



CHƯƠNG 4: CÔNG VÀ NĂNG LƯỢNG

§1. Công và công suất

§2. Năng lượng. DL bảo toàn năng lượng

§3. Động năng

§4. Trường lực thế. Trường hấp dẫn

§5. Chuyển động trong trường hấp dẫn



§1. Công và công suất

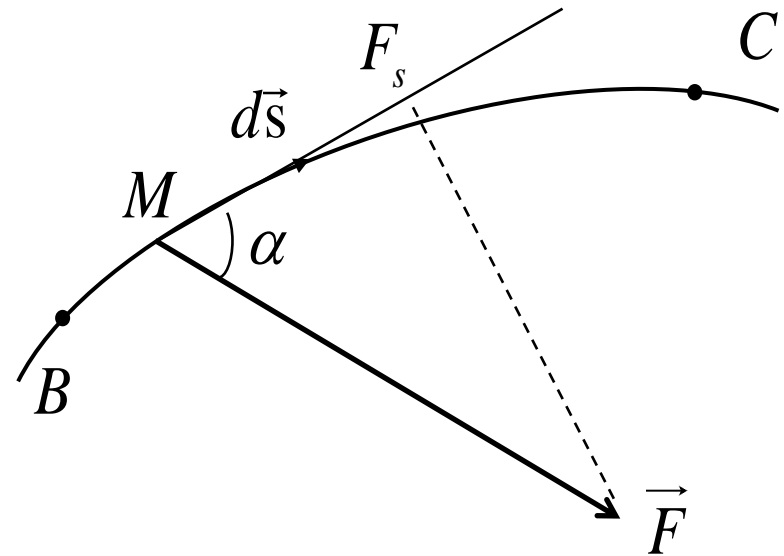
1. Công

Khái niệm

Khi có lực tác dụng lên chất điểm làm cho chất điểm chuyển dời \rightarrow Lực tác dụng đã thực hiện công trong chuyển dời của chất điểm.

Biểu thức

Giả sử lực \vec{F} tác dụng lên chất điểm M làm chất điểm chuyển dời đoạn ds trên đường cong BC





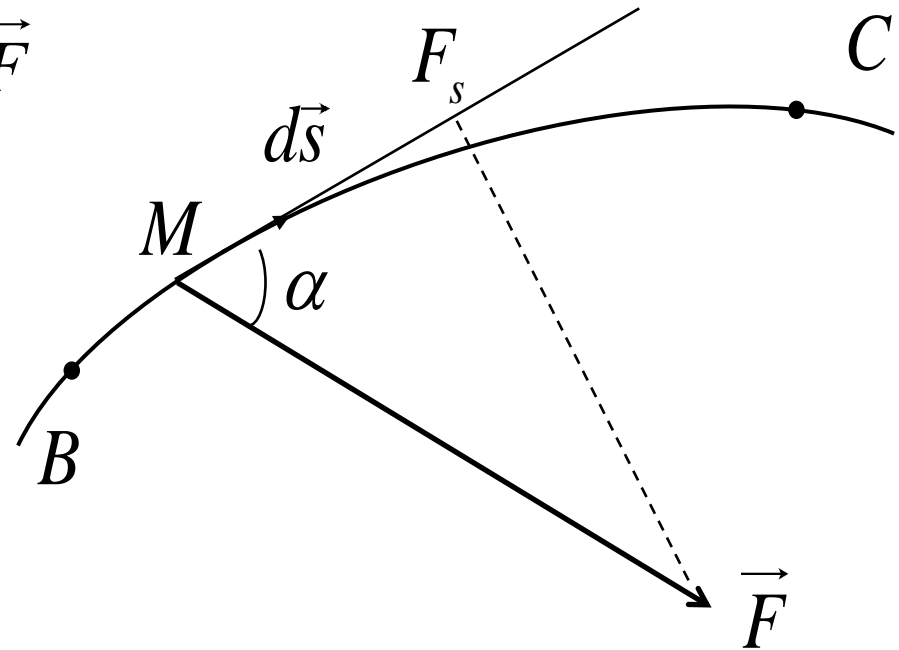
§1. Công và công suất

Công dA của lực \vec{F} trong chuyển dời $d\vec{s}$ được định nghĩa

$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{s} = |\vec{F}| |d\vec{s}| \cos \alpha = F_s ds \quad (1)$$

Với F_s là hình chiếu của \vec{F} lên phương dịch chuyển;

α là góc hợp bởi \vec{F} và $d\vec{s}$





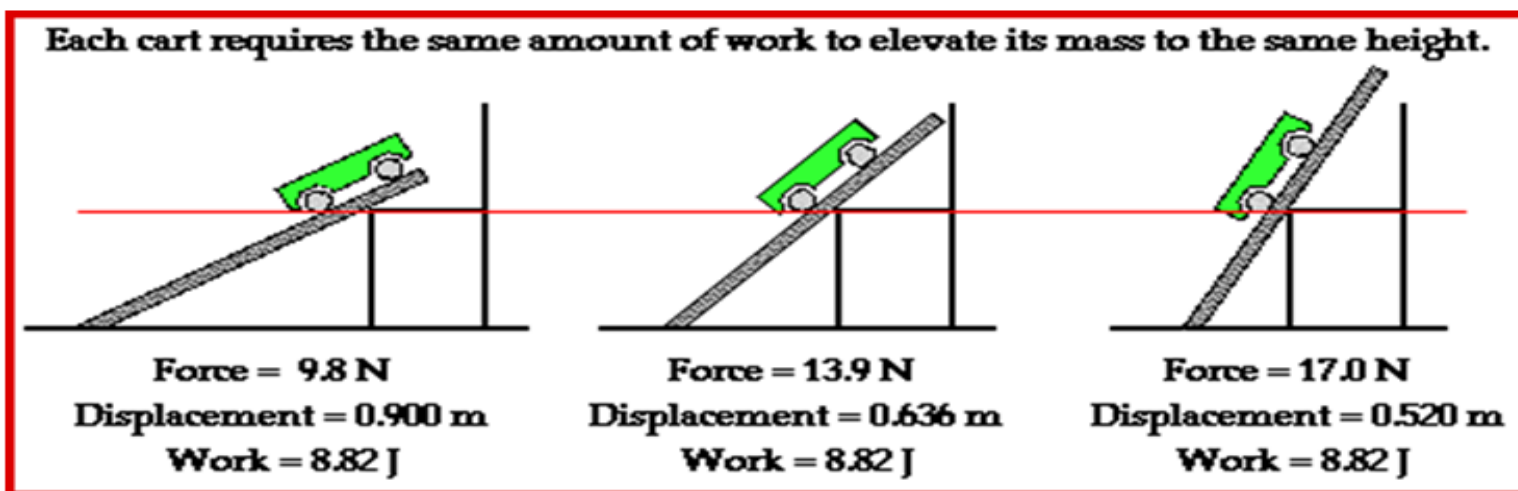
§1. Công và công suất

Nhận xét: Công vi phân dA là 1 số đại số. Phụ thuộc α

$\alpha < \frac{\pi}{2}$: $dA > 0$: Lực F sinh công phát động.

$\alpha = \frac{\pi}{2}$: $dA = 0$: Lực F không sinh công.

$\alpha > \frac{\pi}{2}$: $dA < 0$: Lực F sinh công âm.





§1. Công và công suất

Công tổng cộng do lực F thực hiện trên đường cong BC:

$$A = \int_{BC} dA = \int_{BC} \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_{BC} F_s ds \quad (2)$$

Nếu $F = \text{const}$ và chuyển dời là thẳng thì công A do lực F sinh ra trong chuyển dời S là:

$$A = \vec{F} \cdot \vec{S} = F \cdot S \quad (3)$$

Đơn vị của công:

+ Jun (J); $1J = 1N \cdot 1m$

+Trong kỹ thuật: kWh ($1kWh = 3600kJ$)



§1. Công và công suất

2. Công suất

Ý nghĩa: Đặc trưng cho sức mạnh của vật sinh công

Định nghĩa: Công suất là công sinh ra trong một đơn vị thời gian

Công suất được định nghĩa bởi biểu thức:

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (4)$$

Đơn vị của công suất

+ Oát (W): $1W = 1J/1s$

+ Mã lực (HP): $1HP = 746 W$



§2. Năng lượng. Định luật bảo toàn NL

1. Năng lượng

Khái niệm

- + Đặc trưng cho mức độ vận động của vật chất.
- + Thước đo khả năng sinh công của vật (hệ).

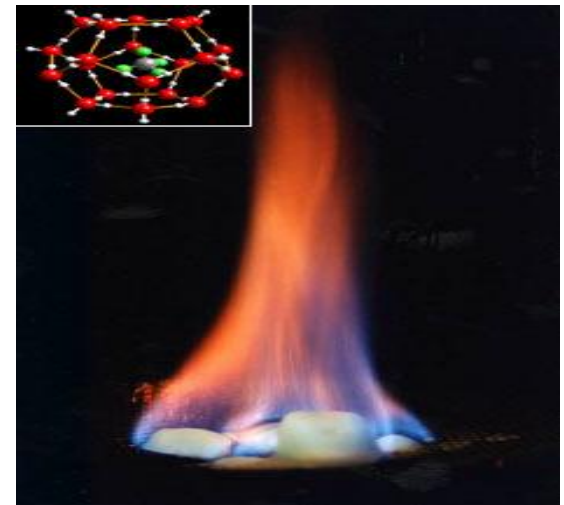
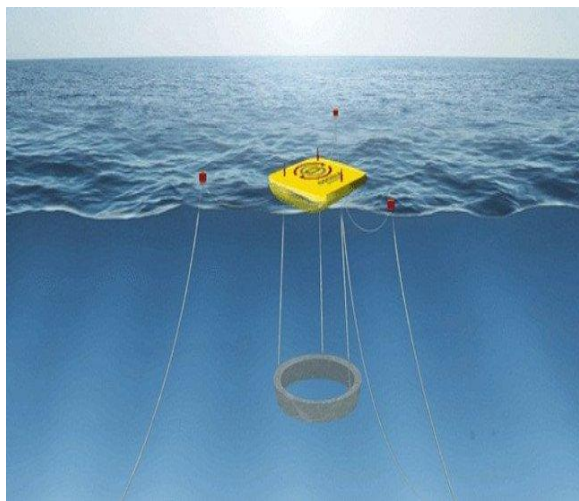
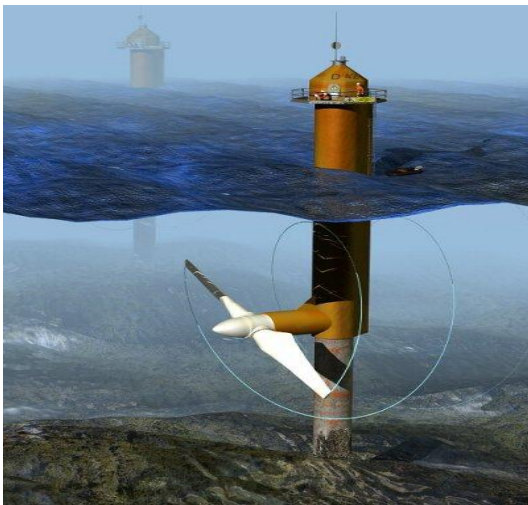
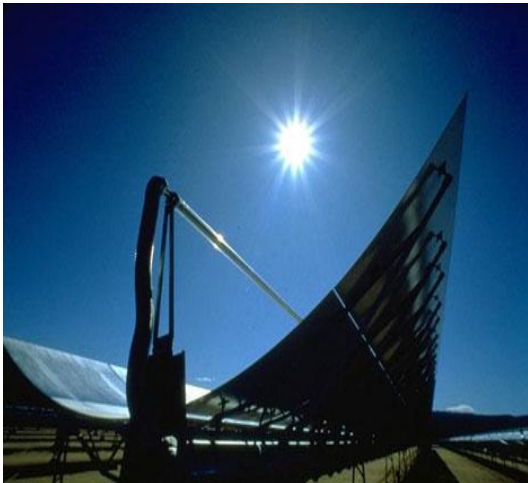
Nhận xét

- + Mỗi hình thức vận động cụ thể sẽ có một dạng năng lượng cụ thể như: Cơ năng, nhiệt năng, quang năng,...
- + *Năng lượng là hàm của trạng thái.*
- + Hệ có năng lượng thì có khả năng sinh công.



§2. Năng lượng. Định luật bảo toàn NL

Một số nguồn năng lượng

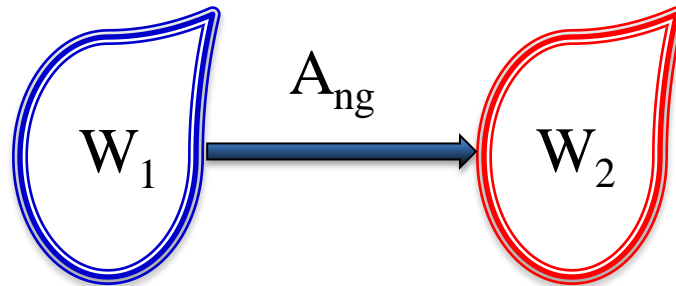




§2. Năng lượng. Định luật bảo toàn NL

2. Định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng

Xét quá trình hệ biến đổi từ trạng thái một (W_1) sang trạng thái hai (W_2). Trong quá trình này hệ nhận công A_{ng} từ bên ngoài.



Thực nghiệm chứng tỏ: $\Delta W = W_2 - W_1 = A_{ng}$ (1)

+Quy ước:

+ Hệ nhận công khi $A_{ng} > 0$

+ Hệ sinh công khi $A_{ng} < 0$



§2. Năng lượng. Định luật bảo toàn NL

+Nếu hệ không tương tác với môi trường ngoài ($A_{ng} = 0$) thì năng lượng của hệ được bảo toàn.

Định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng

“ Đối với hệ cô lập, năng lượng của hệ được bảo toàn hay năng lượng không tự nhiên sinh ra, không tự nhiên mất đi mà chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác hay từ hệ này sang hệ khác”.

Biểu thức: $W_2 = W_1 = const \quad (2)$

Đơn vị năng lượng: Jun (J), Oát – giờ (Wh), Kwh.



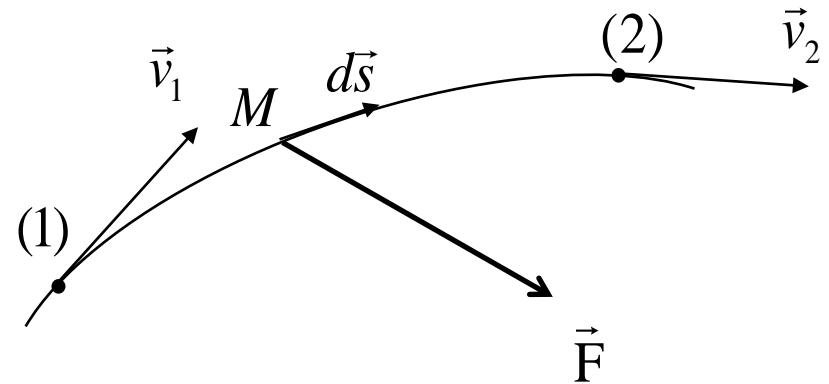
§3. Động năng

1. Khái niệm

Động năng của một vật là phần năng lượng (cơ năng) gắn liền với chuyển động của vật và liên quan đến công của ngoại lực tác dụng.

2. Biểu thức động năng

+ Xét chất điểm có khối lượng m chịu tác dụng của ngoại lực \vec{F} chuyển dời theo đường cong từ vị trí (1) đến vị trí (2).



+ Tại (1) chất điểm có vận tốc \vec{v}_1
+ Tại (2) chất điểm có vận tốc \vec{v}_2



§3. Động năng

Khi đó ngoại lực \vec{F} tác dụng lên chất điểm thực hiện công

$$A_{12} = \int_{1 \rightarrow 2} \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_{1 \rightarrow 2} F_s \cdot ds = \int_{1 \rightarrow 2} m \frac{dv}{dt} ds \quad (3)$$

$$(F_s = F_t = m \cdot a_t = m \frac{dv}{dt})$$

Hay: $A_{12} = \int_{v_1}^{v_2} mv dv \rightarrow A_{12} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad (4)$

Đặt: $W_{\vec{d}1} = \frac{1}{2}mv_1^2; W_{\vec{d}2} = \frac{1}{2}mv_2^2 \rightarrow A_{12} = W_{\vec{d}2} - W_{\vec{d}1} \quad (5)$



§3. Động năng

→ Biểu thức động năng: $W_{đ} = \frac{1}{2}mv^2$ (6)

3. Định lý động năng

$$A_{12} = W_{đ2} - W_{đ1}$$

“Độ biến thiên động năng của một chất điểm trên một quãng đường nào đó có giá trị bằng công của ngoại lực tác dụng lên chất điểm trên quãng đường đó”.

Ý nghĩa động năng

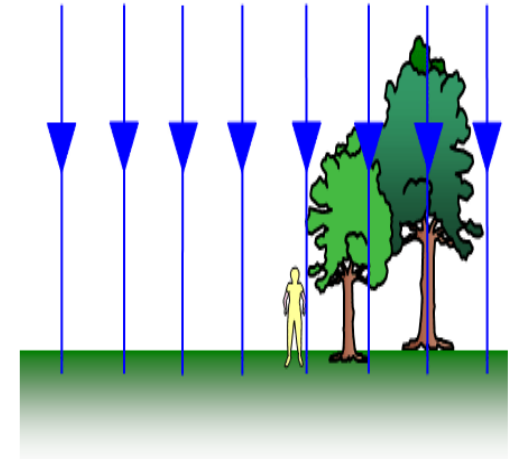
+ Nếu: $W_{đ1} = 0$ (Ban đầu vật đứng yên) $\rightarrow W_{đ2} = A_{12}$

Như vậy: Động năng của vật là công thực hiện để tăng tốc của vật tới giá trị vận tốc hiện tại.



§4. Trường lực thế. Trường hấp dẫn

1. Trường lực: *Tại mọi vị trí trong không gian mà chất điểm đều chịu lực tác dụng có phương, chiều, trị số phụ thuộc vào vị trí ấy thì trong khoảng không gian đó có trường lực.*



Ví dụ: Trường lực đàn hồi của lò xo, trường lực hấp dẫn của trái đất, trường lực tương tác tĩnh điện,...

2. Trường lực thế: *Là trường lực trong đó công của lực tác dụng lên chất điểm không phụ thuộc vào dạng đường chuyển động mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối.*



§4. Trường lực thế. Trường hấp dẫn

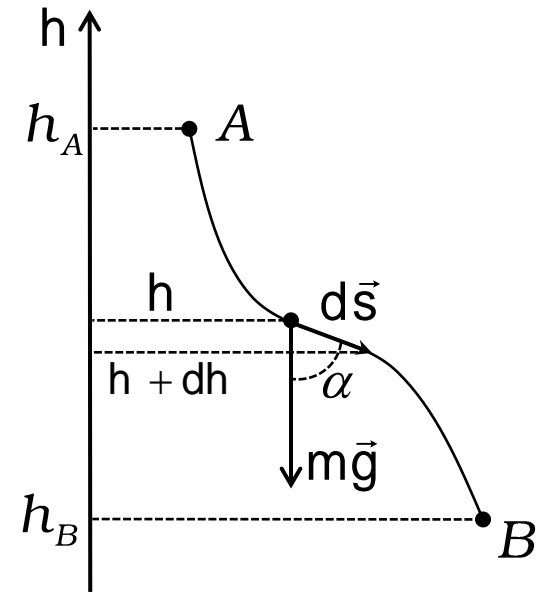
Ví dụ trường lực thế: Trọng trường trái đất

$$\vec{F} = \vec{p} = m\vec{g}$$

$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{s} = -mg ds \cos \alpha = -mg dh$$

$$A_{AB} = \int_A^B dA = - \int_{h_A}^{h_B} mg dh = mg(h_A - h_B)$$

- Dấu trừ xuất hiện vì trọng lực hướng theo chuyển động theo chiều h giảm ($dh < 0$).
- Biểu thức trên chứng tỏ rằng công A_{AB} chỉ phụ thuộc vào hai vị trí đầu (h_A) và cuối (h_B) \rightarrow Trọng trường của trái đất là trường lực thế





§4. Trường lực thế. Trường hấp dẫn

3. Thế năng

Ý nghĩa: *Thế năng là dạng năng lượng đặc trưng cho tương tác trong trường lực thế.*

Định nghĩa: *Thế năng của chất điểm trong trường lực thế được định nghĩa sao cho độ giảm thế năng của chất điểm trong một quá trình bằng công của lực thế thực hiện trong quá trình đó.*

$$A_{MN} = W_{tM} - W_{tN} \quad (7)$$

Đối với trọng trường trái đất (Chọn gốc tính thế năng tại mặt đất = 0):

$$W_t(h) = mgh$$



§4. Trường lực thế. Trường hấp dẫn

4. Cơ năng

$$W = W_{đ} + W_t$$

Nguyên lý bảo toàn cơ năng

Xét chất điểm chuyển động giữa hai vị trí M và N trong trường lực thế. Năng lượng của chất điểm là cơ năng W

$$\left. \begin{array}{l} A_{MN} = W_{đN} - W_{đM} \\ A_{MN} = W_{tM} - W_{tN} \end{array} \right\} \rightarrow W_{đN} - W_{đM} = W_{tM} - W_{tN}$$

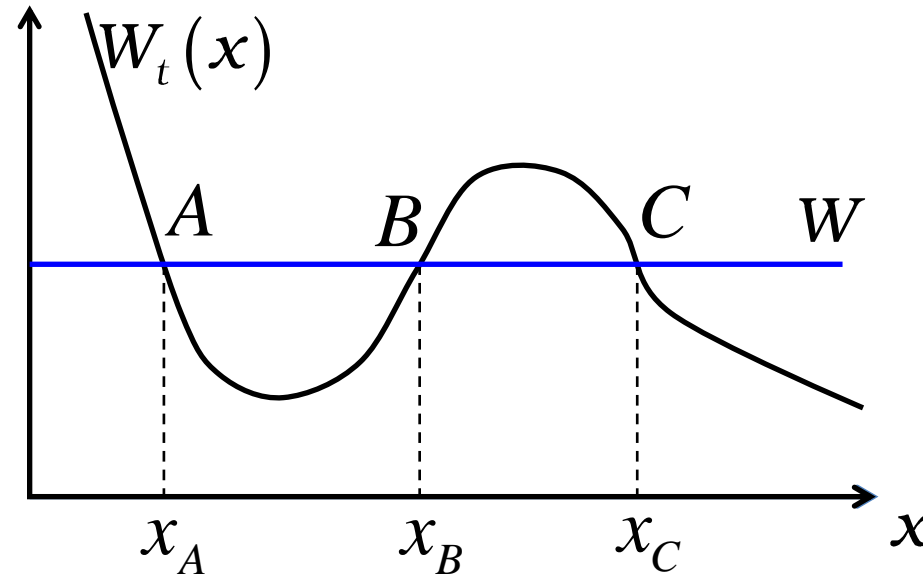
$$\rightarrow W_{đM} + W_{tM} = W_{đN} + W_{tN} \quad \text{Hay: } W = W_{đ} + W_t = \text{const}$$

Như vậy: Cơ năng của chất điểm trong trường lực thế được bảo toàn.



§4. Trường lực thế. Trường hấp dẫn

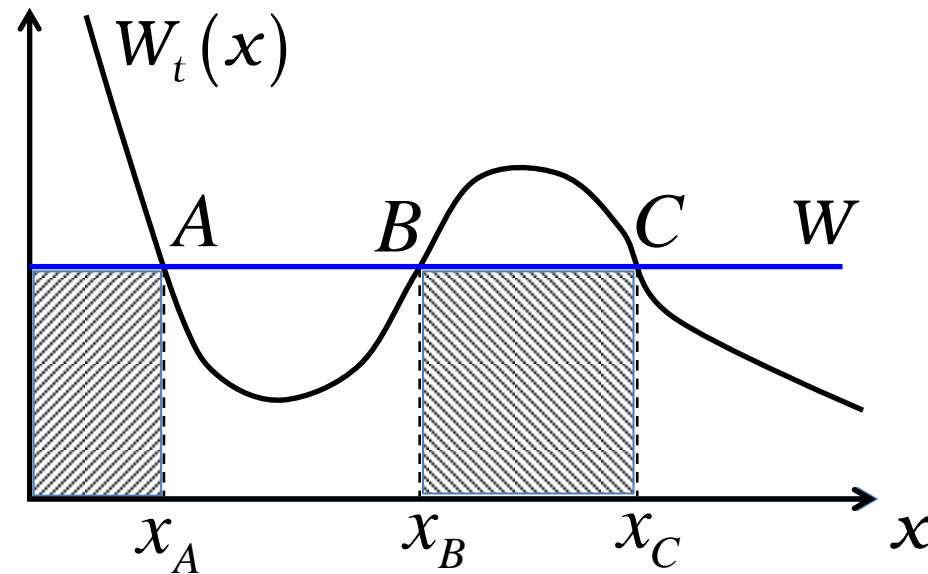
Giới hạn chuyển động trong trường lực thế



$$\begin{cases} W_t = W_t(x) \\ W = W_{đ} + W_t = \text{const} \end{cases} \rightarrow W_t(x) < W$$



§4. Trường lực thế. Trường hấp dẫn



$$\begin{cases} W_t = W_t(x) \\ W = W_{đ} + W_t = \text{const} \end{cases} \rightarrow W_t(x) < W$$

- $\begin{cases} x_A \leq x \leq x_B \text{ và } x \geq x_C & : \text{Chuyển động khả dĩ} \\ x \leq x_A \text{ và } x_B \leq x \leq x_C & : \text{Chuyển động không khả dĩ} \end{cases}$

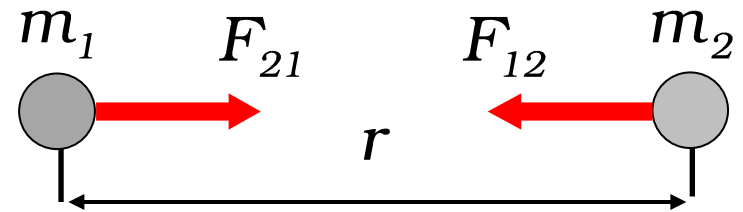


§5. Chuyển động trong trường hấp dẫn

1. Định luật vạn vật hấp dẫn của Newton

- “Mỗi chất điểm tác dụng lên các chất điểm khác một lực hút có độ lớn tỉ lệ thuận với tích khối lượng của chúng và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng” (*Newton 1687*).

Biểu thức: $F_{12} = F_{21} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

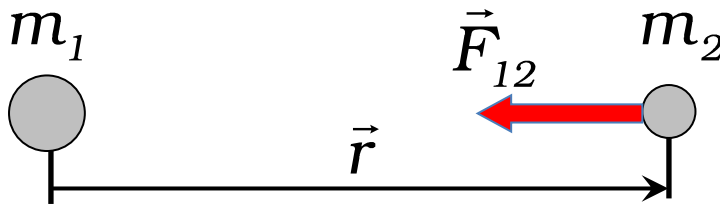


$G = 6.67(42867) \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$: Hằng số hấp dẫn vũ trụ



§5. Chuyển động trong trường hấp dẫn

Dạng véctơ lực hấp dẫn



$$\vec{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r^3} \vec{r}$$

\vec{r} : Véctơ hướng từ chất điểm 1 sang chất điểm 2

Lực hấp dẫn của Trái đất

$$\vec{F}_{TĐ} = -G \frac{M_{TĐ} m}{r^3} \vec{r} \approx -G \frac{M_{TĐ} m}{R_{TĐ}^3} \vec{R}_{TĐ}$$

$\vec{R}_{TĐ}$: Véctơ có độ dài bằng bán kính TĐ và chiều hướng từ tâm TĐ sang chất điểm



§5. Chuyển động trong trường hấp dẫn

2. Vai trò của lực hấp dẫn

- Lực hấp dẫn có vai trò quan trọng nhất ở khoảng cách giữa các hành tinh, các ngôi sao, các thiên hà hay vũ trụ (**khoảng cách vĩ mô**)
- Lực hấp dẫn làm cho trái đất và các hành tinh khác chuyển động trên quỹ đạo xung quanh mặt trời, do đó nhận được năng lượng của mặt trời giữ cho trái đất có nhiệt độ thích hợp cho sự sống.
- Lực hấp dẫn giữ cho mặt trời ở trạng thái cân bằng và có kích thước ổn định, luôn nén các hạt nhân nguyên tử Hydro làm tăng nhiệt độ mặt trời và giữ cho phản ứng nhiệt hạch xảy ra.



§5. Chuyển động trong trường hấp dẫn

3. Hệ quả và ứng dụng của lực hấp dẫn

- Tính khối lượng của các thiên thể
- Khối lượng của trái đất

$$M_{TD} = g_0 \frac{R_{TD}^2}{G}$$
$$g_0 = 9.81 m / s^2; R = 6350 km$$
$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} Nm^2 / kg^2$$
$$\Rightarrow M_{TD} = 6 \cdot 10^{24} kg$$

- Khối lượng của mặt trời

$$M_{MT} = 2 \cdot 10^{30} kg$$



HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM
VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY OF AGRICULTURE

Hết chương 4