BÀI GIẢNG: ĐỘNG LƯỢNG. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG
CHUYÊN ĐỀ: ĐỘNG LƯỢNG
MÔN: VẬT LÍ 10
GIÁO VIÊN: PHẠM QUỐC TOẢN

MỤC TIÊU

- ✓ *Nêu được ý nghĩa vật lí và định nghĩa của động lượng.*
- ✓ *Rút ra được mối liên hệ giữa lực tổng hợp tác dụng lên vật và tốc độ thay đổi của động lượng.*
- ✓ *Phát biểu được định luật bảo toàn động lượng trong hệ kín.*
- ✓ *Vận dụng được định luật bảo toàn động lượng trong một số trường hợp đơn giản.*



Nghiên cứu thử nghiệm va chạm ô tô để tìm ra cách tốt nhất bảo vệ người ngồi trong xe

I. ĐỘNG LƯỢNG

Hãy đề xuất phương án và thực hiện thí nghiệm để chứng tỏ tốc độ và khối lượng của vật khi va chạm càng lớn thì hậu quả do va chạm càng lớn.

Phương án đề xuất:

- Thả hai viên bi có khối lượng khác nhau, ở cùng 1 độ cao xuống mặt đất nặn → Viên bi có khối lượng lớn hơn sẽ lún sâu hơn.

- Hai viên bi có cùng khối lượng , viên bi 1 ném mạnh xuống đất nặn, viên bi 2 thả rơi → Viên bi 1 sẽ lún sâu hơn.

→ Độ lún sâu của đất nặn phụ thuộc vào cả khối lượng và tốc độ của nó khi va chạm.

Có thể sử dụng đại lượng bằng tích của vận tốc và khối lượng để đặc trưng cho lượng chuyển động của vật trong tương tác, đại lượng này được gọi là động lượng.

Kết luận:

Động lượng đặc trưng cho sự truyền tương tác giữa các vật, là tích của khối lượng và vận tốc của vật:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

- Đặc điểm của động lượng:

+ Động lượng là một đại lượng vectơ.

+ Hướng của động lượng theo hướng của vận tốc.

+ Độ lớn: $p = mv$.

+ Đơn vị: $kg.m/s$.

Làm thế nào để một viên bi có các tốc độ khác nhau khi tiếp xúc với đất nặn?

Thả hai viên bi khối lượng bằng nhau nhưng ở độ cao khác nhau thì tốc độ khi chạm đất là khác nhau.

II. ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

1 Động lượng và định luật II Newton

Biểu thức định luật II Newton: $\vec{F} = m\vec{a}$

$$\Leftrightarrow \vec{F} = m\frac{\vec{v_2} - \vec{v_1}}{\Delta t}$$

$$\Leftrightarrow \vec{F}\Delta t = m\vec{v_2} - m\vec{v_1}$$

$$\Leftrightarrow \vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$$

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

→Định luật II Newton được phát biểu qua động lượng như sau:

Hợp lực tác dụng lên một vật bằng tốc độ thay đổi động lượng của nó.

$$\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$

Với $\Delta\vec{p}$ là độ thay đổi động lượng trong thời gian Δt. Hướng của hợp lực theo hướng của độ thay đổi động lượng.

2 Định luật bảo toàn động lượng

Bài toán: Hai vật có khối lượng m_1, m_2, đang có vận tốc là v_1, v_2. Sau khi va chạm xong có vận tốc mới là v_1' và v_2'.

Lực tương tác giữa hai vật này tuân theo định luật III Newton:

$$\vec{F_{21}} = -\vec{F_{12}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{\Delta\vec{p_1}}{\Delta t} = -\frac{\Delta\vec{p_2}}{\Delta t}$$

$\Leftrightarrow \Delta\overrightarrow{p_1} = -\Delta\overrightarrow{p_2}$

$\Leftrightarrow \overrightarrow{p_1'} - \overrightarrow{p_1} = -(\overrightarrow{p_2'} - \overrightarrow{p_2})$

$\Leftrightarrow \overrightarrow{p_1'} + \overrightarrow{p_2'} = \overrightarrow{p_1} + \overrightarrow{p_2}$

$\rightarrow$ Tổng động lượng của hệ sau va chạm bằng tổng động lượng của hệ trước va chạm.

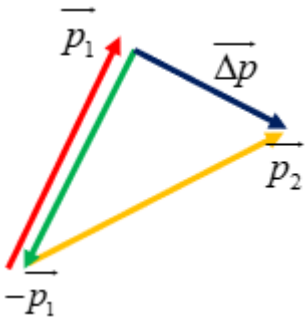
- Định luật bảo toàn động lượng:

Nếu không có ngoại lực nào tác dụng lên hệ thì tổng động lượng của hệ không đổi, tức là được bảo toàn.

$\overrightarrow{p_1'} + \overrightarrow{p_2'} + ... + \overrightarrow{p_n'} = \overrightarrow{p_1} + \overrightarrow{p_2} + ... + \overrightarrow{p_n}$

Điều kiện áp dụng: $\begin{cases} \overrightarrow{F}_{ngoailuc} = \vec{0} \\ \sum \overrightarrow{F}_{ngoailuc} = \vec{0} \\ \overrightarrow{F}_{ngoai} \ll \overrightarrow{F}_{noi} \end{cases}$

Chú ý: $\Delta\overrightarrow{p} = \overrightarrow{p_2} - \overrightarrow{p_1} = \overrightarrow{p_2} + (-\overrightarrow{p_1})$



III. VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

- Pháo hoa trên bầu trời:



- Trong một hệ kín, nếu có một phần của hệ chuyển động theo một hướng, theo định luật bảo toàn động lượng, phần còn lại của hệ phải chuyển động theo hướng ngược lại. Chuyển động theo nguyên tắc như vậy gọi là ***chuyển động bằng phản lực.***

ĐỀ BÀI

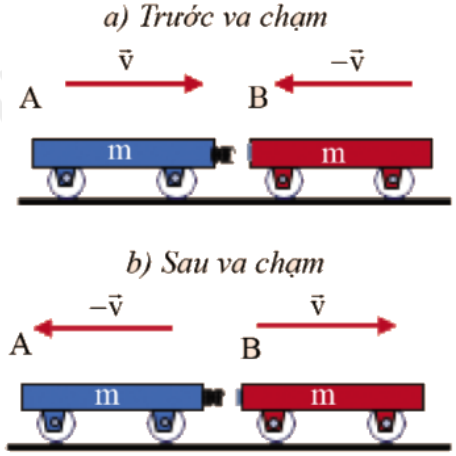
Câu 1: Tính độ lớn động lượng của từng vật sau:

a) Một hòn đá khối lượng 0,5 kg đang chuyển động với vận tốc 20 m/s.

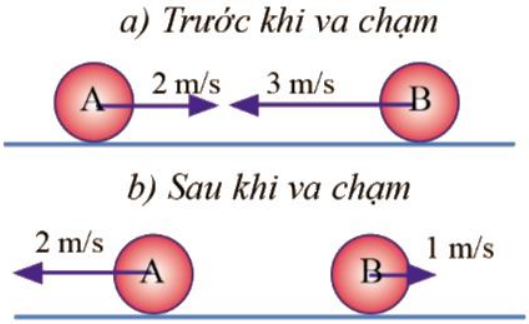
b) Một chiếc xe buýt khối lượng 12000 kg đang chuyển động với tốc độ 10 m/s trên đường.

c) Một electron di chuyển với tốc độ $2,0.10^7 m/s$ (Khối lượng của electron là $9,1.10^{-31} kg$).

Câu 2: Hãy biểu diễn độ thay đổi động lượng của từng xe sau khi va chạm (hình vẽ):



Câu 3: Hai quả cầu A và B, mỗi quả có khối lượng 1 kg, va chạm nhau như trong hình vẽ. Hãy tính tổng động lượng của hai quả cầu trước va chạm và tổng động lượng của chúng sau va chạm và tổng động lượng của chúng sau va chạm. So sánh kết quả và nêu kết luận.



Câu 4: Dựa vào định luật bảo toàn động lượng, hãy thiết lập công thức tính tốc độ của hai xe trên giá đỡ nằm ngang, trong trường hợp một xe có tốc độ đã biết tới va chạm với xe còn lại đang đứng yên, sau va chạm hai xe dính vào nhau và cùng chuyển động.

Câu 5: Kết quả thí nghiệm đo được trong một lần thí nghiệm với hai xe có cùng khối lượng là 245g, xe 1 có tốc độ 0,542 m/s va chạm với xe 2 đang đứng yên, sau va chạm đo được hai xe có cùng tốc độ là 0,269 m/s. Hãy tính động lượng của từng xe trước và sau va chạm, từ đó so sánh động lượng của hệ hai xe trước và sau va chạm. Định luật bảo toàn có được nghiệm đúng hay không?

Câu 6: Ngay trước khi nổ, quả pháo hoa có tốc độ bằng không, động lượng của nó bằng không. Ngay sau khi nổ, các mảnh pháo hoa bay ra theo mọi hướng, mỗi mảnh có động lượng khác không. Điều này có mâu thuẫn với định luật bảo toàn động lượng hay không?

Câu 7: Một quả bóng bay theo phương ngang tới va vào tường thẳng đứng với cùng vận tốc ở hai lần khác nhau. Lần thứ nhất, quả bóng bị nảy ngược lại cùng tốc độ ngay trước khi va vào tưởng. Lần thứ hai, quả bóng bay tới và bị dính vào tường.

a) Trong lần nào quả bóng có độ thay đổi động lượng lớn hơn?

b) Giả sử khoảng thời gian biến đổi động lượng của quả bóng khi va vào tường trong hai lần là bằng nhau, lần nào lực trung bình quả bóng tác dụng lên tường lớn hơn?

c) Động lượng của quả bóng có bảo toàn trong quá trình bóng va vào tường hay không? Giải thích.

HƯỚNG DẪN GIẢI

Câu 1: Tính độ lớn động lượng của từng vật sau:

a) Một hòn đá khối lượng 0,5 kg đang chuyển động với vận tốc 20 m/s.

b) Một chiếc xe buýt khối lượng 12000 kg đang chuyển động với tốc độ 10 m/s trên đường.

c) Một electron di chuyển với tốc độ $2,0.10^7 m/s$ (Khối lượng của electron là $9,1.10^{-31} kg$).

Cách giải:

a) Động lượng của hòn đá là:

$p = mv = 0,5.20 = 10 kg.m/s$

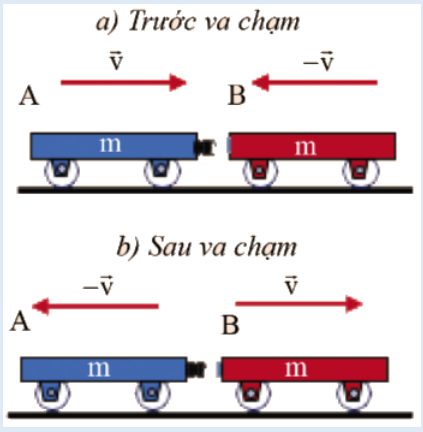
b) Động lượng của xe buýt là:

$p = mv = 12000.10 = 120000 kg.m/s$

c) Động lượng của electron là:

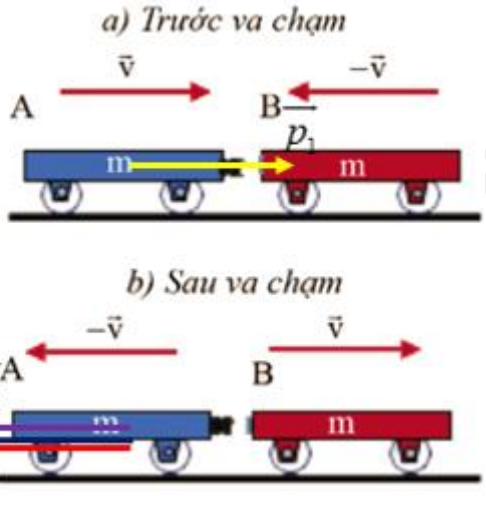
$p = mv = 2.10^7.9,1.10^{-31} = 1,82.10^{-23} kg.m/s$.

Câu 2: Hãy biểu diễn độ thay đổi động lượng của từng xe sau khi va chạm (hình vẽ)

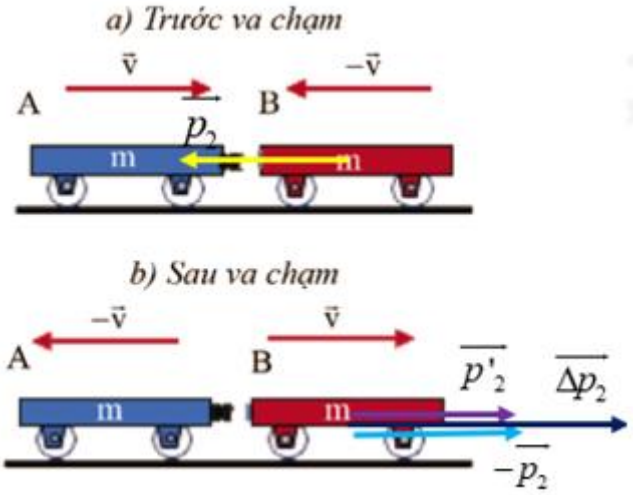


Cách giải:

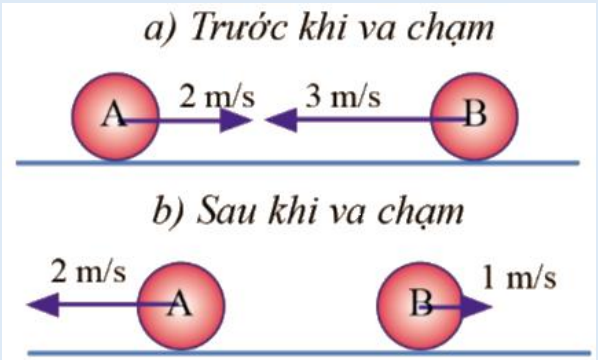
+ Xe A:



+ Xe B:



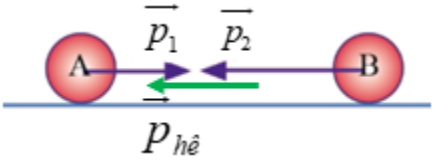
Câu 3: Hai quả cầu A và B, mỗi quả có khối lượng 1 kg, va chạm nhau như trong hình vẽ. Hãy tính tổng động lượng của hai quả cầu trước va chạm và tổng động lượng của chúng sau va chạm và tổng động lượng của chúng sau va chạm. So sánh kết quả và nêu kết luận.



Cách giải:

Động lượng của hai quả cầu trước va chạm lần lượt là:

$$\begin{cases} p_1 = m_1 v_1 = 1.2 = 2kg.m/s \\ p_2 = m_2 v_2 = 1.3 = 3kg.m/s \end{cases}$$



$\overrightarrow{p_{hệ}} = \overrightarrow{p_1} + \overrightarrow{p_2}$

$\Rightarrow p_{hệ} = p_2 - p_1 = 3 - 2 = 1kg.m/s$

Động lượng của hai quả cầu sau va chạm lần lượt là:

$\begin{cases} p'_1 = m_1 v'_1 = 1.2 = 2kg.m/s \\ p'_2 = m_2 v'_2 = 1.1 = 1kg.m/s \end{cases}$

$\Rightarrow p'_{hệ} = p'_2 - p'_1 = 2 - 1 = 1kg.m/s$

$\rightarrow$ Động lượng trước va chạm và sau va chạm bằng nhau.

Kết luận: Động lượng được bảo toàn.

Câu 4: Dựa vào định luật bảo toàn động lượng, hãy thiết lập công thức tính tốc độ của hai xe trên giá đỡ nằm ngang, trong trường hợp một xe có tốc độ đã biết tới va chạm với xe còn lại đang đứng yên, sau va chạm hai xe dính vào nhau và cùng chuyển động.

Cách giải:

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng, ta có:

$\overrightarrow{p_1} + \vec{0} = \overrightarrow{p_1'} + \overrightarrow{p_2'}$

$\Leftrightarrow m_1\vec{v} = m_1\overrightarrow{v'} + m_2\overrightarrow{v'}$

$\Leftrightarrow \overrightarrow{v'} = \frac{m_1}{m_1 + m_2}.\vec{v}$

Độ lớn: $v' = \frac{m_1 v}{m_1 + m_2}$

Câu 5: Kết quả thí nghiệm đo được trong một lần thí nghiệm với hai xe có cùng khối lượng là 245g, xe 1 có tốc độ 0,542 m/s va chạm với xe 2 đang đứng yên, sau va chạm đo được hai xe có cùng tốc độ là 0,269 m/s. Hãy tính động lượng của từng xe trước và sau va chạm, từ đó so sánh động lượng của hệ hai xe trước và sau va chạm. Định luật bảo toàn có được nghiệm đúng hay không?

Cách giải:

Động lượng của hệ trước va chạm là:

$p_{hệ} = p_1 = m_1 v_1 = 0,245.0,542 = 0,13279$

Động lượng của hệ sau va chạm là:

$p'_{hệ} = (m_1 + m_2)v' = 0,49.0,269 = 0,13181$

$\rightarrow$ Định luật bảo toàn được nghiệm đúng.

Câu 6: Ngay trước khi nổ, quả pháo hoa có tốc độ bằng không, động lượng của nó bằng không. Ngay sau khi nổ, các mảnh pháo hoa bay ra theo mọi hướng, mỗi mảnh có động lượng khác không. Điều này có mâu thuẫn với định luật bảo toàn động lượng hay không?

Cách giải:

Điều này không mâu thuẫn với định luật bảo toàn động lượng, vì cứ mỗi mảnh nhỏ bay về một phía luôn có mảnh khác tương ứng chuyển động theo hướng ngược lại nên tổng các vectơ động lượng vẫn bằng 0.

Câu 7: Một quả bóng bay theo phương ngang tới va vào tường thẳng đứng với cùng vận tốc ở hai lần khác nhau. Lần thứ nhất, quả bóng bị nảy ngược lại cùng tốc độ ngay trước khi va vào tưởng. Lần thứ hai, quả bóng bay tới và bị dính vào tường.

a) Trong lần nào quả bóng có độ thay đổi động lượng lớn hơn?

b) Giả sử khoảng thời gian biến đổi động lượng của quả bóng khi va vào tường trong hai lần là bằng nhau, lần nào lực trung bình quả bóng tác dụng lên tường lớn hơn?

c) Động lượng của quả bóng có bảo toàn trong quá trình bóng va vào tường hay không? Giải thích.

Cách giải:

a) Lần thứ nhất:

+ Trước va chạm: $p_1 = mv$

+ Sau va chạm: $p_2 = -mv$

$\rightarrow |\Delta p| = |p_2 - p_1| = |-mv - mv| = 2mv$

Lần thứ hai:

+ Trước va chạm: $p_1 = mv$

+ Sau va chạm: $p_2 = 0$

$\rightarrow |\Delta p| = |p_2 - p_1| = |0 - mv| = mv$

Vậy trong lần thứ nhất độ thay đổi động lượng lớn hơn.

b) Lần thứ nhất, lực trung bình quả bóng tác dụng lên tường là:

$$F_1 = \frac{|\Delta p|}{\Delta t} = \frac{2mv}{\Delta t}$$

Lần thứ nhất, lực trung bình quả bóng tác dụng lên tường là:

$$F_2 = \frac{|\Delta p|}{\Delta t} = \frac{mv}{\Delta t}$$

$\rightarrow$ Lực trung bình quả bóng tác dụng lên tường lần thứ nhất lớn hơn.

c) Động lượng của quả bóng có bảo toàn trong quá trình va chạm, vì thời gian va chạm giữa bóng và tường được coi là rất ngắn nên hệ (bóng + tường) được coi gần như là hệ kín. (ngoại lực triệt tiêu).