

Ví dụ 4: ho hạt proton có động năng 1,2 (MeV) bắn phá hạt nhân ${}^7_3\text{Li}$ đang đứng yên tạo ra 2 hạt nhân X giống nhau nhưng tốc độ chuyển động thì gấp đôi nhau. Cho biết phản ứng tỏa ra một năng lượng 17,4 (MeV) và không sinh ra bức xạ γ . Động năng của hạt nhân X có tốc độ lớn hơn là

- A. 3,72 MeV B. 6,2 MeV C. 12,4 MeV D. 14,88 MeV

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

Nếu $v_1 = 2v_2$ thì $W_{X1} = 4W_{X2}$.

$$\begin{cases} W_{X1} + W_{X2} = \underbrace{\Delta E}_{+17,4} + \underbrace{W_p}_{1,2} = 18,6 \\ W_{X1} = 4W_{X2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} W_{X2} = \frac{1}{5} \cdot 18,6 = 3,72 (MeV) \\ W_{X1} = \frac{4}{5} \cdot 18,6 = 14,88 (MeV) \end{cases}$$

Ví dụ 5: Hạt A có động năng W_A bắn vào một hạt nhân B đứng yên, gây ra phản ứng: $A + B \rightarrow C + D$. Hai hạt sinh ra có cùng độ lớn vận tốc và khối lượng lần lượt là m_C và m_D . Cho biết tổng năng lượng nghỉ của các hạt trước phản ứng nhiều hơn tổng năng lượng nghỉ của các hạt sau phản ứng là ΔE và không sinh ra bức xạ γ . Tính động năng của hạt nhân C.

- A. $W_C = m_D(W_A + \Delta E)/(m_C + m_D)$.
 B. $W_C = (W_A + \Delta E) \cdot (m_C + m_D)/m_C$.
 C. $W_C = (W_A + \Delta E) \cdot (m_C + m_D)/m_D$.
 D. $W_C = m_C(W_A + \Delta E)/(m_C + m_D)$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$\begin{cases} \frac{W_C}{W_D} = \frac{\frac{m_C v_C^2}{2}}{\frac{m_D v_D^2}{2}} = \frac{m_C}{m_D} \Rightarrow W_C = (W_A + \Delta E) \frac{m_C}{m_C + m_D} \\ W_C + W_D = W_A \end{cases}$$

3) Quan hệ véc tơ vận tốc

Nếu cho $\vec{v}_C = a \cdot \vec{v}_D \cup \vec{v}_C = a \cdot \vec{v}_A$ thay trực tiếp vào định luật bảo toàn động lượng

$$m_A \vec{v}_A = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D \text{ để biểu diễn } \vec{v}_C, \vec{v}_D, \text{ theo } \vec{v}_A \text{ và lưu ý } W = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \boxed{(mv)^2 = 2mW}.$$

Biểu diễn W_C và W_D theo W_A rồi thay vào công thức: $\Delta E = W_C + W_D - W_A$ và từ đây sẽ giải quyết được 2 bài toán:

- Cho W_A tính ΔE
- Cho ΔE tính W_A

Ví dụ 1: Hạt A có động năng W_A bắn vào một hạt nhân B đứng yên, gây ra phản ứng: $A + B \rightarrow C + D$. và không sinh ra bức xạ γ . Véc tơ vận tốc hạt C gấp k lần véc tơ vận tốc hạt D. Bỏ qua hiệu ứng tương đối tính. Tính động năng của hạt C và hạt D.

A. B. C. D.

Hướng dẫn: Chọn đáp án

$$m_A \vec{v}_A = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D \xrightarrow{\vec{v}_C = k \vec{v}_D} \begin{cases} \vec{v}_D = \frac{m_A \vec{v}_A}{km_C + m_D} \Rightarrow v_D^2 = \frac{2m_A W_A}{(km_C + m_D)^2} \\ \vec{v}_C = \frac{km_A \vec{v}_A}{km_C + m_D} \Rightarrow v_C^2 = k^2 \frac{2m_A W_A}{(km_C + m_D)^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} W_C = \frac{1}{2} m_C v_C^2 = k^2 \frac{m_C m_A W_A}{(km_C + m_D)^2} \\ W_D = \frac{1}{2} m_D v_D^2 = \frac{m_D m_A W_A}{(km_C + m_D)^2} \end{cases}$$

Năng lượng phản ứng hạt nhân: $\Delta E = W_C + W_D - W_A$

$$\Rightarrow \Delta E = \left(\frac{k^2 m_C m_A}{(km_C + m_D)^2} + \frac{m_D m_A}{(km_C + m_D)^2} - 1 \right) W_A \begin{cases} \text{Cho } W_A \text{ tính } \Delta E \\ \text{Cho } \Delta E \text{ tính } W_A \end{cases}$$

Ví dụ 2: Bắn hạt α vào hạt nhân ${}^7\text{N}^{14}$ đứng yên có phản ứng: ${}^7\text{N}^{14} + \alpha \rightarrow {}^8\text{O}^{17} + p$. Các hạt sinh ra có cùng véc tơ vận tốc. Cho khối lượng hạt nhân (đo bằng đơn vị u) xấp xỉ bằng số khối của nó. Tỉ số tốc độ của hạt nhân ô xi và tốc độ hạt α là

A. 2/9 B. 3/4 C. 17/81 D. 4/21

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$m_\alpha \vec{v}_\alpha = m_O \vec{v}_O + m_p \vec{v}_p \xrightarrow{\vec{v}_O = \vec{v}_p} \vec{v}_O = \vec{v}_p = \frac{m_\alpha}{m_O + m_p} \vec{v}_\alpha = \frac{4}{17+1} \vec{v}_\alpha = \frac{2}{9} \vec{v}_\alpha$$

Ví dụ 3: Bắn hạt α vào hạt nhân ${}^7\text{N}^{14}$ đứng yên có phản ứng ${}^7\text{N}^{14} + {}_2\alpha^4 \rightarrow {}^8\text{O}^{17} + {}_1p^1$. Các hạt sinh ra có cùng véc tơ vận tốc. Cho khối lượng hạt nhân (đo bằng đơn vị u) xấp xỉ bằng số khối của nó. Tỉ số động năng của hạt nhân ô xi và động năng hạt α là

A. 2/9 B. 3/4 C. 17/81 D. 1/81

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$m_\alpha \vec{v}_\alpha = m_O \vec{v}_O + m_p \vec{v}_p \Rightarrow \vec{v}_O = \vec{v}_p = \frac{m_\alpha \vec{v}_\alpha}{m_O + m_p}$$

$$\Rightarrow W_O = \frac{m_O v_O^2}{2} = m_O \frac{m_\alpha W_\alpha}{(m_O + m_p)^2} = 17 \cdot \frac{4 \cdot W_\alpha}{(17+1)^2} \cdot \frac{17}{81} W_\alpha$$

Câu 110: Bắn hạt α vào hạt nhân nito ^{14}N đứng yên, xảy ra phản ứng tại thành một hạt nhân oxi và một hạt proton. Biết rằng hai hạt sinh ra có vectơ vận tốc như nhau, phản ứng thu năng lượng 1,21 (MeV). Cho khối lượng của các hạt nhân thỏa mãn: $m_O m_\alpha = 0,21(m_O + m_p)^2$ và $m_p m_\alpha = 0,012(m_O + m_p)^2$. Động năng hạt α là

- A. 1,555 MeV. B. 1,656 MeV. C. 1,958 MeV D. 2,559 MeV.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}; \quad m_\alpha \vec{v}_\alpha = m_O \vec{v}_O + m_p \vec{v}_P + \xrightarrow{v_O=v_P} \vec{v}_O = \vec{v}_P = \frac{m_\alpha \vec{v}_\alpha}{m_O + m_p}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} W_O = \frac{1}{2} m_O v_O^2 = \frac{m_O m_\alpha}{(m_O + m_p)^2} W_\alpha = 0,21 W_\alpha \\ W_P = \frac{1}{2} m_P v_P^2 = \frac{m_P m_\alpha}{(m_O + m_p)^2} W_\alpha = 0,012 W_\alpha \end{cases}$$

Ta có: $\underbrace{\Delta E}_{-1,21} = \underbrace{W_O}_{0,21W_\alpha} + \underbrace{W_P}_{0,012W_\alpha} - W_\alpha \Rightarrow W_\alpha \approx 1,555 \text{ (MeV)}$

4) Phương chuyển động của các hạt

a) Các hạt tham gia có động năng ban đầu không đáng kể

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho phản ứng: $A + B \rightarrow C + D$. (nếu bỏ qua bức xạ gamma): $\underbrace{m_A \vec{v}_A}_0 = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D \Rightarrow \begin{cases} m_C \vec{v}_C = -m_D \vec{v}_D \\ m_C W_C = m_D W_D \end{cases}$

Chúng ta hai hạt sinh ra chuyển động theo hai hướng ngược nhau, có tốc độ và động năng tỉ lệ nghịch với khối lượng.

Ví dụ 1: Phản ứng hạt nhân: ${}^1_1\text{H}^2 + {}^1_1\text{H}^3 \rightarrow {}^2_2\text{He}^4 + {}^1_0\text{n}^1$ toả ra năng lượng 17,6 MeV. Giả sử ban đầu động năng các hạt không đáng kể. Coi khối lượng các hạt nhân (theo u) xấp xỉ số khối của nó. Động năng của ${}^1_0\text{n}^1$ là

- A. 10,56 MeV B. 7,04 MeV. C. 14,08 MeV. D. 3,52 MeV.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$\vec{0} = m_\alpha \vec{v}_\alpha + m_n \vec{v}_n \Rightarrow (m_\alpha \vec{v}_\alpha)^2 = (-m_n \vec{v}_n)^2 \Rightarrow m_\alpha W_\alpha = m_n W_n \Rightarrow W_\alpha = 0,25 W_n$$