

PHẦN I: ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐỘNG LƯỢNG

1. Động lượng

Động lượng là một đại lượng vector, đặc trưng cho khả năng truyền chuyển động của một vật khi tương tác với vật khác.

- Công thức: $\vec{p} = m * \vec{v}$

- Trong đó:

- $\vec{p}$: vector động lượng của vật (kg.m/s)
- m : khối lượng của vật (kg)
- $\vec{v}$: vector vận tốc của vật (m/s)

- Đặc điểm:

- Động lượng luôn cùng phương, cùng chiều với vector vận tốc.
- Độ lớn: $p = m * v$

Ví dụ 1: Một ô tô có khối lượng 1.5 tấn (1500 kg) đang chuyển động với vận tốc 72 km/h (20 m/s). Động lượng của ô tô là $p = 1500 * 20 = 30000$ kg.m/s.

Ví dụ 2: Một viên đạn khối lượng 10g (0.01 kg) bay với vận tốc 500 m/s. Động lượng của viên đạn là $p = 0.01 * 500 = 5$ kg.m/s.

2. Hệ kín (Hệ cô lập)

Một hệ được coi là hệ kín khi không có ngoại lực tác dụng lên hệ, hoặc nếu có thì các ngoại lực đó cân bằng nhau (hợp lực của chúng bằng 0). Trong một hệ kín, các vật trong hệ chỉ tương tác với nhau bằng các nội lực.

Ví dụ: Hai viên bi-a va chạm trên mặt bàn không ma sát; một tên lửa chuyển động trong không gian sâu (bỏ qua lực hấp dẫn từ các thiên thể xa).

3. Định luật bảo toàn động lượng

Phát biểu: Động lượng của một hệ kín là một đại lượng bảo toàn (không đổi theo thời gian).

- **Công thức tổng quát:** $\vec{p}_{\text{trước}} = \vec{p}_{\text{sau}}$

- **Công thức cho hệ hai vật va chạm:** $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$

- **Trong đó:**

- $\vec{v}_1, \vec{v}_2$: vận tốc của hai vật trước va chạm.
- $\vec{v}'_1, \vec{v}'_2$: vận tốc của hai vật sau va chạm.

Ví dụ 1 (Va chạm mềm): Một xe A khối lượng 1kg chuyển động với vận tốc 5 m/s va chạm vào xe B khối lượng 4kg đang đứng yên. Sau va chạm, hai xe dính vào nhau và cùng chuyển động. Tìm vận tốc của hai xe sau va chạm.

Giải: Chọn chiều dương là chiều chuyển động của xe A. Hệ hai xe là hệ kín. Áp dụng ĐLBTL động lượng:

$$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) V$$

$$1 * 5 + 4 * 0 = (1 + 4) * V$$

$\Rightarrow 5 = 5V \Rightarrow V = 1 \text{ m/s}$. Vậy hai xe cùng chuyển động với vận tốc 1 m/s theo chiều ban đầu của xe A.

Ví dụ 2 (Chuyển động bằng phản lực): Một khẩu súng đại bác khối lượng 1 tấn (1000 kg) bắn một viên đạn khối lượng 2 kg theo phương ngang với vận tốc 500 m/s . Tìm vận tốc giật lùi của súng sau khi bắn (ban đầu súng đứng yên).

Giải: Chọn chiều dương là chiều bay của đạn. Hệ (súng + đạn) là hệ kín. Áp dụng ĐLBTL động lượng:

$$0 = m_{\text{đạn}} v_{\text{đạn}} + m_{\text{súng}} v_{\text{súng}}$$

$$0 = 2 * 500 + 1000 * v_{\text{súng}}$$

$\Rightarrow v_{\text{súng}} = -1000 / 1000 = -1 \text{ m/s}$. Dấu "-" cho thấy súng giật lùi ngược chiều bay của đạn.

4. Va chạm đàn hồi và va chạm mềm

Va chạm là sự tương tác trong thời gian rất ngắn giữa các vật. Dựa vào sự bảo toàn năng lượng, ta chia thành hai loại chính:

Tiêu chí	Va chạm đàn hồi	Va chạm mềm (không đàn hồi)
Định nghĩa	Sau va chạm, các vật tách rời ra và trở lại hình dạng ban đầu.	Sau va chạm, các vật dính vào nhau và chuyển động cùng một vận tốc.
Bảo toàn động lượng	Có bảo toàn ($p_{\text{trước}} = p_{\text{sau}}$)	Có bảo toàn ($p_{\text{trước}} = p_{\text{sau}}$)
Bảo toàn cơ năng	Có bảo toàn ($W_{\text{trước}} = W_{\text{sau}}$). Động năng được bảo toàn.	Không bảo toàn ($W_{\text{trước}} > W_{\text{sau}}$). Một phần động năng chuyển hóa thành nhiệt, âm thanh...
Ví dụ	Va chạm của các viên bi-a, quả bóng tennis nảy trên sàn.	Đạn găm vào khúc gỗ, hai toa tàu móc vào nhau.

PHẦN II: ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN CƠ NĂNG

1. Công và Công suất

a. Công cơ học (A)

Công cơ học là phần năng lượng được truyền từ vật này sang vật khác thông qua lực tác dụng và sự dịch chuyển.

- Công thức: $A = F * s * \cos(\alpha)$
- Trong đó:

- **A**: Công của lực F (Joule - J)
- **F**: Độ lớn của lực tác dụng (Newton - N)
- **s**: Quãng đường vật dịch chuyển (mét - m)
- **α** : Góc hợp bởi vector lực F và vector chuyển dời $\vec{s}$

• Biện luận:

- Nếu $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ (góc nhọn) $\rightarrow \cos(\alpha) > 0 \rightarrow A > 0$: Công phát động (lực cùng chiều chuyển động).
- Nếu $\alpha = 90^\circ$ (góc vuông) $\rightarrow \cos(\alpha) = 0 \rightarrow A = 0$: Lực không thực hiện công (lực vuông góc với phương chuyển động).
- Nếu $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ (góc tù) $\rightarrow \cos(\alpha) < 0 \rightarrow A < 0$: Công cản (lực ngược chiều chuyển động).

Ví dụ 1: Một người kéo một thùng hàng 50kg trượt trên sàn ngang một đoạn 10m bằng một lực 150N hợp với phương ngang một góc 30° . Công của lực kéo là $A = 150 \cdot 10 \cdot \cos(30^\circ) \approx 1299 \text{ J}$.

Ví dụ 2: Lực ma sát trượt 20N tác dụng lên thùng hàng trên, ngược chiều chuyển động ($\alpha = 180^\circ$). Công của lực ma sát là $A_{ms} = 20 \cdot 10 \cdot \cos(180^\circ) = -200 \text{ J}$.

b. Công suất (P)

Công suất là đại lượng đo tốc độ thực hiện công, được xác định bằng công thực hiện được trong một đơn vị thời gian.

- Công thức: $P = A / t$ hoặc $P = F \cdot v \cdot \cos(\alpha)$

- **Trong đó:**

- **P:** Công suất (Watt - W)
- **A:** Công thực hiện (J)
- **t:** Thời gian thực hiện công (s)
- **v:** Vận tốc của vật (m/s)

Ví dụ: Một động cơ thang máy kéo cabin nặng 500kg đi lên đều với vận tốc 2 m/s. Công suất của động cơ là $P = F \cdot v = (m \cdot g) \cdot v = (500 \cdot 9.8) \cdot 2 = 9800 \text{ W} = 9.8 \text{ kW}$.

2. Năng lượng

a. Động năng (W_d)

Động năng là năng lượng mà một vật có được do nó đang chuyển động.

- **Công thức:** $W_d = (1/2) \cdot m \cdot v^2$
- **Đặc điểm:** Luôn dương hoặc bằng không, phụ thuộc vào hệ quy chiếu.
- **Định lý động năng:** Độ biến thiên động năng của một vật bằng tổng công của các ngoại lực tác dụng lên vật. $A_{\text{ngoại lực}} = \Delta W_d = W_{d \text{ sau}} - W_{d \text{ trước}}$

Ví dụ: Một chiếc xe máy khối lượng 150kg đang chạy với vận tốc 36 km/h (10 m/s) thì có động năng là $W_d = 0.5 \cdot 150 \cdot 10^2 = 7500 \text{ J}$.

b. Thế năng

Thế năng là năng lượng mà một vật có được do vị trí của nó trong một trường lực (trường trọng lực, trường điện,...) hoặc do sự biến dạng của nó.

1. Thế năng trọng trường (W_t)

Là năng lượng tương tác giữa Trái Đất và vật, phụ thuộc vào vị trí của vật trong trọng trường.

- **Công thức:** $W_t = m * g * z$

- **Trong đó:**

- **m:** khối lượng vật (kg)
- **g:** gia tốc trọng trường (m/s^2)
- **z:** độ cao của vật so với mốc thế năng (m)

- **Lưu ý:** Giá trị của thế năng phụ thuộc vào việc chọn mốc thế năng (nơi $z=0$).

Ví dụ: Một quyển sách 0.5kg đặt trên bàn cao 0.8m so với sàn nhà. Nếu chọn mốc thế năng tại sàn nhà, thế năng của sách là $W_t = 0.5 * 9.8 * 0.8 = 3.92 \text{ J}$.

2. Thế năng đàn hồi (W_{tdh})

Là năng lượng của một vật khi nó bị biến dạng đàn hồi (lò xo bị nén hoặc dãn).

- **Công thức:** $W_{tdh} = (1/2) * k * (\Delta l)^2$

- **Trong đó:**

- **k:** độ cứng của lò xo (N/m)
- **Δl :** độ biến dạng (nén/dãn) của lò xo so với chiều dài tự nhiên (m)

Ví dụ: Một lò xo có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$ bị nén một đoạn 10cm (0.1m). Thế năng đàn hồi của lò xo là $W_{\text{tdh}} = 0.5 * 100 * (0.1)^2 = 0.5 \text{ J}$.

3. Cơ năng và Định luật bảo toàn cơ năng

a. Cơ năng (W)

Cơ năng của một vật là tổng động năng và thế năng của nó.

- Công thức: $W = W_{\text{đ}} + W_{\text{t}} = (1/2)mv^2 + mgz$ (trong trọng trường)

b. Định luật bảo toàn cơ năng

Phát biểu: Khi một vật chuyển động trong trọng trường và chỉ chịu tác dụng của trọng lực (bỏ qua mọi lực cản, ma sát), thì cơ năng của vật là một đại lượng được bảo toàn.

- Công thức: $W = W_{\text{đ}} + W_{\text{t}} = \text{hằng số}$

$$\text{Hay: } (1/2)mv_1^2 + mgz_1 = (1/2)mv_2^2 + mgz_2$$

Ví dụ 1: Một vật được thả rơi tự do từ độ cao 20m so với mặt đất. Bỏ qua sức cản không khí. Tìm vận tốc của vật khi chạm đất. (Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$).

Giải: Chọn mốc thế năng tại mặt đất ($z=0$).

Tại vị trí thả (A): $z_A = 20\text{m}$, $v_A = 0 \Rightarrow W_A = mgz_A$

Tại mặt đất (B): $z_B = 0$, $v_B = ? \Rightarrow W_B = (1/2)mv_B^2$

Áp dụng ĐLBTK cơ năng: $W_A = W_B$

$$mgz_A = (1/2)mv_B^2$$

$$g \cdot z_A = 0.5 \cdot v_B^2 \Rightarrow 10 \cdot 20 = 0.5 \cdot v_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{400} = 20 \text{ m/s}.$$

Ví dụ 2: Một con lắc đơn dao động. Tại vị trí cao nhất, nó có độ cao h so với vị trí cân bằng. Toàn bộ cơ năng lúc này là thế năng ($W = mgh$). Khi đi qua vị trí cân bằng ($h=0$), toàn bộ thế năng đã chuyển hóa thành động năng ($W = (1/2)mv_{\max}^2$). Cơ năng tại mọi điểm là như nhau.

c. Trường hợp có lực cản, ma sát

Nếu vật chịu thêm tác dụng của các lực không phải là lực thế (lực ma sát, lực cản), cơ năng không được bảo toàn. Độ biến thiên cơ năng bằng công của các lực đó.

- **Công thức:** $A_{F_{\text{cản}}} = \Delta W = W_{\text{sau}} - W_{\text{trước}}$
- Vì công của lực cản luôn âm ($A < 0$) nên $W_{\text{sau}} < W_{\text{trước}}$, tức là cơ năng của hệ giảm đi. Phần cơ năng mất đi này đã chuyển hóa thành các dạng năng lượng khác như nhiệt năng.

Ví dụ: Một vật trượt từ đỉnh một mặt phẳng nghiêng cao 5m, dài 10m. Do có ma sát, vận tốc của vật ở chân dốc chỉ là 8 m/s thay vì 10 m/s (nếu không ma sát). Phần cơ năng bị mất đi đã chuyển thành nhiệt do công của lực ma sát.