

CON LẮC Lò XO

1. Tóm tắt lý thuyết

1.1. Khái niệm

- **Con lắc lò xo:** gồm một vật nhỏ có khối lượng m gắn vào đầu một lò xo có độ cứng k và khối lượng không đáng kể.

1.2. Khảo sát dao động của con lắc lò xo về mặt dao động lực

- Xét vật ở li độ x , lò xo dãn một đoạn $\Delta l = x$, lực đàn hồi $F = -k\Delta l$

Tổng lực tác dụng lên vật: $F = -kx$

Theo định luật II Niu tơn: $a = -\frac{k}{m}x$

Đặt: $\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow a + \omega^2 x = 0$

- Dao động của con lắc lò xo là dao động điều hòa

- Tần số góc: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

- Chu kì: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

- Lực kéo về

+ Biểu thức: $F = -kx = -m\omega^2 x$

+ Đặc điểm:

Là lực gây ra gia tốc cho vật dao động.

Luôn hướng về vị trí cân bằng gọi là lực kéo về. Lực kéo về có độ lớn tỉ lệ với li độ và gây gia tốc cho vật dao động điều hòa.

Biến thiên điều hoà cùng tần số với li độ.

1.3. Khảo sát dao động của lò xo về mặt năng lượng

a. Động năng của con lắc lò xo

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

b. Thế năng của con lắc lò xo

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

- **Chú ý:** Thế năng và động năng của con lắc lò xo biến thiên điều hoà với chu kì $\frac{T}{2}$.

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

- Cơ năng của con lắc

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

Khi không có ma sát thì cơ năng của con lắc được bảo toàn. Nó chỉ biến đổi từ thế năng sang động năng và ngược lại:

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \text{hằng số}$$

- **Nhận xét**

Động năng và thế năng biến thiên cùng tần số góc 2ω , tần số $2f$, chu kỳ $\frac{T}{2}$.

Thời gian liên tiếp giữa 2 lần động năng bằng thế năng là $\frac{T}{4}$.

Cơ năng của con lắc lò xo luôn được bảo toàn và tỉ lệ với bình phương biên độ dao động.

2. Bài tập minh họa

2.1. Dạng 1: Xác định các đại lượng thường gặp trong dao động của con lắc lò xo

Con lắc lò xo gồm vật có khối lượng $m = 200 \text{ g}$ và lò xo có độ cứng là $k = 50 \text{ N/m}$. Tính chu kỳ dao động của con lắc lò xo. Lấy $\pi^2 = 10$.

Hướng dẫn giải

Chu kỳ dao động của con lắc lò xo:

2.2. Dạng 2: Viết phương trình dao động của con lắc lò xo

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,2}{50}} = 2\pi\sqrt{4\pi^2 \cdot 10^{-4}} = 2\pi \cdot 2 \cdot \pi \cdot 10^{-2} = 0,4 \text{ s}$$

Con lắc lò xo treo thẳng đứng gồm một vật có khối lượng 100 g và lò xo có khối lượng không đáng kể, có độ cứng 40 N/m . Kéo vật nặng thẳng đứng xuống phía dưới cách vị trí cân bằng 5 cm và thả nhẹ cho vật dao động điều hòa. Chọn trục Ox thẳng đứng, gốc O trùng với vị trí cân bằng, chiều dương là chiều vật bắt đầu chuyển động, gốc thời gian là lúc thả vật. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Viết phương trình dao động của vật.

Hướng dẫn giải

Phương trình dao động của vật có dạng: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0,1}} = \sqrt{400} = 20 \text{ rad/s}$$

Chọn $t = 0$ lúc $x = -A = -5 \text{ cm}$, khi đó:

$$\cos\varphi = \frac{-x}{A} = \frac{-5}{5} = -1 \Rightarrow \varphi = \pi$$

Vậy phương trình dao động của vật là: $x = 5\cos(20t + \pi) \text{ cm}$

- Viết được phương trình động học của con lắc lò xo.

www.eLib.vn