

# 36

## THẾ NĂNG ĐÀN HỒI

Ta đã biết cảnh cung khi bị uốn cong sẽ dự trữ một năng lượng dưới dạng thế năng. Có thể kể thêm nhiều ví dụ tương tự như lò xo bị nén, cầu nhảy trên bể bơi khi bị nhún cong, cây sào mềm được uốn của vận động viên nhảy sào,...

### 1. Công của lực đàn hồi

Mọi vật khi biến dạng đàn hồi đều có khả năng sinh công, tức là mang một năng lượng. Năng lượng này được gọi là *thế năng đàn hồi*.

Để thiết lập biểu thức của thế năng đàn hồi, ta bắt đầu từ việc tính công của lực đàn hồi giống như đã làm với trường hợp trọng trường.

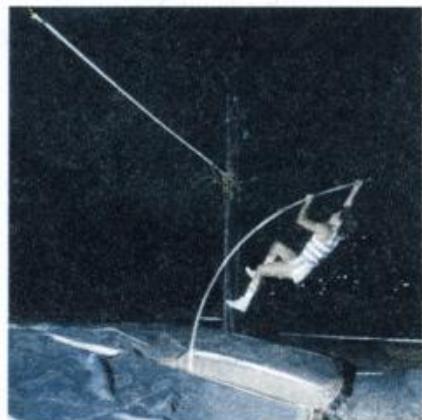
Xét một con lắc lò xo, gồm một quả cầu nhỏ khối lượng  $m$  gắn ở đâu một lò xo nằm ngang, đầu kia của lò xo được giữ cố định (Hình 36.1). Cùng với một đầu lò xo, quả cầu di chuyển theo phương ngang. Bỏ qua các lực cản. Chọn trục  $x$  trùng với phương chuyển động của hệ, gốc  $O$  tại vị trí cân bằng của đầu tự do của lò xo (khi lò xo không biến dạng).

Toạ độ  $x$  của quả cầu bằng giá trị đại số của độ biến dạng của lò xo, tức là vừa xác định độ lớn, vừa cho biết chiều của biến dạng.

Như đã biết ở bài 19, lực đàn hồi xuất hiện khi lò xo biến dạng, ngược chiều với độ biến dạng và có độ lớn tỉ lệ thuận với độ biến dạng :

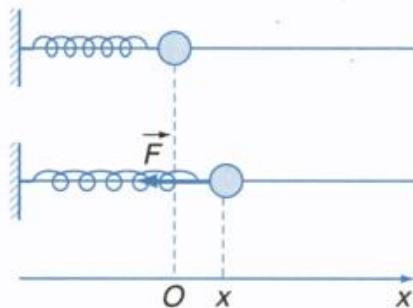
$$F = -kx \quad (36.1)$$

Ta hãy tính công do lực đàn hồi thực hiện khi lò xo biến dạng và đầu lò xo có gắn quả cầu di chuyển từ vị trí  $x_1$  đến vị trí  $x_2$ . Vì lực đàn hồi thay đổi theo độ biến dạng, nên ta chia nhỏ độ biến dạng toàn phần thành những đoạn biến dạng vô cùng nhỏ  $\Delta x$  sao cho tương ứng với độ biến dạng này lực đàn hồi được coi là không đổi.



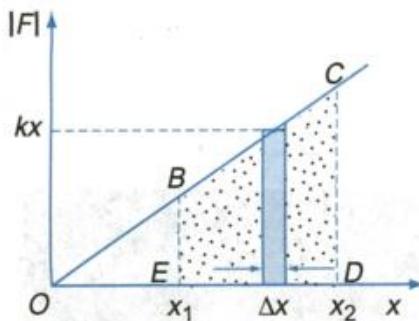
Vận động viên nhảy sào

**C1** Hãy cho biết khả năng sinh công của những vật biến dạng trong các ví dụ trên.



Hình 36.1 Con lắc lò xo

$x$  cũng chính là độ biến dạng  $\Delta l$  được tính từ gốc  $O$  đã chọn.



Hình 36.2 Đồ thị để tính công của lực đàn hồi

Công nguyên tố do lực đàn hồi thực hiện trên một đoạn biến dạng  $\Delta x$  có giá trị :

$$\Delta A = F \Delta x = -kx \Delta x$$

Công toàn phần bằng tổng của tất cả các công nguyên tố. Ta có thể dùng phương pháp đồ thị để tính công toàn phần này. Trên Hình 36.2, công nguyên tố được biểu diễn bằng diện tích dải chữ nhật màu xanh có hai cạnh là  $kx$  và  $\Delta x$ . Công tất cả các diện tích nguyên tố trong phạm vi giới hạn trên trục  $x$  từ giá trị  $x_1$  đến giá trị  $x_2$ , ta được công toàn phần  $A_{12}$ , công này có giá trị bằng diện tích hình thang  $BCDE$ , cũng bằng hiệu diện tích hai tam giác  $OCD$  và  $OBE$  :

$$A_{12} = \sum \Delta A = -\left( \frac{kx_2 x_2}{2} - \frac{kx_1 x_1}{2} \right)$$

hay :

$$A_{12} = \frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2} \quad (36.2)$$

Công này chỉ phụ thuộc các độ biến dạng đầu và cuối của lò xo, vậy **lực đàn hồi cũng là lực thế**.

## 2. Thế năng đàn hồi

Để có công thức giống như (35.3), ta có thể định nghĩa thế năng đàn hồi của lò xo bằng biểu thức :

$$W_{dh} = \frac{kx^2}{2} \quad (36.3)$$

và viết (36.2) thành :

$$A_{12} = W_{dh_1} - W_{dh_2} \quad (36.4)$$

**Công của lực đàn hồi bằng độ giảm thế năng đàn hồi.**

Đơn vị của thế năng đàn hồi cũng là jun (J).

**Ghi chú :** Nếu tính thế năng của quả cầu dưới tác dụng của lực đàn hồi thì cũng được biểu thức (36.3). Thế năng của quả cầu dưới tác dụng của lực đàn hồi cũng là thế năng đàn hồi.

Nếu cộng thêm một hàng số  $C$  bất kì vào vế phải của (36.3), tức là

$$W_{dh} = \frac{kx^2}{2} + C$$

thì công  $A_{12}$  của lực đàn hồi đã tính được theo (36.2) vẫn thoả mãn phương trình (36.4).

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng toạ độ  $x$  cũng là giá trị đại số của độ biến dạng. Vì vậy, phải chọn gốc toạ độ tại vị trí mà lò xo không biến dạng.

## CÂU HỎI

1. Nêu đặc điểm của lực đàn hồi và công thức xác định nó.
2. Tính công mà lực đàn hồi thực hiện trong biến dạng của lò xo. Công này liên hệ với độ biến thiên thế năng đàn hồi như thế nào ?
3. Viết biểu thức của thế năng đàn hồi. Nêu các tính chất của thế năng này.

## BÀI TẬP

1. Cho một lò xo nằm ngang ở trạng thái ban đầu không bị biến dạng. Khi tác dụng một lực  $F = 3\text{ N}$  kéo lò xo cũng theo phương ngang, ta thấy nó dãn được 2 cm.
  - a) Tìm độ cứng của lò xo.
  - b) Xác định giá trị thế năng đàn hồi của lò xo khi nó dãn được 2 cm.
  - c) Tính công do lực đàn hồi thực hiện khi lò xo được kéo dãn thêm từ 2 cm đến 3,5 cm. Công này dương hay âm ? Giải thích ý nghĩa. Bỏ qua mọi lực cản.
2. Giữ một vật khối lượng  $0,25\text{ kg}$  ở đầu một lò xo đặt thẳng đứng với trạng thái ban đầu chưa bị biến dạng.Ấn cho vật đi xuống làm lò xo bị nén một đoạn  $10\text{ cm}$ . Tìm thế năng tổng cộng của hệ vật – lò xo tại vị trí này. Lò xo có độ cứng  $500\text{ N/m}$  và bỏ qua khối lượng của nó. Cho  $g = 10\text{ m/s}^2$  và chọn mức không của thế năng tại vị trí lò xo không biến dạng.