

Chủ đề 1: DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

Phần III: BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN VỪA THỜI GIAN VỪA QUẢNG ĐƯỜNG

1. Vận tốc trung bình và tốc độ trung bình

a. Tính vận tốc trung bình và tốc độ trung bình

Phương pháp chung:

$$\text{Vận tốc trung bình: } \bar{v} = \frac{\text{Độ dời}}{\text{Thời gian}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \begin{cases} x_1 = A \cos(\omega t_1 + \varphi) \\ x_2 = A \cos(\omega t_2 + \varphi) \end{cases}$$

Tốc độ trung bình:

$$|\bar{v}| = \frac{\text{Quãng đường}}{\text{Thời gian}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\Delta S}{t_2 - t_1} \quad (\text{Dùng VTLG hoặc PTLG để tính } \Delta S)$$

Vận tốc trung bình có thể âm, dương hoặc bằng 0 nhưng tốc độ trung bình luôn dương.

Ví dụ 1: Một chất điểm dao động với phương trình: $x = 3,8 \cos\left(20t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm) (t đo bằng s). Vận tốc trung bình của chất điểm sau $\frac{1,9\pi}{6}$ (s) tính từ khi bắt đầu dao động là

- A. $\frac{500}{\pi}$ (m/s). B. $\frac{150}{\pi}$ (cm/s). C. $\frac{6}{\pi}$ (m/s). D. $\frac{6}{\pi}$ (cm/s).

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

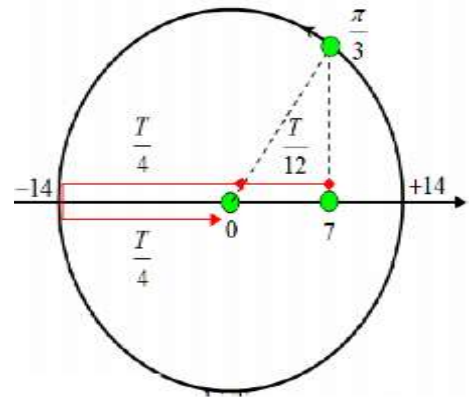
$$\begin{cases} x_{(0)} = 3,8 \cos\left(20 \cdot 0 - \frac{\pi}{3}\right) = 1,9 \text{ (cm)} \\ x_{\left(\frac{1,9\pi}{6}\right)} = 3,8 \cos\left(20 \cdot \frac{1,9\pi}{6} - \frac{\pi}{3}\right) = 3,8 \text{ (cm)} \end{cases}$$

$$\text{Vận tốc trung bình: } \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{3,8 - 1,9}{\frac{1,9\pi}{6}} = \frac{6}{\pi} \text{ (cm/s)}.$$

Khoảng thời gian kể từ $t=0$ đến khi vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương lần thứ nhất là $\Delta t = \frac{7T}{12} = \frac{7}{24}(s)$

Vận tốc trung bình và tốc độ trung bình lần lượt là:

$$\begin{cases} \bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 7}{\frac{7}{24}} = -24 \text{ (cm/s)} \\ |\bar{v}| = \frac{\Delta S}{t_2 - t_1} = \frac{7 + 14 + 14}{\frac{7}{24}} = 120 \text{ (cm/s)} \end{cases}$$

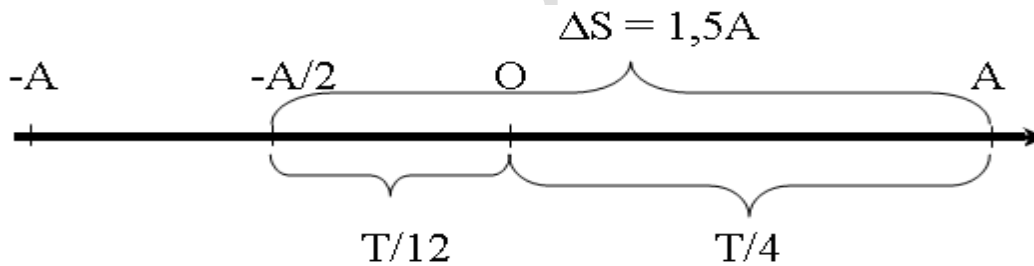


Ví dụ 4: (ĐH – 2010) Một chất điểm dao động điều hòa với chu kỳ T . Trong khoảng thời gian ngắn nhất khi đi từ vị trí biên có li độ $x = A$ đến vị trí $x = -\frac{A}{2}$, chất điểm có tốc độ trung bình là

- A. $\frac{6A}{T}$. B. $\frac{4,5A}{T}$. C. $\frac{1,5A}{T}$. D. $\frac{4A}{T}$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$|\bar{v}| = \frac{S}{\Delta t} = \frac{1,5A}{\frac{T}{4} + \frac{T}{12}} = \frac{9A}{2T}$$



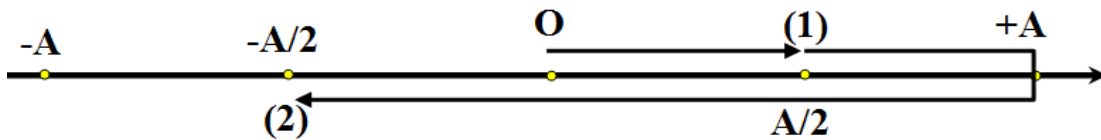
Ví dụ 5: Một vật dao động điều hòa với biên độ A , ở thời điểm $t=0$ vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Các thời điểm gần nhất vật có li độ $+\frac{A}{2}$ và $-\frac{A}{2}$ lần lượt là t_1 và t_2 . Tính tỷ số vận tốc trung bình trong khoảng thời gian từ $t=0$ đến $t=t_1$ và $t=0$ đến $t=t_2$.

- A. -1,4. B. -7. C. 7. D. 1,4.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

Vận tốc trung bình:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} \bar{v}_1 = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{\frac{A}{2} - 0}{\frac{T}{12}} = \frac{6A}{T} \\ \bar{v}_2 = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} = \frac{-\frac{A}{2} - 0}{\frac{7T}{12}} = -\frac{6A}{7T} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\bar{v}_1}{\bar{v}_2} = -7.$$



Ví dụ 6: Một vật dao động điều hòa với biên độ A , ở thời điểm $t=0$ vật qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Các thời điểm gần nhất vật có li độ $+\frac{A}{2}$ và $-\frac{A}{2}$ lần lượt là t_1 và t_2 . Tính tỷ số vận tốc trung bình trong khoảng thời gian từ $t=0$ đến $t=t_1$ và $t=0$ đến $t=t_2$.

A. -1,4.

B. -7.

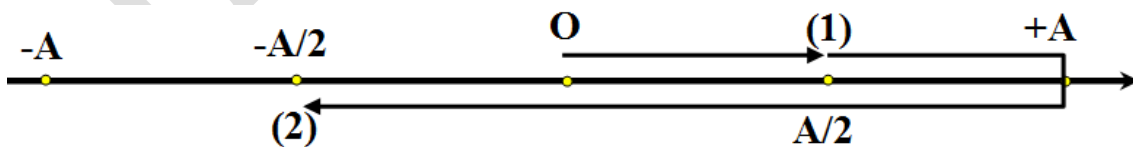
C. 7.

D. 1,4.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

Tốc độ trung bình:

$$|\bar{v}| = \frac{\Delta S}{\Delta t} \left\{ \begin{array}{l} |\bar{v}_1| = \frac{\frac{A}{2}}{\frac{T}{12}} = \frac{6A}{T} \\ |\bar{v}_2| = \frac{2,5A}{\frac{7T}{12}} = \frac{30A}{7T} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{|\bar{v}_1|}{|\bar{v}_2|} = 1,4.$$



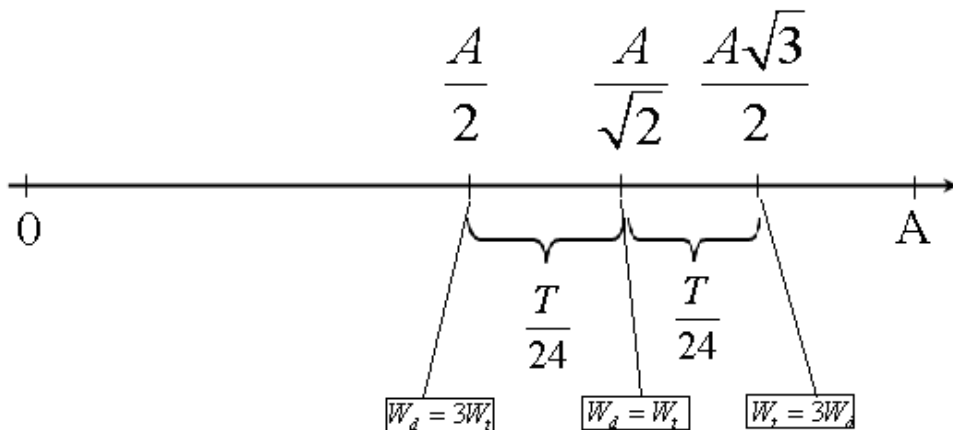
Ví dụ 7: (ĐH - 2011) Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox với biên độ 10 cm, chu kỳ 2 s. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Tốc độ trung bình của

chất điểm trong khoảng thời gian ngắn nhất khi chất điểm đi từ vị trí có động năng bằng 3 lần thế năng đến vị trí có động năng bằng $\frac{1}{3}$ lần thế năng là

- A. 26,12 cm/s. B. 7,32 cm/s. C. 14,64 cm/s. D. 21,96 cm/s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$|\bar{v}| = \frac{DS}{D_t} = \frac{\frac{A\sqrt{3}}{2} - \frac{A}{2}}{\frac{T}{24} + \frac{T}{24}} = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{\frac{1}{6}} \approx 21,96 \text{ (cm/s)}.$$



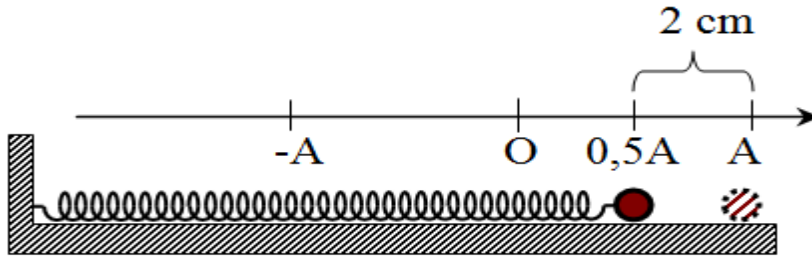
Ví dụ 8: Một con lắc lò xo gồm lò xo có khối lượng không đáng kể và có độ cứng 50(N/m), vật M có khối lượng 200g có thể trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Kéo M ra khỏi vị trí cân bằng một đoạn 4(cm) rồi buông nhẹ thì vật dao động điều hòa. Tính tốc độ trung bình của M sau khi nó đi được quãng đường là 2 (cm) kể từ khi bắt đầu chuyển động. Lấy $\pi^2 = 10$

- A. 60 cm/s. B. 50 cm/s. C. 40 cm/s. D. 30 cm/s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,2}{50}} = 0,4 \text{ (s)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{x_1=A \rightarrow x_2=\frac{A}{2}}{\rightarrow \Delta t = \frac{T}{6}} \\ \text{Quãng đường đi được } \Delta S = 2\text{cm} = \frac{A}{2} \\ |\bar{v}| = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2,6}{0,4} = 30 \text{ (cm/s)} \end{array} \right.$$



Chú ý: Nếu bài toán liên quan đến pha dao động thì dựa vào vòng tròn lượng giác:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Tìm vị trí ban đầu và vị trí cuối trên trục } x \\ \Delta S = \text{Chiều dài hình chiếu dọc chuyển động} \\ \Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta \varphi}{\omega} \\ \bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \end{array} \right.$$

Ví dụ 9: Một chất điểm dao động điều hòa (dạng hàm cos) có chu kỳ T biên độ A. Tốc độ trung bình của chất điểm khi pha dao động biến thiên từ $-\frac{\pi}{2}$ đến $+\frac{\pi}{3}$ bằng

A. $\frac{3A}{T}$.

B. $\frac{4A}{T}$.

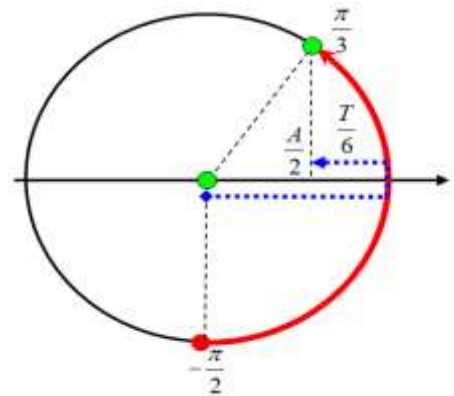
C. $\frac{3,6A}{T}$.

D. $\frac{2A}{T}$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$\Delta t = \frac{\Delta \varphi}{\omega} = \frac{5T}{12}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Quãng đường đi được } \Delta S = 1,5A \\ \bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{3,6A}{T} \end{array} \right.$$



Chú ý:

Tốc độ trung bình lớn nhất và nhỏ nhất:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{v}_{\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t} = \frac{S_{\min}}{\Delta t'} \\ \bar{v}_{\max} = \frac{S_{\max}}{\Delta t} = \frac{S_{\max}}{\Delta t'} \end{array} \right.$$

$$\text{Nếu } \Delta t < \frac{T}{2} \Leftrightarrow \Delta\varphi = \omega\Delta t < \pi \text{ thì } \begin{cases} |\bar{v}|_{\max} = \frac{S_{\max}}{\Delta t} = \frac{2A\sin\frac{\Delta\varphi}{2}}{\Delta t} \\ |\bar{v}|_{\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t} = \frac{2A\left(1 - \cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right)}{\Delta t} \end{cases}$$

$$\text{Nếu } \Delta t' = n\frac{T}{2} + \Delta t \text{ thì } \begin{cases} |\bar{v}|_{\max} = \frac{S_{\max}}{\Delta t'} = \frac{n.2A + S_{\max}}{\Delta t'} = \frac{n.2A + 2A\sin\frac{\Delta\varphi}{2}}{\Delta t'} \\ |\bar{v}|_{\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t'} = \frac{n.2A + S_{\min}}{\Delta t'} = \frac{n.2A + 2A(1 - \cos\frac{\Delta\varphi}{2})}{\Delta t'} \end{cases}$$

Ví dụ 10: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox, quanh vị trí cân bằng O với biên độ A và chu kỳ T. Tốc độ trung bình nhỏ nhất của vật khi thực hiện được trong khoảng thời gian $\frac{T}{3}$ là

- A. $3(\sqrt{3}-1)\frac{A}{T}$. B. $\frac{3A}{T}$. C. $\frac{3\sqrt{3}A}{T}$. D. $\frac{\sqrt{3}A}{T}$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{3} = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow S_{\min} = 2A\left(1 - \cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right) = 2A\left(1 - \cos\frac{\pi}{3}\right) = A$$

$$\Rightarrow |\bar{v}|_{\min} = \frac{S_{\min}}{\Delta t} = \frac{3A}{T}.$$

Ví dụ 11: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox, quanh vị trí cân bằng O với biên độ A và chu kỳ T. Gọi v_1 và v_2 lần lượt là tốc độ trung bình nhỏ nhất của vật thực hiện trong khoảng thời gian $\frac{T}{3}$ và tốc độ trung bình lớn nhất của vật thực hiện trong khoảng thời gian $\frac{T}{6}$. Tính tỉ số $\frac{v_1}{v_2}$

- A. 1. B. 0,5. C. 2. D. 3.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$*\Delta t = \frac{T}{3} \Rightarrow \Delta\varphi = \omega\Delta t = \frac{2\pi}{3} \Rightarrow S_{\min} = 2A\left(1 - \cos\frac{\Delta\varphi}{2}\right) = A \Rightarrow v_1 = \frac{S_{\min}}{\Delta t} = \frac{3A}{T}$$

$$*\Delta t = \frac{T}{6} \Rightarrow \Delta\varphi = \omega\Delta t = \frac{\pi}{3} \Rightarrow S_{\max} = 2A\sin\frac{\Delta\varphi}{2} = A \Rightarrow v_2 = \frac{S_{\max}}{\Delta t} = \frac{6A}{T}$$

$$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 0,5 .$$

b. Biết vận tốc trung bình và tốc độ trung bình tính các đại lượng khác

Phương pháp chung

Dựa vào định nghĩa để suy ngược:

Vận tốc trung bình:

$$\bar{v} = \frac{\text{Ñoãđoà}}{\text{Thôøgjan}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \begin{cases} \bar{v} > 0 \Rightarrow x_2 > x_1 \\ \bar{v} < 0 \Rightarrow x_2 < x_1 \\ \bar{v} = 0 \Rightarrow x_2 = x_1 \end{cases}$$

$$\text{Tốc độ trung bình: } |\bar{v}| = \frac{\text{Quaõg ñhồøg}}{\text{Thôøgjan}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\Delta S}{t_2 - t_1}$$

*Hai điểm liên tiếp trên quỹ đạo có $v = 0$ thì $\begin{cases} x_1 = -A; x_2 = A \\ x_1 = A; x_2 = -A \end{cases}$ và thời gian đi ngắn

nhất giữa 2 điểm này là $t_2 - t_1 = \frac{T}{2}$.

*Hai điểm liên tiếp trên quỹ đạo có $|\bar{v}| = \frac{\omega A}{2}$ thì $\begin{cases} x_1 = -\frac{A\sqrt{3}}{2}; x_2 = \frac{A\sqrt{3}}{2} \\ x_1 = \frac{A\sqrt{3}}{2}; x_2 = -\frac{A\sqrt{3}}{2} \end{cases}$ và thời gian

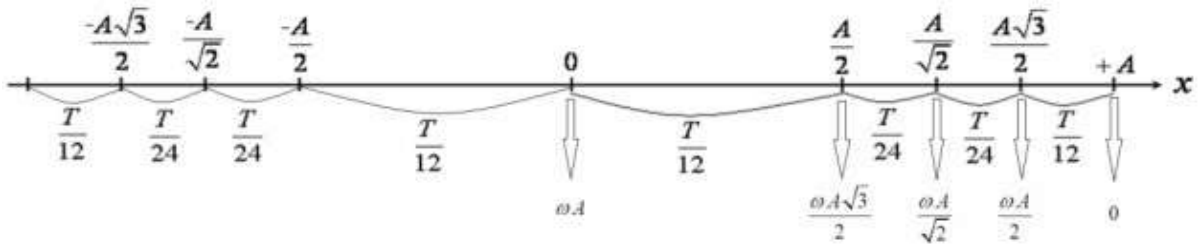
đi ngắn nhất giữa 2 điểm này là $t_2 - t_1 = \frac{T}{3}$.

*Hai điểm liên tiếp trên quỹ đạo có $|\bar{v}| = \frac{\omega A}{\sqrt{2}}$ thì $\begin{cases} x_1 = -\frac{A}{\sqrt{2}}; x_2 = \frac{A}{\sqrt{2}} \\ x_1 = \frac{A}{\sqrt{2}}; x_2 = -\frac{A}{\sqrt{2}} \end{cases}$ và thời gian đi

ngắn nhất giữa 2 điểm này là $t_2 - t_1 = \frac{T}{4}$.

*Hai điểm liên tiếp trên quỹ đạo có $|\bar{v}| = \frac{\omega A\sqrt{3}}{2}$ thì $\begin{cases} x_1 = -\frac{A}{2}; x_2 = \frac{A}{2} \\ x_1 = \frac{A}{2}; x_2 = -\frac{A}{2} \end{cases}$ và thời gian đi

ngắn nhất giữa 2 điểm này là $t_2 - t_1 = \frac{T}{6}$.



Ví dụ 1: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox có vận tốc bằng 0 tại hai thời điểm liên tiếp $t_1 = 2,8s$ và $t_2 = 3,6s$ và vận tốc trung bình trong khoảng thời gian đó là $10cm/s$. Biên độ dao động là

- A. 4 cm. B. 5 cm. C. 2 cm. D. 3 cm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\begin{cases} \bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} > 0 \Rightarrow x_2 > x_1 \\ v = 0 \Rightarrow x = \pm A \Rightarrow \begin{cases} x_1 = -A \\ x_2 = +A \end{cases} \Rightarrow \bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{\Delta t} \Rightarrow 10 = \frac{2A}{0,8} \Rightarrow A = 4cm \\ \Delta t = \frac{T}{2} = t_2 - t_1 = 0,8(s) \end{cases}$$

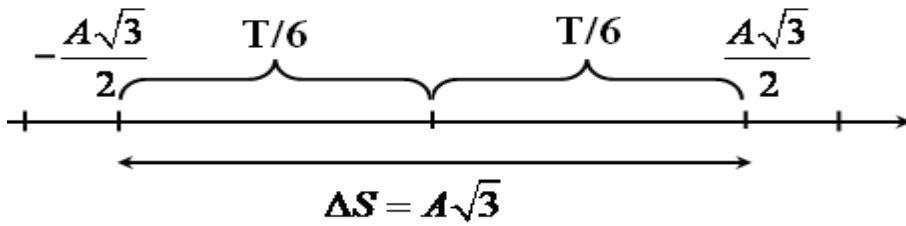
Ví dụ 2: Một chất điểm dao động điều hòa trên trục Ox(với O là vị trí cân bằng) có tốc độ bằng nửa giá trị cực đại tại hai thời điểm liên tiếp $t_1 = 2,8s$ và $t_2 = 3,6s$ và vận tốc trung bình trong khoảng thời gian đó là $\frac{30\sqrt{3}}{\pi}cm/s$. Tốc độ dao động cực đại là

- A. $15 cm/s$. B. $10\pi cm/s$. C. $8cm/s$. D. $20 cm/s$.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$\begin{cases} |v| = \frac{\omega A}{2} \frac{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = A^2}{\omega^2} \rightarrow x = \pm \frac{A\sqrt{3}}{2} \\ \Delta t = \frac{T}{6} + \frac{T}{6} = t_2 - t_1 = 0,8(s) \Rightarrow T = 2,4(s) \end{cases} \Rightarrow \bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \frac{30\sqrt{3}}{\pi} = \frac{A\sqrt{3}}{0,8} \Rightarrow A = \frac{24}{\pi}cm$$

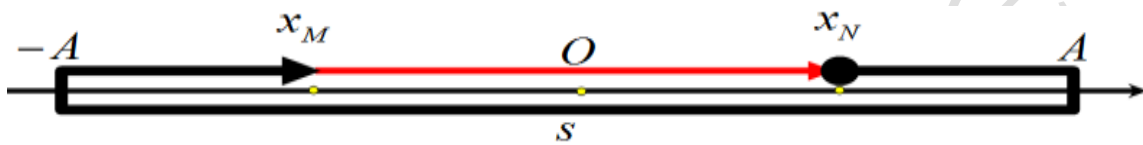
$$\Rightarrow v_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T} A = 20(cm/s)$$



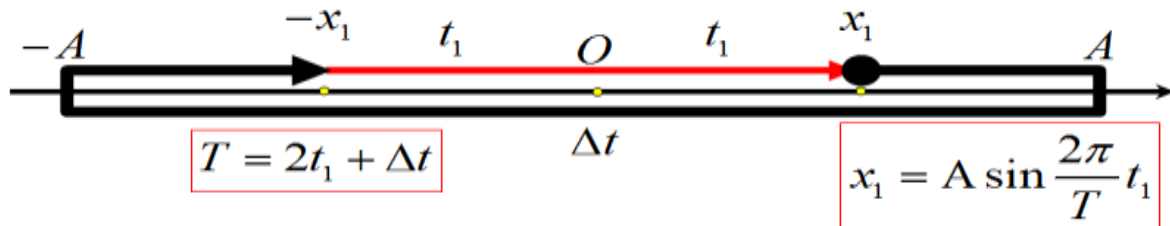
2. Bài toán liên quan vừa quãng đường vừa thời gian

Phương pháp chung:

*Vật dao động điều hòa đi từ x_M đến x_N và đi tiếp một đoạn đường s đủ một chu kỳ thì: $4A = s + |x_N - x_M|$

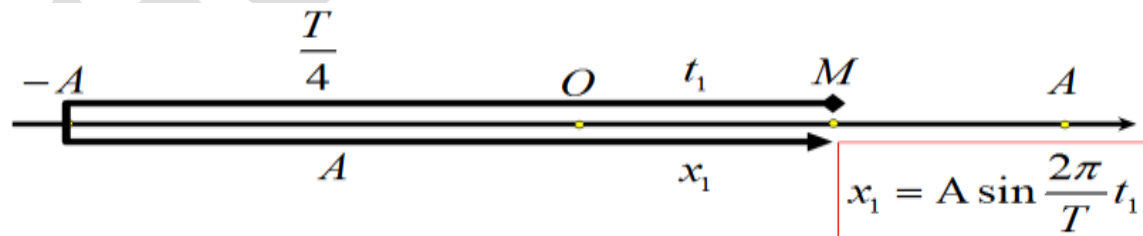


*Vật dao động điều hòa đi từ $-x_1$ đến x_1 trong thời gian $2t_1$ và đi tiếp một thời gian Δt thì đủ một chu kỳ: $T = 2t_1 + \Delta t \Rightarrow x_1 = A \sin \frac{2\pi}{T} t_1$



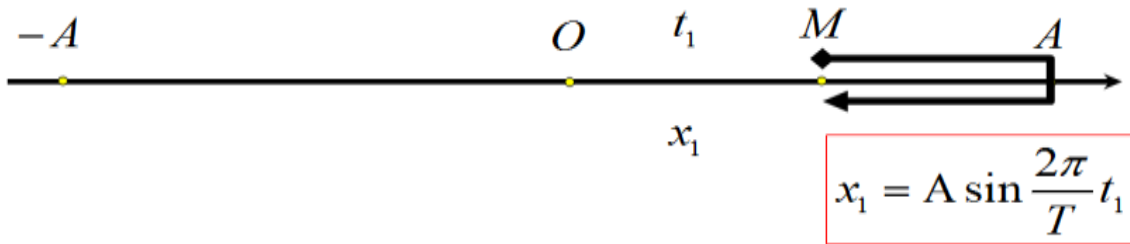
*Vật dao động điều hòa từ điểm M đi một đoạn đường s thì đến biên và đi tiếp

$\frac{T}{n}$ (với $\frac{T}{4} < \frac{T}{n} < \frac{T}{2}$) thì trở về M: $\begin{cases} s = A + x_1 \\ \frac{T}{n} = \frac{T}{4} + t_1 \end{cases} \Rightarrow x_1 = A \sin \frac{2\pi}{T} t_1$



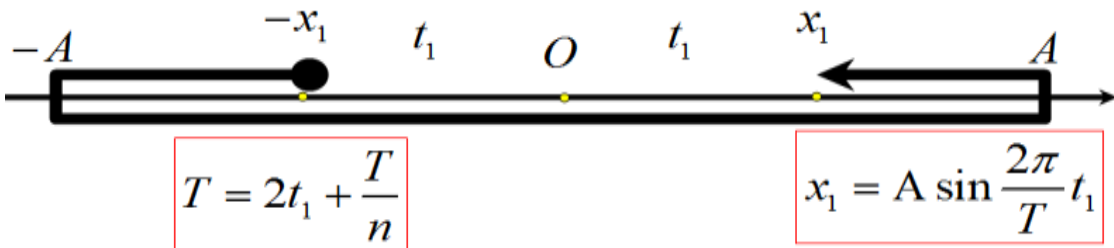
*Vật dao động điều hòa từ điểm M đi một đoạn đường s thì đến biên và đi tiếp

$\frac{T}{n}$ (với $\frac{T}{n} < \frac{T}{4}$) thì trở về M: $\begin{cases} s = A - x_1 \\ \frac{T}{n} = \frac{T}{4} - t_1 \end{cases} \Rightarrow x_1 = A \sin \frac{2\pi}{T} t_1$



*Vật dao động điều hòa trong $\frac{T}{n}$ (với $\frac{T}{2} < \frac{T}{n} < T$) vật đi từ $-x_1$ đến x_1 :

$$T = 2t_1 + \frac{T}{n} \Rightarrow x_1 = A \sin \frac{2\pi}{T} t_1$$

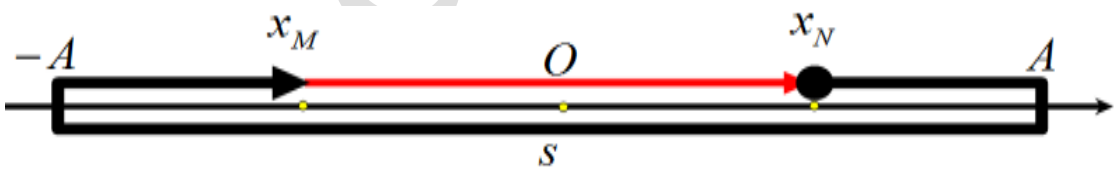


Ví dụ 1: Một vật dao động điều hòa đi từ vị trí có li độ $x = -5\text{cm}$ đến N có li độ $x = +5\text{cm}$. Vật đi tiếp 18cm nữa thì quay lại M đủ một chu kỳ. Biên độ dao động là

- A. 7 cm. B. 6 cm. C. 8 cm. D. 9 cm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$A = \frac{s + |x_N - x_M|}{4} = \frac{18 + 10}{4} = 7(\text{cm}) .$$



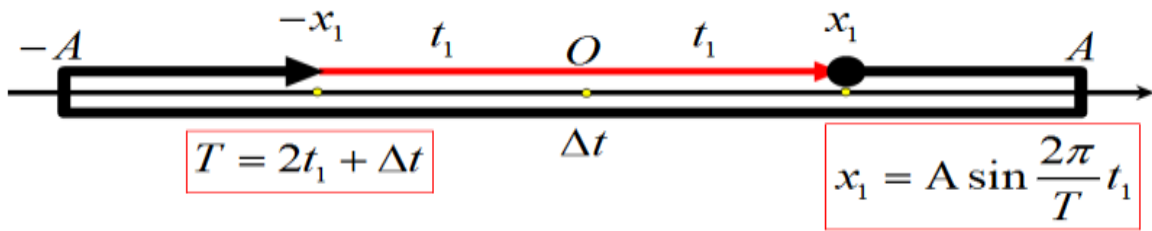
Ví dụ 2: Một vật dao động điều hòa đi từ vị trí có li độ $x = -2,5\text{cm}$ đến N có li độ $x = +2,5\text{cm}$ trong 0,5 s. Vật đi tiếp 0,9 s nữa thì quay lại M đủ một chu kỳ. Biên độ dao động là

- A. $5\sqrt{2}$ cm. B. 2,775 cm. C. 5,000 cm. D. 2,275 cm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$T = 2t_1 + \Delta t = 0,5 + 0,9 = 1,4(\text{s}) \Rightarrow x_1 = A \sin \frac{2\pi}{T} t_1 \Rightarrow 2,5 = A \sin \frac{2\pi}{1,4} 0,25$$

$\Rightarrow A \approx 2,775(cm)$

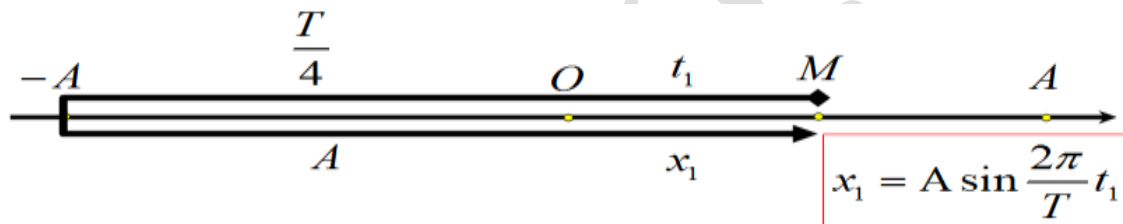


Ví dụ 3: Một vật dao động điều hòa từ điểm M trên quỹ đạo đi 9 (cm) thì đến biên. Trong $\frac{1}{3}$ chu kỳ tiếp theo đi được 9cm. Tính biên độ dao động

- A.** 15 cm. **B.** 6 cm. **C.** 16 cm. **D.** 12 cm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\begin{cases} s = A + x_1 \Rightarrow x_1 = 9 - A \\ \frac{T}{3} = \frac{T}{4} + t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{T}{12} \end{cases} \xrightarrow{x_1 = A \sin \frac{2\pi}{T} t_1} 9 - A = A \sin \frac{2\pi}{T} \frac{T}{12} \Rightarrow A = 6(cm).$$



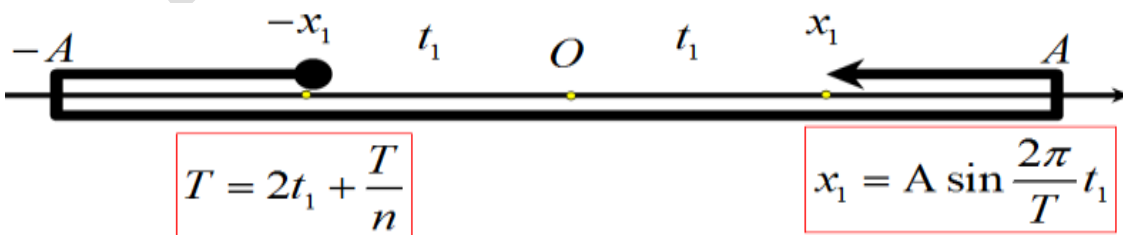
Ví dụ 4: Một vật dao động điều hòa trong 0,8 chu kỳ đầu tiên đi từ điểm M có li độ $x = -3\text{ cm}$ đến N có li độ $x = +3\text{ cm}$. Tìm biên độ dao động

- A.** 6 cm. **B.** 273,6 cm. **C.** 9 cm. **D.** 5,1 cm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$T = 2t_1 + 0,8T \Rightarrow t_1 = 0,1T \Rightarrow x_1 = A \sin \frac{2\pi}{T} t_1 \Rightarrow 3 = A \sin \frac{2\pi}{T} 0,1T$$

$\Rightarrow A = 5,1(cm).$



Ví dụ 5: Một vật dao động điều hòa trên trục Ox quanh vị trí cân bằng là gốc O. Ban đầu vật đi qua vị trí cân bằng, ở thời điểm $t_1 = \frac{\pi}{6}(s)$ thì vật vẫn chưa đổi

chiều và động năng của vật giảm đi 4 lần so với lúc đầu. Từ lúc bắt đầu đến thời điểm $t_2 = \frac{5\pi}{12}$ (s) vật đi được quãng đường 12cm. Tốc độ ban đầu của vật là

- A.** 16 m/s. **B.** 16 cm/s. **C.** 8 cm/s. **D.** 24 cm/s

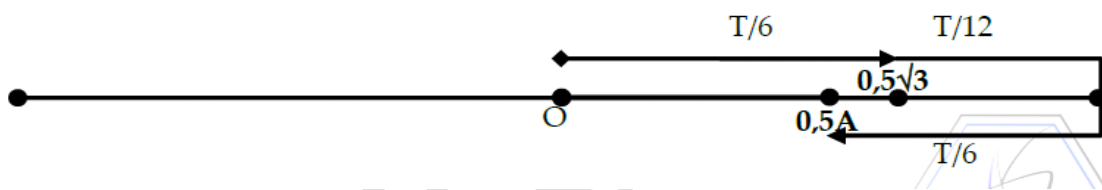
Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$W_d = \frac{W_{max}}{4} \Rightarrow v = \frac{\omega A}{2} \Rightarrow x = \frac{A\sqrt{3}}{2}$$

$$t_1 = t_{0 \rightarrow \frac{A\sqrt{3}}{2}} = \frac{T}{6} = \frac{\pi}{6} \Rightarrow T = \pi$$

$$t_2 = \frac{5\pi}{12} = \frac{5T}{12} = \frac{T}{4} + \frac{T}{6} \Rightarrow S = 1,5A \Rightarrow 12 = 1,5A \Rightarrow A = 8(cm)$$

$$v_{max} = \frac{2\pi}{T} A = 16(cm/s) .$$



hoc360.net