

Tính chiều dài con lắc lò xo, Lực đàn hồi, Lực phục hồi

A. Phương pháp & Ví dụ

1. Phương pháp

2.1. Chiều dài của lò xo:

- Gọi l_0 là chiều dài tự nhiên của lò xo
- l là chiều dài khi con lắc ở vị trí cân bằng: $l = l_0 + \Delta l_0$
- A là biên độ của con lắc khi dao động.
- Gốc tọa độ tại vị trí cân bằng, chiều dương hướng xuống dưới.

2.2. Lực đàn hồi:

$$F_{dh} = -K \cdot \Delta x \text{ (N)}$$

(Nếu xét về độ lớn của lực đàn hồi). $F_{dh} = K \cdot (\Delta l_0 + x)$

$$F_{dhmax} = K(\Delta l_0 + A)$$

$$F_{dhmin} = K(\Delta l_0 - A) \text{ Nếu } \Delta l_0 > A$$

$$F_{dhmin} = 0 \text{ khi } l_0 \leq A \text{ (} F_{dhmin} \text{ tại vị trí lò xo không bị biến dạng)}$$

2.3. Lực phục hồi (lực kéo về):

$$F_{ph} = ma = m(-\omega^2 \cdot x) = -K \cdot x$$

Nhận xét: Trường hợp lò xo treo thẳng đứng lực đàn hồi và lực phục hồi khác nhau.

Trong trường hợp $A > \Delta l_0$

$$F_{nen} = K(|x| - \Delta l_0) \text{ với } |x| \geq \Delta l_0.$$

$$F_{nenmax} = K|A - \Delta l_0|$$

2.4. Bài toán: Tìm thời gian lò xo bị nén, giãn trong một chu kỳ:

Gọi φ_{nen} là góc nén trong một chu kỳ.

$$- \varphi_{nen} = 2\alpha \text{ Trong đó: } \cos \alpha = \Delta l_0 / A$$

Nhận xét: $t_{giãn} = 2t_{nen}$, $t_{giãn} = 3t_{nen}$, $t_{giãn} = 5t_{nen}$ (tỉ lệ 2:3:5) thì tương ứng với 3 vị trí đặc biệt trên trục thời gian

Đối với con lắc lò xo nằm ngang ta vẫn dùng các công thức của lò xo thẳng đứng nhưng $\Delta l_0 = 0$ và lực phục hồi chính là lực đàn hồi F_{dhmax} $F_{hp} = k \cdot A$ và $F_{dhmin} = 0$

2. Ví dụ

Ví dụ 1: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên là $l_0 = 30$ cm, độ cứng của lò xo là $K = 10$ N/m. Treo vật nặng có khối lượng $m = 0,1$ kg vào lò xo và kích thích cho lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với biên độ $A = 5$ cm. Xác định chiều dài cực đại, cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động của vật.

- A. 40cm; 30 cm B. 45cm; 25cm
C. 35 cm; 55cm D. 45 cm; 35 cm.

Hướng dẫn:

Ta có: $l_0 = 30$ cm và $\Delta l_0 = mg/k = 0,1 \text{ m} = 10$ cm

$$l_{max} = l_0 + \Delta l_0 + A = 30 + 10 + 5 = 45 \text{ cm}$$

$$l_{min} = l_0 + \Delta l_0 - A = 30 + 10 - 5 = 35 \text{ cm}$$

Ví dụ 2: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên là $l_0 = 30$ cm, độ cứng của lò xo là $K = 10$ N/m. Treo vật nặng có khối lượng $m = 0,1$ kg vào lò xo và kích thích cho lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với biên độ $A = 5$ cm. Xác định lực đàn hồi cực đại, cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động của vật.

- A. 1,5N; 0,5N B. 2N; 1,5N C. 2,5N; 0,5N D. Khác

Hướng dẫn:

Ta có: $\Delta l_0 = 0,1 \text{ m} > A$.

Áp dụng $F_{\text{dhmax}} = K(A + \Delta l_0) = 10(0,1 + 0,05) = 1,5 \text{ N}$

$F_{\text{dhmin}} = K(A - \Delta l_0) = 10(0,1 - 0,05) = 0,5 \text{ N}$

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên là $l_0 = 30 \text{ cm}$, độ cứng của lò xo là $K = 10 \text{ N/m}$. Treo vật nặng có khối lượng $m = 0,1 \text{ kg}$ vào lò xo và kích thích cho lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với biên độ $A = 20 \text{ cm}$. Xác định lực đàn hồi cực đại, cực tiểu của lò xo trong quá trình dao động của vật.

A. 1,5N; 0N B. 2N; 0N C. 3N; 0N D. Khác

Hướng dẫn:

Ta có $\Delta l_0 = 0,1 \text{ m} < A$ nên $F_{\text{dhmax}} = K(A + \Delta l_0) = 10(0,1 + 0,2) = 3 \text{ N}$

và $F_{\text{dhmin}} = 0$ vì $\Delta l_0 < A$

Ví dụ 4: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên là $l_0 = 30 \text{ cm}$, độ cứng của lò xo là $K = 10 \text{ N/m}$. Treo vật nặng có khối lượng $m = 0,1 \text{ kg}$ vào lò xo và kích thích cho lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với biên độ $A = 20 \text{ cm}$. Xác định thời gian lò xo bị nén trong một chu kỳ?

A. $\pi/15 \text{ s}$ B. $\pi/10 \text{ s}$ C. $\pi/5 \text{ s}$ D. $\pi \text{ s}$

Hướng dẫn:

Cách 1:

Ta có: $t_{\text{nén}} = \Phi/\omega$

Cách 2: Sử dụng trục thời gian

Ta có: Thời gian lò xo nén 1 lần là thời gian ngắn nhất vật đi từ $-\Delta l_0$ đến $-A$

Vì trong $1T$ lò xo nén 2 lần nên thời gian giãn trong $1T$ cần tìm

Ví dụ 5: Một con lắc lò xo có chiều dài tự nhiên là $l_0 = 30 \text{ cm}$, độ cứng của lò xo là $K = 10 \text{ N/m}$. Treo vật nặng có khối lượng $m = 0,1 \text{ kg}$ vào lò xo và kích thích cho lò xo dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với biên độ $A = 20 \text{ cm}$. Xác định tỉ số thời gian lò xo bị nén và giãn.

A. 12 B. 1 C. 2 D. 14

Hướng dẫn:

Cách 1:

Gọi H là tỉ số thời gian lò xo bị nén và giãn trong một chu kỳ.

Cách 2: Sử dụng trục thời gian

Ta dễ dàng tính được

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Một lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng k , một đầu gắn vật nhỏ có khối lượng m , đầu còn lại được gắn vào một điểm cố định J sao cho vật dao động điều hòa theo phương ngang. Trong quá trình dao động, chiều dài cực đại và chiều dài cực tiểu của lò xo lần lượt là 40 cm và 30 cm . Chọn phương án SAI.

A. Chiều dài tự nhiên của lò xo là 35 cm
B. Biên độ dao động là 5 cm .
C. Lực mà lò xo tác dụng lên điểm J luôn là lực kéo
D. Độ biến dạng của lò xo luôn bằng độ lớn của li độ.

Lời giải:

Chọn C

Vì khi ở vị trí cân bằng lò xo không biến dạng nên độ biến dạng của lò xo luôn bằng độ lớn của li độ \Rightarrow D đúng
Chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo lần lượt là

\Rightarrow A, B đúng

Câu 2. Trong một chu kì, một nửa thời gian lò xo nén (lực lò xo tác dụng lên J là lực đẩy) và một nửa thời gian lò xo giãn (lực lò xo tác dụng lên J là lực kéo) \Rightarrow Con lắc lò xo đang dao động điều hòa theo phương ngang với biên độ $A = 4\sqrt{2}$ cm. Biết lò xo có độ cứng $k = 50$ (N/m), vật dao động có khối lượng $m = 200$ (g), lấy $\pi^2 = 10$. Khoảng thời gian trong một chu kì để lò xo giãn một lượng lớn hơn $2\sqrt{2}$ cm là
A. 2/15 (s) B. 1/15 (s) C. 1/3 (s) D. 0,1 (s)

Lời giải:

Chọn A

Để giãn lớn hơn $2\sqrt{2}$ cm $= A/2$ thì vật có li độ nằm trong khoảng $x = A/2$ đến A

Câu 3. Con lắc lò xo treo thẳng đứng, gồm lò xo độ cứng 100 N/m và vật nặng khối lượng 100 (g). Giữ vật theo phương thẳng đứng làm lò xo giãn 3 (cm), rồi truyền cho nó vận tốc $20\pi\sqrt{3}$ (cm/s) hướng lên thì vật dao động điều hòa. Lấy $\pi^2 = 10$; gia tốc trọng trường $g = 10$ (m/s²). Biên độ dao động là

- A. 5,46 cm B. 4,00 cm
C. 4,58 cm D. 2,54 cm

Lời giải:

Chọn B

Câu 4. Một lắc lò xo có độ cứng 100 (N/m) treo thẳng đứng, đầu dưới treo một vật có khối lượng 1 kg tại nơi có gia tốc trọng trường là 10 (m/s²). Giữ vật ở vị trí lò xo còn giãn 7 cm rồi cung cấp vật tốc 0,4 m/s theo phương thẳng đứng. Ở vị trí thấp nhất, độ giãn của lò xo giãn là

- A. 5 cm B. 25 cm C. 15 cm D. 10 cm

Lời giải:

Chọn C

Khi ở vị trí thấp nhất độ giãn của lò xo: $\Delta l_{\max} = \Delta l_0 + A = 15$ (cm)

Câu 5. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật treo có khối lượng m. Kéo vật xuống dưới vị trí cân bằng 3 cm rồi truyền cho nó vận tốc 40 cm/s thì nó dao động điều hòa theo phương thẳng đứng trùng với trục của lò xo và khi vật đạt độ cao cực đại, lò xo giãn 5 cm. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10$ (m/s²). Vận tốc cực đại của vật dao động là

- A. 1,15 m/s B. 0,5 m/s
C. 10 cm/s D. 2,5 cm/s

Lời giải:

Chọn B

Độ giãn của lò xo khi ở vị trí cân bằng: $\Delta l_0 = mg/k = g/\omega^2$

Khi ở độ cao cực đại, độ giãn của lò xo:

Câu 6. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật treo có khối lượng m . Vật đang ở vị trí cân bằng, người ta truyền cho nó một vận tốc hướng xuống dưới thì sau thời gian $\pi/20$ (s), vật dừng lại tức thời lần đầu và khi đó lò xo dãn 20 cm. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10$ (m/s²). Biết vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng trùng với trục của lò xo. Biên độ dao động là
A. 5 cm. B. 10 cm C. 15 cm D. 20 cm

Lời giải:

Chọn B

Độ dãn của lò xo ở vị trí cân bằng:

$$\Delta l_0 = mg/k = g/\omega^2 = 0,1 \text{ (m)} = 10 \text{ (cm)}$$

Độ dãn cực đại của lò xo:

$$\Delta l_{\max} = \Delta l_0 + A \Rightarrow 20 = 10 + A \Rightarrow A = 10 \text{ (cm)}$$

Câu 7. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, vật treo có khối lượng m . Vật đang ở vị trí cân bằng, người ta truyền cho nó một vận tốc hướng xuống dưới thì sau thời gian $\pi/20$ (s), vật dừng lại tức thời lần đầu và khi đó lò xo dãn 20 cm. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10$ (m/s²). Biết vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng trùng với trục của lò xo. Biên độ dao động là
A. 5 cm B. 10 cm C. 15 cm D. 20 cm

Lời giải:

Chọn B

Độ dãn của lò xo ở vị trí cân bằng:

$$\Delta l_0 = mg/k = g/\omega^2 = 0,1 \text{ (m)} = 10 \text{ (cm)}$$

Độ dãn cực đại của lò xo:

$$\Delta l_{\max} = \Delta l_0 + A \Rightarrow 20 = 10 + A \Rightarrow A = 10 \text{ (cm)}$$

Câu 8. Một lò xo đặt thẳng đứng, đầu dưới cố định, đầu trên gắn vật, sao cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng trùng với trục của lò xo với biên độ là 5 cm. Lò xo có độ cứng 80 (N/m), vật nặng có khối lượng 200 (g), lấy gia tốc trọng trường $g = 10$ (m/s²). Độ dãn cực đại của lò xo khi vật dao động là
A. 3 cm B. 7,5 cm C. 2,5 cm D. 8 cm

Lời giải:

Chọn C

Độ nén lò xo ở vị trí cân bằng:

Độ dãn cực đại của lò xo

$$A - \Delta l_0 = 2,5 \text{ cm}$$

Câu 9. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng có O là điểm trên cùng, M và N là 2 điểm trên lò xo sao cho khi chưa biến dạng chúng chia lò xo thành 3 phần bằng nhau có chiều dài mỗi phần là 8 cm ($ON > OM$) Khi vật treo đi qua vị trí cân bằng thì đoạn $ON = 68/3$ (cm). Gia tốc trọng trường $g = 10$ (m/s²). Tần số góc của dao động riêng này là

- A. 2.5 rad/s B. 10 rad/s
C. $10\sqrt{2}$ rad/s D. 5 rad/s

Lời giải:

Chọn B

$$\text{Độ dãn của lò xo ở vị trí cân bằng: } \Delta l_0 = 34 - 8.3 = 10 \text{ (cm)} = 0,1 \text{ (m)}$$

$$\text{Mà } k.\Delta l_0 = mg$$

Câu 10. Con lắc lò xo treo thẳng đứng, độ cứng 20 (N/m), vật nặng khối lượng 200 (g) dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với biên độ 15 (cm), lấy $g = 10$ (m/s^2). Trong một chu kì, thời gian lò xo nén là
A. 0,460 s B. 0,084 s C. 0,168 s D. 0,230 s

Lời giải:

Chọn C

Câu 11. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng, từ vị trí cân bằng kéo vật xuống dưới theo trục của lò xo với vị trí lò xo dãn 7,5 cm rồi thả nhẹ cho nó dao động điều hoà, sau khoảng thời gian ngắn nhất $\pi/60$ (s) thì gia tốc của vật bằng 0,5 gia tốc ban đầu. Lấy gia tốc trọng trường $g = 10$ (m/s^2). Thời gian mà lò xo bị nén trong một chu kì là
A. $\pi/20$ (s) B. $\pi/60$ (s) C. $\pi/30$ (s) D. $\pi/15$ (s)

Lời giải:

Chọn C

Lúc đầu $x = A$ sau đó gia tốc còn một nửa, tức $x = 0,5 A$

Thời gian nén trong một chu kì: $t_{\text{nén}} = \pi/30$ (s)

Câu 12. Một con lắc lò xo treo thẳng đứng lò xo có độ cứng 100 N/m, vật dao động có khối lượng 100 g, lấy gia tốc trọng trường $g = \pi^2 = 10$ (m/s^2). Từ vị trí cân bằng kéo vật xuống một đoạn 1 cm rồi truyền cho vật vận tốc đầu $10\pi\sqrt{3}$ (cm/s) hướng thẳng đứng thì vật dao động điều hoà. Thời gian lò xo bị nén trong một chu kì là
A. 1/15 (s) B. 1/30 (s) C. 1/6 (s) D. 1/3 (s)

Lời giải:

Chọn A

Câu 13. Một con lắc lò xo gồm một vật nhỏ nặng $m = 100$ g dao động điều hoà theo phương thẳng đứng với biên độ 6 cm, chu kì $T = \pi/5$ (s) tại nơi có $g = 10$ (m/s^2). Tính thời gian trong một chu kì, lực đàn hồi có độ lớn không nhỏ hơn 1,3 N.

A. 0,21 s. B. 0,18 s C. 0,15 s D. 0,12 s.

Lời giải:

Chọn A

\Rightarrow lò xo luôn dãn

Khi lực đàn hồi 1,3N thì lò xo dãn một đoạn:

Câu 14. Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ có khối lượng $m = 100$ g treo vào một lò xo nhẹ có độ cứng $k = 25$ N/m. Kéo vật theo phương thẳng đứng xuống dưới vị trí cân bằng một đoạn 2 cm, rồi truyền cho nó vận tốc $10\pi\sqrt{3}$ cm/s theo phương thẳng đứng, chiều dương hướng lên. Biết vật dao động điều hoà theo phương thẳng đứng trùng với trục của lò xo. Cho $g = \pi^2 = 10$ (m/s^2). Xác định khoảng thời gian từ lúc bắt đầu dao động đến lúc vật qua vị trí mà lò xo dãn 2 cm lần đầu tiên.

A. 1/20 (s) B. 1/60 (s) C. 1/30 (s) D. 1/15 (s)

Lời giải:

Chọn D

Câu 15. Một lò xo đặt thẳng đứng, đầu dưới cố định, đầu trên gắn vật, sao cho vật dao động điều hòa theo phương thẳng đứng trùng với trục của lò xo với biên độ là A , với chu kì 3 (s) . Độ nén của lò xo khi vật ở vị trí cân bằng là $A/2$. Thời gian ngắn nhất kể từ khi vật ở vị trí thấp nhất đến khi lò xo không biến dạng là
A. 1 (s) B. $1,5 \text{ (s)}$ C. $0,75 \text{ (s)}$ D. $0,5 \text{ (s)}$

Lời giải:

Chọn A

+ $x_1 = \Delta l_0 = A/2$: lò xo không biến dạng

+ $x_2 = -A$: lò xo nén nhiều nhất

Thời gian ngắn nhất đi từ $x_1 = A/2$ đến $x_2 = -A$ là