



CHƯƠNG 1: DAO ĐỘNG

BÀI 0103: PHƯƠNG TRÌNH GIA TỐC

Nhắc lại kiến thức

- Phương trình li độ: $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ cm

- Phương trình vận tốc: $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right)$ cm/s

I. Phương trình gia tốc

- Phương trình gia tốc: $a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$ cm/s²

Chứng minh: $a = v' = (-\omega A \sin(\omega t + \varphi_0))' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$

- Giá trị gia tốc: $-\omega^2 A \leq a \leq \omega^2 A \Rightarrow \begin{cases} a_{\max} = \omega^2 A \\ a_{\min} = -\omega^2 A \end{cases}$

- Độ lớn gia tốc: $0 \leq |a| \leq \omega^2 A \Rightarrow \begin{cases} |a|_{\max} = \omega^2 A \\ |a|_{\min} = 0 \end{cases}$

II. Mối quan hệ giữa gia tốc và li độ

- Ta có: $\begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \\ a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0) \end{cases} \Rightarrow a = -\omega^2 x$

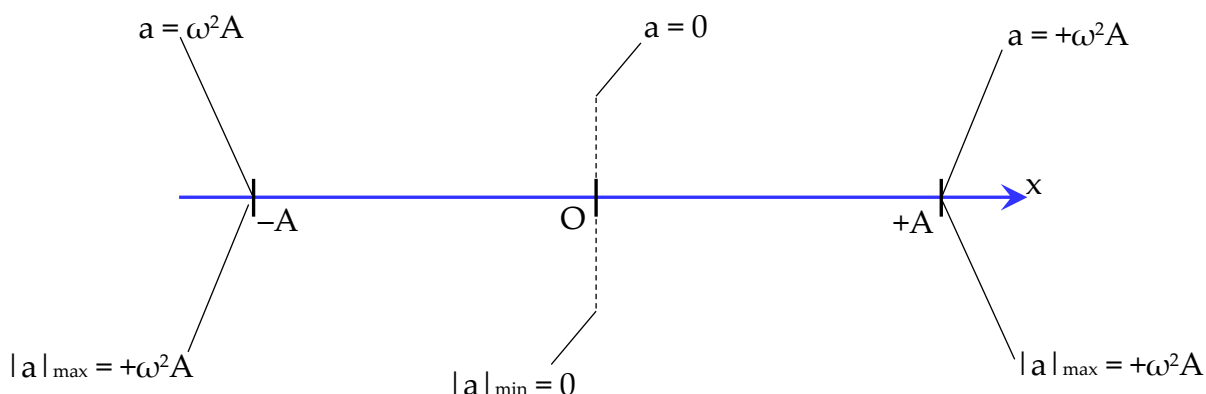
- Liên hệ giá trị: $a = -\omega^2 x$ và liên hệ độ lớn: $|a| = \omega^2 |x|$

- Khi vật ở vị trí biên dương thì giá trị gia tốc cực tiểu, $x_{\max} = A \Rightarrow a_{\min} = -\omega^2 A$

- Khi vật ở vị trí biên âm thì giá trị gia tốc cực đại, $x_{\min} = -A \Rightarrow a_{\max} = \omega^2 A$

- Khi vật ở vị trí cân bằng thì độ lớn gia tốc cực tiểu, $x = 0 \Rightarrow a = 0 \Rightarrow |a|_{\min} = 0$

- Khi vật ở vị trí biên thì độ lớn gia tốc cực đại, $|x| = A \Rightarrow |a|_{\max} = \omega^2 A$



Nhận xét:

khi x dương thì a âm	khi x_{max} thì a_{min}	khi x tăng thì a giảm
khi x âm thì a dương	khi x_{min} thì a_{max}	khi x giảm thì a tăng

- Mỗi quan hệ về pha: $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ và $a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$

Nhận thấy x li độ và gia tốc ngược pha nhau.

III. Mối quan hệ giữa gia tốc và vận tốc

- Phương trình vận tốc: $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right)$ cm/s

- Phương trình gia tốc: $a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0) = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$ cm/s²

- Mỗi quan hệ về pha:

- Gia tốc sớm pha $\pi/2$ so với vận tốc
- Vận tốc trễ pha $\pi/2$ so với gia tốc
- Gia tốc và li độ vuông pha với nhau

Công thức độc lập thời gian (công thức vuông pha) liên hệ giữa vận tốc và gia tốc:

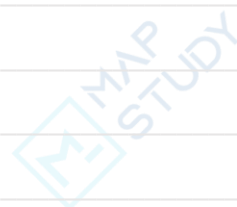
$$\frac{v^2}{(\omega A)^2} + \frac{a^2}{(\omega^2 A)^2} = 1 \quad \text{hoặc} \quad \frac{v^2}{v_{\max}^2} + \frac{a^2}{a_{\max}^2} = 1$$

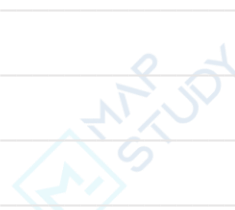
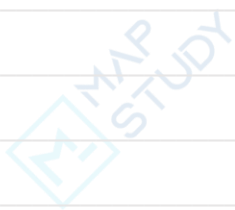
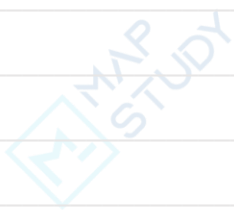
Chứng minh:
$$\begin{cases} v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) \\ a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{-v}{\omega A} = \sin(\omega t + \varphi_0) \\ \frac{-a}{\omega^2 A} = \cos(\omega t + \varphi_0) \end{cases} = 1 \Rightarrow \left(\frac{v}{\omega A}\right)^2 + \left(\frac{a}{\omega^2 A}\right)^2 = 1$$

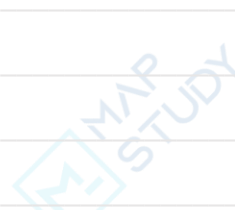
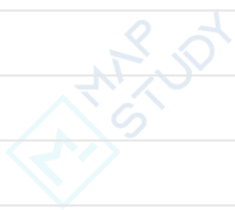
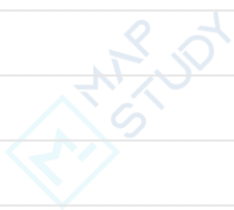
III. Tổng kết công thức và phương trình

$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$	$a = -\omega^2 x$
$v = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2}\right)$	$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{(\omega A)^2} = 1$
$a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0 + \pi)$	$\frac{v^2}{(\omega A)^2} + \frac{a^2}{(\omega^2 A)^2} = 1$

KIẾN THỨC LÝ THUYẾT







Ví dụ 1: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà, mối quan hệ giữa gia tốc và li độ là $a = -9x$ (cm/s^2). Tần số góc của chất điểm có giá trị bằng

- A. 9 rad/s . B. 9 rad/s^2 . C. 3 rad/s . D. 3 rad/s^2 .

Ví dụ 2: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà, mối quan hệ giữa gia tốc và li độ là $a = -400\pi^2 x$ (cm/s^2). Trong 10 s, vật thực hiện được bao nhiêu dao động toàn phần.

Ví dụ 3: [VNA] Một vật dao động điều hoà với phương trình vận tốc: $v = 8\pi \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ cm/s.

Tính giá trị li độ x và gia tốc a tại thời điểm $t = 1/12$ s.

Ví dụ 4: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà với vận tốc cực đại là 10 cm/s và gia tốc cực đại là 2 m/s². Tìm tần số góc và biên độ dao động của vật.

Ví dụ 5: [VNA] Một vật dao động điều hoà dọc theo trục Ox . Lúc vật ở li độ $-\sqrt{2}$ cm thì có vận tốc $-\pi\sqrt{2}$ cm/s và gia tốc $\pi^2\sqrt{2}$ cm/s². Biên độ A và tần số góc ω là

- A. 2 cm; π rad/s. B. 20 cm; π rad/s. C. 2 cm; 2π rad/s. D. $2\sqrt{2}$ cm; π rad/s.

Ví dụ 6: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà với biên độ A và tần số góc ω . Tại thời điểm t_1 , chất điểm qua vị trí có vận tốc -15 cm/s và gia tốc $75\sqrt{3}$ cm/s². Tại thời điểm t_2 , chất điểm qua vị trí có vận tốc 18 cm/s và gia tốc -120 cm/s². Giá trị của A và ω lần lượt là

- A. 6 cm và 5 rad/s. B. 8 cm và $5\sqrt{3}$ rad/s. C. $5\sqrt{3}$ cm và 10 rad/s. D. 8 cm và $5\sqrt{3}$ rad/s.

Ví dụ 7: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà có hệ thức liên hệ giữa vận tốc v và gia tốc a là $\frac{v^2}{640} + \frac{a^2}{2,56} = 1$ (trong đó, v tính bằng cm/s và a tính bằng m/s^2). Biên độ dao động của chất điểm là

- A. 2 cm. B. 3 cm. C. 4 cm. D. 6 cm.

Ví dụ 8: [VNA] Một chất điểm động điều hoà có hệ thức liên hệ giữa li độ x và vận tốc v là $10^2 x^2 = 4 \cdot 10^5 - v^2$ (trong đó, x và v lần lượt tính theo đơn vị cm và cm/s). Biểu thức liên hệ giữa vận tốc v (m/s) và gia tốc a (m/s^2) của chất điểm là

- A. $10^2 v^2 = 4 \cdot 10^7 - a^2$. B. $10^2 a^2 = 4 \cdot 10^7 - v^2$. C. $10^2 a^2 = 4 \cdot 10^3 - v^2$. D. $10^2 v^2 = 4 \cdot 10^3 - a^2$.

BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Câu 1: [VNA] Một vật dao động điều hoà trên trục Ox có vận tốc cực đại bằng 20 cm/s và gia tốc cực đại bằng 40 cm/s^2 . Tốc độ góc của vật là

- A. 2 rad/s . B. $0,5 \text{ rad/s}$ C. 1 rad/s . D. 4 rad/s .

Câu 2: [VNA] Một vật dao động điều hoà. Khi qua vị trí cân bằng nó có vận tốc 50 cm/s , khi ở biên nó có gia tốc 5 m/s^2 . Biên độ của dao động là

- A. 10 cm . B. 5 cm . C. 4 cm . D. 2 cm .

Câu 3: [VNA] Một vật dao động điều hoà với chu kì $\pi/4 \text{ s}$ và vận tốc cực đại là 20 cm/s . Gia tốc cực đại của vật là

- A. $\frac{200}{\pi} \text{ cm/s}$. B. $\frac{80}{\pi} \text{ cm/s}$. C. 160 cm/s^2 . D. 200 cm/s^2 .

Câu 4: [VNA] Một vật dao động điều hoà với chu kỳ $0,4 \text{ s}$ với chiều dài quỹ đạo là 9 cm . Lấy $\pi^2 = 10$. Gia tốc cực đại bằng

- A. $11,25 \text{ m/s}^2$. B. $4,5 \text{ m/s}^2$. C. $2,25 \text{ m/s}^2$. D. $22,50 \text{ m/s}^2$.

Câu 5: [VNA] Một vật dao động điều hoà với gia tốc cực đại bằng $86,4 \text{ m/s}^2$, vận tốc cực đại bằng $2,16 \text{ m/s}$. Quỹ đạo chuyển động của vật là một đoạn thẳng dài

- A. $6,2 \text{ cm}$. B. $10,8 \text{ cm}$. C. $12,4 \text{ cm}$. D. $5,4 \text{ cm}$.

Câu 6: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà với phương trình gia tốc $a = 40\cos\left(4t + \frac{\pi}{3}\right) (\text{cm/s}^2)$ (t tính bằng s). Gia tốc của chất điểm ở vị trí biên có độ lớn bằng

- A. 160 cm/s^2 . B. 640 cm/s^2 . C. 0 cm/s^2 . D. 40 cm/s^2 .

Câu 7: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà với phương trình $x = 6\cos 4\pi t (\text{cm})$ (t tính bằng s). Gia tốc của chất điểm tại thời điểm $t = 5 \text{ s}$ là

- A. $-947,5 \text{ cm/s}^2$. B. $947,5 \text{ cm/s}^2$. C. $-75,4 \text{ cm/s}^2$. D. $75,4 \text{ cm/s}^2$.

Câu 8: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà với phương trình $x = 20\cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right) (\text{cm})$. Lấy $\pi^2 = 10$. Gia tốc của vật tại thời điểm $t = \frac{1}{12} \text{ s}$ là

- A. 2 m/s^2 . B. -8 m/s^2 . C. -4 m/s^2 . D. 8 m/s^2 .

Câu 9: [VNA] Một vật dao động điều hoà có gia tốc biên đổi theo phương trình $a = 5\cos(10t + \pi/3) (\text{m/s}^2)$. Ở thời điểm ban đầu, vật ở li độ

- A. 5 cm . B. $2,5 \text{ cm}$. C. -5 cm . D. $-2,5 \text{ cm}$.

Câu 10: [VNA] Một vật dao động điều hoà với phương trình: $x = 4\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm})$. Vận tốc và gia tốc của vật tại thời điểm $t = 0,5 \text{ s}$ lần lượt là

- A. $-10\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$ và -5 m/s^2 . B. $-10\pi \text{ cm/s}$ và $-5\sqrt{3} \text{ m/s}^2$.
C. $-10\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$ và $-5\sqrt{3} \text{ m/s}^2$. D. $-10\pi \text{ cm/s}$ và -5 m/s^2 .

Câu 11: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà với tần số 2 Hz . Khi pha dao động bằng $\frac{\pi}{4}$ thì gia tốc của chất điểm là -8 m/s^2 . Lấy $\pi^2 = 10$. Biên độ dao động của chất điểm là

- A. $2\sqrt{2} \text{ cm}$. B. $0,05\sqrt{2} \text{ cm}$. C. 5 cm . D. $5\sqrt{2} \text{ cm}$.

Câu 13: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà với li độ x . Gia tốc a của chất điểm có thể là

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

Câu 14: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà dọc theo trục Ox , xung quanh vị trí cân bằng O . Gia tốc A của chất điểm phụ thuộc vào li độ x theo phương trình $a = -400\pi^2 x \text{ (cm/s}^2\text{)}$. Số dao động toàn phần mà chất điểm thực hiện trong mỗi giây là

- A. 5. B. 10. C. 40. D. 20.

Câu 15: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà với biên độ A và chu kì T . Khi chất điểm qua vị trí có tốc độ là 2 cm/s thì có độ lớn gia tốc là a . Khi chất điểm qua vị trí có tốc độ là 8 cm/s thì có độ lớn gia tốc là $\frac{a}{4}$. Tốc độ cực đại của chất điểm là

- A. $4\sqrt{5} \text{ cm/s}$. B. $2\sqrt{17} \text{ cm/s}$. C. $8\sqrt{2} \text{ cm/s}$. D. $12\sqrt{2} \text{ cm/s}$.

Câu 16: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà dọc theo trục Ox với biên độ 6 cm . Khi chất điểm qua vị trí có li độ -3 cm thì chất điểm có vận tốc là $-15\sqrt{3} \text{ cm/s}$ và có gia tốc a . Giá trị của a là

- A. 75 cm/s^2 . B. 15 cm/s^2 . C. -75 cm/s^2 . D. -15 cm/s^2 .

Câu 17: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà trên trục Ox , với gia tốc cực đại là 320 cm/s^2 . Khi chất điểm đi qua vị trí có gia tốc có độ lớn 160 cm/s^2 thì tốc độ của nó là $40\sqrt{3} \text{ cm/s}$. Biên độ dao động của chất điểm là

- A. 20 cm . B. 8 cm . C. 10 cm . D. 16 cm .

Câu 18: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà trên trục Ox . Khi chất điểm đi qua vị trí cân bằng thì tốc độ của nó là 20 cm/s . Khi chất điểm có tốc độ là 16 cm/s thì gia tốc của nó có độ lớn là 24 cm/s^2 . Biên độ dao động của chất điểm là

- A. 10 cm . B. 20 cm . C. 8 cm . D. 16 cm .

Câu 19: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà có hệ thức liên hệ giữa li độ x và vận tốc v là $10^3 x^2 = 10^5 - v^2$ (trong đó, x và v lần lượt tính theo đơn vị cm và cm/s). Lấy $\pi^2 = 10$. Khi gia tốc của chất điểm là 50 m/s^2 thì tốc độ của chất điểm là

- A. $100\pi \text{ cm/s}$. B. $50\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$. C. $50\pi \text{ cm/s}$. D. $100\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$.

Câu 20: [VNA] Một chất điểm dao động điều hoà có hệ thức liên hệ giữa li độ x và vận tốc v là $100x^2 = 14400 - v^2$ (trong đó, x và v lần lượt tính theo đơn vị cm và cm/s). Khi gia tốc của chất điểm là $4\sqrt{5} \text{ m/s}^2$ thì tốc độ của chất điểm là

- A. 80 m/s . B. 60 cm/s . C. 80 cm/s . D. 60 m/s .

--- HẾT ---