

# 29

## MOMEN CỦA LỰC ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA MỘT VẬT RẮN CÓ TRỤC QUAY CỐ ĐỊNH



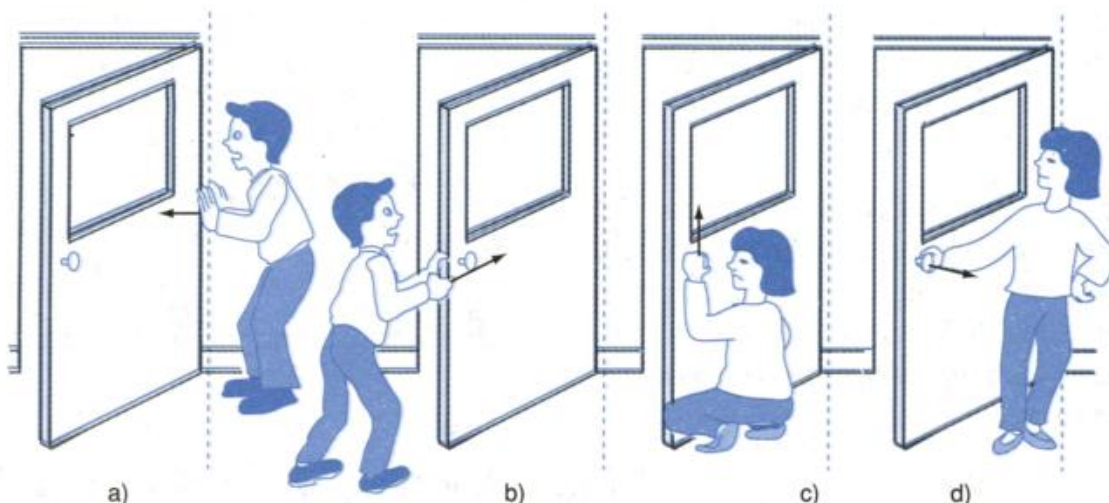
"Hãy cho tôi một điểm tựa, tôi sẽ nâng cả Trái Đất lên"

Ác-si-mét (Archimedes,  
người Hi Lạp, 287 – 216 trước Công nguyên)

### 1. Nhận xét về tác dụng của một lực lên một vật rắn có trục quay cố định

Cánh cửa ra vào, cánh cửa sổ của lớp học là những vật có trục quay cố định. Các bản lề của cửa tạo thành một trục quay. Lấy tay đẩy cửa theo những chiều khác nhau với những lực có cùng độ lớn, ta nhận thấy cửa chịu những tác động khác nhau.

- Các lực có giá song song với trục quay (Hình 29.1c) hoặc cắt trục quay (Hình 29.1a và b) thì không có tác dụng làm quay cánh cửa.



**Hình 29.1** Tác dụng những lực khác nhau có cùng độ lớn lên cánh cửa. Chỉ riêng ở trường hợp d, lực làm quay cánh cửa.

- Các lực có phương vuông góc với cửa và có giá càng xa trục quay thì tác dụng làm quay cửa càng mạnh (Hình 29.2).

Như vậy, tác dụng làm quay của một lực lên vật rắn có trục quay cố định từ trạng thái đứng yên không những phụ thuộc độ lớn của lực mà còn phụ thuộc khoảng cách từ trục quay tới giá (gọi là cánh tay đòn) của lực.



Hình 29.2 Chú bé đang giữ không cho bố của chú đóng cửa lại

## 2. Momen của lực đối với một trục quay

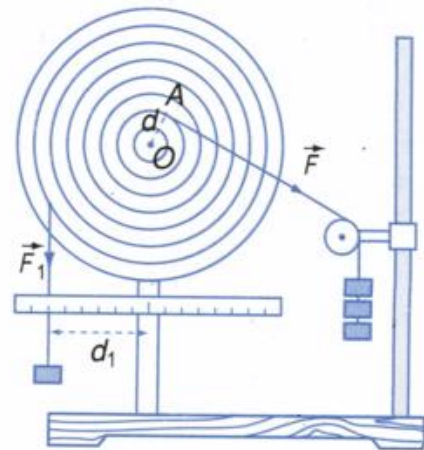
### a) Thí nghiệm

Dụng cụ được bố trí như Hình 29.3. Đĩa tròn A có trục quay nằm ngang đi qua tâm O. Trên mặt đĩa có vạch những vòng tròn đồng tâm với bán kính tăng dần từng xentimét một và có những lỗ nhỏ để cắm các que nhỏ buộc dây treo các quả cân. Các lực do quả cân ở đầu các dây treo vắt qua ròng rọc tác dụng lên đĩa đều có phương song song với mặt đĩa, tức là nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay O.

Bố trí lực  $\vec{F}$  và  $\vec{F}_1$  như ở Hình 29.3, khi đó đĩa tròn A cân bằng, ta thấy rằng :

$$F_1 d_1 = F d$$

Nếu chỉ riêng lực  $\vec{F}$  tác dụng lên đĩa A thì đĩa quay theo chiều kim đồng hồ. Nếu chỉ riêng lực  $\vec{F}_1$  tác dụng, thì đĩa quay theo chiều ngược lại. Cả hai lực  $\vec{F}$  và  $\vec{F}_1$  tác dụng đồng thời thì đĩa cân bằng. Khi ấy tác dụng làm quay đĩa của hai lực bằng nhau và ngược nhau.



Hình 29.3 Thí nghiệm cân bằng của đĩa có trục quay cố định

Lực  $\vec{F}$  có độ lớn  $F = 300 \text{ N}$ , tay đòn  $d = 2 \text{ cm}$ .

$$F d = 300 \cdot 0,02 = 6 \text{ N.m.}$$

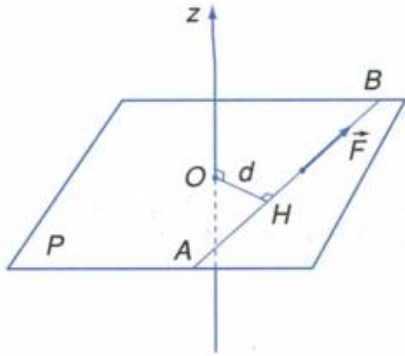
Lực  $\vec{F}_1$  có độ lớn  $F_1 = 100 \text{ N}$ , tay đòn  $d_1 = 6 \text{ cm}$ .

$$F_1 d_1 = 100 \cdot 0,06 = 6 \text{ N.m.}$$



Momen của lực còn được gọi tắt là *momen lực*.

Lực không nằm trong một mặt phẳng vuông góc với trục quay cũng có momen đối với trục quay, nhưng định nghĩa phức tạp, vượt ra ngoài chương trình lớp 10.



**Hình 29.4** Cánh tay đòn là khoảng cách  $d$  từ trục  $Oz$  đến giá của lực  $F$

- $Oz$  : trục quay.
- $AB$  : giá của lực  $\vec{F}$ .
- Mặt phẳng  $P$  chứa  $O$  và  $AB$  vuông góc với trục quay  $Oz$ .
- $d = OH$  là khoảng cách từ  $O$  đến đường thẳng  $AB$ , cũng là khoảng cách từ trục  $Oz$  đến giá của lực  $\vec{F}$ .

Thay lực  $\vec{F}_1$  bằng một lực  $\vec{F}_2$  khác có khuynh hướng làm cho đĩa  $A$  quay ngược chiều kim đồng hồ và có tay đòn  $d_2$ , ta cũng thấy rằng khi đĩa cân bằng thì  $F_2 d_2 = F d$ .

### b) Momen của lực

Qua nhiều lần thực hiện thí nghiệm trên, có thể kết luận rằng đại lượng  $Fd$  đặc trưng cho tác dụng làm quay đĩa  $A$  của lực  $F$  và gọi là momen của lực.

Xét một lực  $\vec{F}$  nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay  $Oz$ . Momen của lực  $\vec{F}$  đối với trục quay là đại lượng đặc trưng cho tác dụng làm quay của lực quanh trục ấy và được đo bằng tích độ lớn của lực với cánh tay đòn

$$M = Fd$$

Cánh tay đòn  $d$  (còn gọi là tay đòn) là khoảng cách từ trục quay tới giá của lực (Hình 29.4).

Đơn vị momen của lực trong hệ SI là *niutơn mét*, kí hiệu là N.m.

## 3. Điều kiện cân bằng của một vật rắn có trục quay cố định (còn gọi là quy tắc momen)

Từ thí nghiệm trên, ta suy ra :

*Muốn cho một vật rắn có trục quay cố định nằm cân bằng thì tổng momen của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo một chiều phải bằng tổng momen của các lực có khuynh hướng làm vật quay theo chiều ngược lại.*

**C1** Khoảng cách từ trục quay tới giá của lực và khoảng cách từ điểm đặt của lực tới trục quay có phải là một không ?

**C2** Dựa vào quy tắc momen, hãy lí giải hiện tượng hai người đẩy cửa ở Hình 29.2.

Nếu ta quy ước momen lực làm vật quay ngược chiều kim đồng hồ có giá trị dương, cùng chiều kim đồng hồ có giá trị âm, thì ta có thể viết điều kiện trên dưới dạng đại số sau đây :

$$M_1 + M_2 + \dots = 0$$

trong đó  $M_1, M_2, \dots$  là momen của tất cả các lực đặt lên vật.

#### 4. Ứng dụng

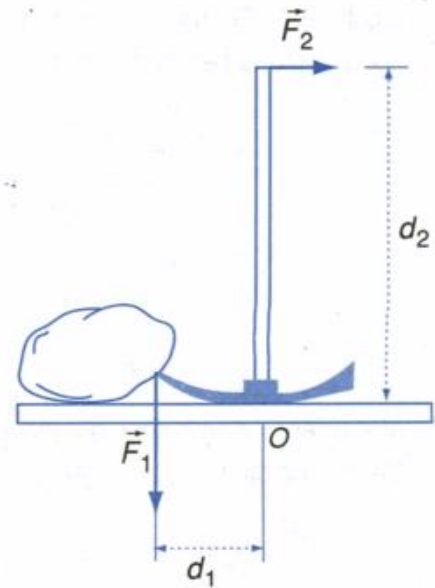
a) *Cân đĩa* gồm đòn cân, ở chính giữa đòn gắn với một điểm tựa gọi là dao cân, dao tì lên một đế lõm nhỏ và là trục quay, hai đĩa cân treo ở hai đầu của đòn cân. Khi cân thăng bằng, trọng lượng của vật (đặt trong một đĩa cân) bằng trọng lượng của quả cân (đặt trong đĩa kia) (Hình 29.5).

b) Quy tắc momen lực còn được áp dụng cho cả trường hợp một vật không có trục quay cố định. Chẳng hạn, ta hãy xét một chiếc cuốc chim đang được dùng để bẫy một tảng đá (Hình 29.6). Ở tư thế như trên hình vẽ, trục quay tạm thời là trục nằm ngang đi qua điểm tiếp xúc  $O$  giữa cuốc và mặt đất. Áp dụng quy tắc momen cho cuốc chim, ta có :

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$



Hình 29.5 Cân thăng bằng



Hình 29.6 Cuốc chim bẫy tảng đá

#### CÂU HỎI

1. Khi nào một lực tác dụng vào một vật có trục quay cố định mà không làm cho vật quay ?
2. Nêu định nghĩa momen của một lực nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay.
3. Điều kiện cân bằng của một vật có trục quay cố định là gì ?
4. Chứng tỏ rằng momen của một ngẫu lực thì bằng tổng đại số momen của từng lực hợp thành ngẫu lực đối với một trục bất kì vuông góc với mặt phẳng của ngẫu lực.



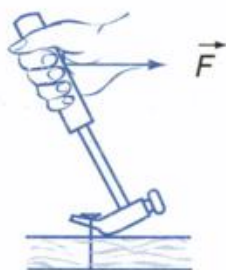
## BÀI TẬP

- Ở trường hợp nào sau đây, lực có tác dụng làm cho vật rắn quay quanh trục ?
  - Lực có giá nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay và cắt trục quay.
  - Lực có giá song song với trục quay.
  - Lực có giá cắt trục quay.
  - Lực có giá nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục quay và không cắt trục quay.
- Một thanh chắn đường dài 7,8 m, có trọng lượng 210 N và có trọng tâm cách đầu bên trái 1,2 m (Hình 29.7). Thanh có thể quay quanh một trục nằm ngang ở cách đầu bên trái 1,5 m. Hỏi phải tác dụng vào đầu bên phải một lực bằng bao nhiêu để giữ thanh ấy nằm ngang ?

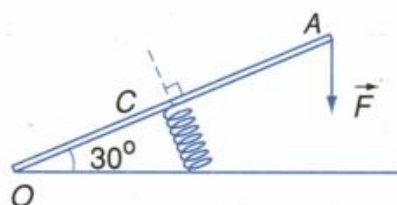


Hình 29.7

- Một chiếc búa đinh dùng để nhổ một chiếc đinh (Hình 29.8). Hãy vẽ trục quay của búa, các lực của tay và của đinh tác dụng vào búa và các tay đòn của hai lực đó.



Hình 29.8



Hình 29.9

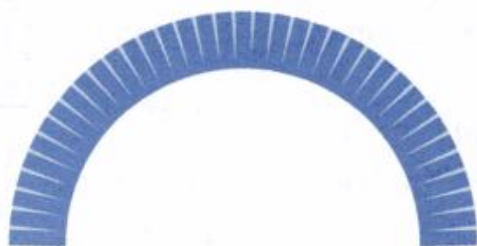
- Thanh OA có khối lượng không đáng kể, có chiều dài 20 cm, quay dễ dàng quanh trục nằm ngang O. Một lò xo gắn vào điểm giữa C. Người ta tác dụng vào đầu A của thanh một lực  $F = 20$  N hướng thẳng đứng xuống dưới (Hình 29.9). Khi thanh ở trạng thái cân bằng, lò xo có phương vuông góc với OA, và OA làm thành một góc  $\alpha = 30^\circ$  so với đường nằm ngang.
  - Tính phản lực  $N$  của lò xo vào thanh.
  - Tính độ cứng  $k$  của lò xo, biết lò xo ngắn đi 8 cm so với lúc không bị nén.

## Em có biết ?

### VÒM CỔNG

Cổng làng, cổng đình chùa thường được xây dựng theo cấu trúc vòm bằng gạch xếp lại hình vòng cung gọi là xây cuốn. Vòm cổng có dáng đẹp lại chắc chắn mà không cần có thanh dầm đỡ ở dưới.

Kiểu xây cuốn đơn giản nhất như ở Hình 29.10. Các viên đá được đẽo gọt vuông vức xếp thành hình vòm. Cổng Cửa Bắc Thành cổ Hà Nội được xây kiểu cuốn (Hình 29.11). Hãy thử phân tích các lực tác dụng lên viên đá nằm chính giữa vòm cổng khi chưa trát vữa.



Hình 29.10



Hình 29.11 Cổng Bắc Thành cổ Hà Nội