

CHỦ ĐỀ

ĐẠI CƯƠNG VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA.

1

CON LẮC Lò XO

I. KHẢO SÁT DAO ĐỘNG CỦA CON LẮC Lò XO

1. Khảo sát dao động của con lắc lò xo:

a. Con lắc lò xo nằm ngang:

Xét con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng m và lò xo có độ cứng k , vật m được đặt trên mặt sàn nằm ngang, cho rằng ma sát giữa vật và mặt sàn là nhỏ và có thể bỏ qua. Kéo vật lệch ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn rồi thả nhẹ:

Phương trình định luật II Niuton cho vật trong quá trình dao động:

$$\vec{N} + \vec{P} + \vec{F}_{dh} = m\vec{a}$$

Chiều lên trục Ox ta thu được phương trình đại số:

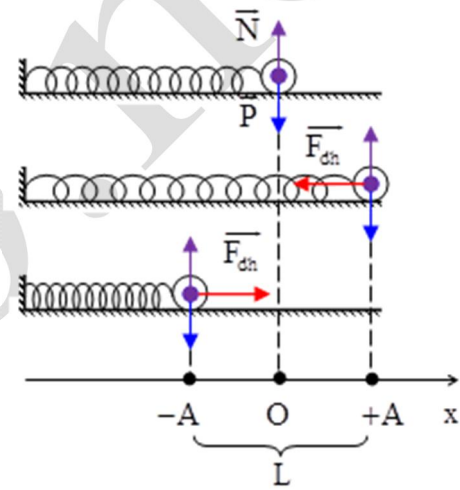
$$-kx = mx''$$

$$\text{Hay: } x'' + \frac{k}{m}x = 0$$

Phương trình này cho nghiệm dưới dạng:

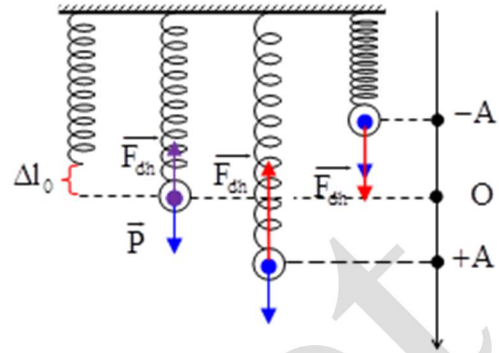
$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ trong đó } \omega^2 = \frac{k}{m}$$

Kết quả trên cho thấy rằng dao động của con lắc lò xo nằm ngang (trường hợp bỏ qua ma sát) là một dao động điều hòa với chu kì $T = \frac{2\pi}{\omega}$



b. Con lắc lò xo thẳng đứng:

Xét con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng m , một lò xo có độ cứng k được treo thẳng đứng. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng rồi thả nhẹ (cho rằng trong quá trình dao động của vật lực cản rất nhỏ có thể bỏ qua)



Phương trình định luật II Niuton cho vật:

$$\vec{F}_{dh} + \vec{P} = m\vec{a}$$

Chiều lên trục Ox ta thu được phương trình đại số:

$$-kx = mx''$$

$$\text{Hay : } x'' + \frac{k}{m}x = 0$$

Phương trình này cho nghiệm dưới dạng

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ với } \omega^2 = \frac{k}{m}$$

Kết quả trên cũng cho thấy rằng dao động của con lắc lò xo treo thẳng đứng (trường hợp bỏ qua các lực cản) là một dao động điều hòa với chu kì $T = \frac{2\pi}{\omega}$

2. Vận tốc và gia tốc của con lắc trong quá trình dao động:

a. Vận tốc:

Vận tốc của con lắc được xác định bằng đạo hàm bậc nhất của li độ theo thời gian:

$$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right)$$

Từ biểu thức của gia tốc ta có thể suy ra:

+ Khi vật ở vị trí cân bằng thì $|v| = |v|_{\max} = \omega A$

+ Khi vật ở vị trí biên thì $|v| = |v|_{\min} = 0$

⇒ Công thức độc lập với thời gian giữa li độ và vận tốc:

$$\left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 = 1$$

b. Gia tốc:

Gia tốc của con lắc được tính bằng đạo hàm bậc hai theo thời gian của li độ:

$$a = x'' = -\omega^2 x = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$$

Từ biểu thức trên ta có thể suy ra rằng:

+ Khi vật ở vị trí cân bằng thì $|a| = |a|_{\min} = 0$

+ Khi vật ở vị trí biên thì $|a| = |a|_{\max} = \omega^2 A$

⇒ Công thức độc lập với thời gian giữa vận tốc và gia tốc:

$$\left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2 A}\right)^2 = 1$$

CON LẮC Lò XO			
Li độ	$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$	+ Tại vị trí biên: $ x = x _{\max} = A$	Các công thức độc lập $\left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 = 1$ $\left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2 A}\right)^2 = 1$ $a = -\omega^2 x$
		+ Tại vị trí cân bằng: $ x = x _{\min} = 0$	
Vận tốc	$v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0)$	+ Tại vị trí biên: $ v = v _{\min} = 0$	
		+ Tại vị trí cân bằng: $ v = v _{\max} = \omega A$	
Gia tốc	$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0)$	+ Tại vị trí biên: $ a = a _{\max} = \omega^2 A$	
		+ Tại vị trí cân bằng: $ a = a _{\min} = 0$	

II. NĂNG LƯỢNG DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA:

Trong quá trình dao động điều hòa, cơ năng của con lắc được tính bằng tổng động năng và thế năng (với gốc tính thế năng là tại vị trí cân bằng)

$$W = W_d + W_t$$

Trong đó:

$$+ W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0)$$

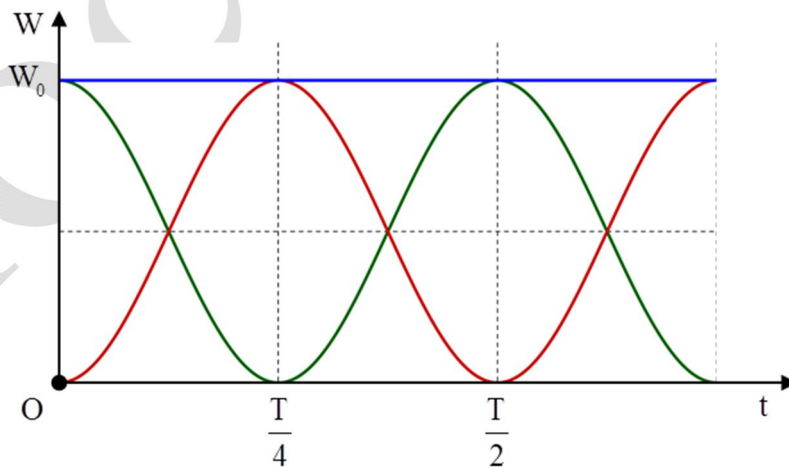
⇒ Nếu con lắc dao động điều hòa với chu kì T và tần số f thì động năng của vật sẽ biến đổi tuần hoàn theo chu kì $\frac{T}{2}$ và tần số $2f$

$$+ W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0)$$

⇒ Nếu con lắc dao động điều hòa với chu kì T và tần số f thì thế năng của vật sẽ biến đổi tuần hoàn theo chu kì $\frac{T}{2}$ và tần số $2f$

Thay vào biểu thức của cơ năng ta thu được: $W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$

Đồ thị biểu diễn động năng, thế năng và cơ năng của vật theo thời gian (gốc thời gian $t = 0$ lúc vật đang ở vị trí biên)



⇒ Từ đồ thị ta có thể thấy rằng cứ sau mỗi khoảng thời gian $\frac{T}{8}$ thì động năng lại bằng thế năng của vật, khi đó $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$, động năng và thế năng biến thiên ngược pha nhau.

hoc360.net