

$$\Delta E = \underbrace{W_\alpha}_{+17,6} + W_n \Rightarrow W_n \approx 14,08 \text{ (MeV)}$$

b) Các hạt chuyển động theo hai phương vuông góc với nhau

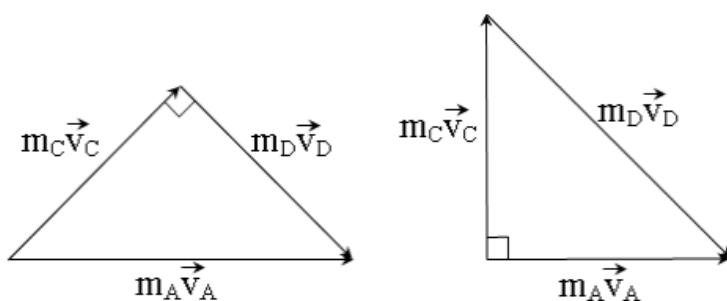
$$W = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow 2mW = m^2v^2 \Rightarrow mv = \sqrt{2mW}$$

$$m_A \vec{v}_A = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D$$

* Nếu $\vec{v}_C \perp \vec{v}_D$ thì $(m_A v_A)^2 = (m_C v_C)^2 + (m_D v_D)^2 \Rightarrow m_A W_A = m_C W_C + m_D W_D$

* Nếu $\vec{v}_C \perp \vec{v}_A$ thì $(m_D v_D)^2 = (m_C v_C)^2 + (m_A v_A)^2 \Rightarrow m_D W_D = m_C W_C + m_A W_A$

Sau đó, kết hợp với phương trình: $\Delta E = W_C + W_D - W_A$



Có thể tìm ra các hệ thức trên bằng cách bình phương vô hướng đẳng thức vectơ:

+ Nếu cho $\vec{v}_C \perp \vec{v}_D$ thì bình phương hai vế $m_A \vec{v}_A = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D$:

$$m_C^2 v_C^2 + m_D^2 v_D^2 + 2m_C m_D v_C v_D \cos 90^\circ = m_A^2 v_A^2 \Leftrightarrow m_C W_C + m_D W_D = m_A W_A$$

+ Nếu cho $\vec{v}_C \perp \vec{v}_A$ viết lại $m_A \vec{v}_A = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D$ thành $m_A \vec{v}_A - m_C \vec{v}_C = m_D \vec{v}_D$ bình phương

hai vế: $m_A^2 v_A^2 + m_C^2 v_C^2 - 2m_C m_A v_C v_A \cos 90^\circ = m_D^2 v_D^2 \Leftrightarrow m_A W_A + m_C W_C = m_D W_D$

Ví dụ 1: Hạt nhân α có động năng 5,3 (MeV) bắn phá hạt nhân ${}^9_4\text{Be}$ đứng yên và gây ra phản ứng: ${}^9_4\text{Be} + \alpha \rightarrow n + X$. Hai hạt sinh ra có phương vectơ vận tốc vuông góc với nhau. 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 5,6791 MeV, khối lượng của các hạt: $m_\alpha = 3,968m_n$; $m_X = 11,8965m_n$. Động năng của hạt X là

- A. 0,92 MeV B. 0,95 MeV C. 0,84 MeV D. 0,75 MeV

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

Vì hai hạt sinh ra chuyển động vuông góc với nhau nên:

$$m_n W_n + m_X W_X = m_\alpha W_\alpha$$

$$\begin{cases} m_n W_n + m_x W_x = m_\alpha W_\alpha \\ \Delta E = W_n + W_x - W_\alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_n W_n + 11,8965 m_n W_x = 3,968 m_n \cdot 5,3 \\ 5,6791 = W_n + W_x - 5,3 \end{cases}$$

$$\Rightarrow W_x \approx 0,92 (MeV)$$

Ví dụ 2: (ĐH-2010) Dùng một prôtôn có động năng 5,45 MeV bắn vào hạt nhân ${}^4\text{Be}^9$ đang đứng yên. Phản ứng tạo ra hạt nhân X và hạt α . Hạt α bay ra theo phương vuông góc với phương tới của prôtôn và có động năng 4 MeV. Khi tính động năng của các hạt, lấy khối lượng các hạt tính theo đơn vị khối lượng nguyên tử bằng số khối của chúng. Năng lượng tỏa ra trong các phản ứng này bằng

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

Hướng dẫn: Chọn đáp án

${}^1_1\text{H} + {}^9_4\text{Be} \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^6_3\text{X}$. Hạt α bay ra theo phương vuông góc với phương tới của prôtôn nên:

$$m_H W_H + m_\alpha W_\alpha = m_X W_X \Rightarrow 1,5,45 + 4,4 = 6 \cdot W_X$$

$$\Rightarrow W_X = 3,575 (MeV)$$

Năng lượng phản ứng:

$$\Delta E = W_\alpha + W_X - W_H - W_{Be} = 4 + 3,575 - 5,45 - 0 = 2,125 (MeV) > 0$$

Kinh nghiệm giải nhanh:

* Nếu $\vec{v}_C \perp \vec{v}_D$ thì $m_C W_C + m_D W_D = m_A W_A$

* Nếu $\vec{v}_C \perp \vec{v}_A$ thì $m_C W_C + m_A W_A = m_D W_D$

Sau đó kết hợp với $\Delta E = W_C + W_D - W_A$

Với mỗi bài toán cụ thể, phải xác định rõ đâu là hạt A, hạt B, hạt C và hạt D

c) Các hạt chuyển động theo hai phương bất kì

* Nếu $\varphi_{CD} = (\vec{v}_C; \vec{v}_D)$ thì $m_C W_C + m_D W_D + 2 \cos \varphi_{CD} \sqrt{m_C W_C} \sqrt{m_D W_D} = m_A W_A$

* Nếu $\varphi_{CA} = (\vec{v}_C; \vec{v}_A)$ thì $m_C W_C + m_A W_A - 2 \cos \varphi_{CA} \sqrt{m_C W_C} \sqrt{m_A W_A} = m_D W_D$

Sau đó, kết hợp với $\Delta E = W_C + W_D - W_A$

Thật vậy:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D = m_A \vec{v}_A \Leftrightarrow m_C \vec{v}_C - m_A \vec{v}_A = m_D \vec{v}_D$$

* Nếu cho $\varphi_{CD} = (\vec{v}_C; \vec{v}_D)$ thì bình phương hai vế $m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D = m_A \vec{v}_A$:

$$m_C^2 v_C^2 + m_D^2 v_D^2 + 2m_C m_D v_C v_D \cos \varphi_{CD} = m_A^2 v_A^2$$

$$\Leftrightarrow m_C W_C + m_D W_D + 2\sqrt{m_C W_C m_D W_D} \cos \varphi_{CD} = m_A W_A$$

* Nếu cho $\varphi_{CA} = (\vec{v}_C; \vec{v}_A)$ thì bình phương hai vế $m_A \vec{v}_A - m_C \vec{v}_C = m_D \vec{v}_D$:

$$m_A^2 v_A^2 + m_C^2 v_C^2 + 2m_C m_A v_C v_A \cos \varphi_{CA} = m_D^2 v_D^2$$

$$\Leftrightarrow m_A W_A + m_C W_C - 2\sqrt{m_C W_C m_A W_A} \cos \varphi_{CA} = m_D W_D$$

$$(\text{Ở trên ta áp dụng } W = \frac{1}{2} m v^2 \Leftrightarrow m^2 v^2 = 2mW \Rightarrow mv = \sqrt{2mW})$$

Ví dụ 1: Dùng một proton có động năng 5,58 (MeV) bắn phá hạt nhân ${}_{11}\text{Na}^{23}$ đứng yên sinh ra hạt α và hạt nhân X và không kèm theo bức xạ γ . Biết năng lượng tỏa ra trong phản ứng chuyển hết thành động năng của các hạt tạo thành, động năng của hạt α là 6,6 (MeV) và động năng hạt X là 2,648 (MeV). Cho khối lượng các hạt tính theo u bằng số khối. Góc tạo bởi hướng chuyển động của hạt α và hướng chuyển động hạt proton là

- A. 147° . B. 148° . C. 150° D. 120°

Hướng dẫn: Chọn đáp án

$$m_p W_p + m_\alpha W_\alpha - 2 \cos \varphi_{p\alpha} \sqrt{m_p W_p m_\alpha W_\alpha} = m_X W_X$$

$$\Rightarrow 1.5, 58 + 4.6, 6 - 2 \cos \varphi_{p\alpha} \sqrt{1.5, 58.4.6, 6} = 20.2, 648 \Rightarrow \varphi_{p\alpha} \approx 150^\circ$$

Ví dụ 2: Bắn phá một prôtôn vào hạt nhân ${}_{3}\text{Li}^7$ đứng yên. Phản ứng hạt nhân sinh ra hai hạt nhân X giống nhau và có cùng tốc độ. Biết tốc độ của prôtôn bằng 4 lần tốc độ hạt nhân X. Coi khối lượng của các hạt nhân bằng số khối theo đơn vị u. Góc tạo bởi phương chuyển động của hai hạt X là

- A. 60° B. 90° C. 120° D. 150°

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$${}^1_1\text{H} + {}^7_3\text{Li} \rightarrow {}^4_2\text{X} + {}^4_2\text{X} \Rightarrow m_p \vec{v}_p = m_x \vec{v}_{x1} + m_x \vec{v}_{x2}$$

$$\Rightarrow (m_p v_p)^2 = (m_x v_{x1})^2 + (m_x v_{x2})^2 + 2m_x v_{x1} m_x v_{x2} \cos \varphi$$

$$\Rightarrow \frac{(m_p v_p)^2}{2(m_x v_{x1})^2} = 1 + \cos \varphi \Rightarrow \cos \varphi = -\frac{1}{2} \Rightarrow \varphi = 120^\circ$$