

PHẦN III. ĐỘNG LỰC HỌC**CHƯƠNG VII****CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA ĐỘNG LỰC HỌC****Bài 17. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA ĐỘNG LỰC HỌC****I. Các định luật Newton – Hai bài toán cơ bản của động lực học****1. Các định luật Newton****a) Định luật I (Định luật quán tính)**

Chất điểm không chịu tác động của lực nào thì sẽ đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều.

Trạng thái đứng yên hay chuyển động thẳng đều gọi là chuyển động theo quán tính.

Vậy, nếu không chịu tác động lực, vận tốc của chất điểm sẽ không đổi cả về độ lớn và hướng.

b) Định luật II (Định luật cơ bản của động lực học)

Độ lớn tác động của lực, chất điểm chuyển động với gia tốc cùng hướng với hướng của lực và có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của lực (Hình 17 – 1)

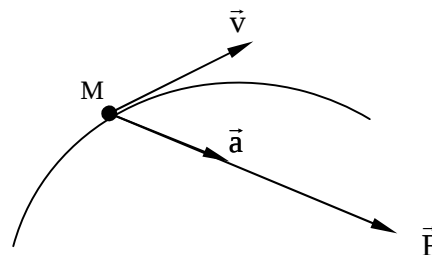
$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (17-1)$$

m: khối lượng của chất điểm

Biểu thức (17 – 1) gọi là

phương trình cơ bản của động

lực học.



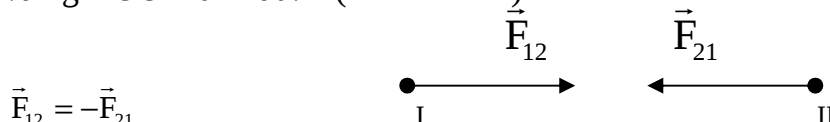
Hình 17 - 1

Khi chất điểm rơi từ độ cao thì (20 - 1) có thể viết lại như sau:

$$P = mg \quad (17 - 2).$$

c) Tiên đề 3 (Định luật tác động và phản tác động)

Lực mà 2 chất điểm tác động lên nhau luôn cùng độ lớn tác động, cùng hướng và ngược chiều nhau. (Hình 17 – 2)



$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Chú ý: Lực tác động giữa 2 chất điểm không phải là cặp lực cân bằng vì chúng đặt vào 2 chất điểm khác nhau.

Tiên đề 3 là cơ sở của động lực học cổ điển

2. Hai bài toán cơ bản của động lực học

a) Bài toán thứ nhất (Bài toán thuận)

Cho biết chuyển động của chất điểm, xác định lực tác động lên chất điểm đó.

Phương pháp giải chung: Nếu gia tốc của chất điểm đã biết, ta áp dụng trực tiếp phương trình cơ bản của động lực học để giải. Nếu chuyển động được cho không trực tiếp qua gia tốc mà qua quy luật của chuyển động thì ta phải tìm gia tốc nhờ các công thức phân động học rồi mới áp dụng phương trình cơ bản của động lực học.

b) Bài toán thứ hai (Bài toán nghịch)

Cho biết các lực tác động lên chất điểm và các điều kiện ban đầu của chuyển động, xác định chuyển động của chất điểm.

Phương pháp giải chung: Do các lực đã biết nên ta có thể thiết lập được các phương trình vi phân chuyển động, giải các phương trình vi phân và xác định các hằng số tích phân theo điều kiện ban đầu. Nghiệm của hệ phương trình vi phân chính là các phương trình chuyển động cần tìm.

3. Phương trình vi phân chuyển động

a) Động tọa độ Descartes

Gọi x, y, z là tọa độ chất điểm trong hệ tọa độ Oxyz.

$$\begin{cases} m\ddot{x} = \sum F_{kx} \\ m\ddot{y} = \sum F_{ky} \\ m\ddot{z} = \sum F_{kz} \end{cases} \quad (17-3)$$

Trong đó, F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} là thành phần chiếu của $\vec{F}_k$ lên các trục Ox, Oy, Oz.

Hệ phương trình (17 – 3) gọi là phương trình vi phân chuyển động của chất điểm đối với động tọa độ Descartes.

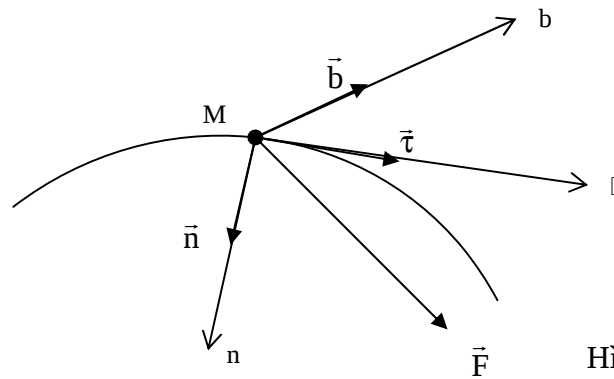
b) Động tọa độ tự nhiên

Tọa độ :

$$\begin{cases} m a_\tau = \sum F_{k\tau} \\ m a_n = \sum F_{kn} \\ m a_b = \sum F_{kb} \end{cases}$$

Theo kết quả động học thì $a_\tau = \dot{s}$, $a_n = \frac{v^2}{\rho}$, $a_b = 0$ nên ta có:

$$\begin{cases} m\ddot{s} = \sum F_{k\tau} \\ m \frac{v^2}{\rho} = \sum F_{kn} \\ 0 = \sum F_{kb} \end{cases} \quad (17 - 4)$$



Hình 17-3

Trong đó: s , v là các đại lượng là các đại lượng và v là vận tốc chuyển động.

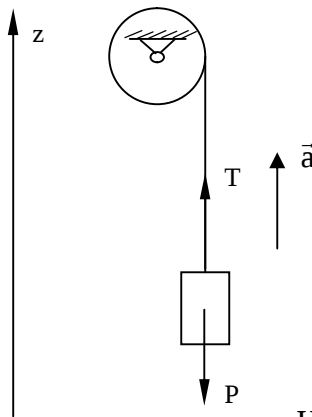
ρ bán kính cong quỹ đạo

F_τ , F_n , F_b là hình chiếu của $\vec{F}$ lên các trục tiếp tuyến M_τ , pháp tuyến chính M_n và trục pháp tuyến M_b .

Hệ phương trình (17-4) gọi là hệ phương trình vi phân của chuyển động dãn nở đồng thời tự nhiên.

Ví dụ:

Kéo một vật nặng có trọng lượng P đi lên nhanh dần với gia tốc a (hình 20-4). Xác định sức căng của dây cáp.



Hình 17.4

Giải

Xem vật nặng là chuyển động. Lực tác động lên chuyển động gồm $\vec{P}$ và $\vec{T}$ (hình 17-4).

Phương trình cân bằng của động lực học chuyển động:

$$m\vec{a} = \sum \vec{F}_k$$

$$\Leftrightarrow \frac{P}{g} \vec{a} = \vec{P} + \vec{T}$$

Chọn 2 phương trình lên trục thẳng đứng z , ta được:

$$\frac{P}{g}a = -P + T$$

$$\Leftrightarrow T = P \left(1 + \frac{a}{g} \right)$$

Nhận xét: Khi chất điểm đi xuống nhanh dần với gia tốc a thì

$$T = P \left(1 - \frac{a}{g} \right)$$

II. Mômen quán tính của vật

1. Định nghĩa

Mômen quán tính của vật rắn đối với trục z là tổng các tích số giữa khối lượng các chất điểm thuộc vật với bình phương khoảng cách từ chất điểm đến trục quay. Ký hiệu: J_z

$$J_z = \sum m_k \cdot r_k^2 \quad (17-5)$$

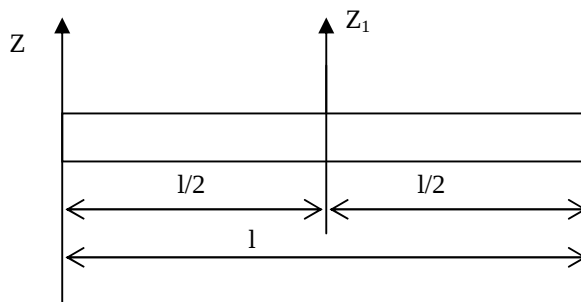
Đơn vị đo mômen quán tính là kgm^2

* Nhận xét

Mômen quán tính không phụ thuộc vào khối lượng của vật mà còn phụ thuộc vào sự phân bố khối lượng đối với trục.

2. Mômen quán tính của vật rắn

a/ Thanh thẳng



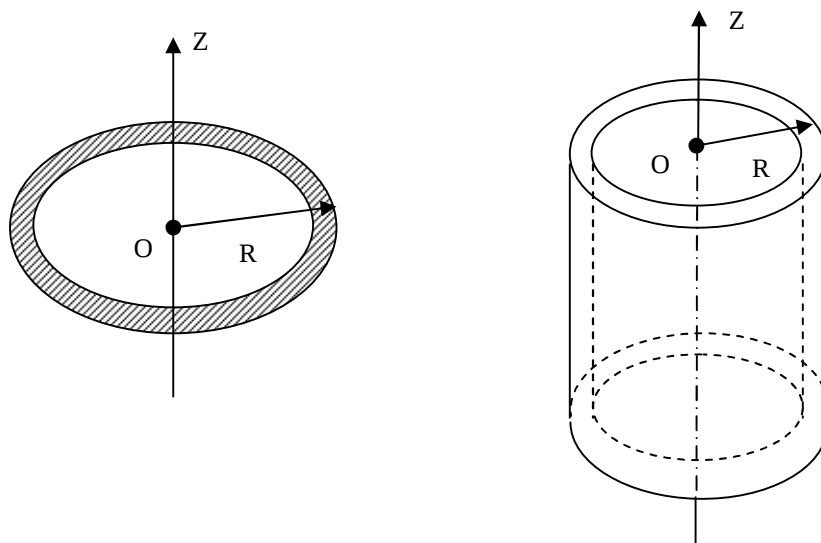
$$J_z = M \cdot \frac{l^2}{3} \quad ; \quad J_{z_1} = M \cdot \frac{l^2}{12} \quad (17-6)$$

Trong đó: M là tổng khối lượng của vật

l là chiều dài của thanh

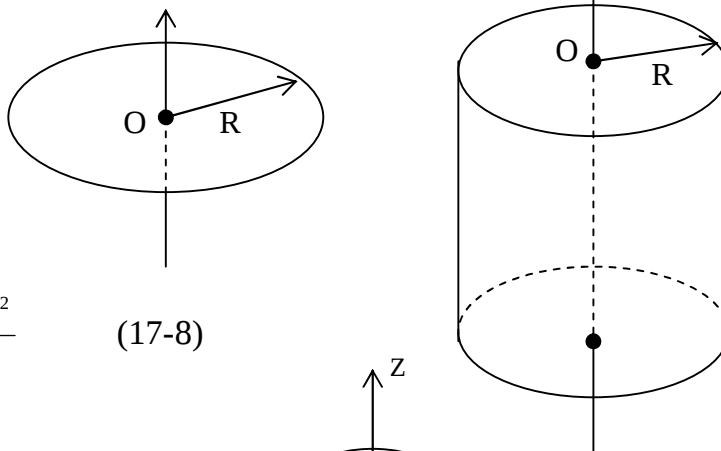
b/ Vòng tròn hay vòng tròn mỏng chất (rỗng và mỏng)

$$J_z = MR^2 \quad (17-7)$$



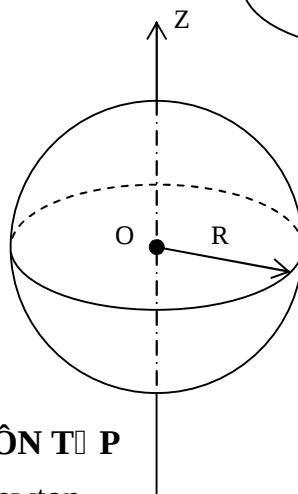
c/ Khối trụ, đĩa tròn mỏng chất

$$J_z = \frac{MR^2}{2} \quad (17-8)$$



d/ Khối cầu mỏng chất

$$J_z = \frac{2}{5}MR^2 \quad (17-9)$$



CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phát biểu và giải thích các định luật Newton.
2. Viết và giải thích phương trình vi phân chuyển động của chất điểm trong hệ tọa độ Descartes, trong hệ tọa độ tự nhiên.
3. Có mấy bài toán cơ bản của động lực học? Trình bày phương pháp giải chung của các bài toán đó.
4. Mômen quán tính của vật rắn đối với trục là gì? Viết biểu thức xác định mômen quán tính của một số vật rắn mỏng chất.