

BÀI 7. CON LẮC Lò XO P2

(TÀI LIỆU BÀI GIẢNG)

Giáo viên: Lê Tiến Hà

Đây là tài liệu tóm lược các kiến thức đi kèm với bài giảng “Con lắc lò xo” thuộc “Khóa học Luyện thi THPT quốc gia PEN - C: Môn Vật lí (Thầy Lê Tiến Hà)” tại website Hocmai.vn. Để có thể nắm vững kiến thức phần “Con lắc lò xo”, Bạn cần kết hợp xem tài liệu cùng với [bài giảng này](#).

1. BÀI TOÁN CẮT - GHÉP Lò XO

+ Độ cứng của lò xo:

$$k = \rho \frac{\ell}{S}$$

<p>① Ghép song song: $S_{//} = S_1 + S_2 + \dots + S_n$ $\Rightarrow k_{//} = k_1 + k_2 + \dots + k_n$</p> <p>② Ghép nối tiếp: $\ell_{nt} = \ell_1 + \ell_2 + \dots + \ell_n$ $\Rightarrow \frac{1}{k_{nt}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$</p> <p>③ Cắt lò xo: $k = k_0 \frac{\ell_0}{\ell}$</p>

+ Chu kì và tần số của con lắc lò xo: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \begin{cases} T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \end{cases}$

① Hệ ghép song song:

$$f_{//} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_{//}}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_1}{m} + \frac{k_2}{m} + \dots + \frac{k_n}{m}}$$
$$\Rightarrow f_{//} = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + \dots + f_n^2}$$
$$\Rightarrow \frac{1}{T_{//}} = \sqrt{\frac{1}{T_1^2} + \frac{1}{T_2^2} + \dots + \frac{1}{T_n^2}}$$

② Hệ ghép nối tiếp:

$$T_{nt} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{nt}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1} + \frac{m}{k_2} + \dots + \frac{m}{k_n}}$$
$$\Rightarrow T_{nt} = \sqrt{T_1^2 + T_2^2 + \dots + T_n^2}$$
$$\Rightarrow \frac{1}{f_{nt}} = \sqrt{\frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} + \dots + \frac{1}{f_n^2}}$$

Nhận xét:

- + Hệ chỉ có 2 lò xo
- + Tìm T, f bình đẳng

$$X_{\uparrow} = \sqrt{X_1^2 + X_2^2} \quad (1) \quad X_{\downarrow} = \frac{X_1 \cdot X_2}{\sqrt{X_1^2 + X_2^2}} \quad (2)$$

Kết luận: Mọi bài toán ghép tìm chu kì và tần số

➤ **Bước 1.** Lập biểu thức của đại lượng cần tìm

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{LC}$$

➤ **Bước 2.** Xem đại lượng cần tìm là tăng hay giảm sau khi ghép

➤ **Bước 3.** Kết quả

- + Nếu đại lượng cần tìm tăng lên thì lấy phương trình (1)
- + Nếu đại lượng cần tìm giảm đi thì lấy phương trình (2)

2. CÁC VÍ DỤ MINH HỌA

Ví dụ 1: Cho một hệ gồm hai lò xo có độ cứng lần lượt là k_1 và k_2 , và vật có khối lượng m . Khi gắn vật vào lò xo thứ nhất thì hệ dao động với tần số $f_1 = 6$ Hz. Khi gắn vật vào lò xo thứ hai thì hệ dao động với tần số $f_2 = 8$ Hz. Khi ghép hai lò xo với nhau thì hệ dao động với tần số bao nhiêu trong các trường hợp sau:

- a) Hai lò xo ghép song song
- b) Hai lò xo ghép nối tiếp

Hướng dẫn:

Ta có: $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

a) Hai lò xo ghép song song $\Rightarrow k_{//} = k_1 + k_2 \Rightarrow k \nearrow \Rightarrow \begin{cases} f \nearrow \\ T \searrow \end{cases}$

$$f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2} = 10\text{Hz}$$

b) Hai lò xo ghép nối tiếp: $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \Rightarrow k \searrow \Rightarrow \begin{cases} f \searrow \\ T \nearrow \end{cases}$

$$f = \frac{f_1 \cdot f_2}{\sqrt{f_1^2 + f_2^2}} = 4,8\text{Hz}$$

Ví dụ 2: Cho một hệ gồm hai vật m_1 và m_2 , và lò xo có độ cứng k . Khi gắn vật m_1 vào lò xo thì hệ dao động với chu kì $T_1 = 3$ s. Khi gắn vật m_2 vào lò xo thì hệ dao động với chu kì $T_2 = 4$ s. Khi gắn cả hai vật vào lò xo thì hệ dao động với chu kì bao nhiêu.

Hướng dẫn:

Ta có: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$$m = m_1 + m_2 \Rightarrow m \nearrow \Rightarrow T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 5\text{s}$$

Ví dụ 3. Cho một con lắc lò xo gồm một lò xo có độ cứng k , và vật có khối lượng m , đang dao động điều hòa với chu kì $T = 12$ s. Cắt lò xo này thành 2 đoạn. Nếu dùng đoạn thứ nhất gắn với vật thì hệ dao động với chu kì $T_1 = 6$ s. Hỏi

b) Nếu gắn vật vào đoạn lò xo còn lại và cho hệ dao động điều hòa thì hệ này dao động với chu kì là bao nhiêu?

b) Nếu ghép 2 đoạn lò xo này song song với nhau rồi ghép với hệ ban đầu thì hệ này dao động với chu kì bao nhiêu.

Hướng dẫn:

a) Ta có: $T = 12$ s $>$ $T_1 = 6$ s \Rightarrow Hệ ban đầu là bài toán ghép tăng

$$T^2 = T_1^2 + T_2^2 \Rightarrow T_2 = \sqrt{T^2 - T_1^2} = 6\sqrt{3}$$
 s

b) Khi $k_1 // k_2 \Rightarrow k = k_1 + k_2 \Rightarrow k \searrow \Rightarrow T \nearrow$

$$T_{//} = \frac{T_1 \cdot T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}} = 3\sqrt{3}$$
 s

Ví dụ 4. Cho một hệ gồm 2 lò xo k_1, k_2 ($k_1 < k_2$) và vật có khối lượng m . Ghép hai lò xo với nhau rồi gắn m vào hệ lò xo thì khi ($k_1 // k_2$) thì hệ dao động với chu kì $T_{//} = 9,6$ s; khi (k_1 nt k_2) thì hệ dao động với chu kì $T_{nt} = 20$ s. Khi gắn vật vào từng lò xo thì vật dao động với chu kì là bao nhiêu?

A. $T_1 = 16$ s, $T_2 = 12$ s.

B. $T_1 = 12$ s, $T_2 = 16$ s.

C. $T_1 = 16$ s, $T_2 = 15$ s.

D. $T_1 = 14$ s, $T_2 = 12$ s.

E. $T_1 = 24$ s, $T_2 = 8$ s.

Hướng dẫn: $T_{//} = 9,6$ s; $T_{nt} = 20$ s

$$\text{Khi } (k_1 // k_2): T_{//} = \frac{T_1 \cdot T_2}{\sqrt{T_1^2 + T_2^2}} = 9,6 \quad (1)$$

$$\text{Khi } (k_1 \text{ nt } k_2): T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2} = 20 \text{ s} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có: $T_1 \cdot T_2 = 9,6 \cdot 20 = 192$

$$(T_1 + T_2)^2 - 2T_1T_2 = 20^2 \Rightarrow T_1 + T_2 = 28$$

$\Rightarrow T_1$ và T_2 là nghiệm của phương trình: $X^2 - 28X + 192 = 0 \Rightarrow X_1 = 12$ s, $X_2 = 16$ s

Do $k_1 < k_2 \Rightarrow T_1 > T_2 \Rightarrow T_1 = 16$ s, $T_2 = 12$ s \Rightarrow Chọn A.

Ví dụ 5. Cho một con lắc lò xo gồm một lò xo có độ cứng k_0 , và vật có khối lượng m , đang dao động điều hòa với tần số $f = 5$ Hz. Để vật dao động với tần số 10 Hz thì cần ghép thêm lò xo có độ cứng như thế nào?

Hướng dẫn:

➤ Cách 1. Phương pháp cổ điển

$$\left. \begin{aligned} f_0 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_0}{m}} = 5 \\ f &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = 10 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{k}{k_0} = \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 = 4 \Rightarrow k = 4k_0 > k_0$$

Vậy cần ghép song song với lò xo ban đầu và có độ cứng là $k' = k - k_0 = 3k_0$

➤ **Cách 2. Dùng phương pháp tăng giảm**

$$f_0 = 5 \text{ Hz}, f_{\text{ghép}} = 10 > f_0 \Rightarrow \text{bài toán ghép tăng} \Rightarrow f_{\text{ghép}}^2 = f_0^2 + f^2 = 4f_0^2 \Rightarrow f^2 = 3f_0^2$$

$$\Rightarrow \frac{k}{k_0} = \left(\frac{f}{f_0}\right)^2 = 3 \Rightarrow k = 3k_0 \Rightarrow \text{Ghép song song}$$

➤ **Cách 3. Mẹo:** $n = \left(\frac{X_{\text{max}}}{X_{\text{min}}}\right)^2 - 1 \rightarrow \text{Ghép} \begin{cases} \alpha = n\alpha_0 \\ \alpha = \frac{\alpha_0}{n} \end{cases}$

$$n = \left(\frac{10}{5}\right)^2 - 1 = 3$$

$$k = 3k_0 \Rightarrow \text{Ghép song song}$$

Giáo viên: Lê Tiến Hà

Nguồn:  Hocmai.vn