



Chương 4

Động lực học



Bài 10: Tổng hợp lực và phân tích lực. Cân bằng lực

Tổng hợp lực và phân tích lực. Cân bằng lực

I Lý thuyết

1 Lực

- Lực là đại lượng vectơ đặc trưng cho tác dụng của vật này lên vật khác mà kết quả là gây ra gia tốc cho vật hoặc làm cho vật biến dạng.
- Đơn vị của lực trong hệ SI là newton (N).

2 Tổng hợp lực

Tổng hợp lực là thay thế các lực tác dụng đồng thời vào cùng một vật bằng một lực có tác dụng giống hệt như hệ các lực ấy.

Cách xác định hợp lực

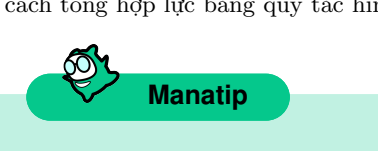
Hợp lực $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ của hai lực đồng quy \vec{F}_1 và \vec{F}_2 được xác định như sau

- độ lớn

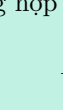
$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha},$$

trong đó, α là góc hợp bởi vectơ \vec{F}_1 và \vec{F}_2 .

- điểm đặt trên vật, cũng là điểm giao của hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 .
- phương của \vec{F} được xác định theo quy tắc hình bình hành: \vec{F} được biểu diễn bởi đường chéo của hình bình hành như Hình 1. Khi này góc của hai vectơ lực thành phần phải trùng nhau.



Hình 1: Minh họa cách tổng hợp lực bằng quy tắc hình bình hành.



Manatip

Độ lớn hợp lực trong một số trường hợp đặc biệt:

- Nếu \vec{F}_1 cùng chiều \vec{F}_2

$$F = F_1 + F_2,$$

- Nếu \vec{F}_1 ngược chiều \vec{F}_2

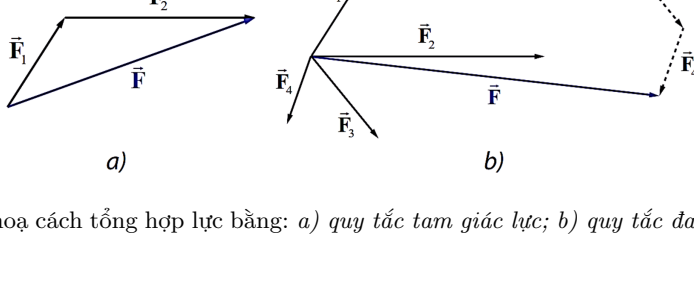
$$F = |F_1 - F_2|,$$

- Nếu \vec{F}_1 vuông góc \vec{F}_2

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}.$$

Ngoài ra, người ta cũng có thể tổng hợp lực bằng các quy tắc sau:

- Quy tắc tam giác lực: Ta có thể tịnh tiến vectơ lực \vec{F}_2 sao cho gốc của nó trùng với ngọn của vectơ lực \vec{F}_1 như (Hình 2a). Khi này, vectơ lực tổng hợp \vec{F} là vectơ nối gốc của \vec{F}_1 với ngọn của vectơ \vec{F}_2 .
- Khi vật chịu tác dụng của nhiều hơn hai lực. Ta có thể áp dụng một cách liên tiếp quy tắc tam giác lực để tìm hợp lực. Quy tắc này gọi là quy tắc đa giác lực (Hình 2b).



Hình 2: Minh họa cách tổng hợp lực bằng: a) quy tắc tam giác lực; b) quy tắc đa giác lực

3 Điều kiện cân bằng lực

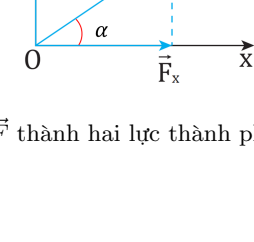
Muốn cho một chất điểm đứng cân bằng thì hợp lực của các lực tác dụng lên nó phải bằng không.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = \vec{0}.$$

4 Phân tích lực

- Phân tích lực là thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực có tác dụng giống hệt như lực đó.
- Phân tích lực là phép làm ngược lại với tổng hợp lực. Phân tích một lực thành hai lực thành phần đồng quy phải tuân theo quy tắc hình bình hành.

Thông thường, người ta phân tích lực thành hai lực thành phần vuông góc với nhau để lực thành phần này không có tác dụng nào theo phương của lực thành phần kia.



Hình 3: Phân tích lực \vec{F} thành hai lực thành phần vuông góc \vec{F}_x và \vec{F}_y .

Nếu gọi $\alpha = (\vec{F}, \vec{F}_x)$ thì

$$\begin{cases} F_x = F \cos \alpha \\ F_y = F \sin \alpha \end{cases}$$

II

Mục tiêu bài học - Ví dụ minh họa

Mục tiêu 1:

Ghi nhớ đặc điểm hợp lực của hai lực đồng quy

Ví dụ 1



Một chất điểm chịu tác dụng đồng thời của hai lực thành phần có độ lớn F_1 và F_2 thì hợp lực \vec{F} của chúng luôn có độ lớn thỏa mãn hệ thức:

$$\text{A. } F = F_1^2 + F_2^2.$$

$$\text{B. } |F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2.$$

$$\text{C. } F = F_1 + F_2.$$

$$\text{D. } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}.$$

Hướng dẫn giải

Về độ lớn $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$.

Đáp án: B.

Ví dụ 2



Lực tổng hợp của hai lực đồng quy có giá trị lớn nhất khi

- A. Hai lực thành phần cùng phương, cùng chiều.

- B. Hai lực thành phần cùng phương, ngược chiều.

- C. Hai lực thành phần vuông góc với nhau.

- D. Hai lực thành phần hợp với nhau một góc khác không.

Hướng dẫn giải

Hai vectơ cộng nhau tạo thành một vectơ có độ lớn cực đại khi hai vectơ đó cùng chiều với nhau.

Đáp án: A.

Mục tiêu 2:

Tổng hợp lực theo quy tắc hình bình hành.

Ví dụ 1



Tìm độ lớn hợp lực \vec{F} của hai lực đồng quy \vec{F}_1 và \vec{F}_2 trong các trường hợp sau, nếu biết độ lớn $F_1 = 30 \text{ N}$, $F_2 = 40 \text{ N}$, góc giữa \vec{F}_1 và \vec{F}_2 là:

- a. $\alpha = 0^\circ$.
- b. $\alpha = 60^\circ$.
- c. $\alpha = 90^\circ$.
- d. $\alpha = 180^\circ$.

Hướng dẫn giải

- a. Góc hợp bởi \vec{F}_1 và \vec{F}_2 là $\alpha = 0^\circ$, tức là \vec{F}_1 cùng chiều \vec{F}_2 .
Do đó, độ lớn $F = F_1 + F_2 = 70 \text{ N}$.
- b. Góc hợp bởi \vec{F}_1 và \vec{F}_2 là $\alpha = 60^\circ$.
Do đó, độ lớn $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha} = 10\sqrt{37} \text{ N}$.
- c. Góc hợp bởi \vec{F}_1 và \vec{F}_2 là $\alpha = 90^\circ$, tức là \vec{F}_1 vuông góc \vec{F}_2 .
Do đó, độ lớn $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 50 \text{ N}$.
- d. Góc hợp bởi \vec{F}_1 và \vec{F}_2 là $\alpha = 180^\circ$, tức là \vec{F}_1 ngược chiều \vec{F}_2 .
Do đó, độ lớn $F = |F_1 - F_2| = 10 \text{ N}$.

Ví dụ 2



Cho hai lực đồng quy có cùng độ lớn 9 N. Góc giữa hai lực bằng bao nhiêu thì hợp lực cũng có độ lớn bằng 9 N?

Hướng dẫn giải

Độ lớn:

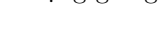
$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}.$$
$$\Rightarrow \cos \alpha = \frac{F^2 - F_1^2 - F_2^2}{2F_1F_2} = -\frac{1}{2}.$$
$$\Rightarrow \alpha = 120^\circ.$$

Vậy góc giữa hai lực bằng 120° .

Mục tiêu 3:

Ghi nhớ đặc điểm của phép phân tích lực

Ví dụ 1



Khi nói về phép phân tích lực, phát biểu nào sau đây đúng?

- A. Phân tích lực là thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực có tác dụng giống hệt như lực đó.
- B. Khi phân tích một lực thành hai lực thành phần thì phải tuân theo quy tắc tam diện thuận.
- C. Khi phân tích một lực thành hai lực thành phần thì hai lực thành phần làm thành hai cạnh của tam giác.
- D. Phân tích lực là phép thay thế các lực tác dụng đồng thời vào vật bằng một lực như các lực đó.

Hướng dẫn giải

Phân tích lực là thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực có tác dụng giống hệt như lực đó. Các lực thay thế gọi là các lực thành phần.

A - đúng

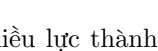
B - sai vì: Khi phân tích một lực thành hai lực thành phần thì phải tuân theo quy tắc hình bình hành

C - sai vì chưa đầy đủ vị trí của hai cạnh này so với lực ban đầu.

D - sai, đây là phép tổng hợp lực.

Đáp án: A.

Ví dụ 2



Điều nào sau đây là đúng khi nói về phép phân tích lực.

- A. Phép phân tích lực là phép làm ngược lại với phép tổng hợp lực.
- B. Phép phân tích lực tuân theo qui tắc hình bình hành.
- C. Phép phân tích lực là phép thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực thành phần.
- D. Cả A, B và C đều đúng.

Hướng dẫn giải

Phân tích lực là thay thế một lực bằng hai hay nhiều lực có tác dụng giống hệt như lực đó. Các lực thay thế gọi là các lực thành phần.

Đáp án: D.

Mục tiêu 4:

Phân tích lực theo quy tắc hình bình hành

Ví dụ 1



Một chất điểm chịu tác dụng đồng thời của hai lực thành phần vuông góc với nhau có độ lớn lần lượt là $F_1 = 15 \text{ N}$ và F_2 . Nếu hợp lực có độ lớn là 25 N thì giá trị của F_2 là

$$\text{A. } 10 \text{ N.}$$

$$\text{B. } 20 \text{ N.}$$

$$\text{C. } 30 \text{ N.}$$

$$\text{D. } 40 \text{ N.}$$

Hướng dẫn giải

Nếu \vec{F}_1 vuông góc \vec{F}_2 thì hợp lực sẽ có độ lớn

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \Rightarrow F_2 = \sqrt{F^2 - F_1^2}.$$

Thay các giá trị từ đề bài, độ lớn hợp lực có giá trị

$$F_2 = \sqrt{F^2 - F_1^2} = \sqrt{(25 \text{ N})^2 - (15 \text{ N})^2} = 20 \text{ N}.$$

Đáp án: B.

Ví dụ 2



Cho lực F có độ lớn 100 N và có hướng tạo với trục Ox một góc $36,87^\circ$. Xác định độ lớn các thành phần của lực F trên các trục Ox và Oy.

Hướng dẫn giải

Độ lớn các thành phần của lực F

$$F_x = F \cos 36,87^\circ = 80 \text{ N}$$

$$F_y = F \sin 36,87^\circ = 60 \text{ N}$$

