

### 1. Định luật bảo toàn động lượng

Tổng động lượng của hệ kín không đổi trước và sau tương tác.

a) Nếu các vectơ vận tốc cùng phương, ta quy ước chiều dương và lập phương trình đại số để giải.

b) Nếu các vectơ vận tốc khác phương, ta phải vẽ giản đồ vectơ động lượng để từ đó xác định độ lớn và hướng của các vận tốc bằng phương pháp hình học.

Các vận tốc phải xét trong cùng một hệ quy chiếu.

**2. Định luật bảo toàn cơ năng** (cho vật chịu tác dụng của lực thế) : Cơ năng có giá trị không đổi. Độ tăng (hoặc giảm) của động năng bằng độ giảm (hoặc tăng) của thế năng.

Nếu ngoài lực thế, còn có lực khác (không phải lực thế) tác dụng lên vật, thì cơ năng của vật không bảo toàn và công của lực đó bằng độ biến thiên cơ năng của vật.

### 3. Bài toán va chạm

Thường kết hợp cả hai định luật bảo toàn trên. Riêng với va chạm mềm thì chỉ định luật bảo toàn động lượng được thoả mãn.

#### Bài 1

Một thuyền có chiều dài  $L = 5,6$  m, khối lượng  $M = 80$  kg chở một người có khối lượng  $m = 52$  kg, cả hai ban đầu đứng yên trên mặt hồ phẳng lặng. Nếu người bước từ mũi thuyền đến đuôi thuyền thì thuyền dịch chuyển so với nước được độ dời bằng bao nhiêu và theo chiều nào ? Bỏ qua sức cản của nước.

#### Bài giải

Hệ người – thuyền được coi là hệ kín vì trọng lực và lực đẩy Ác-si-mét cân bằng với nhau. Gọi  $v$  là vận tốc của người đối với

thuyền,  $V$  là vận tốc của thuyền đối với nước, từ đó vận tốc của người đối với nước là  $v + V$ , các vận tốc đều có cùng phương nằm ngang. Áp dụng định luật bảo toàn động lượng cho hệ kín, ta có :

$$m(v + V) + MV = 0$$

Suy ra

$$\frac{V}{v} = -\frac{m}{M + m}$$

Dấu – chứng tỏ vận tốc của người đối với thuyền và vận tốc của thuyền đối với nước có chiều ngược nhau.

Thời gian để người đi từ đầu đến cuối thuyền cũng là thời gian để thuyền dịch chuyển được độ dời  $s$  :

$$t = \frac{L}{v} = \frac{s}{V}$$

Từ đó ta tìm được :  $s = \frac{V}{v}L = -\frac{m}{M + m}L$

Thay số :  $s = -\frac{52}{80 + 52} \cdot 5,6 = -2,2 \text{ m}$

Dấu – chứng tỏ thuyền chuyển động ngược chiều với người.

## Bài 2

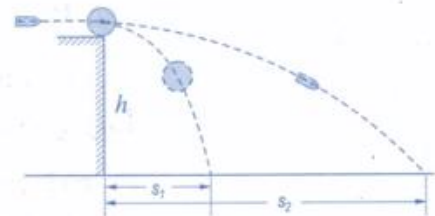
Một quả cầu có khối lượng  $M = 300 \text{ g}$  nằm ở mép bàn. Một viên đạn có khối lượng  $m = 10 \text{ g}$  bắn theo phương ngang đúng vào tâm quả cầu, xuyên qua nó và rơi cách mép bàn ở khoảng cách nằm ngang  $s_2 = 15 \text{ m}$ , còn quả cầu thì rơi cách mép bàn ở khoảng cách  $s_1 = 6 \text{ m}$ . Biết chiều cao của bàn so với mặt đất là  $h = 1 \text{ m}$ . Tìm :

- Vận tốc ban đầu của đạn.
- Biến thiên động năng của hệ trong va chạm.

*Bài giải*

- Áp dụng công thức chuyển động của vật được ném ngang từ một độ cao  $h$  so với mặt đất, ta có :

$$s = vt = v\sqrt{\frac{2h}{g}} \text{ hay } v = s\sqrt{\frac{g}{2h}}$$



Hình 39.1

Thay số, ta tìm được vận tốc của quả cầu sau va chạm :

$$v_1 = s_1 \sqrt{\frac{g}{2h}} = 6 \sqrt{\frac{9,8}{2.1}} = 13,3 \text{ m/s}$$

và vận tốc của đạn sau va chạm :

$$v_2 = s_2 \sqrt{\frac{g}{2h}} = 15 \sqrt{\frac{9,8}{2.1}} = 33,2 \text{ m/s}$$

Gọi  $u$  là vận tốc ban đầu của đạn, áp dụng định luật bảo toàn động lượng theo phương ngang cho hệ đạn và quả cầu, ta có :

$$mu = Mv_1 + mv_2$$

suy ra :

$$u = \frac{M}{m}v_1 + v_2 = \frac{0,3}{0,01} \cdot 13,3 + 33,2 = 432,2 \text{ m/s}$$

b) Ta tính biến thiên động năng của hệ trong quá trình va chạm :

$$\begin{aligned} \Delta W_d &= W_{d_2} - W_{d_1} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mu^2}{2} \\ &= 26,5 + 5,5 - 933 = -901 \text{ J} \end{aligned}$$

Độ giảm động năng này chuyển thành nhiệt lượng toả ra sau va chạm.

### Bài 3

Một người nặng 650 N thả mình rơi tự do từ cầu nhảy ở độ cao 10 m xuống nước.

a) Tìm vận tốc của người ở độ cao 5 m và khi chạm nước. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

b) Nếu người đó nhảy khỏi cầu với vận tốc ban đầu  $v_0 = 2 \text{ m/s}$  thì khi chạm nước, vận tốc sẽ là bao nhiêu ?

c) Với điều kiện ở câu b), sau khi chạm nước, người chuyển động thêm được một độ dài  $s = 3 \text{ m}$  trong nước theo phương thẳng đứng thì dừng. Tính độ biến thiên cơ năng của người.

*Bài giải*

a) Vận tốc rơi tự do của người ở độ cao 5 m :

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 5} = 10 \text{ m/s}$$

và khi chạm nước :

$$v_2 = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10} = 14,14 \text{ m/s.}$$

b) Chọn mức không của thế năng trọng trường tại mặt nước, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho người, ta có :

$$\Delta W_d = -\Delta W_t$$

$$\frac{mv_2'^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = mgh_2 - 0$$

$$v_2'^2 = v_0^2 + 2gh_2$$

Thay số :  $v_2'^2 = 4 + 2 \cdot 10 \cdot 10 = 204$

$$v_2' = 14,28 \text{ m/s}$$

c) Khi người chuyển động trong nước, công của lực cản tác dụng lên người bằng độ biến thiên cơ năng của người :

$$A_{\text{cản}} = \Delta W = (-mgs) - \frac{mv_2'^2}{2} = -\left(650 \cdot 3 + \frac{65 \cdot 204}{2}\right)$$

Kết quả :

$$A_{\text{cản}} = -8580 \text{ J}$$

Biến thiên cơ năng có giá trị âm, chứng tỏ cơ năng của người giảm.

**Bài 4**

Một vận động viên nhảy cao trong một lần thi đấu đã vượt qua xà ở độ cao 1,95 m. Người này có khối lượng  $m = 72 \text{ kg}$  với vị trí trọng tâm của mình ở cách mặt đất 1 m.

a) Khi người nhảy qua xà, trọng tâm của người cao hơn xà 10 cm. Hỏi độ biến thiên thế năng của người trong quá trình nhảy bằng bao nhiêu ?



b) Trong khi chạy lấy đà, vận động viên đạt vận tốc  $v_1 = 5,5$  m/s ở chân xà. Theo lí thuyết thì người đó có thể đạt tới độ cao nào nếu coi rằng toàn bộ động năng ban đầu chuyển thành thế năng ?

c) Thực tế ở điểm cao nhất mà người đã vượt qua xà, vận tốc theo phương ngang không hoàn toàn triệt tiêu. Hãy tìm giá trị vận tốc  $v_2$  đó.

*Bài giải*

a) Gọi  $h_1$  là độ cao của trọng tâm của người so với mặt đất trước khi nhảy,  $h_2$  là độ cao của trọng tâm khi người vượt qua xà ở tư thế nằm ngang

$$h_1 = 1 \text{ m}, h_2 = 1,95 + 0,1 = 2,05 \text{ m}$$

Độ tăng thế năng bằng :

$$W_{t_2} - W_{t_1} = mg(h_2 - h_1) = 72 \cdot 9,8 \cdot 1,05 = 740,9 \text{ J}$$

b) Động năng ban đầu bằng :

$$W_{d_1} = \frac{mv_1^2}{2} = \frac{72 \cdot (5,5)^2}{2} = 1089 \text{ J}$$

Nếu động năng chuyển hoàn toàn thành thế năng thì trọng tâm của người có thể tăng độ cao đến giá trị cực đại  $h_{\max}$  với :

$$mgh_{\max} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\text{hay } h_{\max} = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{(5,5)^2}{2 \cdot 9,8} = 1,54 \text{ m}$$

Người sẽ vượt qua xà với độ cao của trọng tâm ở cách mặt đất

$$H = h_{\max} + h_1 = 1,54 + 1 = 2,54 \text{ m}$$

c) Thực tế, trọng tâm của người chỉ đạt được độ cao 2,05 m so với mặt đất. Định luật bảo toàn cơ năng cho ta :

$$W_{d_2} - W_{d_1} = W_{t_1} - W_{t_2}$$

$$\text{hay : } W_{d_2} = W_{d_1} - (W_{t_2} - W_{t_1}) = 1089 - 740,9 = 348,1 \text{ J}$$

suy ra vận tốc của vận động viên lúc vượt qua xà là :

$$v_2 = \sqrt{\frac{2W_{d_2}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 348,1}{72}} = 3,1 \text{ m/s}$$