

A: PHẦN LÝ THUYẾT

I. Định nghĩa :

- Động lượng của một vật khối lượng m đang chuyển động với vận tốc \vec{v} là đại lượng được đo bằng tích của khối lượng và vận tốc của vật:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad \text{Đơn vị: (kg.m/s = N.s)}$$

- Động lượng \vec{p} của một vật là một véc tơ cùng hướng với vận tốc

- Khi một lực \vec{F} không đổi tác dụng lên một vật trong khoảng thời gian Δt thì tích $\vec{F} \cdot \Delta t$ được định nghĩa là xung lượng của lực \vec{F} trong khoảng thời gian Δt ấy.

Theo định luật II Newton ta có : $m \vec{a} = \vec{F}$ hay $m \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \vec{F}$

$$\Rightarrow m \vec{v}_2 - m \vec{v}_1 = \vec{F} \Delta t$$

- Vậy độ biến thiên động lượng của một vật trong một khoảng thời gian nào đó bằng xung lượng của tổng các lực tác dụng lên vật trong khoảng thời gian đó.

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t \quad (N.s)$$

II. Định luật bảo toàn động lượng của hệ cô lập

1. Động lượng của một hệ cô lập là một đại lượng bảo toàn.

Một hệ nhiều vật được coi là cô lập khi không có ngoại lực tác dụng lên hệ hoặc nếu có thì các ngoại lực ấy cân bằng nhau. Trong một hệ cô lập, chỉ có các nội lực tương tác giữa các vật.

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{const}$$

+ Va chạm đàn hồi : $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' + m_2 \cdot \vec{v}_2'$

$m_1 \vec{v}_1$ và $m_2 \vec{v}_2$ là động lượng của vật 1 và vật 2 trước tương tác.

$m_1 \vec{v}_1'$ và $m_2 \vec{v}_2'$ là động lượng của vật 1 và vật 2 sau tương tác.

+ Va chạm mềm : $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V}$

$$\Rightarrow \vec{V} = \frac{m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

+ Chuyển động bằng phản lực $m \cdot \vec{v} + M \cdot \vec{V} = \vec{0} \Rightarrow \vec{V} = -\frac{m}{M} \vec{v}$

2. Độ biến thiên động lượng là $\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F} \cdot \Delta t$

B. CÁC DẠNG BÀI TẬP

Dạng 1: Xác định tổng động lượng, độ biến thiên động lượng và lực tác dụng

Phương pháp giải

- Độ lớn của động lượng: $p = m.v$

- Khi có hai động lượng \vec{p}_1, \vec{p}_2

Ta có : $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

+ Trường hợp 1: \vec{p}_1, \vec{p}_2 cùng phương, cùng chiều

$$\Rightarrow p = p_1 + p_2$$

+ Trường hợp 2: \vec{p}_1, \vec{p}_2 cùng phương, ngược chiều

$$\Rightarrow p = p_1 - p_2 \quad (p_1 > p_2)$$

+ Trường hợp 3: \vec{p}_1, \vec{p}_2 vuông góc

$$\Rightarrow p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$$

+ Trường hợp 4: \vec{p}_1, \vec{p}_2 tạo với nhau một góc α

$$\Rightarrow p^2 = p_1^2 + p_2^2 - 2p_1p_2 \cos(\pi - \alpha)$$

$$\Rightarrow p^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2 \cos \alpha$$

+ Trường hợp 4: \vec{p}_1, \vec{p}_2 tạo với nhau một góc α và

$$p_1 = p_2$$

$$\Rightarrow p = 2p_1 \cos \frac{\alpha}{2}$$

- Độ biến thiên động lượng là : $\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F} \cdot \Delta t$

Ví Dụ Minh Họa

Câu 1: Cho một hệ gồm 2 vật chuyển động. Vật 1 có khối lượng 2 kg có vận tốc có độ lớn 4 m/s. Vật 2 có khối lượng 3 kg có vận tốc độ lớn là 2 m/s. Tính tổng động lượng của hệ trong các trường hợp sau:

a. \vec{v}_2 cùng hướng với \vec{v}_1

b. \vec{v}_2 ngược hướng với \vec{v}_1

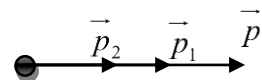
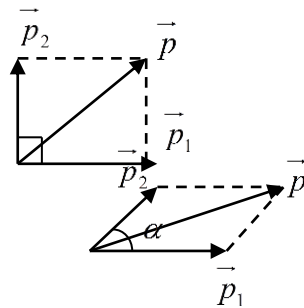
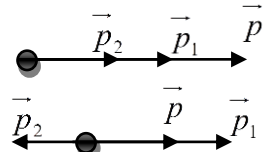
c. \vec{v}_2 hướng chếch lên trên, hợp với \vec{v}_1 góc 90°

d. \vec{v}_2 hướng chếch lên trên, hợp với \vec{v}_1 góc 60°

Giải: Ta có : $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

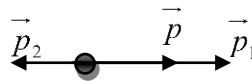
$$\text{và } p_1 = m_1.v_1 = 2.4 = 8(\text{kg.m/s}); p_2 = m_2.v_2 = 3.2 = 6(\text{kg.m/s})$$

a. Vì \vec{v}_2 cùng hướng với $\vec{v}_1 \Rightarrow \vec{p}_1, \vec{p}_2$ cùng phương, cùng chiều



$$\Rightarrow p = p_1 + p_2 = 8 + 6 = 14 \text{ (kg.m / s)}$$

b. Vì \vec{v}_2 ngược hướng với $\vec{v}_1 \Rightarrow \vec{p}_1, \vec{p}_2$ cùng phương, ngược chiều

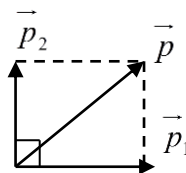


$$\Rightarrow p = p_1 - p_2 = 8 - 6 = 2 \text{ (kg.m / s)}$$

c. Vì \vec{v}_2 hướng chệch lên trên, hợp với \vec{v}_1 góc 90°

$\Rightarrow \vec{p}_1, \vec{p}_2$ vuông góc

$$\Rightarrow p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ (kg.m / s)}$$

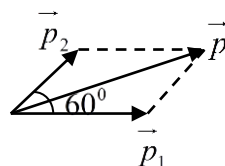


d. Vì \vec{v}_2 hướng chệch lên trên, hợp với \vec{v}_1 góc 60°

$\Rightarrow \vec{p}_1, \vec{p}_2$ tạo với nhau một góc 60°

$$\Rightarrow p^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2 \cos \alpha$$

$$\Rightarrow p = \sqrt{8^2 + 6^2 + 2.8.6 \cos 60^\circ} = 2\sqrt{37} \text{ (kg.m / s)}$$



Câu 2: Một xạ thủ bắn tia từ xa với viên đạn có khối lượng 20g, khi viên đạn bay gần chạm tường thì có vận tốc 600 (m/s), sau khi xuyên thủng bức tường vận tốc của viên đạn chỉ còn 200 (m/s). Tính độ biến thiên động lượng của viên đạn và lực cản trung bình mà tường tác dụng lên viên đạn biết thời gian đạn xuyên qua tường 10^{-3} (s)

Giải: Chọn chiều dương là chiều chuyển động của viên đạn

Độ biến thiên động lượng của viên đạn là

$$\Delta p = m.v_2 - m.v_1 = 0,02(200 - 600) = -8 \text{ (kg.m / s)}$$

$$\text{Áp dụng công thức } \Delta p = F.\Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-8}{10^{-3}} = -8000 \text{ (N)}$$

Câu 3: Một người khối lượng 60 kg thả mình rơi tự do từ 1 cầu nhảy ở độ cao 4,5 m xuống nước và sau khi chạm mặt nước được 0,5s thì dừng chuyển động. Tìm lực cản mà nước tác dụng lên người. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$

Giải: Vận tốc rơi tự do của vật khi đến mặt nước:

$$v = \sqrt{2.g.s} = \sqrt{2.10.4,5} = 3\sqrt{10} \text{ (m / s)}$$

Lực cản do nước tác dụng lên học sinh.

Áp dụng công thức

$$\Delta p = F.\Delta t \Rightarrow F = \frac{m.0 - mv}{\Delta t} = \frac{-60.3.\sqrt{10}}{0,5} = -1138,42 \text{ (N)}$$

Câu 4: Một vật có khối lượng 1,5 kg được thả rơi tự do xuống đất trong thời gian 0,5s. Độ biến thiên động lượng của vật trong khoảng thời gian đó là bao nhiêu? Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Giải: Áp dụng công thức $\Delta \vec{p} = \vec{F}.\Delta t$

Ta có độ lớn: $\Delta p = F \cdot \Delta t = mg \cdot \Delta t = 1,5 \cdot 10 \cdot 0,5 = 7,5 \text{ (kg.m/s)}$

Câu 5 : Một quả bóng có khối lượng 500g đang bay với vận tốc 10 (m/s) thì va vào một mặt sàn nằm ngang theo hướng nghiêng góc α so với mặt sàn, khi đó quả bóng nảy lên với vận tốc 10 (m/s) theo hướng nghiêng với mặt sàn góc α .Tìm độ biến thiên động lượng của quả bóng và lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng, biết thời gian va chạm là 0,1s. Xét trường hợp sau:

a. $\alpha = 30^0$

b. $\alpha = 90^0$

Giải: Chọn chiều dương như hình vẽ

theo bài ra $v_1 = v_2 = v = 10 \text{ (m/s)}$

Độ biến thiên động lượng

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$$

Chiều lên chiều dương

$$\Rightarrow \Delta p = -mv_2 \sin \alpha - mv_1 \sin \alpha = -2mv \sin \alpha$$

Lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng

$$\Delta p = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

a. Với $\alpha = 30^0$

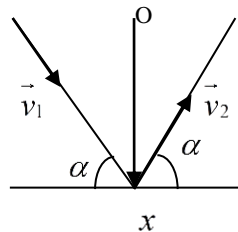
$$\text{Ta có} \Rightarrow \Delta p = -2mv \sin \alpha = -2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \sin 30^0 = -5 \text{ (kgm/s)}$$

$$\text{Lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng} \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-5}{0,1} = -50 \text{ (N)}$$

b. Với $\alpha = 90^0$

$$\text{Ta có} \Rightarrow \Delta p = -2mv \sin \alpha = -2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot \sin 90^0 = -10 \text{ (kgm/s)}$$

$$\text{Lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng} \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-10}{0,1} = -100 \text{ (N)}$$



Bài Tập Tự Luyện:

Câu 1: Tìm tổng động lượng hướng và độ lớn của hệ hai vật có cùng khối lượng bằng 1kg. Vận tốc của vật 1 có độ lớn 4(m/s) và có hướng không đổi, vận tốc của vật hai là 3(m/s) và

- Cùng phương cùng chiều với vận tốc vật một.
- Cùng phương ngược chiều vận tốc vật một.
- Có hướng nghiêng góc 60^0 so với vận tốc vật một.
- Có hướng vuông góc với vận tốc vật một.

Câu 2: Cho một bình chứa không khí, một phân tử khí có khối lượng $4,65 \cdot 10^{-26}$ kg đang bay với vận tốc 600m/s và chạm vuông góc với thành bình và bật trở lại với vận tốc cũ. Tính xung lượng của lực tác dụng vào thành bình.

Câu 3: Một đoàn tàu có khối lượng 10 tấn đang chuyển động trên đường ray nằm ngang với vận tốc 54km/h. Thì người lái tàu nhìn từ xa thấy một chướng ngại vật, liền hãm phanh . Tính độ lớn lực hãm để tàu dừng lại sau sau 10 giây.

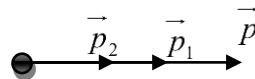
Câu 4: Một học sinh của **Trung Tâm Bồi Dưỡng Kiến Thức Thiên Thành** đá một quả bóng có khối lượng 400g bay với vận tốc 8 m/s đập vuông góc với tường thì quả bóng bật trở lại với vận tốc tương tự. Xác định độ biến thiên động lượng và lực tác dụng của tường lên quả bóng biết thời gian va chạm là 0,1s. Nếu học sinh đó đá quả bóng theo phương hợp với tường một góc 60^0 thì quả bóng bật ra với góc tương tự thì lực tác dụng thay đổi thế nào ?

Hướng dẫn giải:

Câu 1: Ta có : $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

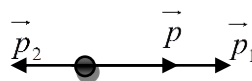
và $p_1 = m_1.v_1 = 1.4 = 4(\text{kg.m/s})$; $p_2 = m_2.v_2 = 1.3 = 3(\text{kg.m/s})$

a. Vì \vec{v}_2 cùng hướng với $\vec{v}_1 \Rightarrow \vec{p}_1, \vec{p}_2$ cùng phương, cùng chiều



$$\Rightarrow p = p_1 + p_2 = 4 + 3 = 7(\text{kg.m/s})$$

b. Vì \vec{v}_2 ngược hướng với $\vec{v}_1 \Rightarrow \vec{p}_1, \vec{p}_2$ cùng phương, ngược chiều



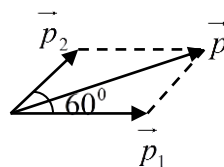
$$\Rightarrow p = p_1 - p_2 = 4 - 3 = 1(\text{kg.m/s})$$

c. Vì \vec{v}_2 hướng chệch lên trên, hợp với \vec{v}_1 góc 60^0

$\Rightarrow \vec{p}_1, \vec{p}_2$ tạo với nhau một góc 60^0

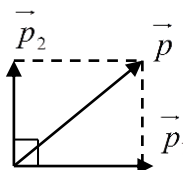
$$\Rightarrow p^2 = p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2 \cos \alpha$$

$$\Rightarrow p = \sqrt{4^2 + 3^2 + 2.4.3 \cos 60^0} = \sqrt{37}(\text{kg.m/s})$$



d. Vì \vec{v}_2 hướng chệch lên trên, hợp với \vec{v}_1 góc $90^0 \Rightarrow \vec{p}_1, \vec{p}_2$ vuông góc

$$\Rightarrow p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5(\text{kg.m/s})$$



Câu 2: Theo bài ra ta có: $v_2 = v_1 = v = 600\text{m/s}$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của phần tử

khí trước khi chạm vào thành bình ta có: $\Delta \vec{p} = \vec{F}.\Delta t$

Chiếu theo chiều dương: $F.\Delta t = -m.v_2 - mv_1 = -2mv$

$$\Rightarrow F.\Delta t = -2.4,65.10^{-26}.600 = -5,58.10^{-23}(\text{N.s})$$

Câu 3: Ta có khi tàu dừng lại $v_2 = 0(\text{m/s})$; $v_1 = 54(\text{km/s}) = 15(\text{m/s})$

Độ biến thiên động lượng

$$\Delta p = p_2 - p_1 = -mv_1 = -10.000.15 = -150000(\text{N})$$

Lực hãm để tàu dừng lại sau sau 10 giây

$$\Delta p = F.\Delta t \Rightarrow F = -\frac{150000}{10} = -15000(\text{N})$$

Câu 4: Chọn chiều dương là chiều chuyển động bong trước lúc va chạm với tường theo bài ra $v_1 = v_2 = v = 8 \text{ (m/s)}$

Độ biến thiên động lượng

$$\Delta p = p_2 - p_1 = mv_2 - mv_1$$

Chiều lên chiều dương

$$\Rightarrow \Delta p = -mv_2 - mv_1 = -2mv = -2.0,4.8 = -6,4 \text{ (kg.m/s)}$$

Lực trung bình do tường tác dụng lên bóng :

$$\Delta p = F.\Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-6,4}{0,1} = -64 \text{ (N)}$$

Nếu học sinh đó đá quả bóng theo phương hợp với tường một góc 60° thì quả bóng bật ra với góc tương tự thì

Chọn chiều dương như hình vẽ

Độ biến thiên động lượng

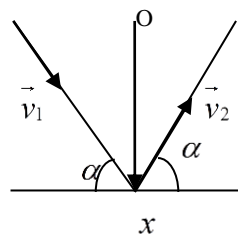
$$\Delta p = p_2 - p_1 = mv_2 - mv_1$$

Chiều lên chiều dương $\Rightarrow \Delta p = -mv_2 \sin \alpha - mv_1 \sin \alpha = -2mv \sin \alpha$

$$\Rightarrow \Delta p = -2.0,4.8.\sin 60^\circ = -3,2 \text{ (kgm/s)}$$

Lực trung bình do sàn tác dụng lên bóng :

$$\Delta p = F.\Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-3,2}{0,1} = -32 \text{ (N)}$$



Dạng 2: Bài Toán Đạn Nổ

Phương Pháp giải:

Khi một viên đạn nổ thì nội năng là rất lớn nên được coi là một hệ kín

- Theo định luật bảo toàn động lượng $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

- Vẽ hình biểu diễn

- Chiều theo hình biểu diễn xác định độ lớn

Ví Dụ Minh Họa:

Câu 1: Một viên đạn pháo đang bay ngang với vận tốc 300 (m/s) thì nổ và vỡ thành hai mảnh có khối lượng lần lượt là 15kg và 5kg . Mảnh to bay theo phương thẳng đứng xuống dưới với vận tốc $400\sqrt{3} \text{ (m/s)}$. Hỏi mảnh nhỏ bay theo phương nào với vận tốc bao nhiêu? Bỏ qua sức cản không khí.

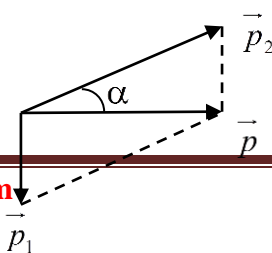
Giải: Khi đạn nổ lực tác dụng của không khí rất nhỏ so với nội lực nên được coi như là một hệ kín

Theo định luật bảo toàn động lượng $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

Với $p = mv = (5 + 15).300 = 6000 \text{ (kgm/s)}$

$$p_1 = m_1 v_1 = 15.400\sqrt{3} = 6000\sqrt{3} \text{ (kgm/s)}$$

$$p_2 = m_2 v_2 = 5.v_2 \text{ (kgm/s)}$$



Vì $\vec{v}_1 \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{p}_1 \perp \vec{p}$ theo pitago

$$p_2^2 = p_1^2 + P^2 \Rightarrow p_2 = \sqrt{p_1^2 + P^2}$$

$$\Rightarrow p_2 = \sqrt{(6000\sqrt{3})^2 + (6000)^2} = 12000 \text{ (kgm / s)}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{P_2}{5} = \frac{12000}{5} = 2400 \text{ (m / s)}$$

$$\text{Mà } \sin \alpha = \frac{p_1}{p_2} = \frac{6000\sqrt{3}}{12000} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$

Câu 2: Một viên đạn pháo đang bay ngang với vận tốc 50 m/s ở độ cao 125 m thì nổ vỡ làm hai mảnh có khối lượng lần lượt là 2 kg và 3kg. Mảnh nhỏ bay thẳng đứng xuống dưới và rơi chạm đất với vận tốc 100m/s. Xác định độ lớn và hướng vận tốc của 2 mảnh ngay sau khi đạn nổ. Bỏ qua sức cản của không khí. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Giải: Khi đạn nổ bỏ qua sức cản của không khí nên được coi như là một hệ kín.

Vận tốc mảnh nhỏ trước khi nổ là

$$v_1'^2 - v_1^2 = 2gh \Rightarrow v_1' = \sqrt{v_1^2 + 2gh}$$

$$\Rightarrow v_1' = \sqrt{50^2 + 2 \cdot 10 \cdot 125} = 50\sqrt{3} \text{ (m / s)}$$

Theo định luật bảo toàn động lượng

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

$$\text{Với } p = mv = (2 + 3) \cdot 50 = 250 \text{ (kgm / s)}$$

$$p_1 = m_1 v_1 = 2 \cdot 50\sqrt{3} = 100\sqrt{3} \text{ (kgm / s)}$$

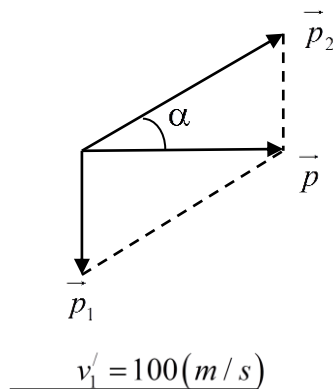
$$p_2 = m_2 v_2 = 3 \cdot v_2 \text{ (kgm / s)}$$

Vì $\vec{v}_1 \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{p}_1 \perp \vec{p}$ theo pitago

$$\Rightarrow p_2^2 = p_1^2 + P^2 \Rightarrow p_2 = \sqrt{p_1^2 + P^2} = \sqrt{(100\sqrt{3})^2 + 250^2} = 50\sqrt{37} \text{ (kgm / s)}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{p_2}{3} = \frac{50\sqrt{37}}{3} \approx 101,4 \text{ (m / s)}$$

$$\text{Mà } \sin \alpha = \frac{p_1}{p_2} = \frac{100\sqrt{3}}{50\sqrt{37}} \Rightarrow \alpha = 34,72^\circ$$



Bài Tập Tự Luyện:

Câu 1: Cho một viên đạn có khối lượng 2 kg đang bay thẳng đứng lên cao với vận tốc 250 m/s thì nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Biết mảnh thứ nhất bay theo phương ngang với vận tốc 500 m/s. Hỏi mảnh hai bay theo phương nào với vận tốc là bao nhiêu. Bỏ qua mọi tác dụng của không khí đối với viên đạn. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Câu 2: Một viên đạn được bắn ra khỏi nòng súng ở độ cao 20m đang bay ngang với vận tốc 12,5 m/s thì vỡ thành hai mảnh. Với khối lượng lần lượt là 0,5kg và

0,3kg. Mảnh to rơi theo phương thẳng đứng xuống dưới và có vận tốc khi chạm đất là 40 m/s. Khi đó mảnh hai bay theo phương nào với vận tốc bao nhiêu. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Câu 3: Một quả đạn khối lượng m khi bay lên đến điểm cao nhất thì nổ thành hai mảnh. Trong đó một mảnh có khối lượng là $\frac{m}{3}$ bay thẳng đứng xuống dưới với vận tốc 20m/s. Tìm độ cao cực đại mà mảnh còn lại lên tới được so với vị trí đạn nổ. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$.

Hướng dẫn giải:

Câu 1: Khi đạn nổ bỏ qua sức cản của không khí nên được coi như là một hệ kín. Theo định luật bảo toàn động lượng

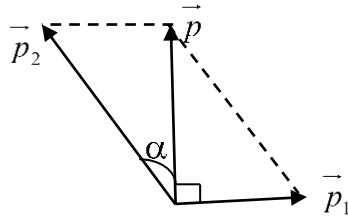
$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Với $p = mv = 2.250 = 500(\text{kgm/s})$

$$p_1 = m_1 v_1 = 1.500 = 500(\text{kgm/s})$$

$$p_2 = m_2 v_2 = v_2(\text{kgm/s})$$

Vì $\vec{v}_1 \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{p}_1 \perp \vec{p}$ theo pitago



$$\Rightarrow p_2^2 = p_1^2 + p^2 \Rightarrow p_2 = \sqrt{p_1^2 + p^2} = \sqrt{500^2 + 500^2} = 500\sqrt{2}(\text{kgm/s})$$

$$\Rightarrow v_2 = p_2 = 500\sqrt{2}(\text{m/s})$$

$$\text{Mà } \sin \alpha = \frac{p_1}{p_2} = \frac{500}{500\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Vậy mảnh hai chuyển động theo phương hợp với phương thẳng đứng một góc 45° với vận tốc $500\sqrt{2}(\text{m/s})$

Câu 2: Khi đạn nổ bỏ qua sức cản của không khí nên được coi như là một hệ kín. Vận tốc mảnh nhỏ trước khi nổ là

$$v_1'^2 - v_1^2 = 2gh \Rightarrow v_1' = \sqrt{v_1^2 + 2gh}$$

$$\Rightarrow v_1' = \sqrt{40^2 + 2 \cdot 10 \cdot 20} = 20\sqrt{3}(\text{m/s})$$

Theo định luật bảo toàn động lượng

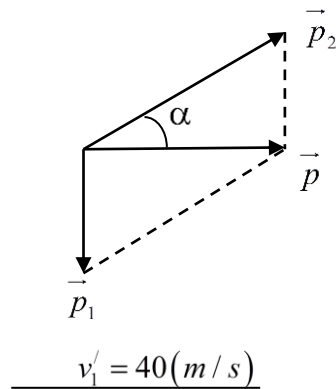
$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

Với $p = mv = (0,5 + 0,3) \cdot 12,5 = 10(\text{kgm/s})$

$$p_1 = m_1 v_1 = 0,5 \cdot 20\sqrt{3} = 10\sqrt{3}(\text{kgm/s})$$

$$p_2 = m_2 v_2 = 0,3 \cdot v_2(\text{kgm/s})$$

Vì $\vec{v}_1 \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{p}_1 \perp \vec{p}$ theo pitago



$$\Rightarrow p_2^2 = p_1^2 + P^2 \Rightarrow p_2 = \sqrt{p_1^2 + P^2} = \sqrt{(10\sqrt{3})^2 + 10^2} = 20 \text{ (kgm / s)}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{p_2}{0,3} = \frac{20}{0,3} \approx 66,67 \text{ (m / s)}$$

$$\text{Mà } \sin \alpha = \frac{p_1}{p_2} = \frac{10\sqrt{3}}{20} \Rightarrow \alpha = 60^0$$

Vậy mảnh hai chuyển động theo phương hợp với phương ngang một góc 60^0 với vận tốc $66,67 \text{ (m / s)}$

Câu 3: Khi đạn nổ bỏ qua sức cản của không khí nên được coi như là một hệ kín.

Theo định luật bảo toàn động lượng $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ vì vật đứng yên

mới nổ nên $v = 0 \text{ (m / s)} \Rightarrow p = 0 \text{ (kgm / s)}$

$$\Rightarrow \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \vec{p}_1 \uparrow \downarrow \vec{p}_2 \\ p_1 = p_2 \end{cases} \Rightarrow v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2} = \frac{\frac{m}{3} \cdot 20}{\frac{2m}{3}} = 10 \text{ (m / s)}$$



Vậy độ cao vật có thể lên được kể từ vị trí nổ áp dụng công thức

$$v^2 - v_2^2 = 2gh \Rightarrow 0^2 - 10^2 = 2 \cdot (-10) \cdot h \Rightarrow h = 5 \text{ (m)}$$

Dạng 3: Hai Vật Va Chạm Nhau

Phương pháp giải

Theo định luật bảo toàn động lượng, tổng động lượng trước va chạm bằng tổng động lượng sau va chạm

$$+ \text{Va chạm đàn hồi: } m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2$$

$m_1 \vec{v}_1$ và $m_2 \vec{v}_2$ là động lượng của vật 1 và vật 2 trước tương tác.

$m_1 \vec{v}'_1$ và $m_1 \vec{v}'_2$ là động lượng của vật 1 và vật 2 sau tương tác.

$$+ \text{Va chạm mềm: } m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{V} \Rightarrow \vec{V} = \frac{m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

$$+ \text{Chuyển động bằng phản lực } m \cdot \vec{v} + M \cdot \vec{V} = \vec{0} \Rightarrow \vec{V} = -\frac{m}{M} \vec{v}$$

Ví Dụ Minh Họa

Câu 1: Một hòn bi khối lượng 2kg đang chuyển động với vận tốc 3m/s đến va chạm vào hòn bi có khối lượng 4kg đang nằm yên, sau va chạm hai viên bi gắn vào nhau và chuyển động cùng vận tốc. Xác định vận tốc của hai viên bi sau va chạm?.

Giải: Động lượng của hệ trước va chạm: $m_1 \cdot v_1 + m_2 v_2$

Động lượng của hệ sau va chạm: $(m_1 + m_2) v$

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow m_1 v_1 + 0 = (m_1 + m_2) v$$

$$\Rightarrow v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{2.3}{2+4} = 1(m/s)$$

Câu 2: Trên mặt phẳng nằm ngang một hòn bi $m_1 = 15g$ đang chuyển động sang phải với vận tốc $v_1 = 22,5cm/s$ va chạm trực diện đàn hồi với hòn bi $m_2 = 30g$ chuyển động sang trái với vận tốc $v_2 = 18cm/s$. Tìm vận tốc mỗi vật sau va chạm, bỏ qua ma sát?

Giải: Áp dụng công thức va chạm

$$v'_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{(15 - 30)22,5 - 2.30.18}{45} = -31,5(cm/s)$$

$$v'_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{-(30 - 15).18 + 2.15.22,5}{45} = 9(cm/s)$$

Lưu ý: Khi thay số ta chọn chiều vận tốc v_1 làm chiều (+) thì v_2 phải lấy (-) và $v_2 = -15 cm/s$; vận tốc của m_1 sau va chạm là $v_1 = -31,5 cm/s$. Vậy m_1 chuyển động sang trái, còn m_2 chuyển động sang phải.

Câu 3: Một người công nhân có khối lượng 60kg nhảy ra từ một chiếc xe gòong có khối lượng 100kg đang chạy theo phương ngang với vận tốc 3m/s, vận tốc nhảy của người đó đối với xe là 4m/s. Tính vận tốc của xe sau khi người công nhân nhảy trong hai trường hợp sau.

a. Nhảy cùng chiều với xe.

b. Nhảy ngược chiều với xe.

Giải: Chọn chiều (+) là chiều chuyển động của xe.

a. Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$(m_1 + m_2)v = m_1(v_0 + v) + m_2 v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{(m_1 + m_2)v - m_1.(v_0 + v)}{m_2} = \frac{(60 + 100).3 - 60(4 + 3)}{100} = 0,6(m/s)$$

b. Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$(m_1 + m_2)v = m_1(v - v_0) + m_2 v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{(m_1 + m_2)v - m_1.(v - v_0)}{m_2} = \frac{(60 + 100).3 - 60(3 - 4)}{100} = 5,4(m/s)$$

Câu 4: Cho viên bi một có khối lượng 200g đang chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang với vận tốc 5m/s tới va chạm vào viên bi thứ hai có khối lượng 400g đang đứng yên, biết rằng sau va chạm viên bi thứ hai chuyển động với vận tốc 3m/s, chuyển động của hai bi trên cùng một đường thẳng. Xác định độ lớn vận tốc và chiều chuyển động của viên bi một sau va chạm.

Giải: Chọn chiều dương là chiều chuyển động của viên bi một trước lúc va chạm

Theo định luật bảo toàn động lượng $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2$

Chiều lên chiều dương ta có: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot 0 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$

$$\Rightarrow v'_1 = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1} = \frac{0,2.5 - 0,4.3}{0,2} = -1(m/s)$$

Viên bi một sau va chạm chuyển động với vận tốc là 3 m/s và chuyển động ngược chiều với chiều chuyển động ban đầu.

Câu 5: Cho hai viên bi chuyển động ngược chiều nhau trên cùng một đường thẳng quỹ đạo và va chạm vào nhau. Viên bi một có khối lượng 4kg đang chuyển động với vận tốc 4 m/s và viên bi hai có khối lượng 8 kg đang chuyển động với vận tốc \vec{v}_2 . Bỏ qua ma sát giữa các viên bi và mặt phẳng tiếp xúc.

a. Sau va chạm, cả hai viên bi đều đứng yên. Tính vận tốc viên bi hai trước va chạm?

b. Giả sử sau va chạm, bi 2 đứng yên còn bi 1 chuyển động ngược lại với vận tốc $v_1' = 3$ m/s. Tính vận tốc viên bi 2 trước va chạm?

Giải: Chọn chiều dương là chiều chuyển động của viên bi một trước lúc va chạm.

Theo định luật bảo toàn động lượng: $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' + m_2 \cdot \vec{v}_2'$

a. Sau va chạm hai viên bi đứng yên nên $v_1' = v_2' = 0$ (m/s)

Chiều lên chiều dương ta có $m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2 = 0 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1 \cdot v_1}{m_2} = \frac{4 \cdot 4}{8} = 2$ (m/s)

b. Sau va chạm viên bi hai đứng yên viên bi một chuyển động ngược chiều với vận tốc 3 m/s ta có:

Chiều lên chiều dương $m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2 = -m_1 \cdot v_1' + 0 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_1 \cdot v_1'}{m_2}$

$\Rightarrow v_2 = \frac{4 \cdot 4 + 4 \cdot 3}{8} = 3,5$ (m/s)

Câu 6: Cho một vật khối lượng m_1 đang chuyển động với vận tốc 5m/s đến va chạm với vật hai có khối lượng 1kg đang chuyển động với vận tốc 1m/s, hai vật chuyển động cùng chiều. Sau va chạm 2 vật dính vào nhau và cùng chuyển động với vận tốc 2,5m/s. Xác định khối lượng m_1 .

Giải: Chọn chiều dương là chiều chuyển động của viên bi một trước lúc va chạm.

Theo định luật bảo toàn động lượng $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$

Chiều lên chiều dương ta có: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) v$

$\Rightarrow 5 \cdot m_1 + 1 \cdot 1 = (m_1 + m_2) \cdot 2,5 \Rightarrow m_1 = 0,6$ (kg)

Câu 7: Một khẩu súng có khối lượng 4kg bắn ra viên đạn có khối lượng 20g. Khi viên đạn ra khỏi nòng súng thì có vận tốc là 600m/s. Khi đó súng bị giật lùi với vận tốc V có độ lớn là bao nhiêu?

Giải: Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$m \cdot \vec{v} + M \cdot \vec{V} = \vec{0} \Rightarrow \vec{V} = -\frac{m}{M} \vec{v} \Rightarrow V = -\frac{mv}{M} = -3$ m/s

Vậy súng giật lùi với vận tốc 3m/s ngược chiều với hướng viên đạn.

Câu 8: Một búa máy có khối lượng $m_1 = 1000$ kg rơi từ độ cao 3,2m vào một cái cọc có khối lượng $m_2 = 100$ kg. Va chạm là mềm. Lấy $g = 10$ m/s². Tính

a. Vận tốc của búa và cọc sau va chạm.

b. Tỉ số (tính ra phần trăm) giữa nhiệt tỏa ra và động năng của búa.

Giải:

a. Vận tốc của búa trước khi va chạm vào cọc: $v_1^2 = 2gh \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh} = 8m/s$

Gọi v_2 là vận tốc của búa và cọc ngay sau khi va chạm.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng: $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v_2$

$$v_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1 = \frac{1000}{1000 + 100} \cdot 8 = 7,3m/s$$

b. Va chạm mềm nên động năng của hệ không được bảo toàn. Phần động năng biến

thành nhiệt là: $Q = W_{d1} - W_{d2} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_2^2$

$$= 32.000 - 29.310 = 2690J$$

Tỉ số giữa nhiệt tỏa ra và động năng của búa: $\frac{Q}{W_1} = \frac{2690}{32000} \cdot 100\% = 8,4\%$

Bài Tập Tự Luyện:

Câu 1: Hai hòn bi có khối lượng lần lượt 1kg và 2kg chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang ngược chiều nhau với các vận tốc 2 m/s và 2,5 m/s. Sau va chạm, hai xe dính vào nhau và chuyển động với cùng vận tốc. Tìm độ lớn và chiều của vận tốc này, bỏ qua mọi lực cản.

Câu 2: Một búa máy có khối lượng 300kg rơi tự do từ độ cao 31,25m vào một cái cọc có khối lượng 100kg, va chạm giữa búa và cọc là va chạm mềm. Bỏ qua sức cản của không khí lấy $g = 10m/s^2$. Tính vận tốc búa và cọc sau va chạm.

Câu 3: Một khẩu pháo có khối lượng $m_1 = 130kg$ được đặt trên một toa xe nằm trên đường ray biết toa xe có khối lượng $m_2 = 20kg$ khi chưa nạp đạn. Viên đạn được bắn ra theo phương nằm ngang dọc theo đường ray biết viên đạn có khối lượng $m_3 = 1kg$. Vận tốc của đạn khi bắn ra khỏi nòng súng thì có vận tốc $v_0 = 400m/s$ so với súng. Hãy xác định vận tốc của toa xe sau khi bắn trong các trường hợp .

a. Toa xe nằm yên trên đường ray.

b. Toa xe đang chuyển động với vận tốc $v_1 = 18km/h$ theo chiều bắn đạn

c. Toa xe đang chuyển động với vận tốc $v_1 = 18km/h$ theo chiều ngược với đạn.

Câu 4: Một tên lửa khối lượng 70 tấn đang bay với vận tốc 200 m/s đối với trái đất thì tức thời phụt ra lượng khí có khối lượng 5 tấn với vận tốc 450m/s đối với tên lửa. Xác định vận tốc tên lửa sau khi phụt khí ra đối với trái đất.

Câu 5: Bắn một hòn bi thép với vận tốc 4m/s vào một hòn bi ve đang chuyển động ngược chiều với vận tốc 1 m/s biết khối lượng bi thép gấp 5 lần bi ve. Sau khi va chạm, hai hòn bi cùng chuyển động về phía trước, nhưng bi ve có vận tốc gấp 5 lần bi thép. Tìm vận tốc của mỗi hòn bi sau va chạm.

Câu 6: Một tên lửa có khối lượng 100 tấn đang bay với vận tốc 200 m/s đối với trái đất thì phụt ra tức thời 20 tấn khí với vận tốc 500 m/s đối với tên lửa. Tính vận tốc của tên lửa trong hai trường hợp. Bỏ qua sức hút của trái đất

a. Phụt ra phía sau ngược chiều với chiều bay của tên lửa.

b. Phụt ra phía trước cùng chiều với chiều bay tên lửa

Hướng dẫn giải:

Câu 1: Chọn chiều dương là chiều chuyển động của viên bi một trước lúc va chạm

Theo định luật bảo toàn động lượng $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$

Chiều lên chiều dương ta có: $m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow v = \frac{m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$

$$\Rightarrow v = \frac{1 \cdot 2 - 2 \cdot 2,5}{1 + 2} = -1 (m/s)$$

Vậy sau va chạm hai vật chuyển động với vận tốc -1 m/s và chuyển động ngược chiều so với vận tốc ban đầu của vật một

Câu 2: Vận tốc của búa trước lúc va chạm với cọc

$$v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 31,25} = 25 (m/s)$$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của búa trước lúc va chạm

Theo định luật bảo toàn động lượng $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}$

Chiều lên chiều dương ta có:

$$m_1 \cdot v_1 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow v = \frac{m_1 \cdot v_1}{m_1 + m_2} = \frac{300 \cdot 25}{300 + 100} = 18,75 (m/s)$$

Câu 3: Chiều (+) là chiều CĐ của đạn:

a. Toa xe đứng yên $v = 0 \Rightarrow p = 0$

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$(m_1 + m_2 + m_3) v = (m_1 + m_2) v' + m_3 v_0$$

$$\Rightarrow v' = \frac{(m_1 + m_2 + m_3) v - m_3 \cdot v_0}{m_1 + m_2} = \frac{0 - 1 \cdot 400}{130 + 20} \approx -2,67 m/s$$

Toa xe CĐ ngược chiều với chiều viên đạn

b. Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$(m_1 + m_2 + m_3) v_1 = (m_1 + m_2) v' + m_3 (v_0 + v_1)$$

$$\Rightarrow v' = \frac{(m_1 + m_2 + m_3) v_1 - m_3 \cdot (v_0 + v_1)}{m_1 + m_2}$$

$$\Rightarrow v' = \frac{(130 + 20 + 1) \cdot 5 - 1 \cdot (400 + 5)}{130 + 20} \approx 2,33 (m/s)$$

Toa xe CĐ theo chiều bắn nhưng vận tốc giảm đi.

c. Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$-(m_1 + m_2 + m_3) v_1 = (m_1 + m_2) v' + m_3 (v_0 - v_1)$$

$$\Rightarrow v' = \frac{-(m_1 + m_2 + m_3) v_1 - m_3 \cdot (v_0 - v_1)}{m_1 + m_2}$$

$$\Rightarrow v' = \frac{-(130 + 20 + 1) \cdot 5 - 1 \cdot (400 - 5)}{130 + 20} \approx -7,67 (m/s)$$

Vận tốc của toa vẫn theo chiều cũ và tăng tốc.

Câu 4: Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$m_0 v_0 = (m_0 - m) v' + m(v_0 - v)$$

$$\Rightarrow v' = \frac{m_0 v_0 - m.(v_0 - v)}{m_0 - m} = \frac{70000.200 - 5000(200 - 450)}{70000 - 5000} \approx 234,6 \text{ m/s}$$

Câu 5: Theo bài ra ta có $m_1 = 5m_2; v_2' = 5v_1'$

Chọn chiều dương là chiều chuyển động của viên bi một trước lúc va chạm

Theo định luật bảo toàn động lượng $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' + m_2 \cdot \vec{v}_2'$

Chiều lên chiều dương ta có: $m_1 \cdot v_1 - m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$

$$\Rightarrow 5m_2 \cdot 4 - m_2 \cdot 1 = 5m_2 \cdot v_1' + m_2 \cdot 5v_1' \Rightarrow 19 = 10v_1' \Rightarrow v_1' = 1,9 \text{ (m/s)}$$

$$\Rightarrow v_2' = 5 \cdot 1,9 = 9,5 \text{ (m/s)}$$

Câu 6: Chọn chiều dương là chiều chuyển động của tên lửa

a. Ta có $v_k = v_0 - v$

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$m_0 v_0 = (m_0 - m) v' + m(v_0 - v)$$

$$\Rightarrow v' = \frac{m_0 v_0 - m.(v_0 - v)}{m_0 - m} = \frac{100000.200 - 20000(200 - 500)}{100000 - 20000} = 325 \text{ (m/s)}$$

Tên lửa tăng tốc

b. Ta có $v_k = v_0 + v$

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có:

$$m_0 v_0 = (m_0 - m) v' + m(v_0 + v)$$

$$\Rightarrow v' = \frac{m_0 v_0 - m.(v_0 + v)}{m_0 - m} = \frac{100000.200 - 20000(200 + 500)}{100000 - 20000} = 75 \text{ (m/s)}$$

Tên lửa giảm tốc độ