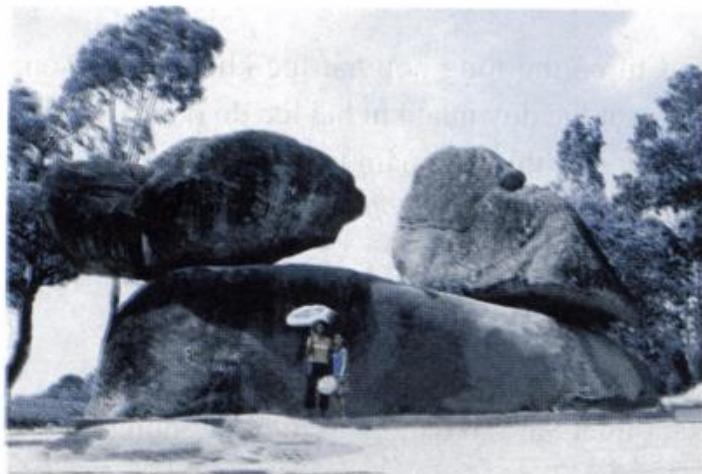


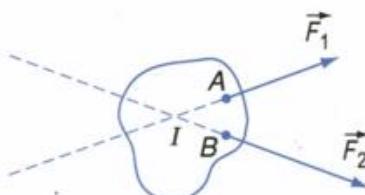
# 27

## CÂN BẰNG CỦA VẬT RẮN DƯỚI TÁC DỤNG CỦA BA LỰC KHÔNG SONG SONG

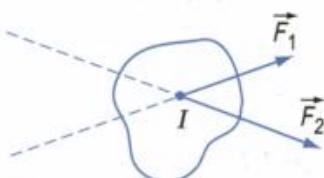


Hòn Trống Mái ở Sầm Sơn (Thanh Hóa)

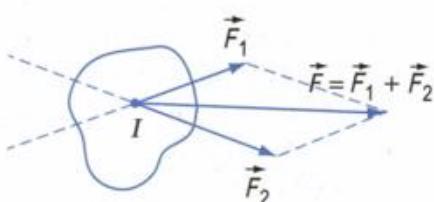
Người có thể đứng dưới tảng đá to lớn mà không sợ nguy hiểm, tảng đá được giữ cân bằng nhờ các phản lực của tảng đá ở phía dưới.



a) Hệ hai lực



b) Trượt hai lực về điểm đồng quy I



c) Thực hiện quy tắc hình bình hành

Hình 27.1

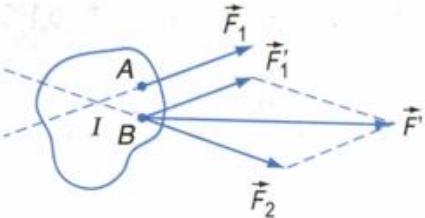
### 1. Quy tắc tổng hợp hai lực đồng quy

Xét hai lực  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$  tác dụng lên cùng một vật rắn, có giá cắt nhau tại một điểm  $I$ . Đó là *hai lực đồng quy* (Hình 27.1a). Để tổng hợp hai lực đồng quy ta làm như sau :

– Trượt hai lực trên giá của chúng cho tới khi điểm đặt của hai lực là  $I$  (Hình 27.1b).

– Áp dụng quy tắc hình bình hành, tìm hợp lực  $\vec{F}$  của hai lực (Hình 27.1c) cùng đặt lên điểm  $I$ .

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



Hình 27.2

$\vec{F}'$  không phải là hợp lực của  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$ .

### Ghi chú

– Nếu vẽ vectơ lực  $\vec{F}'$  song song cùng chiều và có độ lớn bằng  $\vec{F}_1$  từ điểm gốc B của lực  $\vec{F}_2$  (Hình 27.2) và vẽ  $\vec{F}' = \vec{F}'_1 + \vec{F}_2$  thì  $\vec{F}'$  không phải là hợp lực của  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$ .

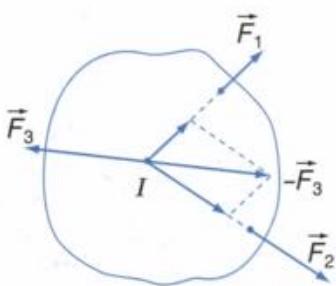
– Chỉ có thể tổng hợp hai lực *không* song song thành một lực duy nhất khi hai lực đó đồng quy. Hai lực đồng quy thì cùng nằm trên một mặt phẳng nên còn gọi là *hai lực đồng phẳng*.

## 2. Cân bằng của một vật rắn dưới tác dụng của ba lực không song song

### a) Điều kiện cân bằng

Giả thiết vật rắn cân bằng dưới tác dụng của ba lực  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$ . Nếu thay thế hai lực  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$  bằng một lực trực đối với  $\vec{F}_3$ , tức là  $-\vec{F}_3$  (Hình 27.3), thì vật rắn chịu tác dụng của hai lực trực đối  $\vec{F}_3$ ,  $-\vec{F}_3$  và vẫn cân bằng. Lực  $-\vec{F}_3$  có tác dụng giống như hai lực  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  tác dụng đồng thời. Vậy  $-\vec{F}_3$  là hợp lực của  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$

$$-\vec{F}_3 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$



Hình 27.3

Lực  $-\vec{F}_3$  là hợp lực của  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$

### Ghi chú :

Ba vectơ  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$  trong (27.1) phải hiểu là vectơ trượt.

Nếu chiếu (27.1) lên các trục tọa độ thì các vectơ này là vectơ tự do. Khi đó (27.1) không biểu diễn đầy đủ điều kiện cân bằng của vật rắn, chỉ có thể dùng để xác định phương chiếu và độ lớn của lực, không xác định được giá của lực.

Hai lực  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$  có hợp lực, chúng phải đồng quy. Hợp lực  $-\vec{F}_3$  phải nằm trong cùng mặt phẳng với  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$ . Giá của lực  $\vec{F}_3$ , cũng là giá của  $-\vec{F}_3$ , nằm trong cùng mặt phẳng với  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  và đi qua giao điểm I của giá của  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$ . Vậy ba lực  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$ ,  $\vec{F}_3$  đồng phẳng và đồng quy.

*Điều kiện cân bằng của một vật rắn chịu tác dụng của ba lực không song song là hợp lực của hai lực bất kì cân bằng với lực thứ ba.*

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0} \quad (27.1)$$

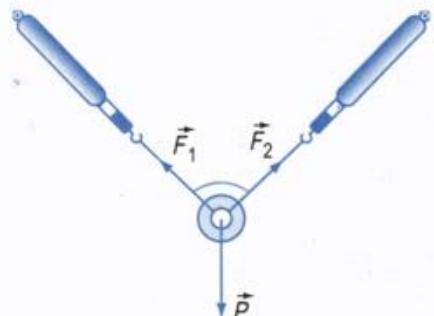
điều kiện này đòi hỏi ba lực phải đồng phẳng và đồng quy.

### b) Thí nghiệm minh họa

Treo một vật nặng mỏng hình nhẫn bằng hai sợi dây (Hình 27.4). Hai lực kế chỉ lực tác dụng của hai sợi dây. Một dây dọi đi qua trọng tâm  $O$  chỉ giá của trọng lực  $\vec{P}$  đặt lên vật. Thí nghiệm cho thấy, khi vật nằm cân bằng, thì ba lực là lực căng của hai sợi dây và trọng lực  $\vec{P}$  nằm trong cùng một mặt phẳng.

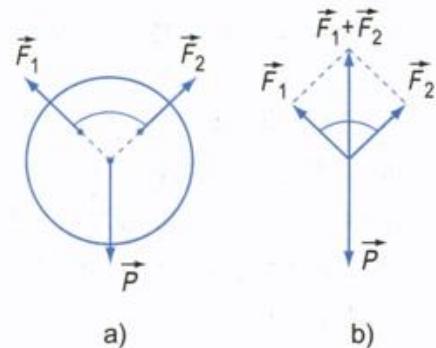
Ta dùng một cái bảng đặt thẳng đứng để cụ thể hoá mặt phẳng đó và vẽ trên mặt phẳng ba đường thẳng biểu diễn các giá của ba lực. Ta nhận thấy ba đường đó đồng quy (Hình 27.5a).

Từ điểm đồng quy, vẽ hai lực  $\vec{F}_1$  và  $\vec{F}_2$  theo một tỉ lệ xích thích hợp rồi dùng quy tắc hình bình hành xác định hợp lực của chúng. Qua thí nghiệm, có thể xác minh rằng giá của hợp lực trùng với đường dây dọi và giá trị của hợp lực bằng trọng lượng của vật. Hình 27.5b cho kết quả thu được.



Hình 27.4 Vật hình nhẫn cân bằng

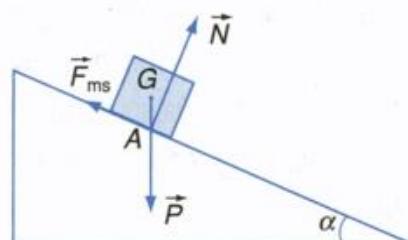
**C1** Trọng tâm  $O$  của vòng nhẫn ở đâu?



Hình 27.5 Sơ đồ lực cân bằng

### 3. Ví dụ

Xét một vật hình hộp cân bằng trên một mặt phẳng nghiêng có ma sát (Hình 27.6). Có ba lực tác dụng lên vật: trọng lực  $\vec{P}$  đặt tại trọng tâm  $G$ , lực ma sát  $\vec{F}_{ms}$  có giá nằm trên mặt phẳng nghiêng, phản lực  $\vec{N}$  của mặt phẳng nghiêng. Ba lực này đồng phẳng và đồng quy. Từ đó suy ra phản lực  $\vec{N}$  đặt tại điểm  $A$ , không phải là tâm của diện tích tiếp xúc,  $A$  lệch về phía dưới của mặt phẳng nghiêng.



Hình 27.6 Hình hộp cân bằng trên mặt phẳng nghiêng

## CÂU HỎI

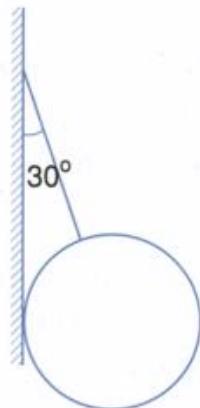
- Điều kiện cân bằng của một vật rắn dưới tác dụng của ba lực không song song là gì ?
- Có gì khác nhau giữa điều kiện cân bằng của chất điểm và của vật rắn dưới tác dụng của ba lực không song song ?
- Định nghĩa hợp lực của hai lực tác dụng lên một vật rắn. Hai lực tác dụng lên một vật rắn như thế nào thì có hợp lực ?

## BÀI TẬP

- Điều kiện nào sau đây là đủ để hệ ba lực tác dụng lên cùng một vật rắn là cân bằng ?

- A. Ba lực đồng quy.
- B. Ba lực đồng phẳng.
- C. Ba lực đồng phẳng và đồng quy.
- D. Hợp lực của hai trong ba lực cân bằng với lực thứ ba.

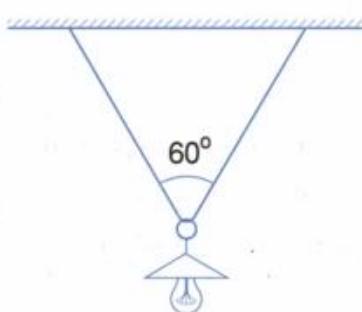
- Một quả cầu có trọng lượng  $P = 40 \text{ N}$  được treo vào tường nhờ một sợi dây hợp với mặt tường một góc  $\alpha = 30^\circ$ . Bỏ qua ma sát ở chỗ tiếp xúc giữa quả cầu và tường. Hãy xác định lực căng của dây và phản lực của tường tác dụng lên quả cầu (Hình 27.7).



Hình 27.7

- Một ngọn đèn có khối lượng  $m = 1 \text{ kg}$  được treo dưới trần nhà bằng một sợi dây. Dây chỉ chịu được lực căng lớn nhất là  $8 \text{ N}$ .

- a) Chứng minh rằng không thể treo ngọn đèn này vào một đầu dây.
- b) Người ta đã treo đèn này bằng cách luồn sợi dây qua một cái móc của đèn và hai đầu dây được gắn chặt trên trần nhà (Hình 27.8). Hai nửa sợi dây có chiều dài bằng nhau và hợp với nhau một góc bằng  $60^\circ$ . Hỏi lực căng của mỗi nửa sợi dây là bao nhiêu ?



Hình 27.8