

Tính độ biến dạng của lò xo khi vật chuyển động tròn quanh 1 điểm cố định

A. Phương pháp & Ví dụ

Lực hướng tâm đóng vai trò là lực đàn hồi

Ta áp dụng công thức

$$F_{đh} = F_{ht} \text{ hoặc } F_{ms} = F_{ht}$$

Bài tập vận dụng

Bài 1: Vật có khối lượng 100g gắn vào đầu lò xo có chiều dài tự nhiên $l = 20 \text{ cm}$; $k = 20 \text{ N/m}$. Cho hệ lò xo và vật quay đều trên mặt phẳng nằm nghiêng không ma sát $v = 60$ vòng/phút. Bỏ qua mọi ma sát. Tính độ biến dạng của lò xo.

Hướng dẫn:

Ta có tốc độ góc:

$$\omega = 60 \cdot \frac{2\pi}{60} = 2\pi \text{ rad/s}$$

Lực đàn hồi đóng vai trò lực hướng tâm:

$$F_{đh} = F_{ht}$$

$$\text{Suy ra: } k\Delta l = m \cdot \omega^2(l + \Delta l)$$

$$\text{Vậy } \Delta l = 6.3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Bài 2: Hệ số ma sát nhỏ giữa đồng xu và mặt bàn là 0.3. Bàn quay quanh một trục cố định với 33.3 vòng/phút. Khoảng cách cực đại giữa trục quay của bàn và đồng xu là bao nhiêu để vật đứng yên? Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$

Hướng dẫn:

$$\omega = 33.3 \cdot \frac{2\pi}{60} = 1.11\pi \text{ rad/s}$$

Ta có tốc độ góc

Để vật có thể đứng yên thì lực ma sát phải cân bằng với lực hướng tâm nên:

$$F_{ms} = F_{ht} \text{ suy ra } \mu mg = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

$$\text{Vậy } R = 0.86 \text{ m}$$

Bài 3: Đặt vật có $m = 1 \text{ kg}$ lên trên một bàn tròn có $r = 50 \text{ cm}$. Khi bàn quay đều quanh một trục thẳng đứng qua tâm bàn thì vật quay đều theo bàn với $v = 0.8 \text{ m/s}$. Vật cách rìa bàn 10 cm. Lực ma sát nghỉ giữa vật và bàn là bao nhiêu?

Hướng dẫn:

Ta có $m = 1 \text{ kg}$

$$R = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

$$v = 0.8 \text{ m/s}$$

Lực ma sát nghỉ đồng thời đóng vai trò làm lực hướng tâm nên ta có:

$$F_{ms} = F_{ht} = m \cdot \frac{v^2}{R} = 1.6 \text{ N}$$

Bài 4: Một lò xo có độ cứng k , chiều dài tự nhiên l_0 một đầu giữ cố định ở A, đầu kia gắn vào quả cầu khối lượng m có thể trượt không ma sát trên thanh Δ nằm ngang. Thanh Δ

quay đều với vận tốc góc ω xung quanh trục Δ thẳng đứng. Tính độ giãn của lò xo khi $l_0 = 20 \text{ cm}$; $\omega = 20 \text{ rad/s}$; $m = 10 \text{ g}$; $k = 200 \text{ N/m}$

Hướng dẫn:

Các lực tác dụng vào quả cầu: $P \rightarrow N \rightarrow F_{dh} \rightarrow$

Trong đó $P \rightarrow N \rightarrow 0$ nên F_{dh} là lực hướng tâm:

$$k \cdot \Delta l = m \cdot \omega^2 \cdot (l_0 + \Delta l)$$

$$\Delta l = \frac{m \omega^2 l_0}{k - m \omega^2} = 0.05 \text{ m}$$

\Rightarrow với $k > m \omega^2$

Bài 5: Một vật có khối lượng $m = 20 \text{ g}$ đặt ở mép một góc bàn quay. Hỏi phải quay bàn với tần số vòng lớn nhất bằng bao nhiêu để vật không văng ra khỏi bàn? Biết mặt hình tròn có bán kính 1 m và lực ma sát nghỉ cực đại bằng 0.08 N .

Hướng dẫn:

Ta có:

$$m = 0.02 \text{ kg}$$

$$R = 1 \text{ m}$$

Để vật không văng ra khỏi bàn thì lực hướng tâm của vật nhỏ hơn hoặc bằng lực ma sát nghỉ cực đại của vật. Mà f_{\max} nên ω_{\max} suy ra lực hướng tâm max.

$$\text{Vậy nên: } F_{\text{msmax}} = F_{\text{htmax}} = m \omega^2 R$$

$$\omega = \sqrt{\frac{F_{\text{msmax}}}{m \cdot R}} = \sqrt{\frac{0.08}{0.02 \cdot 1}} = 2 \text{ rad/s}$$

Suy ra

$$\text{Vậy } f_{\max} = 1/\pi \text{ Hz}$$

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1: Chọn câu sai:

- A. Vệ tinh nhân tạo chuyển động tròn quanh trái đất là do vệ tinh chịu hai lực cân bằng
- B. Một vật chuyển động thẳng đều vì các lực tác dụng lên vật cân bằng nhau
- C. Vật chịu tác dụng của hai lực cân bằng thì chuyển động thẳng đều nếu vật đang chuyển động
- D. Vectơ hợp lực có hướng trùng với hướng của vectơ gia tốc vật thu được

Lời giải:

Chọn A

Câu 2: Có lực hướng tâm khi:

- A. Vật chuyển động thẳng đều
- B. Vật đứng yên
- C. Vật chuyển động thẳng
- D. Vật chuyển động cong

Lời giải:

Chọn D

Câu 3: Một vật khối lượng 200 g đặt trên mặt bàn quay và cách trục quay 40 cm . Khi bàn quay với tốc độ 72 vòng/min thì vật vẫn nằm yên so với bàn. Tính độ lớn lực ma sát nghỉ của bàn tác dụng lên vật. (ĐS: $4,55 \text{ N}$)

- A. 4 N
- B. 5 N
- C. 4.55 N
- D. 5.44 N

Lời giải:

$m = 0,2 \text{ kg}; r = 0,4 \text{ m}; \omega = 72 \text{ vòng/phút} = 2,4\pi \text{ (rad/s)}$

$$F_{\text{msn}} = F_{\text{ht}} = m\omega^2 r = 4,55 \text{ N}$$

Câu 4: Đoàn tàu chạy qua đường vòng bán kính 560 m. Đường sắt rộng 1,4 m và đường ray ngoài cao hơn đường ray trong 10 cm. Tàu phải chạy với vận tốc bao nhiêu để gờ bánh không nén lên thành ray. Biết với α nhỏ $\tan \alpha \approx \sin \alpha$

- A. 20 m/s
- B. 20 km/h
- C. 72 m/s
- D. 72 km/h

Lời giải:

$$Q \cos \alpha = P \Rightarrow Q = P / \cos \alpha \quad (1)$$

Để gờ bánh không nén lên đường ray thì

$$Q \sin \alpha = F_{\text{ht}} = mv^2/R \quad (2)$$

$$\text{từ (1) và (2)} \Rightarrow mg \cdot \tan \alpha = mv^2/R \Rightarrow g \cdot \tan \alpha = v^2/R$$

$$\tan \alpha \approx \sin \alpha = 10/140 \Rightarrow v = 20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$$

Câu 5: Hai quả cầu $m_1 = 2 m_2$ nối với nhau bằng dây dài $l = 12 \text{ cm}$ có thể chuyển động không ma sát trên một trục nằm ngang qua tâm của hai quả cầu. Cho hệ quay đều quanh trục thẳng đứng. Biết hai quả cầu đứng yên không trượt trên trục ngang. Tìm khoảng cách từ hai quả cầu đến trục quay.

- A. $r_1 = 5 \text{ cm}; r_2 = 8 \text{ cm}$
- B. $r_1 = 4 \text{ cm}; r_2 = 8 \text{ cm}$
- C. $r_1 = 4 \text{ cm}; r_2 = 6 \text{ cm}$
- D. $r_1 = 4 \text{ cm}; r_2 = 10 \text{ cm}$

***Lò xo $k = 50 \text{ N/m}$, $l_0 = 36 \text{ cm}$ treo vật $m = 0.2 \text{ kg}$ có đầu trên cố định. Quay lò xo quanh một trục thẳng đứng qua đầu trên lò xo, m vạch một đường tròn nằm ngang hợp với trục lò xo góc 45° .**

Lời giải:

Gọi r_1, r_2 là khoảng cách từ hai quả cầu đến trục quay.

Các quả cầu chuyển động tròn đều quanh trục bán kính khác nhau nhưng vận tốc góc là như nhau, lực căng dây đóng vai trò lực hướng tâm

$$\Rightarrow m_1 \omega^2 r_1 = m_2 \omega^2 r_2 \Rightarrow m_1 r_1 = m_2 r_2 \quad (1)$$

$$r_1 + r_2 = l \quad (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2)} \Rightarrow r_1 = 4 \text{ cm}; r_2 = 8 \text{ cm}$$

Câu 6: Tính chiều dài của lò xo ?

- A. 0.416 m
- B. 0.173 m
- C. 0.238 m
- D. 0.127 m

Lời giải:

$$P = F \cos 45^\circ \Rightarrow mg = k \cdot \Delta l \cos 45^\circ \Rightarrow \Delta l = 0,056 \text{ m} \Rightarrow l = \Delta l + l_0 = 0,416 \text{ m}$$

Câu 7: Số vòng quay trong 1 phút?

- A. 63.7 vòng/phút
- B. 55.8 vòng/giờ
- C. 55.8 vòng/phút
- D. 63.7 vòng/giờ

Lời giải:

$$F_{ht} = P \tan 45^\circ = m \omega^2 R = mg \Rightarrow \omega = 5,8404 \text{ (rad/s)} = 55,8 \text{ vòng/phút}$$

Câu 8: Hai lò xo giống hệt nhau $k = 250 \text{ N/m}$, $l_0 = 36 \text{ cm}$ bố trí như hình vẽ. Hai vật m kích thước nhỏ có thể trượt không ma sát trên một trục ngang. Quay hệ quanh trục thẳng đứng với tần số $n = 2$ vòng/s. Cho $m = 200 \text{ g}$. Tính chiều dài mỗi lò xo

- A. $l_1 = 57 \text{ m}$; $l_2 = 50 \text{ m}$
- B. $l_1 = 26 \text{ cm}$; $l_2 = 60 \text{ cm}$
- C. $l_1 = 57 \text{ cm}$; $l_2 = 50 \text{ cm}$
- D. $l_1 = 26 \text{ m}$; $l_2 = 60 \text{ m}$

Lời giải:

$$\text{vật 1: } F_1 - F'_2 = ma = m \omega^2 (l_0 + \Delta l_1) \quad (1)$$

$$\text{vật 2: } F_2 = m \omega^2 (2l_0 + \Delta l_1 + \Delta l_2) \quad (2)$$

$$\text{Ta có } F_2 = F'_2 = k \Delta l_2; F_1 = k \cdot \Delta l_1; \omega = 2\pi \cdot n \text{ (rad/s);}$$

$$\text{thay vào (1); (2) giải hệ } \Rightarrow \Delta l_1 = 21 \text{ cm}; \Delta l_2 = 14 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow l_1 = 57 \text{ cm}; l_2 = 50 \text{ cm}$$

Câu 9: Đĩa nằm ngang quay quanh trục thẳng đứng với tần số $n = 30$ vòng/phút. vật đặt trên mặt đĩa cách trục 20 cm . hệ số ma sát giữa đĩa và vật là bao nhiêu để vật không trượt trên đĩa.

- A. μ bằng 0.1
- B. μ lớn hơn 0.1
- C. μ nhỏ hơn 0.2
- D. μ lớn hơn 0.2

Lời giải:

$$r = 0,2 \text{ m}; \omega = 30 \cdot 2\pi / 60 \text{ (rad/s)}$$

Lực ma sát nghỉ đóng vai trò lực hướng tâm

$$\Rightarrow F_{msn} = m \omega^2 r; \text{ để vật không trượt } F_{msn} < F_{mst} = m \omega^2 r < \mu mg$$

$$\Rightarrow \mu > 0,2$$

Câu 10: Một đĩa tròn nằm ngang có thể quay quanh một trục thẳng đứng. Vật $m = 100 \text{ g}$ đặt trên đĩa, nối với trục quay bởi một lò xo nằm ngang. Nếu số vòng quay không quá $\omega_1 = 2$ vòng/s, lò xo không biến dạng. Nếu số vòng quay tăng chậm đến $\omega_2 = 5$ vòng/s lò xo dãn gấp đôi. Tính độ cứng k của lò xo.

- A. 182 N/m
- B. 232 N/m
- C. 419 N/m
- D. 336 N/m

Lời giải:

$$\omega_1 = 2 \text{ vòng/s} = 4\pi \text{ (rad/s)}; \omega_2 = 5 \text{ vòng/s} = 10\pi \text{ (rad/s)}$$

khi lò xo chưa biến dạng: $F_{ms} = F_{ht} = m\omega_1 l_0$

Khi lò xo biến dạng gấp đôi: $F_{ht} = F_{đh} + F_{ms}$

$$\Rightarrow m\omega_2^2 l_0 = k\Delta l + m\omega_1 l_0 = k(2l_0 - l_0) + m\omega_1 l_0$$

$$\Rightarrow k = m(2\omega_2^2 - \omega_1^2) = 182 \text{ N/m}$$

Câu 11: Chọn câu sai:

- A. Khi xe chạy qua cầu cong thì luôn có lực nén trên mặt cầu.
- B. Khi ô tô qua khúc quanh thì hợp lực tác dụng có thành phần hướng tâm.
- C. Lực hướng tâm giúp ô tô đi qua khúc quanh an toàn.
- D. Lực nén của ô tô khi đi qua cầu phẳng luôn cùng hướng với trọng lực.

Lời giải:

Chọn C

Câu 12: Ở những đoạn đường vòng mặt đường được nâng lên một bên. Việc làm này nhằm nào kể sau đây?

- A. Tạo lực hướng tâm để xe chuyển hướng
- B. Tăng lực ma sát để khỏi trượt
- C. Giới hạn vận tốc của xe
- D. Cho nước mưa thoát dễ dàng

Lời giải:

Chọn B

Câu 13: Chọn phát biểu sai

- A. Vệ tinh nhân tạo chuyển động tròn đều quanh trái đất do lực hấp dẫn đóng vai trò lực hướng tâm
- B. Vật nằm nghiêng dưới mặt bàn nằm ngang đang quay đều quanh trục thẳng đứng thì lực ma sát nghỉ đóng vai trò lực hướng tâm
- C. Xe chuyển động vào một đoạn đường cong lực đóng vai trò lực hướng tâm là lực ma sát
- D. Xe chuyển động trên đỉnh một cầu hình vòng cung thì hợp lực của trọng lực và phản lực vuông góc đóng vai trò lực hướng tâm.

Lời giải:

Chọn C

Câu 14: Điều nào sau đây là đúng khi nói về lực tác động lên vật chuyển động tròn đều:

- A. Ngoài các lực cơ học vật còn chịu thêm tác dụng của lực hướng tâm.
- B. Vật chỉ chịu tác dụng của một vật duy nhất.
- C. Hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên vật nằm theo phương tiếp tuyến với quỹ đạo.
- D. Hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên vật đóng vai trò là lực hướng tâm.

Lời giải:

Chọn D

Câu 15: Khi vật chuyển động tròn đều thì lực hướng tâm là:

- A. Trọng lực tác dụng lên vật
- B. Hợp lực của tất cả các lực tác dụng lên vật
- C. Trọng lực tác dụng lên vật
- D. Lực hấp dẫn

Lời giải:

Chọn B