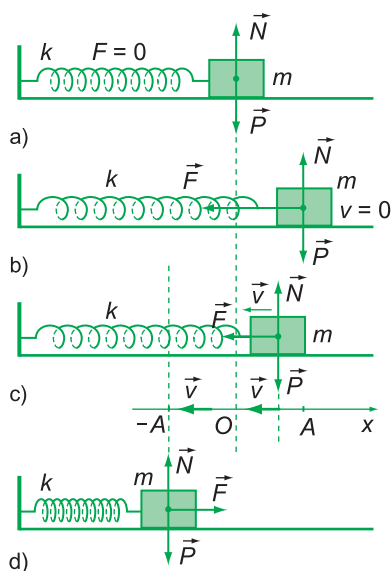


Ở bài trên, ta đã khảo sát dao động điều hoà về mặt động học. Trong bài này, ta sẽ khảo sát tiếp dao động điều hoà về mặt động lực học và năng lượng. Muốn thế, ta hãy dùng con lắc lò xo làm mô hình để nghiên cứu.



Hình 2.1

I - CON LẮC Lò XO

1. Xét một con lắc lò xo gồm một vật nhỏ có khối lượng m gắn vào đầu của một lò xo có độ cứng k và có khối lượng không đáng kể; đầu kia của lò xo được giữ cố định (H.2.1). Vật m có thể trượt trên một mặt phẳng nằm ngang không có ma sát.

2. Vị trí cân bằng của vật là vị trí khi lò xo không biến dạng (H.2.1a). Vật sẽ đứng yên mãi ở vị trí này nếu lúc đầu nó đứng yên.

Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng cho lò xo dãn ra một đoạn nhỏ rồi buông tay (H.2.1b), ta thấy vật dao động trên một đoạn thẳng quanh vị trí cân bằng (H.2.1c và d).

Ta hãy xét xem dao động của vật m (hay của con lắc lò xo) có phải là dao động điều hoà hay không.

II - KHẢO SÁT DAO ĐỘNG CỦA CON LẮC Lò XO VỀ MẶT ĐỘNG LỰC HỌC

1. Chọn trục toạ độ x song song với trục của lò xo, chiều dương là chiều tăng độ dài l của lò xo. Chọn gốc toạ độ O tại vị trí cân bằng. Giả sử vật có li độ x .

Vì trọng lực \vec{P} và phản lực \vec{N} của mặt phẳng tác dụng vào vật cân bằng nhau, nên hợp lực \vec{F} tác dụng vào vật chỉ là lực đàn hồi của lò xo. Hơn nữa, ở vị trí vật có li độ x thì độ biến dạng của lò xo cũng bằng x ($\Delta l = x$). Do đó lực đàn hồi của lò xo $\vec{F} = -k\Delta l$ có thể viết dưới dạng đại số như sau :

$$F = -kx \quad (2.1)$$

2. Áp dụng định luật II Niu-ơn, ta được :

$$a = -\frac{k}{m}x \quad (2.2)$$

3. Đặt $\omega^2 = \frac{k}{m}$ và so sánh công thức (2.2) với công thức (1.4) ta rút ra kết luận :

Dao động của con lắc lò xo là dao động điều hoà theo phương trình (1.1).

Tần số góc và chu kì của con lắc lò xo lần lượt là :

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (2.3)$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (2.4)$$

C1

4. Lực kéo về

Lực luôn hướng về vị trí cân bằng gọi là *lực kéo về*. Lực kéo về có độ lớn *tỉ lệ với li độ* là lực gây ra gia tốc cho vật dao động điều hoà.

C1 Chứng minh

rằng $\sqrt{\frac{m}{k}}$ có đơn vị là giây.

III - KHẢO SÁT DAO ĐỘNG CỦA CON LẮC LÒ XO VỀ MẶT NĂNG LƯỢNG

1. Động năng của con lắc lò xo

Động năng của con lắc lò xo là động năng của vật m :

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.5)$$

2. Thế năng của con lắc lò xo

Ở lớp 10 ta đã biết, khi lò xo bị biến dạng thì hệ gồm lò xo và vật nhỏ, tức là con lắc lò xo, có thế năng đàn hồi $W_t = \frac{1}{2}k(\Delta l)^2$.

Thay $\Delta l = x$ vào, ta có công thức tính thế năng của con lắc lò xo như sau :

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 \quad (2.6)$$

3. Cơ năng của con lắc lò xo. Sự bảo toàn cơ năng

a) Cơ năng của con lắc lò xo là tổng động năng và thế năng của con lắc.

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 \quad (2.7)$$

b) Ta có thể chứng minh rằng khi không có ma sát thì cơ năng của con lắc được bảo toàn. Nó chỉ biến đổi từ dạng thế năng sang động năng và ngược lại. Thật vậy, thay v từ công thức (1.3) và thay x từ công thức (1.1) vào công thức (2.7) ta được :

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2}kA^2 \cos^2(\omega t + \varphi)$$

Kết hợp với công thức (2.3), ta được :

$$W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \text{hằng số} \quad (2.8)$$

Công thức (2.8) cho thấy :

Cơ năng của con lắc tỉ lệ với bình phương của biên độ dao động.

Cơ năng của con lắc được bảo toàn nếu bỏ qua mọi ma sát.



Con lắc lò xo là một hệ dao động điều hoà.

Công thức của lực kéo về tác dụng vào con lắc lò xo là :

$$F = -kx$$

trong đó x là li độ của vật m ; k là độ cứng của lò xo ; dấu trừ chỉ rằng lực \vec{F} luôn luôn hướng về vị trí cân bằng.

Chu kì dao động của con lắc lò xo là $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Động năng của con lắc lò xo là :

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 \quad (m \text{ là khối lượng của vật})$$

Thế năng của con lắc lò xo (mốc thế năng ở vị trí cân bằng) :

$$W_t = \frac{1}{2} kx^2 \quad (x \text{ là li độ của vật } m)$$

- **Cơ năng của con lắc lò xo :**

$$W = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2 \quad \text{hay:} \quad W = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \text{hằng số}$$

- **Cơ năng của con lắc tỉ lệ với bình phương của biên độ dao động.**
- **Cơ năng của con lắc được bảo toàn nếu bỏ qua mọi ma sát.**

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP



1. Khảo sát dao động của con lắc lò xo nằm ngang. Tìm công thức của lực kéo về.
2. Nêu công thức tính chu kì của con lắc lò xo.
3. Viết công thức của động năng, thế năng và cơ năng của con lắc lò xo.
Khi con lắc lò xo dao động điều hoà thì động năng và thế năng của con lắc biến đổi qua lại như thế nào ?
5. Một con lắc lò xo dao động điều hoà. Lò xo có độ cứng $k = 40 \text{ N/m}$. Khi vật m của con lắc đang qua vị trí có li độ $x = -2 \text{ cm}$ thì thế năng của con lắc là bao nhiêu ?
A. — 0,016 J. B. — 0,008 J.
C. 0,016 J. D. 0,008 J.
6. Một con lắc lò xo gồm một vật có khối lượng $m = 0,4 \text{ kg}$ và một lò xo có độ cứng $k = 80 \text{ N/m}$. Con lắc dao động điều hoà với biên độ bằng $0,1 \text{ m}$. Hỏi tốc độ của con lắc khi qua vị trí cân bằng ?
A. 0 m/s. B. 1,4 m/s.
C. 2,0 m/s. D. 3,4 m/s.

4. Chọn đáp án đúng.

Công thức tính chu kì dao động của con lắc lò xo là :

A. $T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$

B. $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

C. $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}}$

D. $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$