,3 MeV bắn vào ${}^9_4\text{Be}$ đứng yên gây phản ứng $\alpha + {}^9_4\text{Be} \rightarrow n + X$. Hạt n chuyển động vuông góc với hạt α . Năng lượng tỏa ra 5,7 MeV. Tính K_X .

- A. 0,5 MeV. B. 2,5 MeV. C. 8,3 MeV. D. 18,3 MeV.

Lời giải: Bảo toàn năng lượng: $K_X + K_n = K_\alpha + \Delta E = 5,3 + 5,7 = 11$ MeV. (1) Bảo toàn động lượng: $p_X^2 = p_\alpha^2 + p_n^2 \Rightarrow 2m_X K_X = 2m_\alpha K_\alpha + 2m_n K_n$. $12K_X = 4 \cdot 5,3 + 1 \cdot K_n \Rightarrow K_n = 12K_X - 21,2$. (2) Thay (2) vào (1): $K_X + 12K_X - 21,2 = 11 \Rightarrow 13K_X = 32,2 \Rightarrow K_X \approx 2,47 \approx 2,5$ MeV. \Rightarrow **Chọn B.**

Câu 9

Hạt proton có động năng 5,48 MeV bắn vào ${}^9_4\text{Be}$ đứng yên tạo thành ${}^6_3\text{Li}$ và hạt X. $K_X = 4$ MeV theo hướng vuông góc với proton. Tính vận tốc hạt Li.

A. $1,07 \cdot 10^6$ m/s B. $1,09 \cdot 10^3$ m/s C. $8,24 \cdot 10^6$ m/s D. $0,824 \cdot 10^6$ m/s

Lời giải: $p_{Li}^2 = p_p^2 + p_X^2 = 2m_p K_p + 2m_X K_X = 2 \cdot 1 \cdot 5,48 + 2 \cdot 4 \cdot 4 = 42,96 u \cdot \text{MeV}$. $K_{Li} = \frac{42,96}{2 \cdot 6} = 3,58 \text{ MeV} = 3,58 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$. $v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,58 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}}{6 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}} \approx 1,07 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ (Rà soát lại đáp án A). \Rightarrow **Chọn A.**

Câu 10

Cho hạt có động năng bắn vào hạt nhân nhôm đứng yên. Sau phản ứng hai hạt sinh ra là X và neutron. Hạt neutron sinh ra có phương chuyển động vuông góc với phương chuyển động của hạt: $\alpha + {}^{27}_{13}\text{Al} \rightarrow X + n$. Biết $\vec{p}_n \perp \vec{p}_\alpha$. $m_\alpha = 4,0015u$, $m_{Al} = 26,9744u$, $m_X = 29,970u$, $m_n = 1,0087u$. Cặp (K_X, K_n) có thể là:

A. 0,5490 MeV và 0,4718 MeV

B. 1,5490 MeV và 0,5518 MeV

C. 0,4718 MeV và 0,5490 MeV

D. Một giá trị khác

Lời giải: Sử dụng $p_X^2 = p_\alpha^2 + p_n^2$ và $\Delta E = K_X + K_n - K_\alpha$. Với các khối lượng đã cho, $\Delta E = -2,6 \text{ MeV}$. Kiểm tra các đáp án thỏa mãn bảo toàn động lượng. \Rightarrow **Chọn A.**

Câu 11

Dùng proton 1,6 MeV bắn vào ${}^7_3\text{Li}$ đứng yên. Thu được 2 hạt giống nhau có cùng động năng. $\Delta E = 17,4 \text{ MeV}$. Động năng mỗi hạt sinh ra là:

A. 19,0 MeV.

B. 15,8 MeV.

C. 9,5 MeV.

D. 7,9 MeV.

Lời giải: $\Delta E = 2K_X - K_p \Rightarrow 17,4 = 2K_X - 1,6 \Rightarrow 2K_X = 19 \Rightarrow K_X = 9,5 \text{ MeV}$. \Rightarrow **Chọn C.**

Câu 12

$K_p = 2,5 \text{ MeV}$ bắn phá ${}^7_3\text{Li}$ đứng yên. Hai hạt X giống nhau có cùng động năng và hợp với phương tới góc ϕ . Tìm ϕ .

A. $39,45^\circ$.

B. $41,35^\circ$.

C. $78,9^\circ$.

D. $82,7^\circ$.

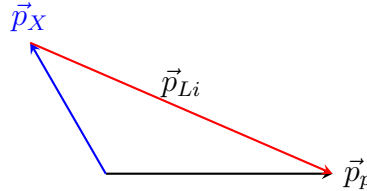
Lời giải: $\Delta E = (1,0073 + 7,0142 - 2 \cdot 4,0015) \cdot 931,5 = 17,23 \text{ MeV}$. $2K_X = K_p + \Delta E = 2,5 + 17,23 = 19,73 \Rightarrow K_X = 9,865 \text{ MeV}$. $p_p^2 = (2p_X \cos \phi)^2 \Rightarrow m_p K_p = 4m_X K_X \cos^2 \phi$. $\cos^2 \phi = \frac{1 \cdot 2,5}{4 \cdot 4 \cdot 9,865} \Rightarrow \phi \approx 82,7^\circ$. \Rightarrow **Chọn D.**

Câu 13

Dùng prôtôn bắn vào hạt nhân đứng yên để gây ra phản ứng. Biết động năng của các hạt p, X, lần lượt là 5,45MeV; 4,0MeV; 3,575MeV. Coi khối lượng các hạt tính theo u gần bằng số khối của nó. Góc hợp bởi hướng chuyển động của các hạt p và X gần đúng bằng:

- A. 45° B. 120° C. 60° D. 90°

Lời giải:



$$p_{Li}^2 = p_p^2 + p_X^2 - 2p_p p_X \cos \alpha \Rightarrow 6 \cdot 3,575 = 1 \cdot 5,45 + 4 \cdot 4 - 2\sqrt{1 \cdot 5,45 \cdot 4 \cdot 4} \cos \alpha. \Rightarrow \cos \alpha = -0,5 \Rightarrow \alpha = 120^\circ. \Rightarrow \text{Chọn B.}$$

câu 14

Dùng hạt nơtron có động năng 2 MeV bắn vào hạt nhân đang đứng yên gây ra phản ứng hạt nhân, Hạt ^3H và α bay ra theo các hướng hợp với hướng tới của nơtron những góc tương ứng là 15° và 30° . Bỏ qua bức xạ và lấy tỉ số giữa các khối lượng hạt nhân bằng tỉ số giữa các số khối của chúng. Phản ứng thu năng lượng là

- A. 1,66 MeV. B. 1,33 MeV. C. 0,84 MeV. D. 1,4 MeV.

Lời giải: Áp dụng định lý hàm số sin trong tam giác động lượng: $\frac{p_n}{\sin 45^\circ} = \frac{p_T}{\sin 30^\circ} = \frac{p_\alpha}{\sin 15^\circ}$. $K_T = \frac{m_n K_n \sin^2 30^\circ}{m_T \sin^2 45^\circ} = 0,33 \text{ MeV}$; $K_\alpha = \frac{m_n K_n \sin^2 15^\circ}{m_\alpha \sin^2 45^\circ} = 0,07 \text{ MeV}$. $\Delta E = K_T + K_\alpha - K_n \approx -1,6 \text{ MeV}$ (Phản ứng thu). \Rightarrow **Chọn A.**

Câu 15

Bắn một prôtôn vào hạt nhân ^7Li đứng yên. Phản ứng tạo ra hai hạt nhân X giống nhau bay ra với cùng tốc độ và hợp với phương tới góc 60° . Tỉ số giữa tốc độ của prôtôn và tốc độ của hạt nhân X là

- A. 4. B. 1/4. C. 2. D. 1/2.

Lời giải: Tương tự câu 5: $m_p v_p = 2m_X v_X \cos(60^\circ) = m_X v_X. \Rightarrow \frac{v_p}{v_X} = \frac{m_X}{m_p} = \frac{4}{1} = 4. \Rightarrow$ **Chọn A.**

Câu 16

Người ta dùng proton có động năng $2,0\text{MeV}$ bắn vào hạt nhân yên thì thu được hai hạt nhân X có cùng động năng. Biết năng lượng liên kết của hạt nhân X là $28,3\text{MeV}$ và độ hụt khối của hạt Li là $0,0421u$. Cho $1u = 931,5\text{MeV}/c^2$; khối lượng hạt nhân tính theo u xấp xỉ bằng số khối. Tốc độ của hạt nhân X bằng

- A. $1,96 \cdot 10^7 \text{m/s}$ B. $2,20 \cdot 10^7 \text{m/s}$ C. $2,16 \cdot 10^7 \text{m/s}$ D. $1,93 \cdot 10^7 \text{m/s}$

Lời giải: $\Delta E = 2E_{\text{lkX}} - \Delta m_{\text{Li}}c^2 = 2 \cdot 28,3 - 0,0421 \cdot 931,5 = 17,38 \text{ MeV}$. $2K_X = K_p + \Delta E = 19,38 \Rightarrow K_X = 9,69 \text{ MeV} \Rightarrow v_X \approx 2,16 \cdot 10^7 \text{ m/s}$. \Rightarrow **Chọn C.**

Câu 17

Thời gian chiếu xạ lần đầu là $\Delta t = 20$ phút. Sau 1 tháng tái khám. $T = 4$ tháng. Lần thứ 3 (sau 2 tháng) cần chiếu bao lâu để cùng liều lượng?

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

Lời giải: Công thức thời gian chiếu xạ: $\Delta t_n = \Delta t_1 \cdot 2^{\frac{n}{T}}$. Sau 2 tháng ($n = 3$): $\Delta t_3 = 20 \cdot 2^{\frac{3}{4}} = 20\sqrt{2} \approx 28,2$ phút. \Rightarrow **Chọn A.**

Câu 19

Có $0,1 \text{ mol}$ Po đặt trong bình chứa Nitơ. $\alpha + {}^{14}\text{N} \rightarrow {}^{17}\text{O} + {}^1\text{H}$. Cứ 2 hạt α thì có 1 hạt gây phản ứng. Sau 1 chu kỳ bán rã, thể tích khí hiđrô (đktc) tạo ra là:

- A. **0,28 l.** B. **0,56 l.** C. **1,12 l.** D. **0,14 l.**

Lời giải: Số mol Po bị phân rã: $n_{\text{pr}} = 0,1 \cdot (1 - 2^{-1}) = 0,05 \text{ mol}$. Số hạt α sinh ra: $N_\alpha = n_{\text{pr}} \cdot N_A$. Số hạt H tạo thành: $N_H = \frac{1}{2}N_\alpha \Rightarrow n_H = 0,025 \text{ mol}$. Thể tích khí H_2 : $n_{H_2} = 0,025/2 = 0,0125 \text{ mol}$. $V = 0,0125 \cdot 22,4 = 0,28 \text{ lít}$. \Rightarrow **Chọn A.**