

CHUYÊN ĐỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

I. CÁC KHÁI NIỆM

1) **Dao động cơ học:** Là sự chuyển động của một vật quanh một vị trí xác định gọi là vị trí cân bằng.

2) **Dao động tuần hoàn:** Dao động tuần hoàn là dao động mà trạng thái của vật được lặp lại như cũ, theo hướng cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau xác định (được gọi là chu kỳ dao động).

3) **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.

II. PHƯƠNG TRÌNH DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

1. Phương trình li độ dao động

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

Trong đó :

+ **x**: li độ dao động hay độ lệch khỏi vị trí cân bằng. Đơn vị tính: **cm, m**

+ **A** : Biên độ dao động hay li độ cực đại. Đơn vị tính: **cm, m** (*A luôn dương*)

+ **ω** : tần số góc của dao động, đại lượng trung gian cho phép xác định chu kỳ và tần số dao động.

Đơn vị tính: **rad/s**.

+ **φ** : pha ban đầu của dao động ($t = 0$), giúp xác định trạng thái dao động của vật ở thời điểm ban đầu. Đơn vị tính **rad**

+ **$(\omega t + \varphi)$** : pha dao động tại thời điểm t , giúp xác định trạng thái dao động của vật ở thời điểm bất kỳ t . Đơn vị tính **rad**

Ví dụ 1: Xác định biên độ dao động A , tần số góc ω và pha ban đầu của các dao động có phương trình sau:

a) $x = 3 \cos(10\pi t + \frac{\pi}{3}) \text{ cm}$

b) $x = -2 \sin(\pi t - \frac{\pi}{4}) \text{ cm}$

c) $x = -\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6}) \text{ cm}$

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 10 \cos(2\pi t + \pi/6) \text{ cm}$.

a) Xác định li độ của vật khi pha dao động bằng $\pi/3$.

b) Xác định li độ của vật ở các thời điểm $t = 1 \text{ (s)}$; $t = 0,25 \text{ (s)}$.

c) Xác định các thời điểm vật qua li độ $x = -5 \text{ cm}$ và $x = 10 \text{ cm}$.

2) Phương trình vận tốc

$$\text{Ta có } v = x' \rightarrow \begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \rightarrow v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) \\ x = A \sin(\omega t + \varphi) \rightarrow v = \omega A \cos(\omega t + \varphi) = \omega A \sin(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) \end{cases}$$

Nhận xét:

+ Vận tốc nhanh pha hơn li độ góc $\pi/2$ hay $\varphi_v = \varphi_x + \pi/2$.

+ Véc tơ vận tốc \vec{v} luôn cùng chiều với chiều chuyển động (vật chuyển động theo chiều dương thì $v > 0$, theo chiều âm thì $v < 0$).

+ Độ lớn của vận tốc được gọi là tốc độ, và luôn có giá trị dương.

+ Khi vật qua vị trí cân bằng (tức $x = 0$) thì tốc độ vật đạt giá trị cực đại là $v_{\max} = \omega A$, còn khi vật qua các vị trí biên (tức $x = \pm A$) thì vận tốc bị triệt tiêu (tức là $v = 0$) vật chuyển động **chậm dần** khi ra biên.

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 4 \cos(4\pi t - \pi/3) \text{ cm}$.

a) Viết phương trình vận tốc của vật.

b) Xác định vận tốc của vật ở các thời điểm $t = 0,5 \text{ (s)}$; $t = 1,25 \text{ (s)}$.

c) Tính tốc độ của vật khi vật qua li độ $x = 2 \text{ cm}$.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 10\cos(2\pi t - \pi/6)$ cm.

- Viết phương trình vận tốc của vật.
- Tính tốc độ của vật khi vật qua li độ $x = 5$ cm.
- Tìm những thời điểm vật qua li độ 5 cm theo chiều âm của trục tọa độ.

3) Phương trình gia tốc

$$\text{Ta có } a = v' = x'' \rightarrow \begin{cases} x = A\cos(\omega t + \varphi) \rightarrow v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi) \rightarrow a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x \\ x = A\sin(\omega t + \varphi) \rightarrow v = \omega A\cos(\omega t + \varphi) \rightarrow a = -\omega^2 A\sin(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x \end{cases}$$

Vậy trong cả hai trường hợp thiết lập ta đều có $a = -\omega^2 x$.

Nhận xét:

- + Gia tốc nhanh pha hơn vận tốc góc $\pi/2$, nhanh pha hơn li độ góc π , tức là $\varphi_a = \varphi_v + \frac{\pi}{2} = \varphi_x + \pi$.
- + Véc tơ gia tốc \vec{a} luôn hướng về vị trí cân bằng.
- + Khi vật qua vị trí cân bằng (tức $x = 0$) thì gia tốc bị triệt tiêu (tức là $a = 0$), còn khi vật qua các vị trí biên (tức $x = \pm A$) thì gia tốc đạt độ lớn cực đại $a_{max} = \omega^2 A$.

$$\text{Từ đó ta có kết quả: } \begin{cases} v_{max} = \omega A \\ a_{max} = \omega^2 A \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \omega = \frac{a_{max}}{v_{max}} \\ A = \frac{v_{max}}{\omega} \end{cases}$$

Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 2\cos(\pi t + \pi/6)$ cm. Lấy $\pi^2 = 10$.

- Viết phương trình vận tốc, gia tốc của vật.
- Xác định vận tốc, gia tốc của vật ở thời điểm $t = 0,5$ (s).
- Tính tốc độ cực đại, gia tốc cực đại của vật.

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa có phương trình $x = 2\cos(10\pi t + \pi/4)$ cm.

- Viết phương trình vận tốc, phương trình gia tốc của vật.
- Tính li độ, vận tốc, gia tốc của vật ở các thời điểm $t = 0$ và $t = 0,5$ (s).
- Xác định các thời điểm vật qua li độ $x = \sqrt{2}$ cm theo chiều âm và $x = 1$ cm theo chiều dương.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = 10\cos(4\pi t + \pi/3)$ cm.

- Viết biểu thức của vận tốc, gia tốc của vật.
- Tính vận tốc, gia tốc của vật tại thời điểm $t = 0,5$ (s) và $t = 2$ (s).
- Khi vật có li độ $x = 4$ cm thì vật có tốc độ là bao nhiêu?
- Tìm những thời điểm vật qua li độ $x = 5\sqrt{3}$ cm.

TRẮC NGHIỆM

Câu 1. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 2\cos(4\pi t + \pi/3)$ cm. Chu kỳ và tần số dao động của vật là

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| A. $T = 2$ (s) và $f = 0,5$ Hz | B. $T = 0,5$ (s) và $f = 2$ Hz |
| C. $T = 0,25$ (s) và $f = 4$ Hz | D. $T = 4$ (s) và $f = 0,5$ Hz. |

Câu 2. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = -4\sin(5\pi t - \pi/3)$ cm. Biên độ dao động và pha ban đầu của vật là

- | | |
|--|---|
| A. $A = -4$ cm và $\varphi = \pi/3$ rad. | B. $A = 4$ cm và $\varphi = 2\pi/3$ rad. |
| C. $A = 4$ cm và $\varphi = 4\pi/3$ rad. | D. $A = 4$ cm và $\varphi = -2\pi/3$ rad. |

Câu 3. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = -5\sin(5\pi t - \pi/6)$ cm. Biên độ dao động và pha ban đầu của vật là

- | | |
|---|--|
| A. $A = -5$ cm và $\varphi = -\pi/6$ rad. | B. $A = 5$ cm và $\varphi = -\pi/6$ rad. |
| C. $A = 5$ cm và $\varphi = 5\pi/6$ rad. | D. $A = 5$ cm và $\varphi = \pi/3$ rad. |

Câu 4. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 2\cos(5\pi t + \pi/3)$ cm. Biên độ dao động và tần số góc của vật là

- A. $A = 2$ cm và $\omega = \pi/3$ (rad/s). B. $A = 2$ cm và $\omega = 5$ (rad/s).
 C. $A = -2$ cm và $\omega = 5\pi$ (rad/s). D. $A = 2$ cm và $\omega = 5\pi$ (rad/s).

Câu 5. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = -3\sin(5\pi t - \pi/3)$ cm. Biên độ dao động và tần số góc của vật là

- A. $A = -3$ cm và $\omega = 5\pi$ (rad/s). B. $A = 3$ cm và $\omega = -5\pi$ (rad/s).
 C. $A = 3$ cm và $\omega = 5\pi$ (rad/s). D. $A = 3$ cm và $\omega = -\pi/3$ (rad/s).

Câu 6. Phương trình dao động điều hoà của một chất điểm có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Độ dài quỹ đạo của dao động là

- A. A . B. $2A$. C. $4A$ D. $A/2$.

Câu 7. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 6\cos(4\pi t)$ cm. Biên độ dao động của vật là

- A. $A = 4$ cm. B. $A = 6$ cm. C. $A = -6$ cm. D. $A = 12$ m.

Câu 8. Một chất điểm dao động điều hoà theo phương trình $x = 5\cos(2\pi t)$ cm, chu kỳ dao động của chất điểm là

- A. $T = 1$ (s). B. $T = 2$ (s). C. $T = 0,5$ (s). D. $T = 1,5$ (s).

Câu 9. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 6\cos(4\pi t)$ cm. Tần số dao động của vật là

- A. $f = 6$ Hz. B. $f = 4$ Hz. C. $f = 2$ Hz. D. $f = 0,5$ Hz.

Câu 10. Một vật dao động điều hoà có phương trình $x = 2\cos(2\pi t - \pi/6)$ cm. Li độ của vật tại thời điểm $t = 0,25$ (s) là

- A. 1 cm. B. 1,5 cm. C. 0,5 cm. D. -1 cm.

Câu 11. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 3\cos(\pi t + \pi/2)$ cm, pha dao động tại thời điểm $t = 1$ (s) là

- A. π (rad). B. 2π (rad). C. $1,5\pi$ (rad). D. $0,5\pi$ (rad).

Câu 12. Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 2\cos(4\pi t)$ cm. Li độ và vận tốc của vật ở thời điểm $t = 0,25$ (s) là

- A. $x = -1$ cm; $v = 4\pi$ cm/s. B. $x = -2$ cm; $v = 0$ cm/s.
 C. $x = 1$ cm; $v = 4\pi$ cm/s. D. $x = 2$ cm; $v = 0$ cm/s.

Câu 13. Một chất điểm dao động điều hoà với phương trình dạng $x = 5\cos(\pi t + \pi/6)$ cm. Biểu thức vận tốc tức thời của chất điểm là

- A. $v = 5\sin(\pi t + \pi/6)$ cm/s. B. $v = -5\pi\sin(\pi t + \pi/6)$ cm/s.
 C. $v = -5\sin(\pi t + \pi/6)$ cm/s. D. $x = 5\pi\sin(\pi t + \pi/6)$ cm/s.

Câu 14. Một chất điểm dao động điều hoà với phương trình dạng $x = 5\cos(\pi t + \pi/6)$ (cm, s). Lấy $\pi^2 = 10$, biểu thức gia tốc tức thời của chất điểm là

- A. $a = 50\cos(\pi t + \pi/6)$ cm/s² B. $a = -50\sin(\pi t + \pi/6)$ cm/s²
 C. $a = -50\cos(\pi t + \pi/6)$ cm/s² D. $a = -5\pi\cos(\pi t + \pi/6)$ cm/s²

Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 4\sin(5\pi t - \pi/6)$ cm. Vận tốc và gia tốc của vật ở thời

Câu 15. điểm $t = 0,5$ (s) là

- A. $10\pi\sqrt{3}$ cm/s và $-50\pi^2$ cm/s² B. 10π cm/s và $50\sqrt{3}\pi^2$ cm/s²
 C. $-10\pi\sqrt{3}$ cm/s và $50\pi^2$ cm/s² D. 10π cm/s và $-50\sqrt{3}\pi^2$ cm/s².

Câu 16. Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Tốc độ cực đại của chất điểm trong quá trình dao động bằng

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

Câu 17. Một vật dao động điều hoà chu kỳ T. Gọi v_{\max} và a_{\max} tương ứng là vận tốc cực đại và gia tốc cực đại của vật. Hệ thức liên hệ đúng giữa v_{\max} và a_{\max} là

A. $a_{\max} = \frac{v_{\max}}{T}$ B. $a_{\max} = \frac{2\pi v_{\max}}{T}$ C. $a_{\max} = \frac{v_{\max}}{2\pi T}$ D. $a_{\max} = -\frac{2\pi v_{\max}}{T}$

Câu 18. Một vật dao động điều hòa có phương trình $x = 2\cos(2\pi t - \pi/6)$ cm. Lấy $\pi^2 = 10$, gia tốc của vật tại thời điểm $t = 0,25$ (s) là

A. 40 cm/s^2 B. -40 cm/s^2 C. $\pm 40 \text{ cm/s}^2$ D. $-\pi \text{ cm/s}^2$

Câu 19. Chất điểm dao động điều hòa với phương trình $x = 6\cos(10t - 3\pi/2)$ cm. Li độ của chất điểm khi pha dao động bằng $2\pi/3$ là

A. $x = 30$ cm. B. $x = 32$ cm. C. $x = -3$ cm. D. $x = -40$ cm.

Câu 20. Một vật dao động điều hòa có phương trình $x = 5\cos(2\pi t - \pi/6)$ cm. Vận tốc của vật khi có li độ $x = 3$ cm là

A. $v = 25,12 \text{ cm/s}$. B. $v = \pm 25,12 \text{ cm/s}$. C. $v = \pm 12,56 \text{ cm/s}$ D. $v = 12,56 \text{ cm/s}$.

Câu 21. Một vật dao động điều hòa có phương trình $x = 5\cos(2\pi t - \pi/6)$ cm. Lấy $\pi^2 = 10$. Gia tốc của vật khi có li độ $x = 3$ cm là

A. $a = 12 \text{ m/s}^2$ B. $a = -120 \text{ cm/s}^2$ C. $a = 1,20 \text{ cm/s}^2$ D. $a = 12 \text{ cm/s}^2$

Câu 22. Một vật dao động điều hòa có phương trình dao động $x = 2\sin(5\pi t + \pi/3)$ cm. Vận tốc của vật ở thời điểm $t = 2$ (s) là

A. $v = -6,25\pi$ (cm/s). B. $v = 5\pi$ (cm/s). C. $v = 2,5\pi$ (cm/s). D. $v = -2,5\pi$ (cm/s).

Câu 23. Vận tốc tức thời trong dao động điều hòa biến đổi

- A. cùng pha với li độ. B. ngược pha với li độ.
C. lệch pha vuông góc so với li độ. D. lệch pha $\pi/4$ so với li độ.

Câu 24. Gia tốc tức thời trong dao động điều hòa biến đổi

- A. cùng pha với li độ. B. ngược pha với li độ.
C. lệch pha vuông góc so với li độ. D. lệch pha $\pi/4$ so với li độ.

Câu 25. Trong dao động điều hòa

- A. gia tốc biến đổi điều hòa cùng pha so với vận tốc.
B. gia tốc biến đổi điều hòa ngược pha so với vận tốc.
C. gia tốc biến đổi điều hòa sớm pha $\pi/2$ so với vận tốc.
D. gia tốc biến đổi điều hòa chậm pha $\pi/2$ so với vận tốc.

Câu 26. Chọn câu sai khi so sánh pha của các đại lượng trong dao động điều hòa ?

- A. li độ và gia tốc ngược pha nhau. B. li độ chậm pha hơn vận tốc góc $\pi/2$.
C. gia tốc nhanh pha hơn vận tốc góc $\pi/2$. D. gia tốc chậm pha hơn vận tốc góc $\pi/2$.

Câu 27. Vận tốc trong dao động điều hòa có độ lớn cực đại khi

- A. li độ có độ lớn cực đại. B. gia tốc cực đại.
C. li độ bằng 0. D. li độ bằng biên độ.

Câu 28. Một chất điểm dao động điều hòa trên quỹ đạo $MN = 30$ cm, biên độ dao động của vật là

A. $A = 30$ cm. B. $A = 15$ cm. C. $A = -15$ cm. D. $A = 7,5$ cm.

Câu 29. Dao động điều hòa có vận tốc cực đại là $v_{\max} = 8\pi$ cm/s và gia tốc cực đại $a_{\max} = 16\pi^2$ cm/s² thì tần số góc của dao động là

A. π (rad/s). B. 2π (rad/s). C. $\pi/2$ (rad/s). D. 4π (rad/s).

Câu 30. Dao động điều hòa có vận tốc cực đại là $v_{\max} = 8\pi$ cm/s và gia tốc cực đại $a_{\max} = 16\pi^2$ cm/s² thì biên độ của dao động là

A. 3 cm. B. 4 cm. C. 5 cm. D. 8 cm.

Câu 31. Một chất điểm dao động điều hòa với phương trình $x = 20\cos(2\pi t)$ cm. Gia tốc của chất điểm tại li độ $x = 10$ cm là

A. $a = -4 \text{ m/s}^2$ B. $a = 2 \text{ m/s}^2$ C. $a = 9,8 \text{ m/s}^2$ D. $a = 10 \text{ m/s}^2$

Câu 32. Biểu thức nào sau đây là biểu thức tính gia tốc của một vật dao động điều hòa?

A. $a = 4x$ B. $a = 4x^2$ C. $a = -4x^2$ D. $a = -4x$

của dao động lặp lại như cũ. **Trạng thái cũ** ở đây bao gồm những thông số nào?

- A. Vị trí cũ
 B. Vận tốc cũ và gia tốc cũ
 C. Gia tốc cũ và vị trí cũ
 D. Vị trí cũ và vận tốc cũ

Câu 47. Pha của dao động được dùng để xác định

- A. biên độ dao động
 B. trạng thái dao động
 C. tần số dao động
 D. chu kỳ dao động

Câu 48. Trong một dao động điều hòa đại lượng nào sau đây của dao động **không** phụ thuộc vào điều kiện ban đầu?

- A. Biên độ dao động.
 B. Tần số dao động.
 C. Pha ban đầu.
 D. Cơ năng toàn phần.

Câu 19. Một vật dao động điều hoà theo trục Ox, trong khoảng thời gian 1 phút 30 giây vật thực hiện được 180 dao động. Khi đó chu kỳ và tần số động của vật lần lượt là

- A. $T = 0,5$ (s) và $f = 2$ Hz.
 B. $T = 2$ (s) và $f = 0,5$ Hz.
 C. $T = 1/120$ (s) và $f = 120$ Hz.
 D. $T = 2$ (s) và $f = 5$ Hz.

Câu 50. Một vật dao động điều hòa với biên độ $A = 5$ cm. Khi nó có li độ là 3 cm thì vận tốc là 1 m/s. Tần số góc dao động là

- A. $\omega = 5$ (rad/s).
 B. $\omega = 20$ (rad/s).
 C. $\omega = 25$ (rad/s).
 D. $\omega = 15$ (rad/s).

Câu 51. Một vật dao động điều hòa thực hiện được 6 dao động mất 12 (s). Tần số dao động của vật là

- A. 2 Hz.
 B. 0,5 Hz.
 C. 72 Hz.
 D. 6 Hz.

Câu 52. Một vật dao động điều hòa với biên độ $A = 4$ cm. Vật thực hiện được 5 dao động mất 10 (s). Tốc độ cực đại của vật trong quá trình dao động là

- A. $v_{\max} = 2\pi$ cm/s.
 B. $v_{\max} = 4\pi$ cm/s.
 C. $v_{\max} = 6\pi$ cm/s.
 D. $v_{\max} = 8\pi$ cm/s.

Câu 53. Phương trình li độ của một vật là $x = 4\sin(4\pi t - \pi/2)$ cm. Vật đi qua li độ $x = -2$ cm theo chiều dương vào những thời điểm nào:

- A. $t = 1/12 + k/2, (k = 0, 1, 2, \dots)$.
 B. $t = 1/12 + k/2 ; t = 5/12 + k/2, (k = 0, 1, 2, \dots)$.
 C. $t = 5/12 + k/2, (k = 0, 1, 2, \dots)$.
 D. $t = 5/12 + k/2, (k = 1, 2, 3, \dots)$.

Câu 54. Phương trình li độ của một vật là $x = 5\cos(4\pi t - \pi)$ cm. Vật qua li độ $x = -2,5$ cm vào những thời điểm nào?

- A. $t = 1/12 + k/2, (k = 0, 1, 2, \dots)$.
 B. $t = 5/12 + k/2, (k = 0, 1, 2, \dots)$.
 C. $t = 1/12 + k/2 ; t = 5/12 + k/2, (k = 0, 1, 2, \dots)$.
 D. Một biểu thức khác

Câu 55. Một chất điểm dao động điều hoà với phương trình li độ $x = 2\cos(\pi t)$ cm. Vật qua vị trí cân bằng lần thứ nhất vào thời điểm

- A. $t = 0,5$ (s).
 B. $t = 1$ (s).
 C. $t = 2$ (s).
 D. $t = 0,25$ (s).

Câu 56. Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$, tại thời điểm $t = 0$ thì li độ $x = A$. Pha ban đầu của dao động là

- A. 0 (rad).
 B. $\pi/4$ (rad).
 C. $\pi/2$ (rad).
 D. π (rad).