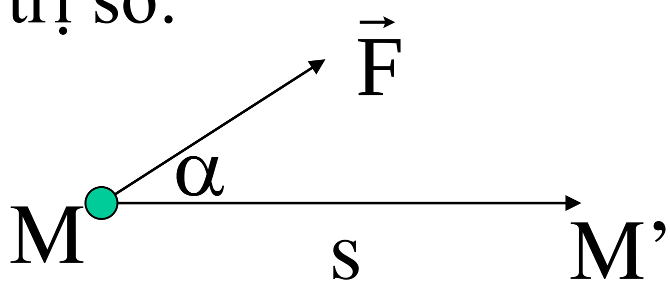
Chương IV
Cơ năng & Trường lực thế

§1. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT

I. Công:

1. Trường hợp lực không đổi

Đối với một lực không đổi $\vec{F}$ công A do lực $\vec{F}$ sinh ra trong chuyển dời $\overrightarrow{MM'}$ là đại lượng có trị số:



$$A = (\vec{F}.\overrightarrow{MM'})$$

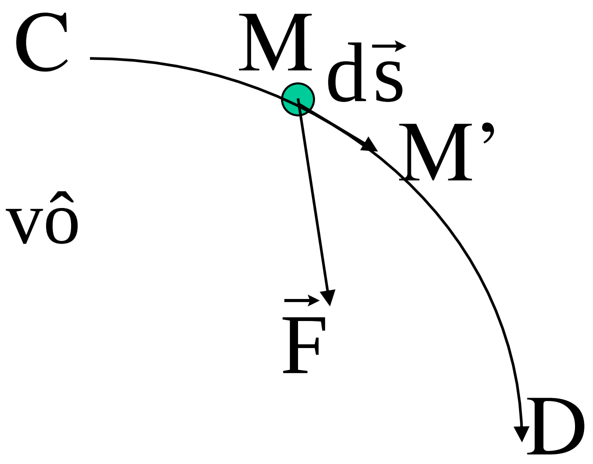
$$A = F.MM'.\cos\alpha = F_s.s$$

$\alpha < \dfrac{\pi}{2}, \quad A > 0$ lực sinh công phát động

$\alpha > \dfrac{\pi}{2}, \quad A < 0$ lực sinh công cản

$\alpha = \dfrac{\pi}{2}, \quad A = 0$ lực không sinh công

2. Trường hợp lực thay đổi



Công của lực $\vec{F}$ trên chuyển dời vô cùng nhỏ $d\vec{s}$

$$dA = (\vec{F}.d\vec{s})$$

Công toàn phần của lực $\vec{F}$ trên CD

$$A = \int_{CD} dA = \int_{CD} \vec{F}.d\vec{s}$$

II. Công suất

1. Công suất trung bình

Trong khoảng thời gian Δt lực sinh công ΔA → công suất trung bình của lực trong thời gian Δt:

$$\overline{P} = \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

Ý nghĩa: Công suất trung bình có giá trị bằng công trung bình của lực sinh ra trong đơn vị thời gian

2. Công suất tức thời (công suất)

$$P = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt} \qquad (1)$$

Công suất có giá trị bằng đạo hàm của công theo thời gian

Thay $dA = \vec{F}.d\vec{s}$ vào (1), ta có:

$$\boxed{P = \vec{F}\frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F}.\vec{v}}$$

Đơn vị công và công suất

Đơn vị công: Jun (J); Đơn vị công suất: oat (W)

§2. NĂNG LƯỢNG

I. Khái niệm năng lượng

- ✓ Năng lượng là đại lượng đặc trưng cho mức độ vận động của vật chất
- ✓ Một vật ở trạng thái xác định có năng lượng xác định. Năng lượng là hàm của trạng thái.
- ✓ Một vật tương tác với bên ngoài, trạng thái của nó thay đổi, nghĩa là vật đã trao đổi năng lượng với bên ngoài.
- ✓ Trong chuyển động cơ học sự trao đổi năng lượng này được thực hiện bằng quá trình thực hiện công
- ✓ Công là một đại lượng đặc trưng cho quá trình trao đổi năng lượng giữa vật này và vật khác

II Định luật bảo toàn năng lượng

Giả sử ở trạng thái nào đó hệ có năng lượng xác định là E_1. Trong một quá trình nào đó hệ có thể sinh công hoặc nhận công và năng lượng của nó có giá trị E_2. Thực nghiệm chứng tỏ:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = A$$

A: Công mà hệ nhận được

Độ biến thiên năng lượng của một hệ trong một quá trình nào đó có giá trị bằng công mà hệ nhận được từ bên ngoài trong quá trình đó

A>0 hệ nhận công, năng lượng của hệ tăng;

A<0 hệ sinh công, năng lượng của hệ giảm

Đối với hệ cô lập A=0 $\longrightarrow$ $E_2 = E_1 = \text{const}$

Năng lượng của hệ cô lập được bảo toàn

III. Ý nghĩa của định luật bảo toàn năng lượng

- ✓ Vận động của vật chất là bảo toàn
- ✓ Năng lượng là hữu hạn: Một vật không thể sinh công mãi mà không nhận E từ bên ngoài
- ✓ Không thể chế tạo động cơ vĩnh cửu (loại 1)

IV. Phân biệt khái niệm Công và Năng lượng

$$\Delta E = E_2 - E_1 = A$$

- ✓ Công và năng lượng có mối quan hệ nhất định song công không phải là năng lượng
- ✓ Năng lượng là hàm trạng thái còn công là hàm quá trình
- ✓ Năng lượng luôn tồn tại còn công chỉ xuất hiện khi có sự thay đổi trạng thái của hệ

§3. ĐỘNG NĂNG-ĐỊNH LÝ VỀ ĐỘNG NĂNG

I. Động năng:

Định nghĩa: *Động năng là phần năng lượng ứng với chuyển dời của vật*

Xét chuyển động của chất điểm khối lượng *m* từ điểm (1) sang điểm (2) dưới tác dụng của lực $\vec{F}$. Công của lực $\vec{F}$ trong chuyển dời từ (1) đến (2) là:

$$A = \int_{(1)}^{(2)} \vec{F} d\vec{s} = \int_{(1)}^{(2)} m \frac{d\vec{v}}{dt} d\vec{s} = \int_{(1)}^{(2)} m \frac{d\vec{s}}{dt} d\vec{v} =$$

$$= \int_{(1)}^{(2)} m\vec{v} d\vec{v} = \int_{(1)}^{(2)} d\left(\frac{m\vec{v}^2}{2}\right) = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$

Mặt khác công *A* bằng độ biến thiên cơ năng (ở đây là động năng)

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = W_{d2} - W_{d1} \qquad (1)$$

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = W_{d2} - W_{d1} \quad (1)$$

Vậy ta có thể định nghĩa:

$\frac{mv_1^2}{2}$ là động năng của chất điểm tại vị trí (1) bằng W_{d1}

$\frac{mv_2^2}{2}$ là động năng của chất điểm tại vị trí (2) bằng W_{d2}

Tổng quát biểu thức biểu thức động năng của chất điểm có khối lượng m, vận tốc v là:

$$\boxed{W = \frac{mv^2}{2} \quad (2)}$$

II. Định lý về động năng

Từ phương trình (1):

$$W_{d2} - W_{d1} = A \quad (1)$$

Phát biểu định lý về động năng: *Độ biến thiên động năng của chất điểm trong quãng đường nào đó có giá trị bằng công của ngoại lực tác dụng lên chất điểm trong quãng đường đó*

Nếu lực $\vec{F}$ tác dụng lên vật sinh công phát động A>0

$$\rightarrow \quad W_2 > W_1$$

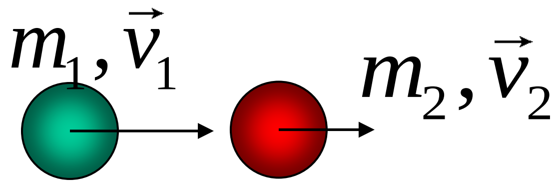
Nếu lực $\vec{F}$ tác dụng lên vật sinh công cản A<0

$$\rightarrow \quad W_2 < W_1$$

§4.VA CHẠM

I. Định nghĩa:

Va chạm là sự tương tác giữa các vật trong khoảng thời gian rất ngắn. Trước và sau va chạm các vật không tương tác



Khảo sát bài toán va chạm xuyên tâm. Giả thiết hệ cô lập.

Áp dụng định luật bảo toàn động lượng:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1{}' + m_2\vec{v}_2{}' \quad (1)$$

Định luật bảo toàn năng lượng:

$$\frac{m_1v_1^2}{2} + \frac{m_2v_2^2}{2} = \frac{m_1v'^2_1}{2} + \frac{m_2v'^2_2}{2} + Q \quad (2)$$

Q là phần động năng của hệ biến thành năng lượng khác. Nếu *Q=0*: va chạm là đàn hồi. Nếu $Q \neq 0$: va chạm không đàn hồi

II. Va chạm đàn hồi đối xứng xuyên tâm (*Q=0*)

Viết lại (1) và (2) thành phương trình đối với trị đại số của các vectơ vận tốc. Vì chúng cùng phương nên ta có:

$$\begin{cases} m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2' \\ m_1v_1^2 + m_2v_2^2 = m_1v_1'^2 + m_2v_2'^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_1(v_1 - v_1') = m_2(v_2' - v_2) \\ m_1(v_1^2 - v_1'^2) = m_2(v_2'^2 - v_2^2) \end{cases} \rightarrow \quad \begin{aligned} & v_1 + v_1' = v_2 + v_2' \\ & \rightarrow v_2' = v_1 + v_1' - v_2 \end{aligned}$$

$$\boxed{v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}} \qquad \boxed{v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}}$$

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

$$v_2' = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

Các trường hợp riêng

1) $m_1 = m_2 \Rightarrow v_1' = v_2$ và $v_2' = v_1$;

2) Ban đầu m_2 đứng yên ($v_2 = 0$)

$$v_1' = \frac{(m_1 - m_2)v_1}{m_1 + m_2}, \quad v_2' = \frac{2m_1v_1}{m_1 + m_2}$$

Nếu $m_1 << m_2 \Rightarrow v_1' \approx -v_1$ và $v_2' \approx 0$

III. Va chạm mềm

1. Vận tốc sau va chạm

Xét va chạm hoàn toàn không đàn hồi. Hai quả cầu sau va chạm chuyển động với cùng vận tốc. Ta có:

$$v_1' = v_2' = v \rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\rightarrow \boxed{v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}}$$

2. Độ biến thiên động năng trong va chạm

$$\Delta W_{\mathrm{d}} = W_{\mathrm{d}}^{'} - W_{\mathrm{d}} = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} - \left(\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \right) =$$

$$= \frac{(m_1 v_1 + m_2 v_2)^2}{2(m_1 + m_2)} - \left(\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} \right)$$

$$\boxed{\Delta W_d = -\frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)}(v_1 - v_2)^2}$$

$$\boxed{-\Delta W_{\mathrm{d}} = W_{\mathrm{d}} - W_{\mathrm{d}}^{'} = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)}(v_1 - v_2)^2}$$

Độ giảm động năng có giá trị bằng công làm biến dạng 2 quả cầu

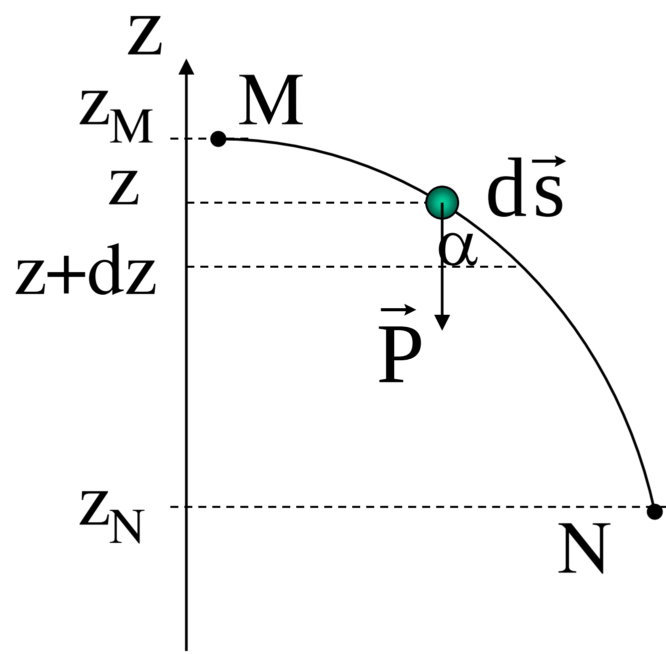
§5. THẾ NĂNG VÀ CƠ NĂNG TRONG TRỌNG TRƯỜNG ĐỀU

I. Công của trọng trường đều:

Chất điểm khối lượng m chịu một lực trọng trường:

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

Tính công của lực trọng trường trong quá trình chất điểm dịch chuyển từ M đến N



$$dA = \vec{P}d\vec{s} = mgds.\cos\alpha$$

$$ds.\cos\alpha = -dz$$

$$dA = -mgdz$$

dấu - do khi độ cao giảm (dz<0) thì dA>0

$$\boxed{A_{MN} = -\int_{z_M}^{z_N} mgdz = mg(z_M - z_N)}$$

- *Công của lực trọng trường chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối của chuyển dời. Ta nói rằng trọng trường đều là một trường thế*
- Nếu chuyển dời là một đường cong kín: A (*theo đường cong kín*)=0

II. Thế năng trong trọng trường đều

1. Định nghĩa: *Thế năng của chất điểm trong trọng trường là một đại lượng phụ thuộc vào vị trí của chất điểm sao cho độ giảm thế năng của chất điểm từ M đến N có trị số bằng công của lực trọng trường từ M đến N*

$$(W_t)_M - (W_t)_N = A_{MN} = mg(z_M - z_N) \quad (1)$$

Nhận xét: Nếu đồng thời cộng $(W_t)_M$ và $(W_t)_N$ với cùng một hằng số thì (1) vẫn đúng. Vậy :

✓Thế năng của chất điểm tại M: $(W_t)_M = mgz_M + C$

✓Thế năng của chất điểm tại N: $(W_t)_N = mgz_N + C$

Thế năng của chất điểm khối lượng *m* ở cách mặt đất độ cao z:

$W_t(z) = mgz + C$ C: hằng số tùy ý

C chính là W_t tại mặt đất. Nếu chọn mốc W_t (z=0)=0 thì $C=0$

$$\boxed{W_t(z) = mgz}$$

2. Định lý về thế năng trong trọng trường đều

$$(W_t)_M - (W_t)_N = A_{MN} = mg(z_M - z_N) \quad (1)$$

Định lý: *Độ giảm thế năng của chất điểm từ M đến N có trị số bằng công của lực trọng trường từ M đến N*

III.Định luật bảo toàn cơ năng trong trọng trường đều

Xét chất điểm khối lượng m chuyển động từ M đến N trong trọng trường đều. Công của lực trọng trường cho bởi:

$$(W_t)_M - (W_t)_N = A_{MN} \quad (1)$$

Theo định lý về động năng, công đó cũng có thể tính bằng

$$(W_d)_N - (W_d)_M = A_{MN} \quad (2)$$

$$\Rightarrow (W_d)_N - (W_d)_M = (W_t)_M - (W_t)_N \quad (3)$$

$$\left(W_d\right)_N - \left(W_d\right)_M = \left(W_t\right)_M - \left(W_t\right)_N \quad (3)$$

$$\left(W_d\right)_N + \left(W_t\right)_N = \left(W_d\right)_M + \left(W_t\right)_M \quad (4)$$

Vì M, N là bất kỳ nên ta kết luận

$$\boxed{W = W_d + W_t = const \quad (5)}$$

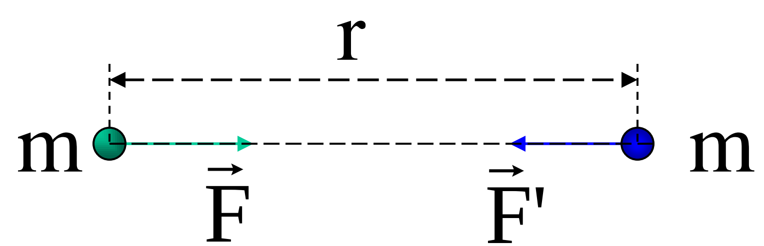
Định luật: *Cơ năng của một chất điểm trong trọng trường được bảo toàn*

Khi chất điểm chyển động trong trọng trường:

$$\boxed{W = \frac{mv^2}{2} + mgz = const}$$

§6. Định luật Niutơn về lực hấp dẫn vũ trụ

I. Phát biểu định luật



$$\vec{F} + \vec{F}' = 0$$

$$F = G\frac{mm'}{r^2} \qquad (1)$$

$G = 6,67.10^{-11} Nm^2/kg^2$

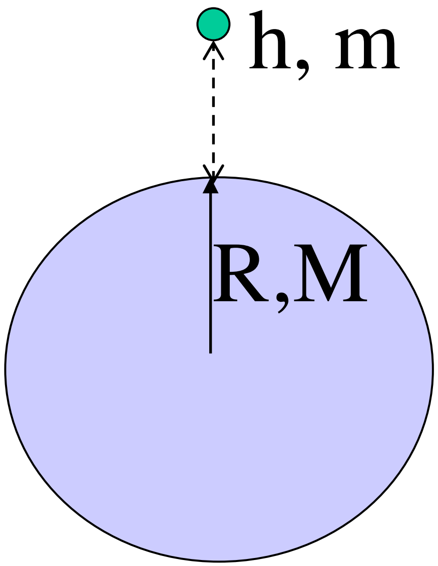
Hằng số hấp dẫn vũ trụ

Định luật: *Hai chất điểm có khối lượng m, m' đặt cách nhau một khoảng r sẽ hút nhau bằng những lực có phương là đường thẳng nối 2 chất điểm, có cường độ tỷ lệ thuận với hai khối lượng m và m' và tỷ lệ nghịch với binh phương khoảng cách r*

(1) áp dụng cho hai chất điểm, hai quả cầu đồng chất

II. Ứng dụng

1. Sự thay đổi gia tốc trọng trường theo độ cao



$$P = mg = G\frac{Mm}{(R+h)^2}$$

$$\boxed{g = G\frac{M}{(R+h)^2}}$$

trên mặt đất $\quad g_0 = G\frac{M}{R^2}$

$$g = g_0\left(\frac{R}{R+h}\right)^2$$

gần mặt đất h<<R

$$g = g_0\frac{1}{\left(1+\frac{h}{R}\right)^2} \approx g_0\left(1-2\frac{h}{R}\right)$$

$g_0 \approx 9{,}8\ m/s^2$

2. Tính khối lượng của các thiên thể

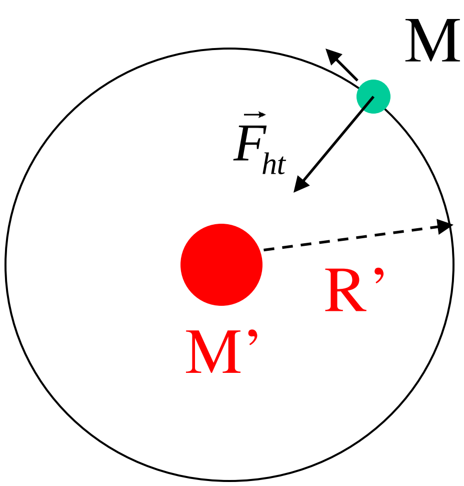
a. Khối lượng của quả đất:

$$P_0 = mg_0 = G\frac{Mm}{R^2}$$

$$\Rightarrow M = \frac{g_0 R^2}{G} = \frac{9,8(6,37.10^6)^2}{6,67.10^{-11}} \approx 6.10^{24} kg$$

b. Khối lượng của mặt trời:

$$F = G\frac{MM'}{R'^2} = F_{ht} = \frac{Mv^2}{R'}$$



$$v = \frac{2\pi R'}{T},$$

$R' = 1,5.10^{11} m$,

$T = 365 \text{ x } 24 \text{ x } 3600 \text{ s}$

$$M' = \frac{R'v^2}{G} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \frac{R'^3}{G} = 2.10^{30} kg$$

§7. Tính chất thế của Trường hấp dẫn

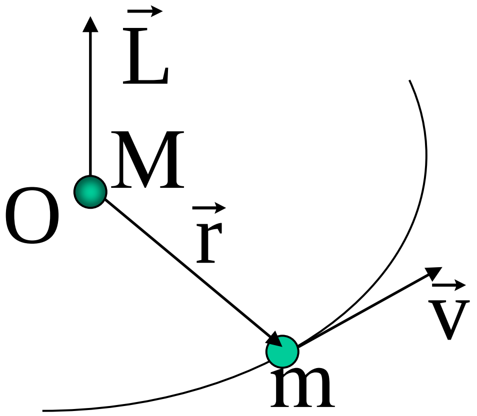
I. Khái niệm về trường hấp dẫn:

- ✓ Xung quanh một vật có khối lượng tồn tại một trường lực gọi là trường hấp dẫn;
- ✓ Bất kỳ vật nào có khối lượng đặt trong trường hấp dẫn đều chịu tác dụng của lực hấp dẫn.

II. Bảo toàn mômen động lượng trong trường hấp dẫn

Khảo sát chuyển động của chất điểm m trong trường hấp dẫn của chất điểm M đặt cố định tại O. Từ đl về mm động lượng ta có:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\mu}/_0(\vec{F})$$



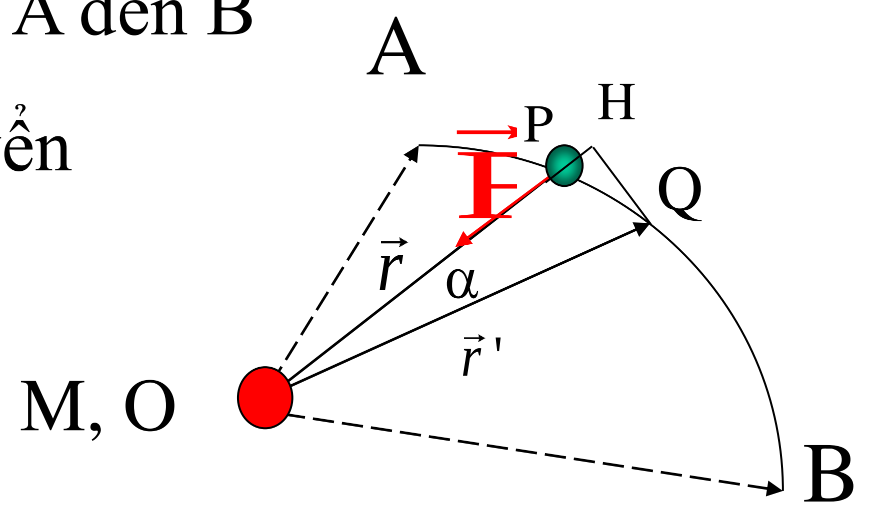
Vì lực luôn hướng vào tâm O nên $\vec{\mu}/_0(\vec{F}) = 0$

$$\rightarrow \quad \vec{L} = \overrightarrow{const}$$

m chuyển động trên quỹ đạo phẳng vuông góc với $\vec{L}$

III. Tính chất thế của trường hấp dẫn:

Xét chất điểm *m* chuyển động trong trường hấp dẫn của chất điểm *M*. Ta sẽ tính công của lực hấp dẫn tác dụng lên chất điểm *m* khi *m* chuyển dời từ A đến B



Công của lực hấp dẫn trong chuyển dời vi phân $\overrightarrow{PQ} = d\vec{s}$ là:

$$dA = \vec{F}.\overrightarrow{PQ} = F.\underbrace{PQ.\cos\alpha}_{-\overline{PH}}$$

$\overline{PH}$ *là độ dài đại số với quy ước chiều dương là chiều từ O đến P*

$$\overline{PH} = \overline{OH} - \overline{OP} = r + dr - r = dr$$

$$\Rightarrow \quad dA = -Fdr = -G\frac{Mm}{r^2}dr$$

Công của lực hấp dẫn trong chuyển dời từ A đến B:

$$A_{AB} = \int_{r_A}^{r_B} dA = \int_{r_A}^{r_B} -\frac{GMm}{r^2} dr = (-G\frac{Mm}{r_A}) - (-G\frac{Mm}{r_B}) \quad (1)$$

Nhận xét: *Công của lực hấp dẫn không phụ thuộc vào đường dịch chuyển AB mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối của chuyển dời.*

Kết luận: *Trường hấp dẫn của chất điểm M là một trường thế*

Tổng quát: Người ta đã chứng minh được: *Trường hấp dẫn Niutơn là một trường thế*

Hệ quả: Định nghĩa thế năng của chất điểm m trong trường hấp dẫn của chất điểm M.

Vì trường hấp dẫn là trường thế, theo định nghĩa thế năng của trường thế, ta có:

$$W_{tA} - W_{tB} = A_{AB} = (-G\frac{Mm}{r_A}) - (-G\frac{Mm}{r_B}) \quad (1)$$

Từ (1) ta có thể rút ra:

$$\mathrm{W}_{tA} = (-G\frac{Mm}{r_A}) + \mathrm{C}, \qquad \mathrm{W}_{tB} = (-G\frac{Mm}{r_B}) + \mathrm{C}$$

Tổng quát: Thế năng của chất điểm m tại vị trí cách M một khoảng bằng r là:

$$\mathrm{W}_t(r) = (-G\frac{Mm}{r}) + C \quad (2)$$

C là hằng số tùy ý chọn có giá trị bằng thế năng tại vô cùng

IV. Bảo toàn cơ năng của chất điểm trong trường hấp dẫn

$$W_t(r) = (-G\frac{Mm}{r}) + C \quad (2)$$

Chọn $W_t(\infty)=0$ => từ (2) suy ra C=0 , khi đó biểu thức thế năng là:

$$W_t = -G\frac{Mm}{r}$$

Vì trường hấp dẫn là trường thế, nên khi chất điểm m chuyển động trong trường hấp dẫn, cơ năng của nó bảo toàn

$$\boxed{W = W_d + W_t = \frac{mv^2}{2} + (-G\frac{Mm}{r}) = const}$$

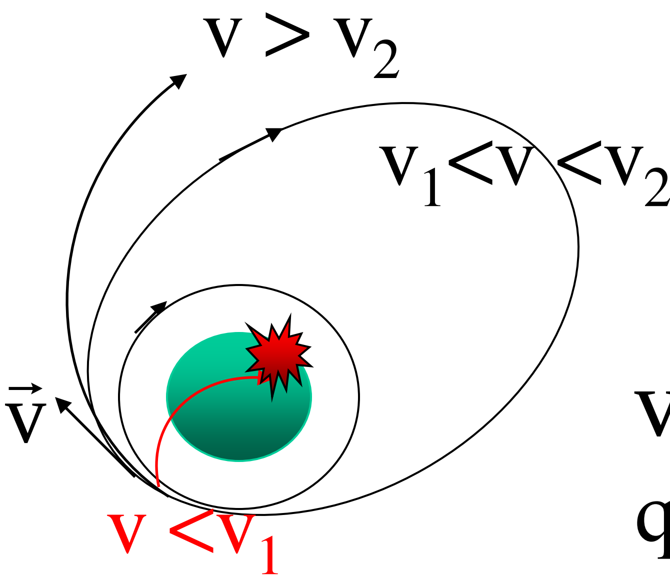
Hệ quả: Khi r tăng, thế năng tăng thì động năng giảm và ngược lại

§8. Chuyển động trong trường hấp dẫn của quả đất

v_1-vận tốc vũ trụ cấp I

v_2-vận tốc vũ trụ cấp II

bắn vật lên từ mặt đất:



$v < v_1$: vật rơi trở lại mặt đất

$v = v_1$: vật bay theo quĩ đạo tròn quanh trái đất

$v > v_2$:vật bay khỏi trường hấp dẫn của trái đất

$v_1 < v < v_2$:vật bay theo quĩ đạo ellip quanh trái đất

I. Vận tốc vũ trụ cấp I

Trị số vận tốc ban đầu v_I cần thiết để bắn viên đạn bay vòng quanh quả đất theo một quỹ đạo tròn gọi là vận tốc vũ trụ cấp I

Giả sử với vận tốc ban đầu v_1 vật chuyển động theo quỹ đạo tròn

v_1

$$F_{hd} = \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv_1^2}{r} \rightarrow v_1 = \sqrt{G\frac{M}{r}}$$

$$h \ll R, \quad r \approx R \rightarrow v_1 = \sqrt{G\frac{M}{R}} = \sqrt{Rg_0} = 7,9 km/s$$

II.Vận tốc vũ trụ cấp II

Trị số tối thiểu của vận tốc ban đầu cần thiết để phóng vật từ một điểm trên mặt đất đi xa vô cùng gọi là vận tốc vũ trụ cấp II

Áp dụng bảo toàn cơ năng:

Cơ năng khi bắn = Cơ năng ở xa vô cùng

$$\frac{mv_2^2}{2} + \left(-G\frac{Mm}{R}\right) = \frac{mv_\infty^2}{2} + \left(-G\frac{Mm}{\infty}\right)$$

$$\frac{mv_2^2}{2} + \left(-G\frac{Mm}{R}\right) > 0 \quad \rightarrow$$

$$\boxed{v_2 \geq \sqrt{2Rg_0} = 11,2km/s}$$

§9. Trường lực thế-Sơ đồ thế năng

I. Khái niệm trường lực thế

Trường lực thế là một trường lực, trong đó công của lực tác dụng lên chất điểm chuyển động trong trường lực không phụ thuộc vào dạng đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối của chuyển dời

$$A_{MN} = \int_{MN} \vec{F} d\vec{s}$$

Nếu chất điểm chuyển động theo đường cong kín:

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

Trong trường lực thế ta có thể định nghĩa thế năng của chất điểm:

Công của lực tác dụng lên chất điểm trong trường lực thế có trị số bằng độ giảm thế năng của chất điểm trong trường lực đó

$$-\Delta \mathrm{W}_t = (\mathrm{W}_t)_{dau} - (\mathrm{W}_t)_{cuoi} = A_t$$

Thế năng của chất điểm trong trường lực thế phụ thuộc vị trí chất điểm đó

$$\mathrm{W}_t = \mathrm{W}_t(x, y, z)$$

Nếu xét một chuyển dời vi phân ta có:

$$-\mathrm{dW}_t = dA_t \quad (1)$$

Liên hệ giữa lực tác dụng trong trường lực thế và thế năng:

$$dA_t = \vec{F}d\vec{s} = F_s ds$$
$$\Rightarrow \quad F_s ds = \text{-d}W_t$$

$$F_s = -\frac{\mathrm{d}W_t}{ds} \quad (2)$$

Hình chiếu của lực tác dụng lên chất điểm trong trường lực thế theo một phương nào đó có giá trị bằng và ngược dấu với đạo hàm của thế năng theo phương đó

Trường hợp $\vec{F} = \vec{F}(x, y, z)$ từ (2) ta có:

$$F_x = -\frac{\partial W_t}{\partial x}, \quad F_y = -\frac{\partial W_t}{\partial y}, \quad F_z = -\frac{\partial W_t}{\partial z}$$

$$\boxed{\vec{F} = -(\vec{i}\,\frac{\partial W_t}{\partial x} + \vec{j}\,\frac{\partial W_t}{\partial y} + \vec{k}\,\frac{\partial W_t}{\partial z}) = -grad W_t}$$

Người ta cũng chứng minh được: Cơ năng của chất điểm trong trường lực thế được bảo toàn.

$$W = W_d + W_t = const$$

III. Sơ đồ thế năng

Xét trường hợp thế năng chỉ phụ thuộc vào một tọa độ x $W_t = W_t(x)$ ta có thể vẽ đồ thị W_t theo x. Đồ thị đó gọi là sơ đồ thế năng. Qua sơ đồ W_t ta có thể rút ra những kết luận định tính về chuyển động.

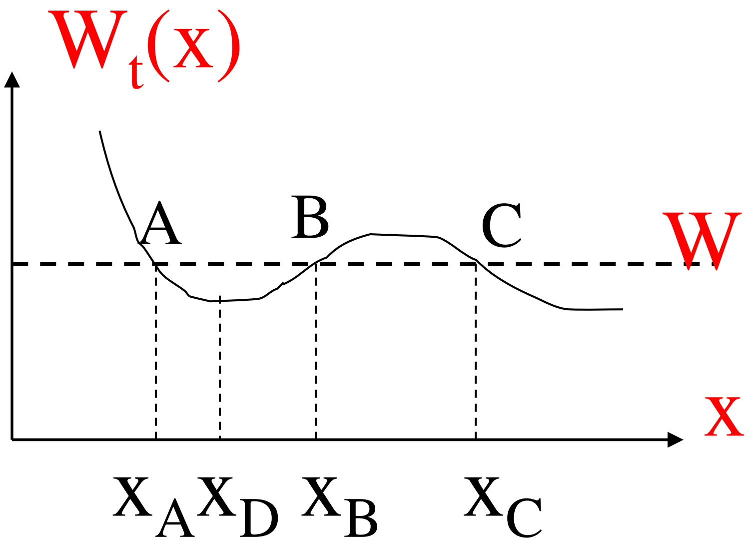
Giả thiết cơ năng chất điểm trong trường lực có thế có giá trị xác định W, ta có:

$$W = mv^2/2 + W_t = const$$

Vì $\frac{mv^2}{2} > 0 \Rightarrow$ ta có điều kiện $W_t(x) \leq W \quad (3)$

=> Trong quá trình chuyển động chất điểm chỉ đi qua những vị trí tại đó thế năng của chất điểm không vượt quá cơ năng của nó. Ta nói (3) xác đinh giới hạn của chuyển động.

Xét trường hợp đường cong $W_t = W_t(x)$ có dạng như hình vẽ



Đường thẳng W cắt đường cong W_t tại A, B, C.

Để thỏa mãn điều kiện $W_t(x) \le W$ tọa độ x của chất điểm phải nằm trong vi:

$$x_A \le x \le x_B \text{ và } x \ge x_C \qquad (4)$$

Các điều kiện (4) xác đinh giới hạn của chuyển động chất điểm.