

## CHƯƠNG 4: CÁC ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN

## Chủ đề 1: ĐỘNG LƯỢNG - ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

## A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

## I. Động lượng.

## 1. Xung lượng của lực.

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

- Đơn vị xung lượng của lực là N.s

## 2. Động lượng.

a) Tác dụng của xung lượng của lực.

Theo định luật II Newton ta có :

$$m \vec{a} = \vec{F} \text{ hay } m \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \vec{F} \text{ Suy ra } m \vec{v}_2 - m \vec{v}_1 = \vec{F} \Delta t$$

b) Động lượng.

Động lượng  $\vec{p}$  của một vật là một véc tơ cùng hướng với vận tốc và được xác định bởi công thức:  $\vec{p} = m \vec{v}$

Đơn vị động lượng là kgm/s = N.s

c) Mối liên hệ giữa động lượng và xung lượng của lực.

$$\text{Ta có : } \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{F} \Delta t$$

$$\text{hay } \Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

Độ biến thiên động lượng của một vật trong khoảng thời gian  $\Delta t$  bằng xung lượng của tổng các lực tác dụng lên vật trong khoảng thời gian đó.

Ý nghĩa: Khi lực đủ mạnh tác dụng lên vật trong một khoảng thời gian hữu hạn sẽ làm động lượng của vật biến thiên.

## II. Định luật bảo toàn động lượng.

## 1. Hệ cô lập (hệ kín).

- Một hệ nhiều vật được gọi là cô lập khi không có ngoại lực tác dụng lên hệ hoặc nếu có thì các ngoại lực ấy cân bằng nhau.

- Trong hệ cô lập chỉ có nội lực tương tác giữa các vật trong hệ trực đối nhau từng đôi một.

## 2. Định luật bảo toàn động lượng của hệ cô lập.

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

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

- Biểu thức của định luật ứng với hệ cô lập gồm hai vật  $m_1$  và  $m_2$ .

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{không đổi. hay } m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$$

$m_1 \vec{v}_1$  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.

## 3. Va chạm mềm.

Xét một vật khối lượng  $m_1$ , chuyển động trên một mặt phẳng ngang với vận tốc  $\vec{v}_1$  đến va chạm vào một vật có khối lượng  $m_2$  đang đứng yên. Sau va chạm hai vật nhập làm một và cùng chuyển động với vận tốc  $\vec{v}$

Theo định luật bảo toàn động lượng ta có :

$$m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v} \quad \text{suy ra} \quad \vec{v} = \frac{m_1 \vec{v}_1}{m_1 + m_2}$$

Va chạm của hai vật như vậy gọi là va chạm mềm.

### 3. Chuyển động bằng phản lực.

Trong một hệ kín đứng yên, nếu có một phần của hệ chuyển động theo một hướng, thì phần còn lại của hệ phải chuyển động theo hướng ngược lại. Chuyển động theo nguyên tắc như trên được gọi là chuyển động bằng phản lực.

Ví dụ: Sự giật lùi của súng khi bắn, chuyển động của máy bay phản lực, tên lửa...

## B. BÀI TẬP

**Bài 1:** Một vật có khối lượng 1 kg rơi tự do từ độ cao 20 m. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Xác định động lượng của vật sau khi rơi được 1 giây và khi vừa chạm đất.

**Bài 2:** Hai vật có khối lượng  $m_1 = 1 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 3 \text{ kg}$  chuyển động với các vận tốc  $v_1 = 3 \text{ m/s}$  và  $v_2 = 1 \text{ m/s}$ . Tìm tổng động lượng (phương, chiều và độ lớn) của hệ trong các trường hợp:

a.  $\vec{v}_1$  và  $\vec{v}_2$  cùng hướng.

b.  $\vec{v}_1$  và  $\vec{v}_2$  cùng phương, ngược chiều.

c.  $\vec{v}_1$  và  $\vec{v}_2$  vuông góc nhau

**Bài 3:** Một viên đạn khối lượng 1kg đang bay theo phương thẳng đứng với vận tốc 500m/s thì nổ thành hai mảnh có khối lượng bằng nhau. Mảnh thứ nhất bay theo phương ngang với vận tốc  $500\sqrt{2} \text{ m/s}$ . Hỏi mảnh thứ hai bay theo phương nào với vận tốc bao nhiêu?

**Bài 4:** Một vận động viên nhảy cầu có khối lượng 55 kg, trong bài thi đã thả mình rơi tự do từ vị trí cách mặt nước 5 m. Sau khi chạm mặt nước 0,5 s thì dừng lại. Lấy  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Tìm lực cản của nước tác dụng lên vận động viên đó.

**Bài 5:** Một khẩu súng đại bác nằm ngang khối lượng  $m_s = 1000\text{kg}$ , bắn một viên đạn khối lượng  $m_d = 2,5\text{kg}$ . Vận tốc viên đạn ra khỏi nòng súng là 600m/s. Tìm vận tốc của súng sau khi bắn.

**Bài 6:** Một xe ô tô có khối lượng  $m_1 = 3 \text{ tấn}$  chuyển động thẳng với vận tốc  $v_1 = 1,5\text{m/s}$ , đến tông và dính vào một xe gắn máy đang đứng yên có khối lượng  $m_2 = 100\text{kg}$ . Tính vận tốc của các xe.

**Bài 7:** Một người khối lượng  $m_1 = 50\text{kg}$  đang chạy với vận tốc  $v_1 = 4\text{m/s}$  thì nhảy lên một chiếc xe khối lượng  $m_2 = 80\text{kg}$  chạy song song ngang với người này với vận tốc  $v_2 = 3\text{m/s}$ . sau đó, xe và người vẫn tiếp tục chuyển động theo phương cũ. Tính vận tốc xe sau khi người này nhảy lên nếu ban đầu xe và người chuyển động:

a) Cùng chiều.

b) Ngược chiều

**Bài 8:** Một lực 50 N tác dụng vào vật khối lượng 0,1 kg ban đầu nằm yên; thời gian tác dụng là 0,01 s. xác định vận tốc của vật.

$$\text{ĐS: } v = 5(\text{m/s})$$

**Bài 9:** Một quả bóng gôn có khối lượng 46 g đang nằm yên. Sau một cú đánh, quả bóng bay lên với vận tốc 70 m/s. Tính xung lượng của lực tác dụng và độ lớn trung bình của lực tác dụng, biết thời gian tác dụng là  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ .

$$\text{ĐS: } F \cdot \Delta t = 3,22(\text{N.s}); F = 12,88\text{N}.$$

**Bài 10:** Một vật có khối lượng 1 kg rơi tự do xuống đất trong khoảng thời gian 0,5 s. Độ biến thiên động lượng của vật trong khoảng thời gian đó là bao nhiêu?

$$\text{ĐS: } \Delta p = 5(\text{kg.m/s})$$

**Bài 11:** Tính lực đẩy trung bình của hơi thuốc súng lên đầu đạn ở trong nòng một súng trường bộ binh, biết rằng đầu đạn có khối lượng 10 g, chuyển động trong nòng súng nằm ngang trong khoảng thời gian  $10^{-3} \text{ s}$ , vận tốc đầu bằng 0, vận tốc khi đến đầu nòng súng là 865 m/s.

$$\text{ĐS: } F = 8650(\text{N})$$

**Bài 12:** Một toa xe có khối lượng 10 tấn đang chuyển động trên đường ray nằm ngang với vận tốc không đổi 54 km/h. Người ta tác dụng lên toa xe một lực hãm theo phương ngang. Tính độ lớn trung bình của lực hãm nếu toa xe dừng lại sau:

a) 1 phút 40 giây.

b) 10 giây.

$$\text{ĐS: } F = -1500(\text{N}).$$

$$F = -15000(\text{N}).$$

**Bài 13:** Hòn bi thép khối lượng 100 g rơi từ độ cao 5 m xuống mặt phẳng nằm ngang. Tính độ biến thiên động lượng nếu sau va chạm ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ):

- Viên bi nảy lên với tốc độ bằng tốc độ cũ.
- Viên bi dính chặt với mặt phẳng ngang.
- Trong câu a, thời gian va chạm là 0,05 s. Tính lực tương tác trung bình giữa viên bi và mặt phẳng ngang.

$$\text{ĐS: } \Delta P = 2(\text{kg.m/s})$$

$$\Delta P = 1(\text{kg.m/s})$$

$$F = 40(\text{N}).$$

**Bài 14:** Một hệ gồm hai vật có khối lượng lần lượt là  $m_1 = 2 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 5 \text{ kg}$ , chuyển động với vận tốc có độ lớn lần lượt là  $v_1 = 4 \text{ m/s}$ ,  $v_2 = 6 \text{ m/s}$ . Tính động lượng của hệ khi hai vật chuyển động trên cùng một đường thẳng nhưng ngược chiều.

$$\text{ĐS: } p = 22(\text{kg.m/s}).$$

**Bài 15:** Vận tốc của một vật có khối lượng 10 kg tăng từ 4 m/s lên 8 m/s khi có một lực không đổi tác dụng trong 2 giây. Tính:

- Động lượng của vật trước và sau khi tác dụng.
- Cường độ của lực tác dụng.

$$\text{ĐS: a) } p_1 = 40(\text{kg.m/s}); p_2 = 80(\text{kg.m/s}); \text{ b) } F = 20(\text{N}).$$

**Bài 16:** Một tên lửa vũ trụ khi bắt đầu rời bệ phóng trong giây đầu tiên đã phụt ra một lượng khí đốt là 1300 kg với vận tốc 2500 m/s.

- Tìm biến thiên động lượng của lượng khí phụt ra trong 1 giây.
- Tính lực đẩy của tên lửa tại thời điểm đó.
- Tìm lực tổng hợp (phương, chiều, độ lớn) tác dụng lên tên lửa, biết khối lượng ban đầu của tên lửa bằng  $3 \cdot 10^5 \text{ kg}$ .

$$\text{ĐS: a) } \Delta p = 325 \cdot 10^4(\text{kg.m/s}); \text{ b) } F = 325 \cdot 10^4(\text{N}); \text{ c) } F_{hl} = 25 \cdot 10^4(\text{N}).$$

**Bài 17:** Một quả cầu rắn có khối lượng 0,1 kg chuyển động với vận tốc 4 m/s trên mặt phẳng nằm ngang. Sau khi va vào một vách cứng, nó bị bật trở lại với cùng vận tốc 4 m/s. Hỏi độ biến thiên động lượng của quả cầu sau va chạm bằng bao nhiêu? Tính xung lượng của vách tác dụng lên quả cầu nếu thời gian va chạm là 0,05 s.

$$\text{ĐS: } \Delta p = 1,6(\text{kg.m/s}); F = 32(\text{N}).$$

**Bài 18:** Một người có khối lượng 60 kg thả mình rơi tự do từ một cầu nhảy ở độ cao 3 m xuống nước và sau khi chạm nước được 0,55 s thì dừng chuyển động. Tính lực cản mà nước tác dụng lên người.

$$\text{ĐS: } F = 484(\text{N}).$$

**Bài 19:** Hai vật khối lượng  $m_1 = 200 \text{ g}$  và  $m_2 = 300 \text{ g}$ , có thể chuyển động không ma sát nhờ đệm khí. Mới đầu vật thứ hai đứng yên còn vật thứ nhất chuyển động về phía vật thứ hai với vận tốc 44 cm/s. Sau khi va chạm, vật thứ nhất bị bật trở lại với vận tốc có độ lớn là 6 cm/s. Tính vận tốc của vật thứ hai sau khi va chạm. **ĐS:  $v_2 = 0,33(\text{m/s})$ .**

**Bài 20:** Một vật có khối lượng  $m_1 = 1 \text{ kg}$  chuyển động với vận tốc 12 m/s và va chạm với vật có khối lượng  $m_2 = 2 \text{ kg}$  đang đứng yên. Sau va chạm hai vật dính với nhau. Xác định vận tốc của hai vật sau va chạm.