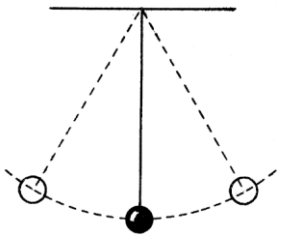
BÀI GIẢNG: MỘT SỐ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA THƯỜNG GẶP
CHUYÊN ĐỀ: DAO ĐỘNG
MÔN: VẬT LÍ 11
GIÁO VIÊN: TRẦN XUÂN BÍCH

MỤC TIÊU

- ✓ *Xác định được chu kì, tần số, tần số góc của con lắc đơn, sự phụ thuộc của chu kì của con lắc đơn.*
- ✓ *Xác định được chu kì, tần số, tần số góc của con lắc lò xo, sự phụ thuộc của chu kì của con lắc lò xo.*
- ✓ *Tính được chu kì, tần số, tần số góc của con lắc đơn và con lắc lò xo.*

I. CON LẮC ĐƠN

1 Cấu tạo của con lắc đơn

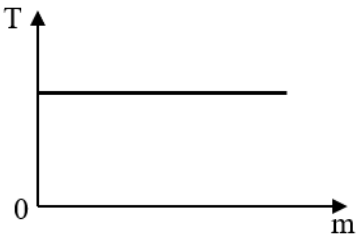


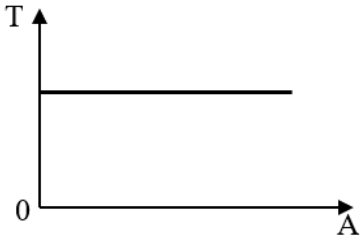
Con lắc đơn có cấu tạo gồm:

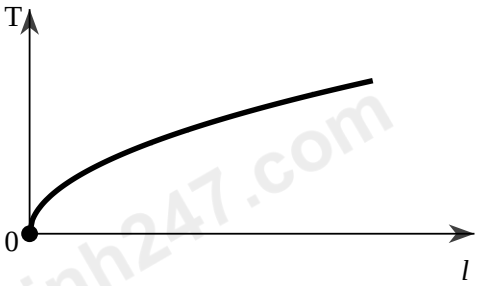
- Vật nặng khối lượng m
- Sợi dây/thanh nhẹ mảnh, không dãn, chiều dài *l*.

2 Chu kì dao động của con lắc đơn

Khảo sát sự phụ thuộc của chu kì con lắc đơn vào khối lượng, biên độ, chiều dài dây treo, thu được các đồ thị sau:







Kết luận: Chu kì của con lắc đơn:

- Không phụ thuộc m
- Không phụ thuộc A
- Tỉ lệ với $\sqrt{l}$: $T = 2,032.\Delta l \approx \frac{2\pi}{\sqrt{g}}.\sqrt{l}$

Điều kiện: $\alpha < 10^0$ và sức cản môi trường không đáng kể

Chu kì: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Trong đó: *l* là chiều dài dây treo (m)

g là gia tốc rơi tự do tại nơi treo $\left(m/s^2\right)$

T là chu kì dao động (s)

Ví dụ 1: Một con lắc đơn có chiều dài 50 cm. Tính chu kì và tần số của dao động.

Cách giải:

Chu kì của con lắc đơn là:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,5}{9,8}} \approx 1,42\ (s)$$

Tần số của con lắc đơn là:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,42} \approx 0,7\ (Hz)$$

Mở rộng: con lắc đơn dao động với biên độ góc nhỏ: $\alpha_0 < 10^0$:

$$\sin\alpha = \frac{x}{l} = \alpha_{(rad)}$$

Ví dụ 2: Con lắc đơn có chiều dài l = 25 cm và $g = 10\ m/s^2$. Đưa vật tới vị trí dây treo lệch 6^0 so với phương thẳng đứng rồi thả nhẹ cho dao động điều hòa. Tính tốc độ trung bình của quả nặng trong mỗi chu kì dao động.

Cách giải:

Chu kì của dao động là:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,25}{10}} = 1\ (s)$$

(với $\pi^2 \approx 10$)

Biên độ góc của con lắc là:

$$\alpha_0 = 6^0 = \frac{6^0}{180^0}.\pi = \frac{\pi}{30}\ (rad)$$

Biên độ của con lắc là:

$$A = x_{\max}$$

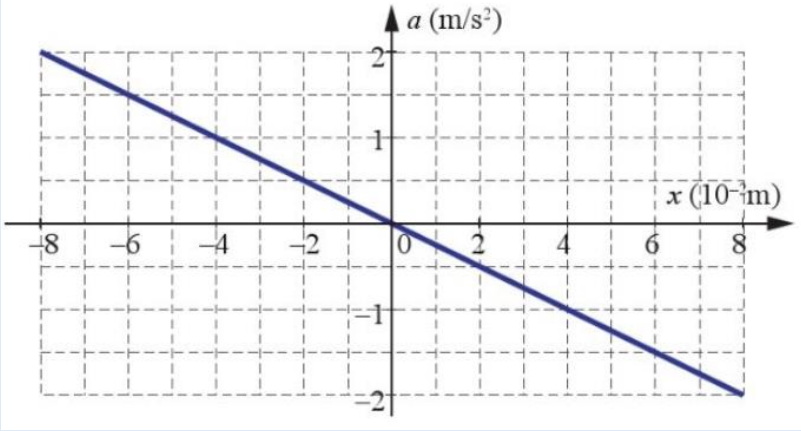
Ta có:

$$\alpha_0 = \frac{A}{l} \Rightarrow \frac{\pi}{30} = \frac{A}{l} \Rightarrow A = \frac{\pi}{30}.l = \frac{\pi}{30}.0,25 = \frac{\pi}{120}\ (m)$$

Tốc độ trung bình của quả nặng trong 1 chu kì là:

$$v_{tb} = \frac{4A}{T} = \frac{4.\frac{\pi}{120}}{1} = \frac{\pi}{30}\ (m/s)$$

Ví dụ 3: Hình 2.6 biểu diễn đồ thị gia tốc của quả cầu con lắc đơn theo li độ của nó. Tính tần số của con lắc đơn đó.



Cách giải:

Gia tốc: $a = -\omega^2 x$

Chọn điểm M trên đồ thị có:

$$\begin{cases} x_M = -4.10^{-2}\ (m) \\ a = 1\ (m/s^2) \end{cases} \Rightarrow \omega^2 = -\frac{a}{x} = -\frac{1}{4.10^{-2}} = 25$$

$$\Rightarrow \omega = 5\ (rad/s)$$

Tần số của con lắc là:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5}{2\pi} \approx 0{,}8\ (Hz)$$

Ứng dụng của con lắc đơn:

Xác định gia tốc rơi tự do

Chu kì của con lắc đơn: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2.\frac{l}{g} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2.l}{T^2}$

Dùng thước để đo chiều dài l của dây treo, cùng đồng hồ đo chu kì T của con lắc, áp dụng công thức trên tính được gia tốc rơi tự do tại nơi đang xét.

II. CON LẮC LÒ XO

1 Cấu tạo con lắc lò xo

Con lắc lò xo gồm:

- Vật nặng khối lượng m
- Lò xo độ cứng k

Điều kiện:

- Ma sát, sức cản môi trường không đáng kể
- Lò xo tuân theo định luật Hook ($F = k\Delta l$)

2 Chu kì con lắc lò xo

Chu kì: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Trong đó: k là độ cứng lò xo (N/m)

m là khối lượng vật gắn vào lò xo (kg)

T là chu kì dao động (s)

Ví dụ 1: Con lắc lò xo có k = 40 N/m và m = 250 g đang dao động điều hòa trên trục Ox với quỹ đạo dài 8 cm. Tính tốc độ trung bình của chuyển động trong thời gian 2 s.

Cách giải:

Chu kì của con lắc lò xo là:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi.\sqrt{\frac{0,25}{40}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{16\pi^2}} = \frac{1}{2}\left(s\right)$$

(với $\pi^2 = 10$)

Ta có thời gian: $2s = 4.\frac{1}{2} = 4T$

Quãng đường vật đi được trong 4 chu kì là:

$$s = 4.4A = 16A = 16.\frac{8}{2} = 64\left(cm\right)$$

Tốc độ trung bình của vật trong thời gian 2 s là:

$$v_{tb} = \frac{s}{t} = \frac{64}{2} = 32\left(cm/s\right)$$

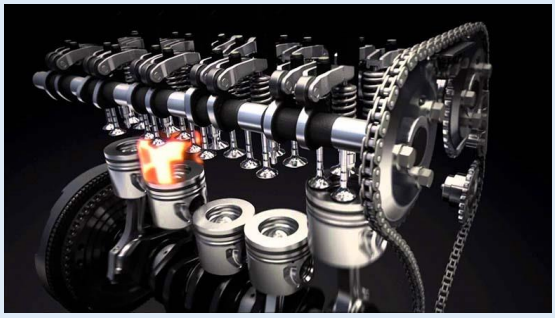
Ví dụ 2: Pit-tông bên trong động cơ ô tô dao động lên và xuống khi động cơ ô tô hoạt động. Các dao động này được coi là dao động điều hòa với phương trình li độ của pit-tông là $x = 12,5\cos\left(60\pi t\right)$. Trong đó, x tính bằng cm, t tính bằng s. Xác định:

a) Biên độ, tần số và chu kì của dao động.

b) Vận tốc cực đại của pit-tông.

c) Gia tốc cực đại của pit-tông.

d) Li độ, vận tốc, gia tốc của pit-tông tại thời điểm t = 1,25 s.



Cách giải:

a) Biên độ của dao động: A = 12,5 cm

Tần số của dao động: $f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{60\pi}{2\pi}=30\ (Hz)$

Chu kì của dao động: $T=\frac{1}{f}=\frac{1}{30}\ (s)$

b) Vận tốc cực đại của pit-tông:

$v_{max}=\omega A=60\pi.12,5\approx 2356\ (cm/s)=23,56\ (m/s)$

c) Gia tốc cực đại của pit-tông:

$a_{max}=\omega^2 A=(60\pi)^2.12,5.10^{-2}=4441,32\ (m/s^2)$

d) Tại thời điểm t = 1,25 s, ta có:

$$\begin{cases} x=12,5\cos(60\pi.1,25)=-12,5\ (cm) \\ v=-60\pi.12,5.\sin(60\pi.1,25)=0 \\ a=-\omega^2 x=-(60\pi)^2.(-12,5.10^{-2})\approx 4441,32\ (m/s^2) \end{cases}$$