

Xác định các đại lượng đặc trưng trong dao động điều hòa

A. Phương pháp & Ví dụ

1. Phương pháp

Xác định các đại lượng như biên độ A , vận tốc góc ω , chu kỳ, tần số, pha ban đầu, ... bằng cách đồng nhất với phương trình chuẩn của dao động điều hòa.

- Dao động điều hòa là dao động mà li độ của vật được biểu thị bằng hàm cosin hay sin theo thời gian.

Hoặc là nghiệm của phương trình vi phân: $x'' + \omega^2 x = 0$ có dạng như sau:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó:

x : Li độ, li độ là khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng (Đơn vị độ dài)

A : Biên độ (li độ cực đại) (Đơn vị độ dài)

ω : Vận tốc góc (rad/s)

$\omega t + \varphi$: Pha dao động (rad/s) tại thời điểm t , cho biết trạng thái dao động của vật (gồm vị trí và chiều)

φ : Pha ban đầu (rad) tại thời điểm $t = 0$ s, phụ thuộc vào cách chọn gốc thời gian, gốc tọa độ.

φ, A là những hằng số dương;

- Phương trình vận tốc v (m/s)

$$v = x' = v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$$

$$\rightarrow v_{\max} = \omega A \text{ Tại vị trí cân bằng } x = 0$$

$$v_{\min} = 0 \text{ Tại 2 biên } x = A \text{ hoặc } x = -A.$$

Nhận xét: Trong dao động điều hoà vận tốc sớm pha hơn li độ góc $\pi/2$.

- Phương trình gia tốc a (m/s²)

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

$$\rightarrow a_{\max} = \omega^2 A \text{ tại 2 biên}$$

$$a_{\min} = 0 \text{ tại vtc } x = 0$$

Nhận xét: Trong dao động điều hoà gia tốc sớm pha hơn vận tốc góc $\pi/2$ và ngược pha với li độ.

- Chu kỳ: . Trong đó (t : thời gian; N là số dao động thực hiện trong khoảng thời gian t)

“Thời gian để vật thực hiện được một dao động hoặc thời gian ngắn nhất để trạng thái dao động lặp lại như cũ.”

- Tần số:

“Tần số là số dao động vật thực hiện được trong một giây (số chu kỳ vật thực hiện trong một giây).”

2. Ví dụ

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 4\cos(2\pi t + \pi/2)$ cm. Xác định biên độ, chu kỳ và vị trí ban đầu của vật?

Hướng dẫn:

Đồng nhất phương trình với phương trình chuẩn dao động điều hòa $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, ta được:

$$A = 4; \omega = 2\pi \rightarrow$$

Thời điểm ban đầu là lúc $t = 0$, thay vào phương trình, được $x = 4\cos(\pi/2) = 0$, thời điểm ban đầu vật đang ở vị trí cân bằng.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với biên độ 10 cm. Trong khoảng thời gian 90 giây, vật thực hiện được 180 dao động. Lấy $\pi^2 = 10$.

a) Tính chu kỳ, tần số dao động của vật.

b) Tính tốc độ cực đại và gia tốc cực đại của vật.

Hướng dẫn:

a) Ta có $\Delta t = N.T \rightarrow T = \Delta t/N = 90/180 = 0,5 \text{ s}$
Từ đó ta có tần số dao động là $f = 1/T = 2 \text{ (Hz)}$.

b) Tần số góc dao động của vật là

Tốc độ cực đại, gia tốc cực đại của vật được tính bởi công thức:

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa có $v_{\max} = 16\pi \text{ (cm/s)}$; $a_{\max} = 6,4 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Lấy $\pi^2 = 10$.

a) Tính chu kỳ, tần số dao động của vật.

b) Tính độ dài quỹ đạo chuyển động của vật.

c) Tính tốc độ của vật khi vật qua các li độ

Hướng dẫn:

a) Ta có

Từ đó ta có chu kỳ và tần số dao động là:

b) Biên độ dao động A thỏa mãn

→ Độ dài quỹ đạo chuyển động là $2A = 8 \text{ (cm)}$.

c) Áp dụng công thức tính tốc độ của vật ta được:

B. Bài tập trắc nghiệm

Câu 1. Trong dao động điều hòa, giá trị cực đại của vận tốc là:

- A. $v_{\max} = \omega A$ B. $v_{\max} = \omega^2 A$
C. $v_{\max} = -\omega A$ D. $v_{\max} = -\omega^2 A$

Lời giải:

Chọn A

Câu 2. Biểu thức li độ của vật dao động điều hòa có dạng $x = A\cos(2\omega t + \varphi)$, vận tốc của vật có giá trị cực đại là:

Lời giải:

Chọn B

Câu 3. Trong dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, tốc độ nhỏ nhất bằng:

- A. $0,5A\omega$ B. 0 C. $-A\omega$ D. $A\omega$

Lời giải:

Chọn B

Câu 4. Trong dao động điều hòa $x = 2A\cos(\omega t + \varphi)$, giá trị cực đại của gia tốc là:

Lời giải:

Chọn B

Câu 5. Trong dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, giá trị cực tiểu của vận tốc là:

Lời giải:

Chọn C

Câu 6. Trong dao động điều hòa $x = 2A\cos(2\omega t + \varphi)$, giá trị cực tiểu của gia tốc là:

Lời giải:

Chọn D

Câu 7. Một chất điểm dao động điều hòa với chu kỳ $0,5\pi$ s và biên độ 2 cm. Vận tốc của chất điểm tại vị trí cân bằng có độ lớn bằng
A. 3 cm/s B. 0,5 cm/s C. 4 cm/s D. 8 cm/s

Lời giải:

Đáp án D

Câu 8. Biểu thức li độ của vật dao động điều hòa có dạng . Chu kỳ dao động của vật là:

A. $T = 4s$ B. $T = 1s$ C. $T = 0.5s$ D. $T = 2s$

Lời giải:

Đáp án C

Câu 9. Biểu thức li độ của vật dao động điều hòa có dạng:

Biên độ dao động A và pha ban đầu φ của vật lần lượt là

Lời giải:

Đáp án A

Câu 10. Một vật dao động điều hòa có gia tốc cực đại là 314 cm/s^2 và tốc độ trung bình trong một chu kỳ là 20 cm/s. Lấy $\pi = 3,14$. Biên độ dao động của vật bằng:

A. 3,5 cm B. 3,14 cm C. 2,24 cm D. 1,5 cm

Lời giải:

Trong một chu kỳ

Đáp án B

Câu 11. Một vật nhỏ dao động điều hòa theo một quỹ đạo dài 12 cm. Dao động này có biên độ

A. 12 cm B. 24 cm C. 6 cm D. 3 cm

Lời giải:

$A = L/2 = 6 \text{ cm}$. Đáp án C.

Câu 12. Một vật dao động điều hòa có phương trình dao động $x = 5\cos(2\pi t +) \text{ cm}$. Xác định gia tốc của vật khi $x = 3 \text{ cm}$

A. -12 m/s^2 B. -120 cm/s^2
C. $-1,2 \text{ m/s}^2$ D. -60 m/s^2

Lời giải:

$a = -\omega^2 x = -(2\pi)^2 \cdot 3 = -120 \text{ cm/s}^2$. Đáp án B

Câu 13. Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox theo phương trình $x = 5\cos 4\pi t$ (x tính bằng cm, t tính bằng s). Tại thời điểm $t = 5 \text{ s}$, vận tốc của chất điểm này có giá trị bằng:

A. 0 cm/s B. 5 cm/s
C. $-20\pi \text{ cm/s}$ D. $20\pi \text{ cm/s}$

Lời giải:

$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = -4\pi \cdot 5 \cdot \sin 4\pi \cdot 5 = 0$. Đáp án A.

Câu 14. Một chất điểm dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình $x = 10\cos 2\pi t$ (cm). Quãng đường đi được của chất điểm trong một chu kì dao động là:

A. 10 cm B. 30 cm C. 40 cm D. 20 cm

Lời giải:

Trong một chu kỳ vật dao động điều hòa đi được quãng đường $4A = 4.10 = 40$ (cm).
Đáp án C.

Câu 15. Một vật dao động điều hòa với biên độ 4 cm và chu kì 2 s. Quãng đường vật đi được trong 4 s là:

A. 64 cm B. 16 cm C. 32 cm D. 8 cm

Lời giải:

Quãng đường đi trong 2 chu kì là $8A = 32$ cm. Đáp án C.