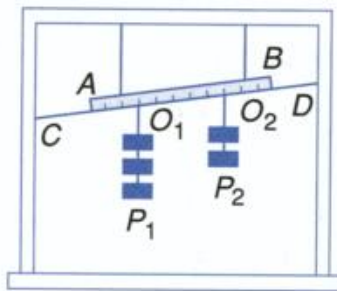


QUY TẮC HỢP LỰC SONG SONG ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT RẮN DƯỚI TÁC DỤNG CỦA BA LỰC SONG SONG

1. Thí nghiệm tìm hợp lực của hai lực song song



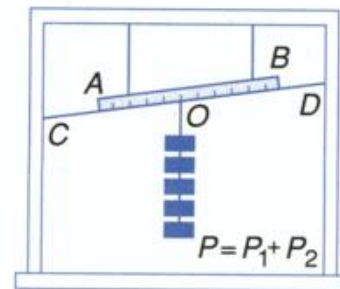
a)

Hình 28.1 Thí nghiệm tìm hợp lực

Thước AB treo vào hai sợi dây cao su đàn hồi. Hai chùm quả cân có trọng lượng lần lượt là P_1 và P_2 được treo ở điểm O_1 và O_2 của thước. Như vậy là có hai lực song song cùng chiều \vec{P}_1 và \vec{P}_2 tác dụng vào thước (Hình 28.1a). Những lực này làm cho hai dây cao su treo thước dãn ra. Ta dùng một dây CD đánh dấu vị trí của thước.

Bỏ hai chùm quả cân P_1 và P_2 ra, lấy một chùm quả cân P , với $P = P_1 + P_2$. Chùm này được treo tại một điểm O (cần phải dò tìm điểm O) sao cho thước AB lại ở vị trí đúng như trước (đã được đánh dấu bởi dây CD) (Hình 28.1b).

Như thế lực \vec{P} đặt tại O có tác dụng giống hệt như tác dụng đồng thời của lực \vec{P}_1 đặt tại O_1 và lực \vec{P}_2 đặt tại O_2 . Vậy lực \vec{P} đúng là hợp lực của hai lực song song \vec{P}_1 và \vec{P}_2 .



b)

Dữ liệu trong thí nghiệm ở Hình 28.1a và b :

P_1 : 3 quả cân 200 g

P_2 : 2 quả cân 200 g

P : 5 quả cân 200 g

$OO_1 = h_1 = 10$ cm

$OO_2 = h_2 = 15$ cm

Hệ thức thu được :

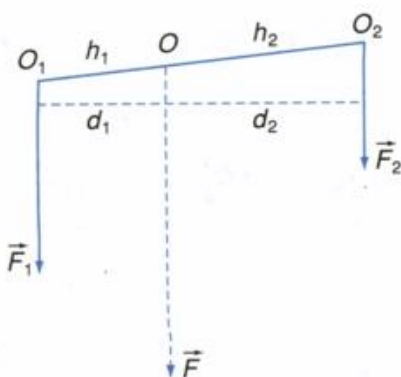
$$P = P_1 + P_2$$

$$P_1 h_1 = P_2 h_2$$

Nếu gọi d_1 và d_2 là khoảng cách giữa giá của \vec{P} và giá của \vec{P}_1 , của \vec{P}_2 thì

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{d_1}{d_2}$$

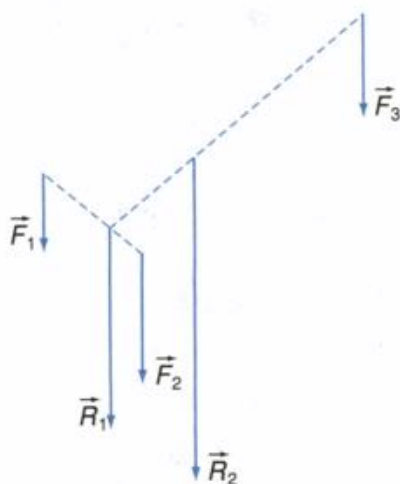
và $P_1 d_1 = P_2 d_2$



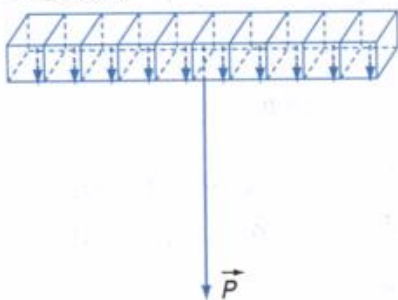
Hình 28.2 Hợp hai lực song song cùng chiều

Nếu \vec{F} là hợp lực của \vec{F}_1 và \vec{F}_2 thì

- $F = F_1 + F_2$
- Giá của \vec{F} nằm trong mặt phẳng của \vec{F}_1 và \vec{F}_2
- $F_1 d_1 = F_2 d_2$



Hình 28.3 Hợp nhiều lực song song cùng chiều



Hình 28.4

Trọng lực đặt lên thanh là hợp lực của các trọng lực đặt lên các phần tử của thanh.

2. Quy tắc hợp hai lực song song cùng chiều

Từ kết quả thí nghiệm, ta suy ra :

a) Quy tắc

Hợp lực của hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 song song, cùng chiều, tác dụng vào một vật rắn, là một lực \vec{F} song song, cùng chiều với hai lực và có độ lớn bằng tổng độ lớn của hai lực đó

$$F = F_1 + F_2 \quad (28.1)$$

Giá của hợp lực \vec{F} nằm trong mặt phẳng của \vec{F}_1, \vec{F}_2 và chia khoảng cách giữa hai lực này thành những đoạn tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực đó (Hình 28.2).

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (28.2)$$

(chia trong)

b) Hợp nhiều lực

Nếu muốn tìm hợp lực của nhiều lực song song cùng chiều $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ thì ta hợp hai lực \vec{F}_1, \vec{F}_2 được $\vec{R}_1 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$; rồi lại hợp hai lực \vec{R}_1 và \vec{F}_3 được $\vec{R}_2 = \vec{R}_1 + \vec{F}_3$ (Hình 28.3) và cứ tiếp tục như thế cho đến lực cuối cùng \vec{F}_n . Hợp lực \vec{F} tìm được sẽ là một lực song song cùng chiều với các lực thành phần và có độ lớn bằng tổng cộng độ lớn các lực thành phần.

c) Lí giải về trọng tâm của vật rắn

Quy tắc hợp lực song song cùng chiều giúp ta hiểu rõ thêm về trọng tâm của một vật. Thật vậy, bất kì một vật nào cũng có thể chia thành nhiều phần tử nhỏ, mỗi phần tử có một trọng lực nhỏ hướng theo chiều thẳng đứng xuống dưới, các trọng lực nhỏ tạo thành một hệ lực song song cùng chiều đặt lên vật. Hợp lực của chúng là trọng lực đặt lên vật. Điểm đặt của trọng lực (trọng tâm của vật) chính là điểm đặt của hợp lực này (Hình 28.4).

d) Phân tích một lực thành hai lực song song

Phân tích một lực \vec{F} thành hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 song song với \vec{F} tức là tìm hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 song song và có hợp lực là \vec{F} . Có vô số cách phân tích một lực đã cho.

Trong từng bài toán, khi có những yếu tố đã được xác định, ví dụ điểm đặt của hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 đã cho, thì phải dựa vào đó để chọn cách phân tích thích hợp.

e) Bài tập vận dụng

Một thanh sắt có khối lượng 50 kg được kê bởi hai giá đỡ O_1 và O_2 ở hai đầu (Hình 28.5). Đường thẳng đứng qua trọng tâm G chia đoạn thẳng O_1O_2 theo tỉ lệ $\frac{OO_2}{OO_1} = 2$. Tính lực của thanh sắt đè lên từng giá đỡ.

3. Điều kiện cân bằng của vật rắn dưới tác dụng của ba lực song song

Lập luận tương tự như trong trường hợp của ba lực không song song, ta cũng đi đến cùng một kết luận. **Điều kiện cân bằng của một vật rắn dưới tác dụng của ba lực $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ song song là hợp lực của hai lực bất kì cân bằng với lực thứ ba**

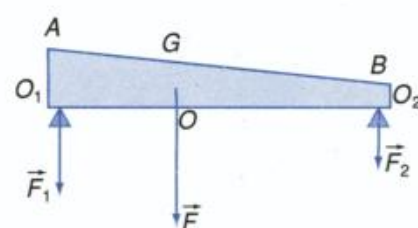
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0} \quad (28.3)$$

Điều kiện này đòi hỏi ba lực phải đồng phẳng (cùng nằm trên một mặt phẳng).

Thực vậy, trong số ba lực, có hai lực cùng chiều và một lực trái chiều (Hình 28.6). Lực trái chiều \vec{F}_3 cân bằng (do đó cùng giá) với hợp lực của hai lực kia ($\vec{F}_1 + \vec{F}_2$) tức là nằm trong mặt phẳng của hai lực ấy.

Độ lớn của lực \vec{F}_3 bằng độ lớn của hợp lực $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$, tức là :

$$F_3 = F_1 + F_2$$



Hình 28.5 Phân tích một lực thành hai lực song song

Bài giải

Theo quy tắc hợp lực

$$F = F_1 + F_2$$

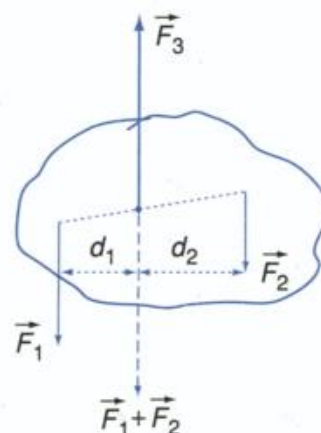
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{OO_2}{OO_1} = 2$$

Từ đó suy ra

$$F_1 = \frac{2}{3}F = \frac{2}{3} \cdot 509,81 \text{ N}$$

$$= 327 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{1}{3}F = 163 \text{ N}$$



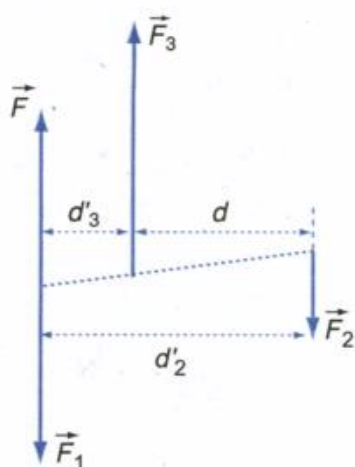
Hình 28.6 Điều kiện cân bằng

Giá của lực trái chiều \vec{F}_3 (cũng là giá của $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$) chia khoảng cách giữa giá của \vec{F}_1 và \vec{F}_2 theo tỉ lệ nghịch với độ lớn

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

(chia trong)

C1 Vẽ sơ đồ lực tác dụng lên thanh sắt nằm cân bằng trên giá đỡ Hình 28.5.



Hình 28.7 Hợp lực trái chiều

Ví dụ : Thanh sắt trong bài toán ở mục 2e ở trạng thái cân bằng dưới tác dụng của ba lực là trọng lực \vec{P} của thanh và hai phản lực \vec{N}_1 và \vec{N}_2 của giá đỡ.

4. Quy tắc hợp hai lực song song trái chiều

Dựa vào điều kiện cân bằng của vật rắn dưới tác dụng của ba lực song song, ta có thể suy ra rằng hợp lực \vec{F} của hai lực \vec{F}_3 và \vec{F}_2 thì cân bằng với lực \vec{F}_1 (Hình 28.7).

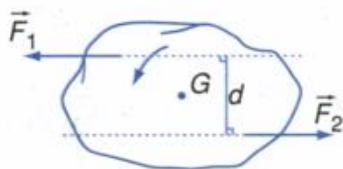
Từ đây, có thể thấy hợp lực \vec{F} của hai lực song song trái chiều \vec{F}_3 và \vec{F}_2 có các đặc điểm sau :

- Song song và cùng chiều với lực thành phần có độ lớn lớn hơn lực thành phần kia (\vec{F}_3)
- Có độ lớn bằng hiệu độ lớn của hai lực thành phần

$$F = F_3 - F_2$$

- Giá của hợp lực nằm trong mặt phẳng của hai lực thành phần, khoảng cách giữa giá của hợp lực với giá của hai lực thành phần tuân theo công thức

$$\frac{d_2'}{d_3'} = \frac{F_3}{F_2}$$



Hình 28.8

Ngẫu lực có momen $M = Fd$ với

$$F = |\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$$

Khoảng cách d giữa giá của hai lực thành phần được chia ngoài theo tỉ lệ nghịch với độ lớn của hai lực ấy.

5. Ngẫu lực

Xét một hệ hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 song song ngược chiều, có cùng độ lớn F , tác dụng lên một vật (Hình 28.8). Áp dụng quy tắc ở mục 4, ta không thể

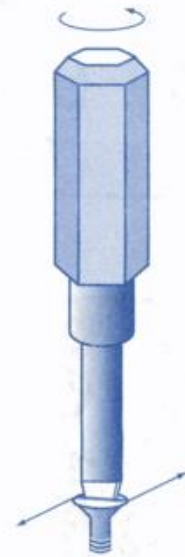
tìm được hợp lực của hai lực này. Nói cách khác không thể tìm được một lực duy nhất có tác dụng giống như hai lực này. Hệ hai lực này gọi là *ngẫu lực*.

Ngẫu lực có tác dụng làm cho vật rắn quay. Ví dụ, để vặn đinh ốc, ta dùng tuanovit tác dụng ngẫu lực lên đinh ốc (Hình 28.9).

Để đặc trưng cho tác dụng làm quay của ngẫu lực, người ta dùng đại lượng gọi là momen của ngẫu lực. Momen M của ngẫu lực bằng tích của độ lớn F của một lực và khoảng cách d giữa hai giá của hai lực

$$M = Fd$$

Đơn vị của momen ngẫu lực là N.m.



Hình 28.9

Tuanovit làm xoay đinh ốc.

❓ CÂU HỎI

1. Phát biểu quy tắc tổng hợp hai lực song song cùng chiều.
2. Điều kiện cân bằng của một vật chịu tác dụng của ba lực song song là gì ?
3. Tìm hợp lực của một hệ lực song song, trong đó ba lực cùng chiều và hai lực hướng theo chiều ngược lại.

📖 BÀI TẬP

1. Hãy xác định trọng tâm của một bản mỏng, đồng chất, hình chữ nhật, dài 12 cm, rộng 6 cm, bị cắt mất một mẫu hình vuông có cạnh 3 cm (Hình 28.10).
2. Một tấm ván nặng 240 N được bắc qua một con mương. Trọng tâm của tấm ván cách điểm tựa A một khoảng là 2,4 m và cách điểm tựa B một khoảng là 1,2 m (Hình 28.11). Hãy xác định các lực mà tấm ván tác dụng lên hai bờ mương.



Hình 28.10



Hình 28.11

3. Một người gánh hai thùng, một thùng gạo nặng 300 N, một thùng ngô nặng 200 N. Đòn gánh dài 1,5 m. Hỏi vai người ấy phải đặt ở điểm nào để đòn gánh cân bằng và vai chịu một lực bằng bao nhiêu ? Bỏ qua trọng lượng của đòn gánh.