

CHƯƠNG 3. CÔNG VÀ NĂNG LƯỢNG

Giảng viên: Nguyễn Đức Cường

Trường Đại học Công nghệ - ĐHQGHN

Email: cuongnd@vnu.edu.vn

Ngày 28 tháng 10 năm 2022

1 CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

2 NĂNG LƯỢNG

3.1. Công và công suất

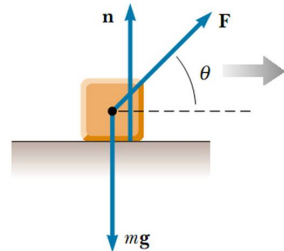
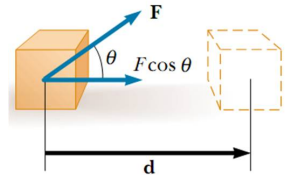
3.1.1. Công

- Khi một lực tác dụng lên một vật (hoặc một hệ vật) và làm cho vật di chuyển (điểm đặt lực di chuyển) thì **lực thực hiện một công**.
- Công là một đại lượng vô hướng. Công A do lực \vec{F} thực hiện lên một vật khiến nó dịch chuyển một véc-tơ \vec{d} là:

$$A = \vec{F} \cdot \vec{d} = Fd \cos \theta$$

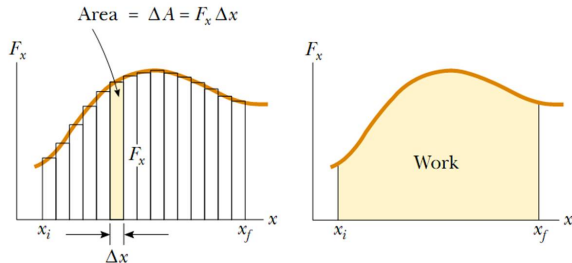
- Dạng vi phân:

$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{s} \text{ và } A = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$$



3.1. Công và công suất

3.1.1. Công



Công thực hiện bởi một lực thay đổi

- Công là một quá trình truyền năng lượng; nếu năng lượng được truyền cho hệ, công A là dương (công phát động); nếu năng lượng được truyền đi từ hệ, công A là âm (công cản).
- Trong hệ SI, đơn vị đo công là jun (J).
- Thứ nguyên: $[\text{Công}] = \text{M} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{T}^{-2}$

3.1. Công và công suất

3.1.2. Công suất

- Công suất đặc trưng cho tốc độ sinh công của lực:

$$P = \frac{dA}{dt}$$

- Mỗi liên hệ giữa công suất và lực:

$$P = \frac{dA}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

- Trong hệ SI, đơn vị của công suất là W: $1\text{W}=1\text{J}/1\text{s}$. Các đơn vị khác là:
 - +) Sức ngựa (HP - horsepower): $1\text{ HP} = 745.7\text{ W}$.
 - +) Công suất nhiệt BTU/h (British Thermal Unit): $1000\text{ BTU/h} = 293.07\text{ W}$.

3.2. Năng lượng

3.2.1. Khái niệm về năng lượng

- Tất cả các dạng cụ thể của vật chất đều có năng lượng. **Năng lượng là một thuộc tính cơ bản của vật chất, đặc trưng cho mức độ vận động của vật chất.**
- Mỗi hình thức vận động cụ thể của vật chất sẽ tương ứng với một dạng năng lượng cụ thể.
Ví dụ: trong vận động cơ, ta có cơ năng; vận động nhiệt, ta có nhiệt năng, nội năng; vận động điện từ, ta có năng lượng điện từ;...

3.2. Năng lượng

3.2.2. Định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng

- Xét trong toàn bộ vũ trụ: **Năng lượng không tự nhiên sinh ra và cũng không tự nhiên mất đi, mà nó chỉ chuyển hoá từ dạng này sang dạng khác hoặc truyền từ vật này sang vật khác, còn tổng năng lượng không đổi.**
- Định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng phản ánh một thuộc tính cơ bản của vật chất, đó là: **sự vận động.**
- Không thể có một hệ nào sinh công mãi mãi mà không nhận thêm năng lượng từ bên ngoài.
→ **Không tồn tại động cơ vĩnh cửu**

3.2. Năng lượng

3.2.3 Mối quan hệ giữa năng lượng và công

- Khi hệ biến đổi từ trạng thái này sang trạng thái khác thì năng lượng của hệ cũng biến đổi từ giá trị E_1 sang E_2 .

$$A = E_2 - E_1$$

→ *Độ biến thiên năng lượng trong một quá trình bằng công mà hệ nhận được hoặc sinh ra trong quá trình đó.*

- Công là số đo phần năng lượng đã chuyển hoá từ hệ (cơ học) ra ngoài hoặc từ bên ngoài vào hệ.
- Nếu hệ nhận công từ bên ngoài ($A > 0$) thì năng lượng của hệ tăng và ngược lại

3.2. Năng lượng

3.2.4. Năng lượng cơ học

- Cơ năng là dạng năng lượng tương ứng với sự chuyển động cơ của các vật. Cơ năng gồm hai phần:
 - +) Động năng: *Ứng với sự chuyển động của các vật.*
 - +) Thế năng: *Ứng với sự tương tác giữa các vật.*

3.2. Năng lượng

3.2.5. Động năng

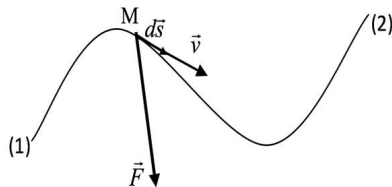
- Xét vật chuyển động từ vị trí 1 sang vị trí 2:

$$A = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_1^2 m \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{s}$$

$$A = \int_1^2 m \vec{v} \cdot d\vec{v} = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$

- Động năng được ký hiệu là E_d hoặc K (kinetic energy):

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$



Định lý công-năng lượng

Tổng công thực hiện lên một chất điểm bằng độ thay đổi động năng của nó:

$$\sum A = K_2 - K_1 = \Delta K$$

3.2. Năng lượng

3.2.5. Động năng

Bảng: Động năng của một số vật

Vật	m (kg)	v (m/s)	K (J)
Trái Đất x/q Mặt Trời	5.98×10^{24}	2.98×10^4	2.65×10^{33}
Mặt Trăng x/q Trái Đất	7.35×10^{22}	1.02×10^3	3.82×10^{28}
Tên lửa ở tốc độ thoát ^a	500	1.12×10^4	3.14×10^{10}
Ô tô ở tốc độ 55 dặm/giờ	2000	25	6.3×10^5
VĐV điền kinh đang chạy	70	10	3.5×10^3
Hòn đá thả từ độ cao 10 m	1	14	9.8×10^1
Bóng golf ở tốc độ cuối cùng	0.046	44	4.5×10^1
Giọt mưa ở tốc độ cuối cùng	3.5×10^{-5}	9.0	1.4×10^{-3}
Phân tử oxy trong không khí	5.3×10^{-26}	500	6.6×10^{-21}

^a tốc độ thoát là tốc độ nhỏ nhất để một vật nằm gần bề mặt Trái Đất có thể thoát khỏi lực hấp dẫn của Trái Đất.

3.2. Năng lượng

3.2.6. Trường lực thế

- Công dịch chuyển từ vị trí (1) sang vị trí (2):

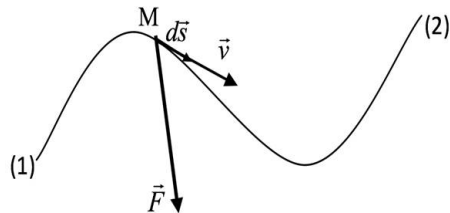
$$A = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

- Nếu công dịch chuyển của lực F không phụ thuộc vào đường đi, chỉ phụ thuộc điểm đầu và điểm cuối thì F là lực của **trường lực thế**. Lực F cũng được gọi là **lực bảo toàn**.

Ví dụ: Trường hấp dẫn, trường tĩnh điện,...

- Nếu công dịch chuyển của lực F phụ thuộc vào đường đi và nó làm thay đổi cơ năng E của hệ thì lực đó được gọi là **lực không bảo toàn**.

Ví dụ: Lực ma sát,...



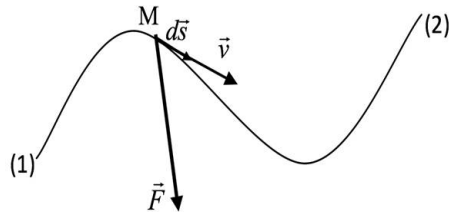
3.2. Năng lượng

3.2.7. Thế năng trong trường lực thế

- Trong trường lực thế, ta dùng hàm $E_t(x, y, z)$ hay $U(x, y, z)$ để đặc trưng cho năng lượng tương tác giữa chất điểm với trường lực thế, sao cho:

$$A_{MN} = U(M) - U(N)$$

- Hàm $U(x, y, z)$ được gọi là thế năng của chất điểm: Phụ thuộc vào vị trí của chất điểm, sao cho hiệu thế năng tại hai điểm M, N bằng công của lực đã thực hiện trong quá trình chất điểm di chuyển từ M đến N.
- Thế năng được xác định sai khác một hằng số cộng tùy thuộc gốc thế năng được chọn.



3.2. Năng lượng

3.2.7. Thế năng trong trường lực thế

- Chọn gốc tính thế năng ở vô cùng (tức $U_{\infty} = 0$):

$$U(M) = A_{M\infty} = \int_M^{\infty} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

- Tính chất thế của trường lực thế: công lực thực hiện trên một quỹ đạo kín bằng 0:

$$\oint \vec{F} \cdot d\vec{s} = 0$$

- Quan hệ giữa thế năng và lực thế:

$$\vec{F} = \left(-\frac{\partial U}{\partial x}, -\frac{\partial U}{\partial y}, -\frac{\partial U}{\partial z} \right)$$

3.2. Năng lượng

3.2.8. Biểu thức thế năng của một số trường lực thế

- Thế năng của lực đàn hồi:

$$U_{đh} = \frac{1}{2}kx^2 + C$$

- Thế năng của lực hấp dẫn:

$$U_{hd} = -G \frac{m_1 m_2}{r} + C$$

- Thế năng của trọng lực (ở gần mặt đất):

$$U_{tl} = mgh + C$$

3.2. Năng lượng

3.2.9. Định luật bảo toàn cơ năng trong trường lực thế

- Định lý về động năng:

$$A_{MN} = \frac{1}{2}mv_N^2 - \frac{1}{2}mv_M^2$$

$$A_{MN} = U(M) - U(N)$$

- Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{1}{2}mv_M^2 + U(M) = \frac{1}{2}mv_N^2 + U(N) = \text{const}$$

- Cơ năng của chất điểm được bảo toàn.

3.2. Năng lượng

Ví dụ 1

Một người trượt tuyết trên một đường dốc nghiêng 12% (cứ đi được 100m thì độ cao giảm 12m). Hệ số ma sát giữa bản trượt với mặt đường là 0,04. Tính vận tốc của người đó sau khi đi được 150 m, biết vận tốc ban đầu bằng 5m/s và trong quá trình trượt, anh ta không dùng gậy đẩy xuống mặt đường.

The End