

# 15

## ĐỊNH LUẬT II NIU-TƠN

Một trong những tác dụng của lực là gây ra sự biến đổi vận tốc (tức là gây ra gia tốc cho vật). Trong bài này, ta xét mối quan hệ định lượng giữa gia tốc của một vật và lực gây ra gia tốc đó.

### 1. Định luật II Niu-ton

#### a) Quan sát

Một chiếc xe đang đứng yên trên sàn nhà rất nhẵn. Ta đẩy (hoặc kéo) xe về phía nào thì xe chuyển động nhanh dần về phía đó. Như vậy vectơ lực và vectơ gia tốc có cùng hướng với nhau (Hình 15.1a).

Ta đẩy càng mạnh (lực càng lớn) thì xe tăng tốc càng nhanh (gia tốc lớn hơn) (Hình 15.1b).

Ta vẫn đẩy mạnh như lúc trước, nhưng nếu khối lượng của xe lớn hơn (do trên xe có hàng) thì xe tăng tốc ít hơn (gia tốc nhỏ hơn) (Hình 15.1c).

Vậy, gia tốc của vật không chỉ phụ thuộc vào lực tác dụng lên vật mà còn phụ thuộc vào khối lượng của chính vật đó.

#### b) Định luật

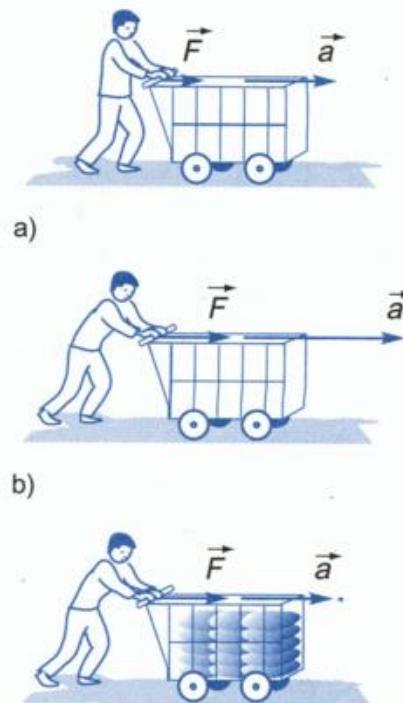
Khái quát hóa từ rất nhiều quan sát và thí nghiệm, Niu-ton đã xác định được mối liên hệ giữa lực, khối lượng và gia tốc, nêu lên thành **định luật II Niu-ton**:

*Gia tốc của một vật luôn cùng hướng với lực tác dụng lên vật. Độ lớn của vectơ gia tốc tỉ lệ thuận với độ lớn của vectơ lực tác dụng lên vật và tỉ lệ nghịch với khối lượng của vật.*

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (15.1)$$

hoặc là

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



c)

**Hình 15.1** Lực tác dụng và gia tốc của xe

**C1** Dựa vào hình 15.1, hãy nhận xét xem gia tốc của một vật phụ thuộc vào những yếu tố gì.

Cách phát biểu và viết hệ thức của định luật II Niu-ton trong bài này áp dụng được trong các trường hợp :

- Vật có thể coi là chất điểm.
- Vật chuyển động tịnh tiến.

Sau này ta sẽ còn xét một số trường hợp khác.

## Nguyên lý độc lập của tác dụng

Xét trường hợp vật (coi như chất điểm) chịu tác dụng đồng thời của nhiều lực  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ .

Nếu chỉ riêng từng lực tác dụng, thì chúng gây nên gia tốc tương ứng của vật như sau :

$$\vec{a}_1 = \frac{\vec{F}_1}{m}, \dots, \vec{a}_n = \frac{\vec{F}_n}{m}$$

Từ thực tế khảo sát nhiều hiện tượng, người ta thừa nhận rằng **gia tốc mà mỗi lực gây cho vật không phụ thuộc vào việc có hay không có tác dụng của các lực khác.**

Vectơ gia tốc  $\vec{a}$  của vật bằng tổng của các vectơ gia tốc :

$$\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \dots + \vec{a}_n =$$

$$= \frac{\vec{F}_1}{m} + \frac{\vec{F}_2}{m} + \dots + \frac{\vec{F}_n}{m}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n}{m} \quad (15.2)$$

Nếu gọi  $\vec{F}$  là hợp lực của  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ , ta có :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Khi xét các vật chuyển động trong một mặt phẳng, ta có thể chiếu (15.2) xuống các trục toạ độ  $x$  và  $y$  của mặt phẳng ấy và viết dưới dạng đại số.

$$\begin{cases} ma_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots \\ ma_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots \end{cases} \quad (15.3)$$

## 2. Các yếu tố của vectơ lực

Đến đây ta có được những hiểu biết rõ ràng hơn về vectơ lực :

– Điểm đặt là vị trí mà lực đặt lên vật.

– Phương và chiều là phương và chiều của gia tốc mà lực gây ra cho vật.

– Độ lớn : Lực tác dụng lên vật khối lượng  $m$  gây ra cho nó gia tốc  $a$  thì có độ lớn bằng tích  $ma$ .

Trong hệ SI, nếu  $m = 1 \text{ kg}$ ,  $a = 1 \text{ m/s}^2$  thì  $F = 1 \text{ kg.m/s}^2$

$1 \text{ kg.m/s}^2$  gọi là 1 *niuton*, kí hiệu là N.

**1 N là lực truyền cho vật có khối lượng 1 kg một gia tốc 1 m/s<sup>2</sup>.**

## 3. Khối lượng và quán tính

Theo định luật II Niu-ton, nếu có nhiều vật khác nhau lần lượt chịu tác dụng của cùng một lực không đổi, thì vật nào có khối lượng lớn hơn sẽ có gia tốc nhỏ hơn. Vậy, vật nào có khối lượng càng lớn thì càng khó thay đổi vận tốc, tức là càng có mức quán tính lớn hơn. Từ đó ta có thể nói : **Khối lượng của vật là đại lượng đặc trưng cho mức quán tính của vật.**

Điều đó cho phép ta so sánh được khối lượng của những vật làm bằng các chất khác nhau. Một xe chở cát và một xe chở gạo được coi là có khối lượng bằng nhau nếu dưới tác dụng của hợp lực như nhau, chúng có gia tốc như nhau.

#### 4. Điều kiện cân bằng của một chất điểm

Khi hợp lực của các lực tác dụng lên vật bằng  $\vec{0}$ :

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

thì vectơ gia tốc của vật cũng bằng  $\vec{0}$ :

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \vec{0}$$

Khi đó, vật đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều. Trạng thái đó của vật gọi là *trạng thái cân bằng*.

Vậy, điều kiện cân bằng của một chất điểm là: hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên nó bằng  $\vec{0}$  (hệ các lực như vậy gọi là *hệ lực cân bằng*).

#### 5. Mối quan hệ giữa trọng lượng và khối lượng của một vật

Xét một vật có khối lượng  $m$  rơi tự do. Vật chịu tác dụng của trọng lực  $\vec{P}$  thẳng đứng, hướng xuống dưới và có gia tốc rơi tự do  $\vec{g}$  cũng thẳng đứng, hướng xuống dưới. Áp dụng định luật II Niu-ton, ta có

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

Gọi độ lớn  $P$  của trọng lực là trọng lượng của vật, có thể viết  $P = mg$ .

Như vậy, tại mỗi điểm trên mặt đất, **trọng lượng** (độ lớn của trọng lực) của vật tỉ lệ thuận với **khối lượng** của nó.

Với giá trị gần đúng  $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$ , ta thấy rằng, một vật có khối lượng  $m = 1 \text{ kg}$  thì có trọng lượng  $P \approx 9,8 \text{ N}$  (ở các lớp dưới, ta thường lấy gần đúng là  $10 \text{ N}$ ).



Nhiều lực tác dụng lên quả bóng bay nhưng nó vẫn đứng yên.

Một vật chịu tác dụng của hệ lực cân bằng sẽ ở trong trạng thái giống như vật cô lập. Chính vì vậy, mà khi làm những thí nghiệm minh họa cho định luật I Niu-ton, do không thể tạo ra được vật hoàn toàn cô lập, người ta phải dùng những thiết bị làm cho vật chịu tác dụng của những lực cân bằng nhau. Chẳng hạn, khi dùng thiết bị "đệm không khí", trọng lực tác dụng vào vật được cân bằng bởi lực nén của những luồng không khí thổi từ phía dưới lên vật (xem bài 14).

Khối lượng  $m$  của một vật không phụ thuộc vào vị trí của nó, nhưng gia tốc rơi tự do  $g$  thì phụ thuộc vào vĩ độ và độ cao (xem chương I). Như vậy, hệ thức  $P = mg$  cho ta thấy trọng lượng của một vật cũng thay đổi theo vĩ độ và độ cao (ở những bài sau, ta sẽ giải thích hiện tượng đó).

#### ?

#### CÂU HỎI

1. Phát biểu định luật II Niu-ton.
2. Hệ lực cân bằng là gì ?

Vẽ hình minh họa trường hợp hai lực cân bằng nhau. Giá, chiều và độ lớn của chúng phải thỏa mãn điều kiện gì ?

Vẽ hình minh họa trường hợp ba lực cân bằng nhau. Giá của chúng phải thỏa mãn điều kiện gì ?

- Quan sát bức ảnh chụp quả bóng bay trong bài, hãy kể ra các lực tác dụng lên quả bóng.
- Hãy tìm các ví dụ thực tế cho thấy vật nào có khối lượng càng lớn thì có quán tính càng lớn.
- Tại sao máy bay càng nặng thì đường băng phải càng dài ?



## BÀI TẬP

- Câu nào sau đây là đúng ?
  - Không có lực tác dụng thì các vật không thể chuyển động được.
  - Một vật bất kì chịu tác dụng của một lực có độ lớn tăng dần thì chuyển động nhanh dần.
  - Một vật có thể chịu tác dụng đồng thời của nhiều lực mà vẫn chuyển động thẳng đều.
  - Không vật nào có thể chuyển động ngược chiều với lực tác dụng lên nó.
- Một vật có khối lượng 2,5 kg, chuyển động với gia tốc  $0,05 \text{ m/s}^2$ . Tính lực tác dụng vào vật.
- Một vật có khối lượng 50 kg, bắt đầu chuyển động nhanh dần đều và sau khi đi được 50 cm thì có vận tốc  $0,7 \text{ m/s}$ . Tính lực tác dụng vào vật.
- Một máy bay phản lực có khối lượng 50 tấn, khi hạ cánh chuyển động chậm dần đều với gia tốc  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Hãy tính lực hâm. Biểu diễn trên cùng một hình các vectơ vận tốc, gia tốc và lực.
- Có hai vật, mỗi vật bắt đầu chuyển động dưới tác dụng của một lực. Hãy chứng minh rằng những quãng đường mà hai vật đi được trong cùng một thời gian sẽ :
  - Tỉ lệ thuận với các lực tác dụng nếu khối lượng của hai vật bằng nhau.
  - Tỉ lệ nghịch với các khối lượng nếu hai lực có độ lớn bằng nhau.
- Một ô tô không chở hàng có khối lượng 2 tấn, khởi hành với gia tốc  $0,3 \text{ m/s}^2$ . Ô tô đó khi chở hàng khởi hành với gia tốc  $0,2 \text{ m/s}^2$ . Biết rằng hợp lực tác dụng vào ô tô trong hai trường hợp đều bằng nhau. Tính khối lượng của hàng hoá trên xe.

### Em có biết ?

Trước đây, việc sử dụng đơn vị của các đại lượng vật lí rất phức tạp. Trên thế giới có nhiều hệ thống đơn vị đo lường, do đó mỗi đại lượng vật lí có nhiều đơn vị khác nhau. Tình trạng đó gây rất nhiều khó khăn phức tạp trong khoa học, kỹ thuật, thương mại... Học sinh phổ thông lại càng khó nhớ và khó sử dụng các đơn vị đó. Các nhà khoa học trên thế giới đã phải nhiều lần họp bàn và đến giữa thế kỷ XX dần dần đi tới thống nhất chọn một hệ thống quốc tế các đơn vị đo lường (viết tắt theo tiếng Pháp là SI). Trong lĩnh vực cơ học, hệ này chọn ba đơn vị đầu tiên (gọi là đơn vị cơ bản) là mét, giây, kilôgam. Các đơn vị cơ học khác được xây dựng dựa trên ba đơn vị cơ bản đó (xem ví dụ về đơn vị niuton ở trong bài). Những tên gọi bội và ước thập phân của các đơn vị cũng được quy định thống nhất (xem Phụ lục 2 ở cuối sách).

Cùng với các nước trên thế giới, nước ta công nhận và lấy SI làm hệ đơn vị đo lường hợp pháp của mình. Tuy nhiên, vì nhiều lí do, ở mọi nước luôn luôn tồn tại trong thực tế những đơn vị đo lường không thuộc SI. Mỗi nước (trong đó có nước ta) đều căn cứ vào những điều kiện cụ thể mà cho phép sử dụng (lâu dài hoặc có thời hạn) một số đơn vị như vậy cùng với các đơn vị thuộc SI.