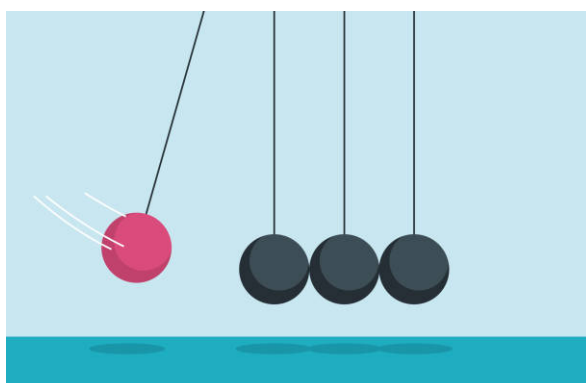


Mục lục

CHỦ ĐỀ 1. DAO ĐỘNG	3
Tóm tắt lý thuyết	4
Tóm tắt công thức	7
Câu hỏi ôn tập	12
CHỦ ĐỀ 2. SÓNG	20
Tóm tắt lý thuyết	21
Tóm tắt công thức	25
Câu hỏi ôn tập	28

DAO ĐỘNG

Tóm tắt lý thuyết	4
Tóm tắt công thức	7
Câu hỏi ôn tập	12



Tóm tắt lý thuyết

1. Mô tả dao động

1.1. Định nghĩa dao động cơ, dao động tuần hoàn và dao động điều hoà

- Dao động cơ là sự chuyển động qua lại quanh vị trí cân bằng.
- Dao động tuần hoàn là dao động mà trạng thái chuyển động của vật được lặp lại như cũ sau những khoảng thời gian bằng nhau.
- Dao động điều hoà là dao động tuần hoàn mà li độ của vật dao động là một hàm cosin (hoặc sin) theo thời gian.

1.2. Chu kỳ, tần số, pha dao động, tần số góc

- Chu kỳ dao động là khoảng thời gian để vật thực hiện được một dao động:

$$T = \frac{\Delta t}{N}.$$

Trong đó N là số dao động toàn phần thực hiện được trong khoảng thời gian Δt .

Trong hệ SI, chu kỳ có đơn vị là giây (s).

- Tần số dao động là số dao động toàn phần mà vật thực hiện được trong một giây:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{N}{\Delta t}.$$

Trong hệ SI, tần số có đơn vị là Hertz (Hz).

- Pha dao động là đại lượng đặc trưng cho trạng thái của vật trong quá trình dao động.
- Tần số góc của dao động là đại lượng đặc trưng cho tốc độ biến thiên của pha dao động. Đối với dao động điều hoà, tần số góc có giá trị không đổi và được xác định bằng:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}.$$

Trong hệ SI, tần số góc có đơn vị là radian trên giây (rad/s).

2. Phương trình dao động điều hoà

2.1. Li độ

Phương trình li độ của vật dao động điều hoà:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Trong đó:

- x : li độ dao động (toạ độ của vật mà gốc toạ độ được chọn trùng với VTCB), đơn vị trong hệ SI là mét (m);
- A : biên độ dao động (giá trị cực đại của li độ), đơn vị trong hệ SI là mét (m);
- ω : tần số góc, đơn vị trong hệ SI là radian trên giây (rad/s);
- φ_0 : pha ban đầu, đơn vị trong hệ SI là radian (rad).

2.2. Phương trình vận tốc

$$v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

- Vật ở VTCB ($x = 0$), vật đạt tốc độ cực đại: $v_{\max} = \omega A$;
- Vật ở vị trí biên ($x = \pm A$), vật đạt tốc độ cực tiểu $v = 0$.

2.3. Gia tốc

$$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 x$$

- Vật ở VTCB ($x = 0$): $a = 0$;
- Vật ở biên ($x = \pm A$), gia tốc có độ lớn cực đại $|a| = \omega^2 A$
 - Vật ở vị trí biên dương ($x = A$), gia tốc cực tiểu: $a_{\min} = -\omega^2 A$;
 - Vật ở biên âm ($x = -A$), gia tốc cực đại: $a_{\max} = \omega^2 A$.

3. Năng lượng trong dao động điều hoà

- Thế năng:

$$W_t = \frac{1}{2} K x^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0)$$

- Động năng:

$$W_d = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0)$$

- Cơ năng:

$$W = W_t + W_d = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

4. Dao động tắt dần và hiện tượng cộng hưởng

4.1. Dao động tắt dần

Dao động tắt dần là dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.

4.2. Dao động cưỡng bức

Dao động của vật dưới tác dụng của ngoại lực điều hoà trong giai đoạn ổn định được gọi là dao động cưỡng bức. Ngoại lực điều hoà tác dụng vào vật khi này được gọi là lực cưỡng bức.

Tần số góc của vật dao động cưỡng bức bằng tần số góc của ngoại lực cưỡng bức.

4.3. Hiện tượng cộng hưởng

Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi tần số góc của lực cưỡng bức bằng tần số góc riêng của hệ dao động. Khi này, biên độ dao động cưỡng bức của hệ đạt giá trị cực đại A_{\max} .

Tùy trường hợp mà hiện tượng cộng hưởng có thể có lợi hoặc có thể có hại.

Tóm tắt công thức

1. Chu kì, tần số, tần số góc của vật dao động điều hoà

$$T = \frac{\Delta t}{N}, \quad f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{1}{T}, \quad \omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f.$$

2. Phương trình dao động điều hoà

2.1. Phương trình li độ

$$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

2.2. Phương trình vận tốc

$$v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) = \omega A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_{\max} = \omega A$$

2.3. Phương trình gia tốc

$$a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_0) = -\omega^2 x$$

$$a_{\max} = \omega^2 A = \omega v_{\max}$$

3. Quãng đường đi được

- Quãng đường đi được trong 1 chu kì dao động: $s = 4A$,
- Quãng đường đi được trong N chu kì dao động: $s = N \cdot 4A$,
- Quãng đường đi được trong nửa chu kì dao động: $s = 2A$,
- Quãng đường cực đại/cực tiểu trong khoảng thời gian $\Delta t < \frac{T}{2}$:

$$s_{\max} = 2A \sin \frac{\omega \Delta t}{2}, \quad s_{\min} = 2A \left(1 - \cos \frac{\omega \Delta t}{2} \right).$$

4. Mối liên hệ giữa các đại lượng trong dao động điều hoà

- Vận tốc sớm pha $\frac{\pi}{2}$ rad so với li độ:

$$\left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = A^2.$$

- Gia tốc ngược pha với li độ:

$$a = -\omega^2 x$$

- Gia tốc sớm pha $\frac{\pi}{2}$ rad so với vận tốc:

$$\left(\frac{a}{a_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = 1 \Leftrightarrow \frac{v^2}{\omega^2} + \frac{a^2}{\omega^4} = A^2.$$

5. Một số dao động điều hoà thường gặp

5.1. Con lắc lò xo

Chu kì, tần số, tần số góc

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \quad f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Năng lượng dao động

$$\begin{aligned} W_t &= \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 x^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0) \\ W_d &= \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0) \\ W &= W_t + W_d = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \end{aligned}$$

Lực đàn hồi và lực kéo về

$$F_{dh} = -k\Delta\ell, \quad F_{kv} = -kx$$

Chiều dài lò xo

Chọn gốc toạ độ tại vị trí cân bằng của vật nặng, chiều dương cùng chiều lò xo giãn.

- Con lắc lò xo nằm ngang**

- Ở VTCB lò xo không biến dạng: $\Delta\ell_0 = 0$;
- Ở vị trí li độ x , độ biến dạng của lò xo: $\Delta\ell = x$;

– Chiều dài lò xo:

$$\ell = \ell_0 + x \Rightarrow \begin{cases} \ell_{\max} = \ell_0 + A \\ \ell_{\min} = \ell_0 - A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ell_0 = \frac{\ell_{\max} - \ell_{\min}}{2} \\ A = \frac{\ell_{\max} - \ell_{\min}}{2} \end{cases}$$

– Độ lớn lực đàn hồi:

$$F_{\text{đh max}} = kA \text{ (vật ở biên)}, \quad F_{\text{đh min}} = 0 \text{ (vật ở VTCB)}.$$

• **Con lắc lò xo treo thẳng đứng**

- Ở VTCB lò xo bị dãn: $\Delta\ell_0 = \frac{mg}{k}$;
- Ở vị trí li độ x , độ biến dạng của lò xo: $\Delta\ell = \Delta\ell_0 + x$;
- Chiều dài lò xo:

;

$$\begin{cases} \ell_{\text{CB}} = \ell_0 + \Delta\ell_0 \\ \ell = \ell_{\text{CB}} + x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ell_{\max} = \ell_{\text{CB}} + A \\ \ell_{\min} = \ell_{\text{CB}} - A \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ell_{\text{CB}} = \frac{\ell_{\max} - \ell_{\min}}{2} \\ A = \frac{\ell_{\max} - \ell_{\min}}{2} \end{cases}$$

– Tần số góc, chu kì, tần số:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\Delta\ell_0}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta\ell_0}{g}}, \quad f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta\ell_0}}$$

– Độ lớn lực đàn hồi:

$$F_{\text{đh max}} = k(A + \Delta\ell_0) \text{ (vật ở biên dương)}$$

$$F_{\text{đh min}} = 0 \text{ (nếu } A > \Delta\ell_0 \text{ và vật ở vị trí lò xo không biến dạng)}$$

$$F_{\text{đh min}} = k(A - \Delta\ell_0) \text{ (nếu } A < \Delta\ell_0 \text{ và vật ở biên âm)}$$

5.2. Con lắc đơn

Nếu biên độ góc $\theta_0 > 10^\circ$ con lắc dao động tuần hoàn. Nếu $\theta_0 \leq 10^\circ$, con lắc dao động điều hoà.

Chu kì, tần số, tần số góc

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}, \quad f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

Phương trình dao động

$$\theta = \theta_0 \cos(\omega t + \varphi_0), \quad s = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

với $A = \theta_0 \ell$ và $s = \theta \ell$.

Lực kéo về

$$F_{kv} = -mg \sin \theta = -mg\theta = -mg \frac{s}{\ell}$$

với $\theta \leq 10^\circ$

Năng lượng dao động

Góc lớn ($\theta_0 > 10^\circ$)	Góc bé ($\theta_0 \leq 10^\circ$)
$W_t = mg\ell (1 - \cos \theta)$	$W_t = \frac{1}{2}mg\ell\theta^2$
$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = mg\ell (\cos \theta - \cos \theta_0)$	$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mg\ell (\theta_0^2 - \theta^2)$
$W = mg\ell (1 - \cos \theta_0)$	$W = \frac{1}{2}mg\ell\theta_0^2$

Lực căng dây và tốc độ

Lực căng dây treo tại vị trí có li độ góc θ :

$$T = mg (3 \cos \theta - 2 \cos \theta_0)$$

$$T_{\max} = T_{\text{VTCB}} = mg (3 - 2 \cos \theta_0); \quad T_{\min} = T_{\text{biên}} = mg \cos \theta_0$$

Tốc độ của vật nặng:

$$v = \sqrt{2g\ell (\cos \theta - \cos \theta_0)}$$

$$v_{\max} = v_{\text{VTCB}} = \sqrt{2g\ell (1 - \cos \theta_0)}$$

6. Dao động tắt dần và hiện tượng cộng hưởng

6.1. Năng lượng tiêu hao trong dao động tắt dần

Nếu sau mỗi chu kỳ biên độ còn lại $\alpha \%$ thì

- Biên độ còn lại sau N chu kỳ dao động:

$$A_N = (\alpha \%)^N A$$

- Cơ năng còn lại sau N chu kỳ:

$$W_N = (\alpha \%)^{2N} W.$$

6.2. Điều kiện xảy ra cộng hưởng

Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi tần số ngoại lực cưỡng bức f bằng tần số dao động riêng của hệ:

$$f = f_0$$

6.3. Dao động tắt dần của con lắc lò xo có ma sát trên mặt phẳng ngang

- Độ giảm biên độ sau mỗi nửa chu kì: $\Delta A_{0,5T} = \frac{2\mu mg}{k}$,
- Độ giảm biên độ sau 1 chu kì: $\Delta A = \frac{4\mu mg}{k}$,
- Tổng số dao động toàn phần thực hiện được:

$$N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{kA}{4\mu mg} = \frac{\omega^2 A}{4\mu g},$$

- Tổng quãng đường từ lúc bắt đầu dao động đến khi dừng hẳn:

$$\frac{1}{2}kA^2 = F_{ms}s \Rightarrow s = \frac{kA^2}{2\mu mg} = \frac{\omega^2 A^2}{2\mu g},$$

- Tốc độ cực đại:

$$v_{\max} = \omega \left(A - \frac{\mu mg}{k} \right).$$

Câu hỏi ôn tập

Câu 1: Thí nghiệm nào tạo được dao động của vật?

- A. Thả vật chuyển động trên mặt phẳng ngang.
- B. Thả vật chuyển động từ trên xuống.
- C. Kéo con lắc lò xo chuyển động đều.
- D. Kéo vật nặng của con lắc lò xo khỏi vị trí cân bằng rồi buông nhẹ.

Câu 2: Chuyển động của vật nào dưới đây **không phải** là dao động cơ?

- A. Chuyển động của pittong trong xilanh khi động cơ hoạt động.
- B. Chuyển động của con lắc đồng hồ gắn trong đồng hồ quả lắc.
- C. Chuyển động của chiếc lá nổi trên mặt nước khi có sóng truyền qua.
- D. Chuyển động của một vật trượt trên mặt phẳng nghiêng.

Câu 3: Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật

- A. là một hàm bậc nhất của thời gian.
- B. là một hàm bậc hai của thời gian.
- C. là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.
- D. là một hàm tan của thời gian.

Câu 4: Chọn phát biểu **sai**. Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ thì

- A. A là biên độ dao động hay li độ cực đại.
- B. ω là tần số dao động.
- C. $(\omega t + \varphi)$ là pha dao động ở thời điểm t .
- D. φ là pha dao động ban đầu.

Câu 5: Chu kì dao động của chất điểm là T thì tần số góc trong dao động của chất điểm là

- A. $\frac{1}{T}$.
- B. $\frac{2\pi}{\sqrt{T}}$.
- C. $\frac{2\pi}{T}$.
- D. $\frac{1}{\sqrt{T}}$.

Câu 6: Chọn phát biểu **sai**. Hệ dao động tắt dần

- A. có biên độ giảm dần theo thời gian.
- B. không phải là dao động điều hòa.
- C. có cơ năng giảm dần theo thời gian.
- D. có tần số giảm dần theo thời gian.

Câu 7: Hiện tượng cộng hưởng thể hiện rõ nét khi

- A. tần số lực cưỡng bức nhỏ.
- B. biên độ lực cưỡng bức nhỏ.
- C. lực cản môi trường nhỏ.
- D. tần số lực cưỡng bức lớn.

Câu 8: Biên độ của một dao động cưỡng bức **không** phụ thuộc vào

- A. lực cản môi trường. B. biên độ của ngoại lực tuần hoàn.
C. tần số của ngoại lực tuần hoàn. D. pha ban đầu của ngoại lực.

Câu 9: Theo một tiêu chuẩn kĩ thuật về hệ thống treo (giảm xóc) của xe khách, tần số dao động riêng của xe ở trạng thái đầy tải không vượt quá 2,5 Hz. Với một xe khác có khối lượng toàn tải 16 tấn thì độ cứng của hệ thống treo có giá trị lớn nhất bằng bao nhiêu mà vẫn đảm bảo tiêu chuẩn trên?

- A. $3,95 \cdot 10^6$ N/m. B. $4,25 \cdot 10^6$ N/m. C. $6,85 \cdot 10^5$ N/m. D. $5,26 \cdot 10^5$ N/m.

Câu 10: Con lắc đơn chiều dài $\ell = 1$ m, khối lượng vật nặng 200 g, dao động với biên độ góc 0,15 rad tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 10$ m/s². Ở li độ góc bằng $\frac{2}{3}\alpha_0$, con lắc có động năng bằng

- A. $352 \cdot 10^{-4}$ J. B. $625 \cdot 10^{-4}$ J. C. $255 \cdot 10^{-4}$ J. D. $125 \cdot 10^{-4}$ J.

Câu 11: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 8 \cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ cm (t tính bằng giây) thì pha ban đầu của dao động là

- A. 5π rad. B. $\left(10t - \frac{\pi}{3}\right)$ rad. C. $-\frac{\pi}{3}$ rad. D. $\frac{\pi}{3}$ rad.

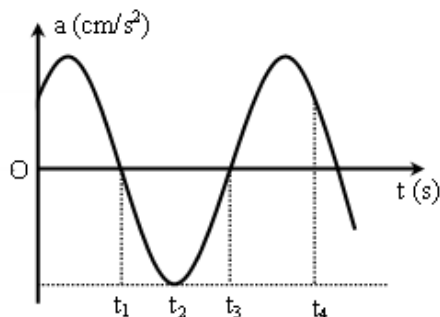
Câu 12: Một vật nặng có khối lượng m đang dao động điều hoà với phương trình $x = A \cos \omega t$. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Động năng của vật là

- A. $m\omega A^2$. B. $\frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$. C. $m\omega^2 A^2$. D. $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$.

Câu 13: Khi nói về một vật dao động điều hoà, phát biểu nào sau đây là **sai**?

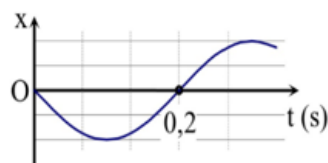
- A. Thế năng của vật biến thiên tuần hoàn theo thời gian.
B. Động năng của vật biến thiên tuần hoàn theo thời gian.
C. Vận tốc của vật biến thiên điều hòa theo thời gian.
D. Cơ năng của vật biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

Câu 14: Một vật dao động điều hoà có đồ thị li độ - thời gian như hình bên. Tại thời điểm



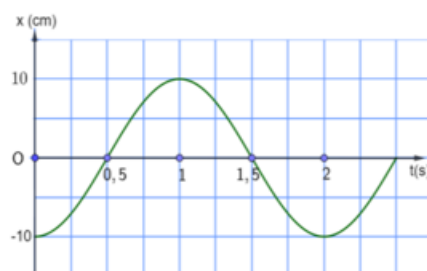
- A. t_1 chất điểm bắt đầu chuyển động chậm dần.
B. t_2 vận tốc chất điểm cực đại.
C. t_3 chất điểm bắt đầu chuyển động nhanh dần.
D. t_4 chất điểm có thế năng tăng.

Câu 15: Một vật dao động điều hoà trên trục Ox . Hình bên là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của li độ x vào thời gian t . Tần số f của dao động là



- A. 10 rad/s. B. 10π rad/s. C. 5π rad/s. D. 5 rad/s.

Câu 16: Đồ thị biểu diễn li độ theo thời gian của một vật dao động điều hoà được thể hiện như hình bên. Biên độ dao động là



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

Câu 17: Một chất điểm dao động điều hoà, trong 10 dao động toàn phần chất điểm đi được quãng đường 120 cm. Quỹ đạo của dao động có chiều dài

- A. 6 cm. B. 12 cm. C. 3 cm. D. 9 cm.

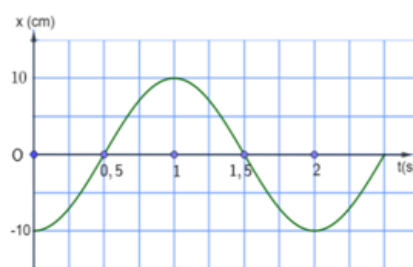
Câu 18: Một vật dao động điều hoà có phương trình $x = 5 \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{6}\right)$ cm. Lấy $\pi^2 = 10$. Vận tốc của vật khi có li độ $x = 3$ cm là

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

Câu 19: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $k = 40$ N/m gắn với quả cầu nhỏ. Cho quả cầu dao động với biên độ 5 cm. Động năng của quả cầu ở vị trí li độ 3 cm là

- A. 0,032 J. B. 320 J. C. 0,018 J. D. 180 J.

Câu 20: Một vật dao động điều hoà có đồ thị li độ - thời gian được cho như hình bên. Lấy $\pi^2 = 10$. Gia tốc của vật tại thời điểm $t = 1$ s là

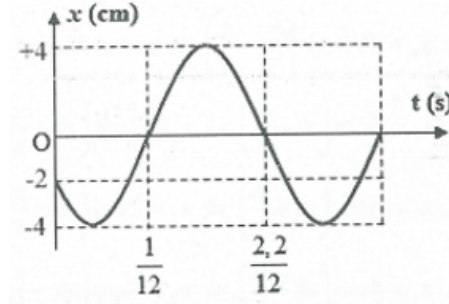


- A. -100 cm/s^2 . B. 100 cm/s^2 . C. -10 cm/s^2 . D. 10 cm/s^2 .

Câu 21: Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 5 \cos \pi t \text{ cm}$. Tốc độ trung bình của chất điểm trong khoảng thời gian bằng $\frac{1}{4}$ chu kỳ dao động kể từ lúc $t = 0 \text{ s}$ là

- A. 1 cm/s . B. 2 cm/s . C. 10 cm/s . D. 20 cm/s .

Câu 22: Hình vẽ bên là đồ thị li độ theo thời gian của một vật dao động. Phương trình dao động của vật là

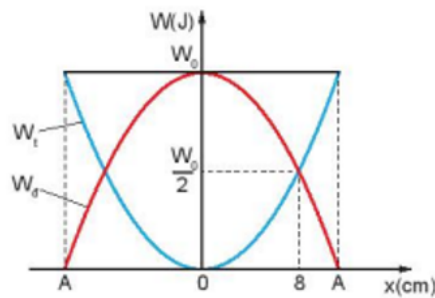


- A. $x = 4 \cos \left(10\pi t + \frac{2\pi}{3} \right) \text{ cm}$. B. $x = 4 \cos \left(20\pi t + \frac{2\pi}{3} \right) \text{ cm}$.
C. $x = 4 \cos \left(10\pi t + \frac{5\pi}{6} \right) \text{ cm}$. D. $x = 4 \cos \left(20\pi t - \frac{\pi}{3} \right) \text{ cm}$.

Câu 23: Một con lắc dao động tắt dần trong môi trường với lực ma sát nhỏ. Cứ sau mỗi chu kỳ, phần năng lượng của con lắc bị mất đi 8 %. Trong một dao động toàn phần, biên độ giảm đi

- A. $2\sqrt{2} \%$. B. 4 %. C. 6 %. D. 1,6 %.

Câu 24: Một con lắc lò xo có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$ dao động điều hoà. Gọi W_t , W_d , W_0 lần lượt là thế năng, động năng và cơ năng của vật nặng. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thế năng W_t và động năng W_d của con lắc vào li độ như hình vẽ. Giá trị W_0 là



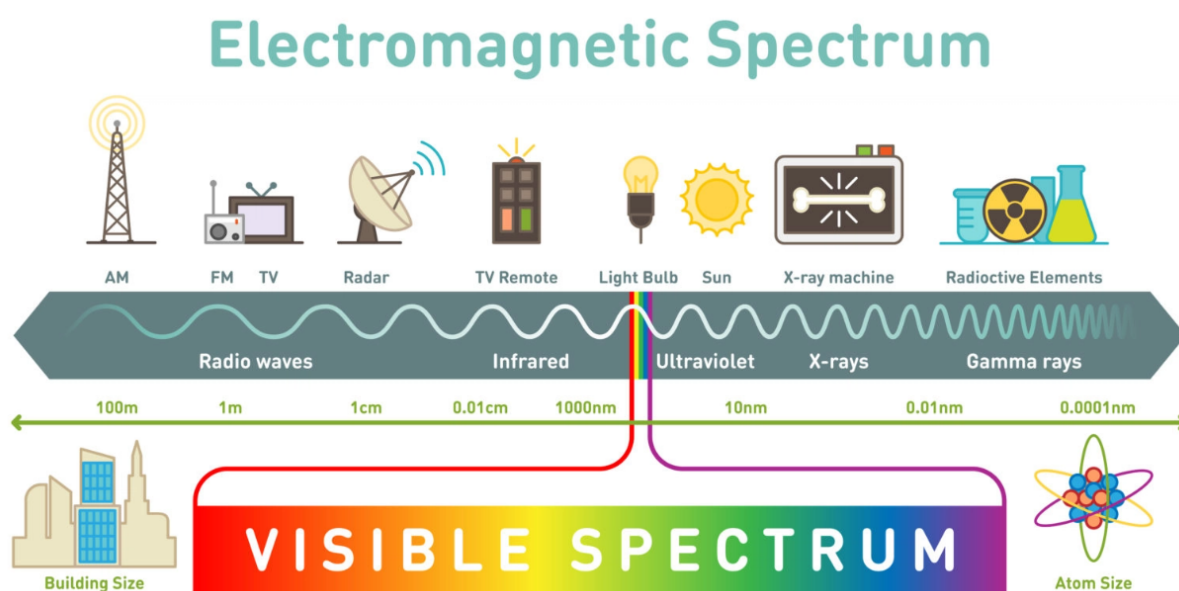
- A. 0,32 J. B. 0,45 J. C. 0,96 J. D. 0,64 J.

Câu 25: Một tàu hoả chạy trên một đường ray, cứ cách khoảng 6,4 m trên đường ray lại có một rãnh nhỏ giữa chỗ nối các thanh ray. Chu kỳ dao động riêng của khung tàu trên các lò xo giảm xóc là 1,6 s. Tàu bị xóc mạnh nhất khi chạy với tốc độ bằng

- A. 10,0 km/h. B. 14,4 km/h. C. 16,0 km/h. D. 20,0 km/h.

SÓNG

Tóm tắt lý thuyết	21
Tóm tắt công thức	25
Câu hỏi ôn tập	28



Tóm tắt lý thuyết

1. Sóng và sự truyền sóng

- Sóng là dao động lan truyền trong không gian theo thời gian. Khi sóng truyền đi, phần tử môi trường không truyền theo phương truyền sóng mà chỉ dao động tại chỗ.
- Dựa trên mối liên hệ giữa phương truyền sóng và phương dao động, sóng được phân thành hai loại:
 - Sóng dọc là sóng mà phương dao động của mỗi phần tử môi trường trùng với phương truyền sóng.
 - Sóng ngang là sóng mà phương dao động của mỗi phần tử môi trường vuông góc với phương truyền sóng.
- Các hiện tượng đặc trưng của sóng: phản xạ, khúc xạ, nhiễu xạ và giao thoa.

2. Các đặc trưng vật lý của sóng

- Bước sóng λ là quãng đường sóng truyền đi được trong một chu kỳ dao động T :

$$\lambda = vT.$$

- Tốc độ truyền sóng là tốc độ lan truyền dao động trong không gian. Tốc độ truyền sóng trong không gian là hữu hạn và phụ thuộc vào tính chất của môi trường truyền sóng như mật độ môi trường, tính đàn hồi, nhiệt độ, áp suất, ...

Tốc độ lan truyền sóng cơ trong các môi trường: $v_{\text{rắn}} > v_{\text{lỏng}} > v_{\text{khí}}$.

- Cường độ sóng I là năng lượng sóng truyền qua một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian:

$$I = \frac{E}{S \Delta t} = \frac{\mathcal{P}}{S}.$$

3. Sóng điện từ

- Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian:
 - Sóng điện từ là sóng ngang.
 - Sóng điện từ truyền trong chân không với tốc độ $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Trong môi trường vật chất, tốc độ truyền của sóng điện từ đều nhỏ hơn c .
 - Một số hiện tượng đặc trưng của sóng điện từ là: phản xạ, khúc xạ, nhiễu xạ, ...
- Ánh sáng có bản chất là sóng điện từ. Bước sóng của ánh sáng có tần số f trong chân không $\lambda = \frac{c}{f}$.
- Thang sóng điện từ:

	Ánh sáng nhìn thấy	Tia hồng ngoại (IR)	Tia tử ngoại (UV)	Sóng vô tuyến	Tia X	Tia gamma
--	--------------------	---------------------	-------------------	---------------	-------	-----------

Nhìn thấy bằng mắt thường	Có	Không				
Bước sóng	0,38 μm đến 0,76 μm	0,76 μm đến 1 mm	10 nm đến 400 nm	1 mm đến 100 km	30 pm đến 3 nm	10 ⁻⁵ nm đến 0,1 nm
Nguồn phát	Mặt Trời, một số loại đèn, tia chớp, ngọn lửa, ...	Vật có nhiệt độ cao hơn môi trường xung quanh thì phát được tia hồng ngoại ra môi trường. Nguồn thông dụng là bóng đèn dây tóc, bếp gas, bếp than, diode hồng ngoại, ...	Vật có nhiệt độ trên 2000 °C thì phát ra tia tử ngoại, nhiệt độ của vật càng cao thì bước sóng tia tử ngoại phát ra càng nhỏ. Hồ quang điện, đèn hơi thủy ngân là nguồn phát tia tử ngoại mạnh.	Được phát ra từ anten và được sử dụng để "mang" các thông tin như âm thanh, hình ảnh đi rất xa.	Được tạo ra khi các elec- tron chuyển động với tốc độ cao tới đập vào tấm kim loại có nguyên tử lượng lớn trong ống tia X (ống Cu-lít-giơ)	Trên Trái Đất, tia gamma thường sinh ra bởi sự phân rã gamma từ đồng vị phóng xạ tự nhiên và bức xạ thứ cấp từ các tương tác với các hạt trong tia vũ trụ.

Tính chất và ứng dụng	<p>Ánh sáng đỏ có bước sóng dài nhất $0,76\mu\text{m}$ (tần số và năng lượng nhỏ nhất). Ánh sáng tím có bước sóng ngắn nhất $0,38\mu\text{m}$ (tần số và năng lượng lớn nhất).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tác dụng nổi bật là tác dụng nhiệt \rightarrow sưởi ấm, sấy khô. - Chụp ảnh, quay phim ban đêm. - Có khả năng biến điệu như sóng điện từ cao tần \rightarrow Điều khiển từ xa và truyền tin. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tác dụng mạnh lên kính ảnh. - Kích thích nhiều phản ứng hoá học. - Ion hoá không khí. - Tác dụng sinh học: huỷ diệt tế bào \rightarrow sát trùng, khử khuẩn. - Chữa bệnh còi xương. - Làm phát quang một số chất \rightarrow phát hiện vết nứt nhỏ, vết xước trên bề mặt sản phẩm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sóng vô tuyến dùng trong truyền thanh, truyền hình được phát ra từ anten thì bị phản xạ bởi tầng điện li trước khi tới máy thu. - Sóng VHF (Very High Frequency) và sóng UHF (Ultra High Frequency) được sử dụng cho các đài phát thanh và truyền hình địa phương. - Sóng vi ba được sử dụng cho viễn thông quốc tế và chuyển tiếp hình ảnh qua vệ tinh thông tin và cho mạng điện thoại di động qua tháp vi ba. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tính chất nổi bật của tia X là khả năng đâm xuyên mạnh \rightarrow dùng phát hiện bọt khí bên trong sản phẩm, kiểm tra hành lý ở sân bay, ... - Làm đen kính ảnh \rightarrow dùng để chiếu điện, chụp điện. - Làm phát quang một số chất. - Ion hóa không khí. - Tác dụng huỷ diệt tế bào \rightarrow dùng chữa ung thư nông. 	<ul style="list-style-type: none"> - Trong y học, tia gamma được dùng trong phẫu thuật, điều trị các căn bệnh liên quan đến khối u, dị dạng mạch máu, các bệnh chức năng của não. - Tia gamma còn được ứng dụng trong lĩnh vực công nghiệp. Tia gamma giúp phát hiện, các khuyết tật bằng hình ảnh rõ ràng với độ chính xác cao.
------------------------------	--	--	---	--	--	--

4. Giao thoa sóng

- Hiện tượng giao thoa sóng là hiện tượng hai sóng kết hợp gặp nhau, tăng cường nhau hoặc làm suy yếu nhau tại một số vị trí trong môi trường.
- Hai sóng kết hợp là hai sóng thoả điều kiện:

- cùng phương dao động;
- cùng tần số;
- độ lệch pha không đổi theo thời gian.
- Hiện tượng giao thoa ánh sáng là hiện tượng xuất hiện các vạch sáng xen kẽ các vạch tối khi hai sóng ánh sáng kết hợp gặp nhau.
- Khoảng vân là khoảng cách giữa hai vân sáng (hoặc hai vân tối) liên tiếp.

5. Sóng dừng

Sự giao thoa của hai sóng kết hợp truyền ngược chiều nhau trên cùng một phương tạo thành các bụng sóng (các điểm dao động với biên độ cực đại) xen kẽ với các nút sóng (các điểm đứng yên). Bụng sóng và nút sóng xen kẽ và cách đều nhau. Khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp là $\frac{\lambda}{2}$.

Tóm tắt công thức

1. Các đại lượng đặc trưng của sóng

1.1. Chu kì, tần số

$$T = \frac{\Delta t}{N}; \quad f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{1}{T}.$$

1.2. Tốc độ truyền sóng

$$v = \frac{s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f.$$

1.3. Cường độ sóng

$$I = \frac{E}{S \Delta t} = \frac{\mathcal{P}}{S}.$$

2. Phương trình sóng

2.1. Phương trình sóng

Nguồn sóng O dao động theo phương vuông góc với trục Ox với phương trình li độ:

$$u_O = A \cos(\omega t)$$

thì phương trình dao động tại điểm M cách nguồn O đoạn x :

$$u_M = A \cos\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right).$$

2.2. Độ lệch pha giữa hai điểm bất kì trên phương truyền sóng

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$$

trong đó d là khoảng cách giữa hai điểm trên phương truyền sóng.

3. Giao thoa sóng

3.1. Giao thoa với 2 nguồn sóng cơ cùng pha

Các điểm nằm trên đường trung trực của đoạn thẳng nối hai nguồn sẽ dao động với biên độ cực đại.

- Vị trí các điểm dao động với biên độ cực đại thỏa: $d_1 - d_2 = k\lambda$, $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$
- Vị trí các điểm dao động với biên độ cực tiểu thỏa: $d_1 - d_2 = (k + 0.5)\lambda$, $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$

3.2. Giao thoa với 2 nguồn sóng cơ ngược pha

Các điểm nằm trên đường trung trực của đoạn thẳng nối hai nguồn sẽ dao động với biên độ cực tiểu.

- Vị trí các điểm dao động với biên độ cực đại thỏa: $d_1 - d_2 = (k + 0.5)\lambda$, $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$
- Vị trí các điểm dao động với biên độ cực tiểu thỏa: $d_1 - d_2 = k\lambda$, $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$

3.3. Giao thoa ánh sáng với thí nghiệm Young

- Khoảng vân:

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

trong đó:

- i : khoảng vân, đơn vị trong hệ SI là (m);
- λ : bước sóng ánh sáng, đơn vị trong hệ SI là (m);
- D : khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát, đơn vị trong hệ SI là (m);
- a : khoảng cách giữa hai khe hẹp, đơn vị trong hệ SI là (m).
- Vị trí vân sáng: $x_s = ki$, $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$
- Vị trí các vân tối: $x_t = (k + 0.5)i$, $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$

4. Sóng dừng

4.1. Vị trí bụng sóng/nút sóng

Các bụng sóng và nút sóng các nút sóng cách đều cố định

- Vị trí bụng sóng:

$$d = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0; 1; 2; \dots).$$

- Vị trí nút sóng:

$$d = k \frac{\lambda}{2} \quad (k = 0; 1; 2; \dots).$$

4.2. Điều kiện để có sóng dừng

Sóng dừng hai đầu cố định

Chiều dài dây:

$$\ell = n \cdot \frac{\lambda}{2} = n \cdot \frac{v}{2f}, \quad n = 1; 2; 3; \dots$$

Trên dây có:

- n bụng sóng;
- $n + 1$ nút sóng.

Tần số của nguồn:

$$f = n \cdot \frac{v}{2\ell}$$

- Hoạ âm cơ bản (bậc 1): $f_1 = \frac{v}{2\ell}$.
- Hoạ âm bậc n : $f_n = n f_1$.

Sóng dừng 1 đầu cố định và 1 đầu tự do

Chiều dài dây:

$$\ell = (2n + 1) \cdot \frac{\lambda}{4} = (2n + 1) \cdot \frac{v}{4f}, \quad n = 0; 1; 2; \dots$$

Trên dây có:

- $n + 1$ bụng sóng;
- $n + 1$ nút sóng.

Tần số của nguồn:

$$f = (2n + 1) \cdot \frac{v}{4\ell} = m \cdot \frac{v}{4\ell}$$

- Hoạ âm cơ bản (bậc 1): $f_1 = \frac{v}{4\ell}$.
- Hoạ âm bậc m : $f_m = m f_1, \quad m = 1; 3; 5; \dots$

Câu hỏi ôn tập

Câu 1: Một sóng cơ với tần số f truyền trên một sợi dây đàn hồi với tốc độ v và có bước sóng λ . Hệ thức đúng là

- A. $v = \frac{\lambda}{f}$. B. $v = \lambda f$. C. $v = 2\pi\lambda f$. D. $v = \frac{f}{\lambda}$.

Câu 2: Sóng điện từ

- A. là sóng dọc và truyền được trong chân không.
B. là sóng ngang và truyền được trong chân không.
C. là sóng dọc và không truyền được trong chân không.
D. là sóng ngang và không truyền được trong chân không.

Câu 3: Xét các tia gồm tia hồng ngoại, tia X, tia gamma, tia β . Tia có bản chất khác với các tia còn lại là

- A. tia gamma. B. tia β . C. tia X. D. tia hồng ngoại.

Câu 4: Mặt đèn hình của ti vi sử dụng ống phóng điện tử thường được chế tạo rất dày là nhằm mục đích

- A. chặn các tia rơnghen thoát ra ngoài. B. giảm độ nóng cho mặt đèn hình.
C. tăng độ bền cơ học cho đèn hình. D. ngăn không cho các electron thoát ra ngoài.

Câu 5: Một sóng cơ hình sin truyền theo trục Ox . Phương trình dao động của một phần tử môi trường trên Ox là $u = 2 \cos 10t$ mm. Biên độ của sóng là

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

Câu 6: Khi nói về tia X, phát biểu nào sau đây đúng?

- A. Tia X là dòng hạt mang điện. B. Tia X không có khả năng đâm xuyên.
C. Tia X có bản chất là sóng điện từ. D. Tia X không truyền được trong chân không.

Câu 7: Phát biểu nào sau đây **không đúng** với sóng cơ?

- A. Sóng cơ có thể lan truyền được trong môi trường chân không.
B. Sóng cơ có thể lan truyền được trong môi trường chất lỏng.
C. Sóng cơ có thể lan truyền được trong môi trường chất khí.
D. Sóng cơ có thể lan truyền được trong môi trường chất rắn.

Câu 8: Trên mặt nước đủ rộng có một nguồn điểm O dao động điều hòa theo phương thẳng đứng tạo ra một hệ sóng tròn đồng tâm O lan tỏa ra xung quanh. Thả một nút chai nhỏ nổi trên mặt nước nơi có sóng truyền qua thì nút chai

- A. sẽ bị sóng cuốn ra xa nguồn.
- B. sẽ dịch chuyển lại gần nguồn.
- C. sẽ dao động tại chỗ theo phương thẳng đứng.
- D. sẽ dao động theo phương nằm ngang.

Câu 9: Trong hiện tượng sóng dừng trên dây đàn hồi, khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp bằng

- A. hai lần bước sóng.
- B. một bước sóng.
- C. một nửa bước sóng.
- D. một phần tư bước sóng.

Câu 10: Âm mà tai người nghe được có tần số f nằm trong khoảng

- A. $16 \text{ kHz} \leq f \leq 20\,000 \text{ Hz}$.
- B. $16 \text{ Hz} \leq f \leq 30\,000 \text{ Hz}$.
- C. $f \geq 20\,000 \text{ Hz}$.
- D. $16 \text{ Hz} \leq f \leq 20 \text{ kHz}$.

Câu 11: Trên một sợi dây đang có sóng dừng. Biết sóng truyền trên dây có bước sóng 30 cm. Khoảng cách ngắn nhất từ một nút đến một bụng là

- A. 15 cm.
- B. 30 cm.
- C. 7,5 cm.
- D. 60 cm.

Câu 12: Một bức xạ đơn sắc có tần số $3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Lấy $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Đây là

- A. bức xạ tử ngoại.
- B. bức xạ hồng ngoại.
- C. ánh sáng đỏ.
- D. ánh sáng tím.

Câu 13: Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?

- A. Sóng điện từ là sóng ngang.
- B. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ.
- C. Khi sóng điện từ lan truyền, vectơ cường độ điện trường luôn cùng phương với vectơ cảm ứng từ.
- D. Sóng điện từ lan truyền được trong chân không.

Câu 14: Tiến hành thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,6 \mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe là 0,3 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m. Trên màn, khoảng cách giữa vân sáng bậc 3 và vân sáng bậc 5 ở hai phía so với vân sáng trung tâm là

- A. 12 mm.
- B. 8 mm.
- C. 32 mm.
- D. 20 mm.

Câu 15: Một sợi dây đàn hồi dài 60 cm, được rung với tần số 50 Hz, trên dây tạo thành một sóng dừng ổn định với 4 bụng sóng, hai đầu là hai nút sóng. Tốc độ truyền sóng trên dây là

- A. 60 cm/s.
- B. 75 cm/s.
- C. 12 cm/s.
- D. 15 cm/s.

Câu 16: Trong bài thực hành xác định tốc độ truyền âm, một học sinh đo được bước sóng của âm là $\lambda = (77,0 \pm 0,5) \text{ cm}$. Biết tần số nguồn âm là $f = (440 \pm 10) \text{ Hz}$. Tốc độ truyền âm mà học sinh này đo được trong thí nghiệm là

A. (338 ± 9) m/s.

B. (339 ± 10) m/s.

C. (339 ± 9) m/s.

D. (338 ± 10) m/s.

Câu 17: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn AB cách nhau 11 cm dao động cùng pha cùng tần số 20 Hz, tốc độ truyền sóng trên mặt nước 80 cm/s. Số đường dao động cực đại và cực tiểu quan sát được trên mặt nước là

A. 5 cực đại và 6 cực tiểu.

B. 4 cực đại và 5 cực tiểu.

C. 6 cực đại và 5 cực tiểu.

D. 5 cực đại và 4 cực tiểu.

Câu 18: Thực hiện thí nghiệm sóng dừng trên một sợi dây thẳng đứng có đầu trên cố định, đầu dưới gắn với cần rung dao động theo phương ngang với tần số 10 Hz. Quan sát trên dây thấy có 4 bó sóng và đo được khoảng cách hai đầu dây là 0,8 m. Tốc độ truyền sóng trên dây là

A. 2 m/s.

B. 8 m/s.

C. 4 m/s.

D. 16 m/s.

Câu 19: Một sóng cơ lan truyền trong một môi trường đồng chất, đẳng hướng với tần số 20 Hz. Tốc độ truyền sóng trong môi trường là 25 cm/s. Bước sóng là

A. 0,8 cm.

B. 5,0 m.

C. 1,25 cm.

D. 5,0 cm.

Câu 20: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là $a = 1$ mm, khoảng cách từ hai khe đến màn là $D = 2,5$ m. Nguồn S phát ra ánh sáng trắng có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm. Vùng phủ nhau của quang phổ bậc 3 và quang phổ bậc 4 có bề rộng là

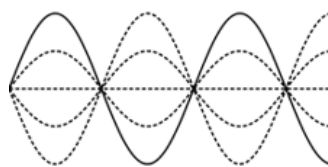
A. 0,76 mm.

B. 1,14 mm.

C. 1,52 mm.

D. 1,9 mm.

Câu 21: Sóng dừng hình thành trên một sợi dây, khi xảy ra ổn định hình ảnh của sợi dây có dạng như hình vẽ. Biết chiều dài của sợi dây là ℓ sóng truyền trên dây với bước sóng λ . Kết luận nào sau đây là đúng?



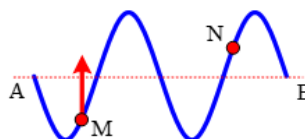
A. $\lambda = 3\ell$.

B. $\lambda = \frac{7\ell}{4}$.

C. $\lambda = 2\ell$.

D. $\lambda = \frac{\ell}{2}$.

Câu 22: Một sóng truyền theo phương AB. Tại một thời điểm nào đó, hình dạng sóng có dạng như hình vẽ. Biết rằng điểm M đang đi lên vị trí cân bằng. Khi đó điểm N đang chuyển động



A. chạy ngang.

B. đi xuống.

C. đi lên

D. đứng yên

Câu 23: Xét một sợi dây đàn hồi, có một đầu cố định, một đầu tự do. Với tần số 24 Hz thì trên dây có sóng dừng. Theo lý thuyết sóng dừng, trong các tần số $f_1 = 16 \text{ Hz}$, $f_2 = 36 \text{ Hz}$, $f_3 = 48 \text{ Hz}$, $f_4 = 56 \text{ Hz}$, $f_5 = 80 \text{ Hz}$, $f_6 = 96 \text{ Hz}$ thì số tần số có thể tạo được sóng dừng trên dây là

- A. 1. B. 2. C. 6. D. 5.

Câu 24: Trong thí nghiệm về dao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B dao động với tần số $f = 16 \text{ Hz}$ và cùng pha. Tại điểm M cách các nguồn lần lượt là $d_1 = 30 \text{ cm}$, $d_2 = 25,5 \text{ cm}$, sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực AB có hai dãy cực đại khác. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là

- A. 12 cm/s. B. 26 cm/s. C. 24 cm/s. D. 20 cm/s.

Câu 25: Thí nghiệm giao thoa Young với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ , khoảng cách giữa hai khe $a = 1 \text{ mm}$. Ban đầu, tại M cách vân trung tâm 5,25 mm người ta quan sát được vân sáng bậc 5. Giữ cố định màn chứa hai khe, di chuyển từ từ màn quan sát ra xa và dọc theo đường thẳng vuông góc với mặt phẳng chứa hai khe một đoạn 0,75 m thì thấy tại M chuyển thành vân tối lần thứ hai. Bước sóng λ có giá trị là

- A. 0,64 μm . B. 0,70 μm . C. 0,60 μm . D. 0,50 μm .