

Đề thi mẫu đánh giá năng lực

ĐH Quốc gia TP HCM 2019

Môn Lý

PHẦN I. HƯỚNG DẪN LÀM BÀI

CHƯƠNG I. DAO ĐỘNG CƠ

Dao động cơ là chuyển động có giới hạn trong không gian lặp đi lặp lại quanh vị trí cân bằng. Ví dụ như dao động của ngọn cây khi có gió, dao động của chiếc thuyền trên mặt biển. Trong quá trình dao động, nếu sau những khoảng thời gian bằng nhau, vật trở lại trạng thái ban đầu thì được gọi là **dao động tuần hoàn**.

Trong chương này, chúng ta sẽ tìm hiểu những phần sau:

- Dao động điều hòa.
- Dao động của con lắc lò xo.
- Dao động của con lắc đơn.
- Dao động khi có thêm lực ma sát.
- Tổng hợp hai dao động điều hòa.

1. Dao động điều hòa

Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.

Phương trình dao động điều hòa

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

Trong đó: x được gọi là li độ, là khoảng cách từ vật đến vị trí cân bằng

A được gọi là biên độ, hay li độ cực đại, là khoảng cách lớn nhất từ vật đến vị trí cân bằng.

ω được gọi là tần số góc (đơn vị là rad/s)

$\omega t + \varphi$ được gọi là pha dao động tại thời điểm t (đơn vị là rad)

Chu kỳ T (đơn vị là s) là thời gian để vật thực hiện được một dao động toàn phần (hoặc thời gian ngắn nhất để trạng thái dao động lặp lại như cũ)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{t}{N}$$

Trong đó: t : thời gian

N : số dao động vật thực hiện được trong thời gian t

Tần số f (đơn vị là Hz) là số dao động toàn phần vật thực hiện được trong một giây

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$$

Phương trình vận tốc cho biết sự phụ thuộc của vận tốc theo thời gian

$$v = x'(t) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$

Trong dao động điều hoà vận tốc sớm pha hơn li độ một góc là $\frac{\pi}{2}$.

Phương trình gia tốc cho biết sự phụ thuộc của gia tốc theo thời gian

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

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

Trong dao động điều hoà gia tốc sớm pha hơn vận tốc góc $\frac{\pi}{2}$ và ngược pha với li độ.

Hợp lực tác dụng lên vật dao động điều hoà luôn hướng về vị trí cân bằng và có độ lớn tỉ lệ với li độ dao động được gọi là lực kéo về hay lực hồi phục

$$F_{hp} = ma = -m\omega^2 x$$

Hệ thức độc lập thời gian

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

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

Ví dụ

Một vật dao động với phương trình $x = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ cm.

- Hãy xác định chu kỳ của dao động?
- Tại thời điểm $t = 1$ s, hãy xác định li độ của dao động.
- Xác định gia tốc của dao động khi $t = 2$ s.

Hướng dẫn

a. Chu kỳ dao động là $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0,5$ s

b. Tại $t = 1$ s ta có $\omega t + \varphi = 4\pi + \frac{\pi}{6}$ rad

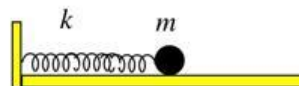
$$\Rightarrow x = 5\cos\left(4\pi + \frac{\pi}{6}\right) = 5\cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = 5\frac{\sqrt{3}}{2} = 2,5\sqrt{3} \text{ cm}$$

c. Tại $t = 2$ s, ta có $\omega t + \varphi = 8\pi + \frac{\pi}{6}$ rad

$$\Rightarrow a = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi) = -5 \cdot (4\pi)^2 \cos\left(8\pi + \frac{\pi}{6}\right) = -5 \cdot (4\pi)^2 \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = -400\sqrt{3} \text{ (cm/s}^2\text{)} = -4\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

2. Con lắc lò xo

Con lắc lò xo được cấu tạo gồm một vật nặng có khối lượng m gắn với một lò xo có độ cứng k . Kích thích cho con lắc dao động thì con lắc sẽ dao động điều hoà.



Tần số góc ω (rad/s)

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Trong đó: k là độ cứng của lò xo (đơn vị N/m)

m là khối lượng của vật (đơn vị kg)

Chu kỳ T (s)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Tần số f (Hz)

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

Cơ năng của con lắc lò xo là tổng động năng và thế năng đàn hồi của con lắc.

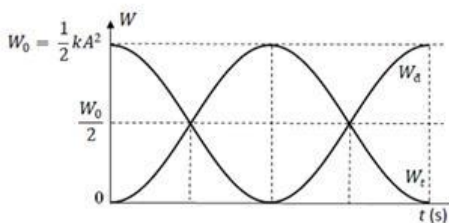
$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$$

Trong đó: W là cơ năng của con lắc lò xo (đơn vị J)

$W_d = \frac{1}{2}mv^2$ là động năng của con lắc (đơn vị J)

$W_t = \frac{1}{2}kx^2$ là thế năng của con lắc (đơn vị J)

Trong quá trình con lắc dao động điều hòa, có sự chuyển đổi qua lại giữa động năng và thế năng. Động năng và thế năng của con lắc biến thiên điều hòa theo thời gian với chu kỳ bằng một nửa chu kỳ của con lắc. Tuy nhiên cơ năng của con lắc lại được bảo toàn.



Ví dụ

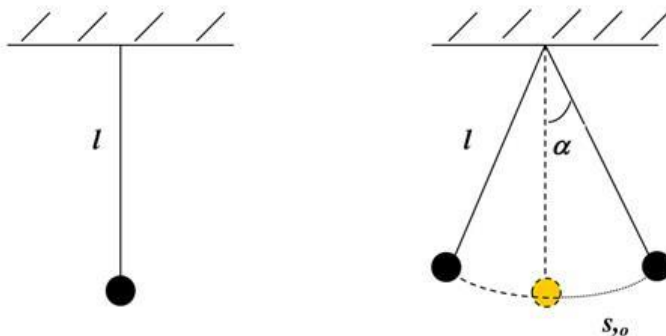
Một con lắc lò xo đặt nằm ngang gồm vật m và lò xo có độ cứng $k=100$ N/m. Kích thích để vật dao động điều hoà với động năng cực đại 0,5 J. Tính biên độ dao động của vật.

Hướng dẫn

$$W = W_{tmax} = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2W}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5}{100}} = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

3. Con lắc đơn

Con lắc đơn có cấu tạo gồm vật nhỏ có khối lượng m được treo trên đầu của một sợi dây nhẹ không dãn, có chiều dài l .



Vận tốc của con lắc đơn tại vị trí có góc lệch α

$$v = \sqrt{2gl(\cos\alpha - \cos\alpha_0)}$$

Lực căng dây T của con lắc đơn tại vị trí có góc lệch α

$$T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$$

Cơ năng của con lắc đơn là tổng động năng và thế năng của con lắc

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}mv^2 + mgl(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = mgl(1 - \cos\alpha_0)$$

Trong đó: W là cơ năng của con lắc đơn (đơn vị J)

$W_d = \frac{1}{2}mv^2$ là động năng của con lắc (đơn vị J)

$W_t = mgl(1 - \cos\alpha)$ là thế năng của con lắc (đơn vị J)

Tương tự con lắc lò xo, cơ năng của con lắc đơn bảo toàn.

Nếu con lắc đơn dao động với góc lệch cực đại nhỏ hơn 10^0 thì dao động của con lắc có thể xem như dao động điều hòa. Khi đó phương trình dao động của con lắc là:

$$s = s_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: s là li độ dao động

s_0 là biên độ

với $s = l\alpha$ và $s_0 = l\alpha_0$ ta thấy góc lệch của con lắc cũng biến đổi điều hòa theo thời gian

$$\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Trong đó: α là li độ góc (đơn vị rad)

α_0 là biên độ góc (đơn vị rad)

Tần số góc

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Trong đó: g là gia tốc trọng trường (đơn vị m/s^2)

l là chiều dài dây treo (đơn vị m)

Phương trình vận tốc

$$v = s' = -\omega s_0 \sin(\omega t + \varphi)$$

Phương trình gia tốc

$$a = v' = x'' = -\omega^2 \cdot s_0 \cos(\omega t + \varphi) \text{ (cm/s)} = -\omega^2 \cdot s$$

Chu kỳ

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Tần số

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Ví dụ

Một con lắc đơn có chiều dài $l = 1 \text{ m}$, được gắn vật $m = 0,1 \text{ kg}$. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha = 10^\circ$ rồi buông tay không vận tốc đầu cho vật dao động điều hòa. Tính chu kỳ dao động của con lắc đơn?

Hướng dẫn

Ta có $T = 2\pi \sqrt{l/g} = 2\pi \sqrt{1/\pi^2} = 2 \text{ (s)}$.

Nếu con lắc đơn dao động điều hòa với góc lệch cực đại α_0 nhỏ hơn 10° thì ta có các công thức gần đúng sau:

$$W_t = \frac{1}{2} m \omega^2 s^2 = \frac{1}{2} m g l \alpha^2$$

$$W = \frac{1}{2} m \omega^2 s_0^2 = \frac{1}{2} m g l \alpha_0^2$$

4. Các loại dao động

Trong các phần trên, ta giả thiết không có tác dụng của lực ma sát, các vật dao động với tần số chỉ phụ thuộc vào đặc tính của hệ dao động. Tần số đó được gọi là **tần số riêng f_0** của hệ và dao động đó được gọi là **dao động tự do**.

Trong thực tế, do có tác dụng của lực ma sát với môi trường nên dao động có biên độ giảm dần theo thời gian, ma sát càng lớn thì biên độ giảm càng nhanh. Ta gọi đó là **dao động tắt dần**.

Để cho dao động của vật không tắt, ta có thể làm một trong hai cách sau:

- Sau mỗi chu kỳ dao động, ta cung cấp cho hệ một lượng năng lượng bằng với lượng năng lượng bị tiêu hao do tác dụng của lực ma sát mà không làm thay đổi **tần số riêng f_0** của hệ.

Dao động được duy trì theo cách này được gọi là **dao động duy trì**.

- Tác động vào hệ một ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn (với tần số f) theo thời gian. Khi đó, dao động của hệ được gọi là **dao động cưỡng bức**.

Dao động cưỡng bức có những đặc điểm sau:

- + Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng **tần số f** của lực cưỡng bức.
- + Biên độ của dao động cưỡng bức tỉ lệ thuận với biên độ của ngoại lực. Đồng thời còn phụ thuộc vào độ chênh lệch của tần số của lực cưỡng bức f và tần số riêng f_0 của hệ, khi độ chênh lệch này càng nhỏ thì biên độ của dao động cưỡng bức càng lớn.
- + Khi tần số của lực cưỡng bức f bằng tần số riêng f_0 của hệ, biên độ của dao động cưỡng bức đạt giá trị cực đại. Hiện tượng này gọi là hiện tượng cộng hưởng.

5. Tổng hợp dao động điều hòa

Giả sử một vật thực hiện đồng thời 2 dao động điều hòa cùng phương cùng tần số có phương trình dao động

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

thì phương trình dao động tổng hợp của chúng có dạng

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

Trong đó: Biên độ được xác định bằng biểu thức $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

$$\text{Pha ban đầu được xác định bằng biểu thức } \tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

Biên độ của dao động tổng hợp nằm trong khoảng: $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$.

Cần lưu ý những trường hợp đặc biệt:

- Hai dao động cùng pha: $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = k2\pi \Rightarrow A_{\max} = A_1 + A_2$
- Hai dao động ngược pha: $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (2k + 1)\pi \Rightarrow A_{\min} = |A_1 - A_2|$
- Hai dao động lệch pha nhau một góc $\frac{\pi}{2}$: $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = k\pi + \frac{\pi}{2} \Rightarrow A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$

Ví dụ

Một vật thực hiện đồng thời 2 dao động điều hòa $x_1 = 3\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})$ cm và $x_2 = 3\cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$ cm. Hãy xác định dao động tổng hợp của hai dao động trên?

Hướng dẫn

Ta có dao động tổng hợp có dạng $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ cm

Trong đó:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} = \sqrt{3^2 + 3^2 + 2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6}\right)} = 3\sqrt{3} \text{ cm.}$$

$$\tan \varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{3\sin\frac{\pi}{2} + 3\sin\frac{\pi}{2}}{3\cos\frac{\pi}{6} + 3\cos\frac{\pi}{2}} = \sqrt{3}$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3} \text{ rad.}$$

$$\text{Phương trình dao động cần tìm là } x = 3\sqrt{3}\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ cm.}$$

6. Bài tập

Câu 1: Một vật dao động điều hòa với tần số góc $\omega = 10 \text{ rad/s}$, khi vật có li độ là 3 cm thì tốc độ là 40 cm/s. Hãy xác định biên độ của dao động?

- A. 4 cm. B. 5 cm. C. 6 cm. D. 3 cm.

Câu 2: Một vật dao động điều hòa với biên độ $A = 5 \text{ cm}$, trong 10 giây vật thực hiện được 20 dao động. Xác định phương trình dao động của vật biết rằng tại thời điểm ban đầu vật tại vị trí cân bằng theo chiều dương.

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

Câu 3: Một con lắc lò xo có khối lượng không đáng kể, độ cứng là k , lò xo treo thẳng đứng, bên dưới treo vật nặng có khối lượng m . Ta thấy ở vị trí cân bằng lò xo giãn ra một đoạn 16 cm. Kích thích cho vật dao động điều hòa. Xác định tần số của con lắc lò xo. Cho $g = \pi^2 \text{ (m/s}^2\text{)}$.

- A. 2,50 Hz. B. 5,25 Hz. C. 3,25 Hz. D. 1,25 Hz.

Câu 4: Một con lắc lò xo dao động điều hòa với biên độ A . Xác vị trí của con lắc để động năng bằng 3 lần thế năng?

- A. $\frac{\pm A}{\sqrt{2}}$. B. $\frac{\pm A}{2}$. C. $\pm A$. D. $\frac{\pm A\sqrt{3}}{2}$.

Câu 5: Một con lắc đơn có chiều dài l được kích thích dao động tại nơi có gia tốc trọng trường là g , và con lắc dao động với chu kỳ T . Hỏi nếu giảm chiều dài dây treo đi một nửa thì chu kỳ của con lắc sẽ thay đổi như thế nào?

- A. Không đổi. B. Tăng $\sqrt{2}$ lần. C. Giảm $\sqrt{2}$ lần. D. Giảm 2 lần.

Câu 6: Tại cùng một địa điểm thực hiện thí nghiệm, con lắc đơn có chiều dài l_1 thì dao động với chu kỳ T_1 , con lắc đơn l_2 thì dao động với chu kỳ T_2 . Hỏi nếu thực hiện thí nghiệm với con lắc đơn có chiều dài $l = l_1 + l_2$ thì con lắc đơn dao động với chu kỳ T là bao nhiêu?

A. $T = T_1^2 \cdot T_2^2$. B. $T^2 = \frac{T_1^2 \cdot T_2^2}{(T_1^2 + T_2^2)}$. C. $T^2 = (T_1^2 + T_2^2)$. D. $T = (T_1^2 + T_2^2)$.

Câu 7: Một con lắc đơn có chiều dài $l = 1\text{ m}$, đầu trên treo vào trần nhà, đầu dưới gắn với vật có khối lượng $m = 0,1\text{ kg}$. Kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng một góc $\alpha = 45^\circ$ và buông tay không vận tốc đầu cho vật dao động. Biết $g = 10\text{ m/s}^2$. Hãy xác lực căng dây của dây treo khi vật đi qua vị trí có $\alpha = 30^\circ$.

A. 2,00 N. B. 1,50 N. C. 1,18 N. D. 3,50 N.

Câu 8: Cho hai dao động điều hoà cùng phương $x_1 = 5\sqrt{3}\cos 10\pi t$ (cm) và $x_2 = A_2\sin 10\pi t$ (cm). Biết biên độ của dao động tổng hợp là 10 cm. Giá trị của A_2 là

A. 5 cm. B. 4 cm. C. 8 cm. D. 6 cm.

Câu 9: Một vật có khối lượng $m = 0,5\text{ kg}$ thực hiện đồng thời 2 dao động

$x_1 = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm) và $x_2 = 2\cos\left(4\pi t - \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm). Xác định cơ năng của vật.

A. 3,6 mJ. B. 0,720 J. C. 0,036 J. D. 0,360 J.

Câu 10: Chọn câu sai khi nói về dao động cưỡng bức.

- A. Tần số dao động bằng tần số của ngoại lực.
- B. Biên độ dao động phụ thuộc vào tần số của ngoại lực.
- C. Dao động theo quy luật hàm sin của thời gian.
- D. Tần số ngoại lực tăng thì biên độ dao động tăng.

7. Đáp án

Câu	Từ khóa	Kiến thức cần có	Cách giải
I. (B)	... $\omega = 10\text{ rad/s}$, ...li độ 3 cm...tốc độ 40 cm/s... xác định biên độ	$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$	$A^2 = 3^2 + \left(\frac{40}{10}\right)^2 = 25$ $\Rightarrow A = 5\text{ cm}$

2. (B)	... dao động điều hòa ... $A = 5\text{cm}$, ... 10 giây ... 20 dao động... Xác định phương trình dao động ... thời điểm ban đầu vật tại vị trí cân bằng theo chiều dương.	Phương trình dao động điều hòa có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ Phương trình vận tốc $v = -A\omega \sin(\omega t + \varphi)$ $f = \frac{N}{t}$ $\omega = 2\pi f$.	$A = 5\text{ cm}$ $f = 20/10 = 2\text{ Hz}$ $\Rightarrow \omega = 4\pi\text{ (rad/s)}$. Tại $t = 0\text{ s}$ vật đang ở vị trí cân bằng theo chiều dương $x = A\cos(\varphi) = 0 \Rightarrow \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$ mà $v > 0 \Rightarrow \sin(\varphi) < 0$ $\Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}\text{ rad}$. $\Rightarrow x = 5 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{2}\right)\text{ cm}$
3. (D)	... con lắc lò xo... độ cứng là k ... khối lượng m ... ở vị trí cân bằng ... giãn ra một đoạn 16 cm ... Xác định tần số. Cho $g = \pi^2\text{(m/s}^2\text{)}$	$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta l}}$	Ta có tại vị trí cân bằng: $P = F_{\text{đh}} \Rightarrow mg = k\Delta l$ $\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\Delta l}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi^2}{0,16}}$ $= 1,25\text{ Hz}$
4. (B)	Một con lắc lò xo ... biên độ A . Xác vị trí của con lắc ... động năng bằng 3 lần thế năng ...	$W = W_d + W_t$ $W_t = \frac{1}{2} kx^2$ $W = \frac{1}{2} kA^2$	Ta có $W_d = 3.W_t \Rightarrow W_t = \frac{1}{4}W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{8}kA^2$ $\Rightarrow x = \pm \frac{A}{2}$
5. (C)	Một con lắc đơn có chiều dài l ... gia tốc trọng trường là g ... chu kỳ T ... giảm chiều dài dây treo đi một nửa ... chu kỳ ... thay đổi ...	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	Ban đầu $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$; $T' = 2\pi \sqrt{\frac{l}{2g}}$ $\frac{T'}{T} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow T' = \frac{T}{\sqrt{2}}$ \Rightarrow Giảm so với chu kỳ ban đầu $\sqrt{2}$ lần.
6. (C)	... con lắc đơn có chiều dài l_1 ... chu kỳ T_1 , con lắc đơn l_2 ...	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	Gọi T_1 là chu kỳ của con lắc có chiều dài $l_1 \Rightarrow T_1 =$

	chu kỳ T_2 ...con lắc đơn có chiều dài $l = l_1+l_2$ thì chu kỳ T ...		$2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \Rightarrow T_1^2 = \frac{4\pi^2 l_1}{g}$ <p>Gọi T_2 là chu kỳ của con lắc có chiều dài $l_2 \Rightarrow T_2 =$</p> $2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}} \Rightarrow T_2^2 = \frac{4\pi^2 l_2}{g}$ <p>T là chu kỳ của con lắc có chiều dài $l = l_1 + l_2$</p> $\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow T =$ $2\pi\sqrt{\frac{l_1+l_2}{g}}$ $\Rightarrow T^2 = (T_1^2 + T_2^2).$
7. (C)	Một con lắc đơn ... $l = 1$ m, ... $m = 0,1$ kg. .. $\alpha = 45^\circ$... $g = 10$ m/s ² ...xác định lực căng dây... $\alpha = 30^\circ$	Lực căng dây T tại vị trí có góc lệch α $T = mg(3\cos\alpha - 2\cos\alpha_0)$	Ta có. $T = 0,1.10(3.\cos 30^\circ - 2.\cos\alpha_0) = 1,18$ N
8. (A)	hai dao động điều hoà $x_1 = 5\sqrt{3}\cos 10\pi t$ (cm) $x_2 = A_2\sin 10\pi t$ (cm)... biên độ của dao động tổng hợp là 10cm. Giá trị của A_2 ...	$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$	Ta có $x_1 = 5\sqrt{3}\cos 10\pi t$ (cm); $x_2 = A_2\sin 10\pi t$ (cm) = $A_2 \cos(10\pi t - \pi/2)$ cm. Ta có $10^2 = 3.5^2 + A_2^2 + 2.5.\sqrt{3}.A_2.\cos(\pi/2)$ $\Rightarrow 10^2 = 3.5^2 + A_2^2$ $\Rightarrow A_2^2 = 10^2 - 3.5^2 = 5^2$ $\Rightarrow A_2 = 5$ cm.
9. (C)	Một vật ... $m = 0,5$ kg ... 2 dao động $x_1 = 5\cos(4\pi t + \pi/6)$ cm và $x_2 = 2\cos(4\pi t - 5\pi/6)$ cm. Xác định cơ năng	$W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$	$m = 0,5$ kg $\omega = 4\pi$ rad/s $A = 5 - 2 = 3$ cm = 0,03 m $\Rightarrow W = \frac{1}{2}.0,5.(4.\pi)^2.0,03^2 = 0,036$ J
10. (D)	Chọn câu sai khi nói về dao động cưỡng bức.	Đặc điểm của dao động cưỡng bức	Tần số của ngoại lực f càng gần tần số riêng của hệ f_0 thì biên độ dao động tăng.

CHƯƠNG II. SÓNG CƠ

Khi một phần tử vật chất dao động điều hòa, do có lực liên kết, nó sẽ kéo các phần tử vật chất kế nó dao động theo. Dao động được lan truyền từ phần tử này đến phần tử khác. Quá trình lan truyền dao động trong môi trường vật chất (rắn, lỏng, khí) này được gọi là **sóng cơ**.

Sóng cơ được chia làm hai loại:

- **Sóng ngang** là sóng cơ trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng. Sóng ngang truyền trong chất rắn và trên bề mặt chất lỏng.
- **Sóng dọc** là sóng cơ trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng. Sóng dọc truyền được cả trong môi trường rắn, lỏng, khí.

Trong chương này, chúng ta sẽ tìm hiểu các phần sau:

- Các đặc trưng của sóng hình sin và quá trình lan truyền sóng
- Hiện tượng giao thoa sóng
- Hiện tượng sóng dừng
- Sóng âm và các đặc trưng của sóng âm

1. Đặc trưng của sóng hình sin

Biên độ A của sóng là biên độ dao động của một phần tử môi trường có sóng truyền qua.

Chu kỳ T (hoặc tần số f) của sóng là chu kỳ (hoặc tần số) dao động của một phần tử của môi trường có sóng truyền qua.

Tốc độ truyền sóng v là tốc độ lan truyền dao động trong môi trường. Với mỗi môi trường, tốc độ truyền sóng v có giá trị không đổi.

Bước sóng λ là quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kỳ.

$$\lambda = v \cdot T = \frac{v}{f}$$

Trên phương truyền sóng, hai phần tử cách nhau một khoảng bằng bước sóng thì dao động cùng pha.

Năng lượng sóng là năng lượng dao động (cơ năng) của các phần tử của môi trường có sóng truyền qua.

2. Phương trình truyền sóng

Xét quá trình truyền sóng từ nguồn O đến điểm M:

Tại nguồn O, phương trình dao động là:

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

Khi sóng truyền đến điểm M, dao động tại điểm M giống như dao động tại O nhưng trễ hơn một khoảng thời gian Δt . Phương trình dao động tại M là:



$$u_M = A \cos(\omega(t - \Delta t) + \varphi_0)$$

$$u_M = A \cos \left[\omega \left(t - \frac{d}{v} \right) + \varphi_0 \right]$$

$$u_M = A \cos \left(\omega t + \varphi_0 - \frac{\omega d}{v} \right)$$

$$u_M = A \cos \left(\omega t + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{vT} \right)$$

$$u_M = A \cos \left(\omega t + \varphi_0 - \frac{2\pi d}{\lambda} \right) \text{ với } t \geq d/v.$$

Dao động tại điểm M trễ pha hơn dao động tại nguồn O một lượng là $\frac{2\pi d}{\lambda}$.

Ví dụ

Một nguồn sóng cơ có phương trình $u_0 = 4\cos(20\pi t)$ cm. Sóng truyền theo phương ON với vận tốc 20 cm/s.

- Xác định tần số của sóng.
- Xác định bước sóng.
- Xác định phương trình sóng tại điểm N cách nguồn O một đoạn 5 cm.

Hướng dẫn

- Ta có $\omega = 2\pi f = 20\pi \Rightarrow f = 10$ Hz
- $\lambda = v/f = 20/10 = 2$ cm
- Phương trình sóng tại N có dạng $u_N = 4\cos(20\pi t - 2\pi d/\lambda)$ cm.

Trong đó và $d = 5$ cm $\Rightarrow \Delta\varphi = 2\pi \cdot 5/2 = 5\pi$ rad/s

Phương trình sóng tại N:

$$u_N = 4\cos(20\pi t - 5\pi) \text{ cm.}$$

$$\Rightarrow 4\cos(20\pi t - \pi) \text{ cm.}$$

3. Giao thoa sóng cơ

Nếu trên mặt nước có đồng thời hai nguồn sóng dao động cùng phương, cùng tần số và có độ lệch pha không đổi, khi đó trên mặt nước sẽ xuất hiện những điểm hai sóng truyền tới cùng pha, tăng cường lẫn nhau, tạo thành những điểm dao động với biên độ cực đại, đồng thời xuất hiện những điểm hai sóng truyền tới ngược pha, triệt tiêu lẫn nhau, tạo thành những điểm dao động với biên độ cực tiểu. Hai sóng thỏa điều kiện trên gọi là **hai sóng kết hợp**, và hiện tượng trên gọi là hiện tượng **giao thoa sóng**.

Trên mặt nước khi xảy ra giao thoa sóng, những điểm dao động cực đại tạo thành những đường hypebol gọi là vân cực đại, xen kẽ với nó là những đường hypebol dao động cực tiểu gọi là vân cực tiểu.

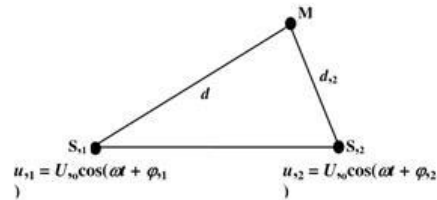
4. Phương trình giao thoa sóng

Xét hai nguồn sóng có phương trình:

$$u_1 = U_0 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$u_2 = U_0 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

Khi đó, tại điểm M cách 2 nguồn những khoảng lần lượt là d_1 và d_2 sẽ có phương trình sóng truyền đến là:



$$u_{1M} = U_0 \cos\left(\omega t + \varphi_1 - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)$$

$$u_{2M} = U_0 \cos\left(\omega t + \varphi_2 - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$$

Phương trình dao động tổng hợp tại M là

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2 \cdot U_0 \cos\left[\frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{2} + \pi(d_2 - d_1)/\lambda\right] \cos\left[\omega t + \frac{(\varphi_1 + \varphi_2)}{2} - \pi(d_2 + d_1)/\lambda\right]$$

$$u_M = A_M \cos\left[\omega t + \frac{(\varphi_1 + \varphi_2)}{2} - \pi(d_2 + d_1)/\lambda\right]$$

$$\text{Với } A_M = |2 \cdot U_0 \cos\left[\frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{2} + \pi(d_2 - d_1)/\lambda\right]| = |2 \cdot U_0 \cdot \cos[-\Delta\varphi/2 + \pi(d_2 - d_1)/\lambda]|$$

Lưu ý:

- M là điểm dao động cực đại khi:

$$A_{\max} \Rightarrow \cos[-\Delta\varphi/2 + \pi(d_2 - d_1)/\lambda] = \pm 1 \Rightarrow [-\Delta\varphi/2 + \pi(d_2 - d_1)/\lambda] = k\pi$$

- M là điểm dao động cực tiểu khi:

$$A_{\min} \text{ khi } \cos[-\Delta\varphi/2 + \pi(d_2 - d_1)/\lambda] = 0 \Rightarrow [-\Delta\varphi/2 + \pi(d_2 - d_1)/\lambda] = (k + 1/2)\pi$$

- Xác định số cực đại - cực tiểu giữa hai điểm MN bất kỳ:

+ Số điểm cực đại là số giá trị k nguyên thỏa điều kiện:

$$-\Delta\varphi/2\pi + \Delta d_M/\lambda \leq k \leq -\Delta\varphi/2\pi + \Delta d_N/\lambda$$

Số điểm cực tiểu là số giá trị k nguyên thỏa điều kiện:

$$-\Delta\varphi/2\pi + \Delta d_M/\lambda \leq k + 1/2 \leq -\Delta\varphi/2\pi + \Delta d_N/\lambda$$

Ví dụ 1

Thực hiện thí nghiệm giao thoa sóng cơ trên mặt nước với hai nguồn cùng pha có tần số 10 Hz, vận tốc truyền sóng trên mặt nước là $v = 50$ cm/s. Điểm M cách nguồn 1 một đoạn $d_1 = 17,5$ cm và cách nguồn 2 một đoạn $d_2 = 25,0$ cm, thuộc vân cực đại hay cực tiểu và thuộc vân thứ mấy kể từ vân trung tâm?

Hướng dẫn

Ta có $d_2 - d_1 = 25,0 - 17,5 = 7,5$ cm và $\lambda = v/f = 50/10 = 5$ cm

$$\Rightarrow \Delta d = 1,5 \cdot \lambda$$

⇒ Nằm trên vân cực tiểu thứ 2.

Ví dụ 2

Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 12,5 cm dao động cùng pha với tần số 10 Hz. Tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 20 cm/s. Tính số vân dao động cực đại trên mặt nước?

Hướng dẫn

Số vân dao động cực đại là số giá trị k nguyên thỏa điều kiện: $-l/\lambda < k < l/\lambda$

Trong đó $l = 12,5$ cm; $\lambda = v/f = 20/10 = 2$ cm

$-12,5/2 < k < 12,5/2 \Rightarrow -6,25 < k < 6,25$

⇒ Có 13 vân cực đại

5. Hiện tượng sóng dừng

Khi sóng truyền gặp một vật cản sẽ xảy ra hiện tượng **phản xạ sóng**. Sóng phản xạ có cùng tần số và cùng bước sóng với sóng tới.

- Nếu gặp vật cản cố định thì sóng phản xạ ngược pha với sóng tới.

- Nếu gặp vật cản tự do thì sóng phản xạ cùng pha với sóng tới.

Sau khi sóng bị phản xạ, xảy ra sự giao thoa giữa sóng tới và sóng phản xạ. Khi đó xuất hiện những điểm sóng tăng cường lẫn nhau gọi là **bụng sóng**, xen kẽ với những điểm sóng triệt tiêu lẫn nhau gọi là **nút sóng**. Khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp gọi là bó sóng.

Lưu ý:

- Các bụng sóng liên tiếp (các nút liên tiếp) cách nhau $\lambda/2$.

- Khoảng cách giữa một bụng và một nút liên tiếp là $\lambda/4$.

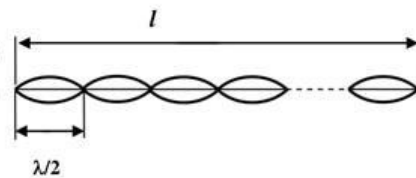
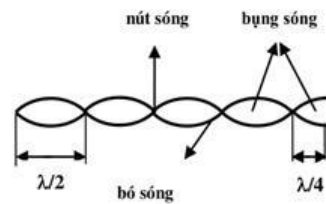
- Các điểm trong cùng một bụng thì luôn dao động cùng pha với nhau.

- Các điểm bất kỳ ở hai bụng liên tiếp luôn dao động ngược pha với nhau.

- Biên độ cực đại của các bụng là $2A$, bề rộng cực đại của bụng là $4A$.

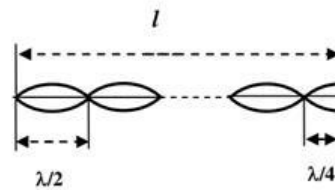
Trên sợi dây có hai đầu cố định, nếu xảy ra sóng dừng, thì trên dây là xuất hiện một số nguyên lần bó sóng, chiều dài sợi dây phải thỏa điều kiện:

$l = k\lambda/2 = 2k\lambda/4$ với $k = (1, 2, 3...)$



Trên sợi dây có một đầu cố định - một đầu tự do, nếu xảy ra sóng dừng, thì trên dây là xuất hiện một số nguyên lần bố sóng, chiều dài sợi dây phải thỏa điều kiện:

$$l = k\lambda/2 + \lambda/4 = (2k + 1) \cdot \lambda/4 \text{ với } k = (1, 2, 3 \dots)$$



Ví dụ

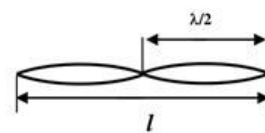
Thực hiện thí nghiệm sóng dừng trên sợi dây có hai đầu cố định có chiều dài 90 cm. Tần số của nguồn sóng là 10 Hz thì thấy trên dây có 2 bụng sóng. Xác định vận tốc truyền sóng trên dây.

Hướng dẫn

Điều kiện để có sóng dừng trên sợi dây hai đầu cố định là

$$l = k\lambda/2 = 2\lambda/2 = \lambda = 90 \text{ cm. (do trên dây có 2 bố sóng)}$$

$$\Rightarrow v = \lambda \cdot f = 90 \cdot 10 = 900 \text{ cm} = 9 \text{ m/s}$$



6. Sóng âm

Sóng âm là những sóng cơ học truyền trong môi trường, khi truyền đến tai người (hoặc động vật) làm màng nhĩ dao động, gây ra cảm giác âm.

Một vật dao động phát ra âm được gọi là **nguồn âm**.

Sóng âm có thể truyền trong môi trường đàn hồi (rắn, lỏng, khí...). Sóng âm **không** truyền được trong chân không.

Tính đàn hồi của môi trường càng cao thì tốc độ âm càng lớn, tốc độ truyền âm theo thứ tự **tăng dần từ khí → lỏng → rắn**.

Trong chất rắn và trên bề mặt chất lỏng, sóng âm là sóng ngang. Trong chất khí, chất lỏng và chất rắn sóng âm là sóng dọc.

7. Đặc trưng vật lý của sóng âm

Những âm có tần số xác định được gọi là **nhạc âm**, những âm không có tần số xác định gọi là **tạp âm**. Chúng ta chỉ khảo sát các đặc trưng của nhạc âm.

Tần số âm f (đơn vị Hz) là một trong những đặc trưng vật lý quan trọng nhất của âm.

- Tai người chỉ có thể nghe được những âm có tần số nằm trong khoảng từ **16 Hz đến 20000 Hz** gọi là âm nghe được (hay còn gọi là **âm thanh**).

- Một số động vật (voi, bồ câu, ...) nghe được âm có tần số nhỏ hơn **16 Hz**, những âm này được gọi là **hạ âm**.

- Một số động vật (dơi, chó, cá heo ...) nghe được âm có tần số lớn hơn **20000 Hz**, những âm này được gọi là **siêu âm**.

Cường độ âm I (đơn vị W/m^2 ,) tại một vị trí là đại lượng đo bằng lượng năng lượng mà sóng âm tải qua một đơn vị diện tích đặt tại điểm đó, vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

$$\Rightarrow IR^2 = \text{hằng số hay } I_A \cdot R_A^2 = I_B \cdot R_B^2$$

Trong đó: P là công suất nguồn âm (đơn vị W)
 S là diện tích sóng âm truyền qua (đơn vị m^2)
 R là khoảng cách đến nguồn âm (đơn vị m)

Mức cường độ âm L (đơn vị Ben (B) hoặc đêxiben (dB)) được xác định bằng biểu thức

$$L(B) = \lg \frac{I}{I_0} (\text{đơn vị B})$$

$$\text{Hay } L(\text{dB}) = 10 \lg \frac{I}{I_0} (\text{đơn vị dB})$$

Trong đó:

I là cường độ âm tại điểm nghiên cứu (đơn vị W/m^2)

$I_0 = 10^{-12} W/m^2$ là cường độ âm chuẩn (cường độ âm nhỏ nhất mà tai người nghe được)

Ví dụ 1

Một nguồn âm có công suất 30 W. Hãy xác định cường độ âm tại điểm cách nguồn âm một khoảng cách là 5 m.

Hướng dẫn

$$I = P/(4\pi R^2) = 30/(4\pi 5^2) = 0,095 W/m^2$$

Ví dụ 2

Tại hai điểm A và B trên phương truyền sóng có khoảng cách đến nguồn lần lượt là 1 m và 100 m. Biết mức cường độ âm tại A là 70 dB. Hỏi mức cường độ âm tại B là bao nhiêu?

Hướng dẫn

$$\text{Ta có } I_A \cdot R_A^2 = I_B \cdot R_B^2$$

$$L_A - L_B = 10[\lg(I_A/I_0) - \lg(I_B/I_0)] = 10 \cdot \lg(I_A/I_B) = 10 \cdot \lg(R_B^2/R_A^2) = 10 \cdot \lg(100^2) = 40$$

$$\Rightarrow L_B = 70 - 40 = 30 \text{ dB.}$$

Đồ thị âm: Mỗi một nhạc cụ đều có một bộ phận được gọi là hộp cộng hưởng (VD: thùng đàn, ...). Hộp cộng hưởng làm cho âm do nhạc cụ phát ra to hơn. Đồng thời, khi nhạc cụ phát ra âm cơ bản (họa âm thứ nhất) có tần số f_0 , hộp cộng hưởng làm cho nhạc cụ phát ra các âm có tần số $2f_0, 3f_0, \dots$ gọi là họa âm thứ hai, họa âm thứ 3, Biên độ các họa âm khác nhau tùy thuộc vào nhạc cụ. Tổng hợp đồ thị dao động của âm cơ bản và các họa âm cho ta **đồ thị âm**.

Lưu ý:

Với dây đàn có hai đầu dây cố định, điều kiện để có sóng dừng trên dây là

$$l = k \cdot \lambda / 2 = k \cdot v / (2f) \Rightarrow f = k \cdot v / (2l) = k \cdot f_0$$

Trong đó $f_0 = v / (2l)$ là âm cơ bản

Dây đàn có thể phát ra các họa âm bậc 1, 2, 3, 4, ... (tất cả các họa âm)

Với ống sáo có một đầu kín - một đầu hở, điều kiện để có sóng dừng trong ống sáo là

$$l = (k + 1/2) \lambda / 4 = (k + 1/2) v / (4f) \Rightarrow f = (k + 1/2) v / (4l) = (k + 1/2) f_0$$

Trong đó $f_0 = v / (4l)$

Ống sáo chỉ có thể phát ra các họa âm bậc 1, 3, 5, 7 ... (họa âm bậc lẻ)

8. Đặc trưng sinh lý của sóng âm

Độ cao (độ trầm bổng) của âm là một đặc trưng sinh lý của âm gắn liền với tần số âm, âm càng cao (càng bổng) thì tần số càng lớn, âm càng thấp (càng trầm) thì tần số càng nhỏ.

Độ to chỉ là một khái niệm nói về đặc trưng sinh lý của âm gắn liền với đặc trưng vật lý mức cường độ âm. Âm có mức cường độ âm càng lớn thì càng to.

- Âm nhỏ nhất mà tai người còn cảm nhận được có mức cường độ 0 dB gọi là ngưỡng nghe.

- Khi âm quá to, sẽ gây ra cảm giác đau trong tai. Ngưỡng đau của tai người là 130 dB.

Âm sắc là một đặc trưng sinh lý của âm gắn liền với đồ thị âm, giúp ta phân biệt âm do các nguồn khác nhau phát ra.

9. Bài tập

Câu 1: Một sóng cơ truyền với phương trình $u = 5 \cos(20\pi t - \pi x/2)$ (cm) (trong đó x tính bằng m, t tính bằng giây). Xác định vận tốc truyền sóng trong môi trường.

- A. 20 m/s. B. 40 cm/s. C. 20 cm/s. D. 40 m/s.


Câu 2: Một nguồn sóng cơ có phương trình $u_0 = 4 \cos(20\pi t)$ (cm). Sóng truyền theo phương ONM với vận tốc 20 cm/s. Hãy xác định độ lệch pha giữa hai điểm MN, biết $MN = 1$ cm.

- A. 2π rad. B. π rad. C. $\pi/2$ rad. D. $\pi/3$ rad.

Câu 3: Tại 2 điểm O_1, O_2 cách nhau 48 cm trên mặt chất lỏng có 2 nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $u_1 = 5 \cos(100\pi t)$ (mm); $u_2 = 5 \cos(100\pi t + \pi/2)$ (mm). Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là 2 m/s. Coi biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền sóng. Số điểm trên đoạn O_1O_2 dao động với biên độ cực đại (không kể O_1, O_2) là

- A. 23. B. 24. C. 25. D. 26.

10. Đáp án

Câu	Từ khóa	Kiến thức cần có	Cách giải
1. (D)	...sóng cơ ... $u = 5\cos(20\pi t - \pi x/2)$ cm ... vận tốc truyền sóng...	$\Delta\varphi = 2\pi x/\lambda$ $v = \lambda.f$	Ta có $\Delta\varphi = 2\pi x/\lambda = \pi x/2$ $\Rightarrow \lambda = 4$ m. $\Rightarrow v = 4.10 = 40$ m/s
2. (B)	... sóng cơ ... $u_0 = 4\cos(20\pi t)$ cm... phương ONM ... 20 cm/s. ... độ lệch pha ... MN = 1 cm.	$\Delta\varphi = 2\pi d/\lambda$	$d = 1$ cm và $\lambda = v/f = 20/10 = 2$ cm $\Rightarrow \Delta\varphi = 2\pi.1/2 = \pi$ rad
3. (B)	... O_1, O_2 ... 48 cm ... $u_1 = 5\cos(100\pi t)$ (mm); $u_2 = 5\cos(100\pi t + \pi/2)$ (mm) ... 2 m/s. ... biên độ sóng không đổi ... số điểm trên đoạn O_1O_2 dao động với biên độ cực đại (không kể O_1, O_2)	Hai nguồn lệch pha nhau một góc $\frac{\pi}{2}$: $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}$. \Rightarrow Số cực đại. $-1/\lambda - \Delta\varphi/2\pi < k < 1/\lambda - \Delta\varphi/2\pi$	Với $l = 48$ cm; $\lambda = v/f = 200/50 = 4$ cm $\Rightarrow -48/4 - 1/4 < k < 48/4 - 1/4$ $\Leftrightarrow -12,5 < k < 11,75$ \Rightarrow Có 24 điểm.
4. (B)	...A, B ... 15 cm có hai nguồn phát sóng kết hợp ... $u_1 = a\cos(40\pi t)$ cm và $u_2 = b\cos(40\pi t + \pi)$ cm. Tốc độ truyền sóng ... 40 cm/s. Gọi E, F ... AE = EF = FB ... số cực đại trên EF	Hai nguồn ngược pha: $\Delta\varphi = \pi \Rightarrow$ Số cực đại $\Delta d_D/\lambda - \Delta\varphi/2\pi \leq k \leq \Delta d_E/\lambda - \Delta\varphi/2\pi$ $\lambda = v/f$	Ta có: Tại E ($d_1 = 5$ cm; $d_2 = 10$ cm) $\Rightarrow \Delta d_E = 5$ cm Tại F ($d_1 = 10$ cm, $d_2 = 5$ cm) $\Rightarrow \Delta d_F = -5$ cm $\lambda = 2$ cm Hai nguồn ngược pha \Rightarrow Số cực đại: $-5/2 - 1/2 \leq k \leq 5/2 - 1/2$ $\Rightarrow -3 \leq k \leq 2$  \Rightarrow Có 6 điểm dao động cực đại.

5. (A)	... dây đàn hồi 2 đầu cố định. Sóng dừng... bước sóng dài nhất là L ... chiều dài của dây	$l = k \frac{\lambda}{2}$	$\Rightarrow \lambda = \frac{2l}{k} \Rightarrow \lambda_{\max} = 2l$ khi $k = 1$. $\Rightarrow \lambda_{\max} = 2l = L \Rightarrow l = L/2$
6. (D)	Sóng dừng tạo ra trên dây đàn hồi hai đầu cố định khi	Điều kiện xảy ra sóng dừng	Trên sợi dây có hai đầu cố định, nếu xảy ra sóng dừng, thì trên dây là xuất hiện một số nguyên lần bán sóng, chiều dài sợi dây phải thỏa điều kiện: $l = k \cdot \lambda/2 = 2k \cdot \lambda/4$ với $k = (1, 2, 3, \dots)$
7. (A)	Hai âm có cùng độ cao ... đặc điểm nào chung	Đặc trưng sinh lí của sóng âm.	Độ cao là đặc trưng sinh lí gắn liền với tần số âm.
8. (B)	... từ 1000 Hz đến 1500 Hz ... giới hạn nghe của tai con người	Đặc trưng sinh lí của sóng âm.	Ngưỡng nghe của tai người là 0 dB Ngưỡng đau của tai người là 130 dB
9. (B)	... $I = 10^{-3} \text{ W/m}^2$... xác định mức cường độ âm ... $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$	$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ (đơn vị dB)	$L = 10 \lg \frac{10^{-3}}{10^{-12}} = 90 \text{ dB}$
10. (D)	... cường độ âm I ... mức cường độ âm L ... tăng cường độ âm lên 1000 lần ... mức cường độ âm tăng lên	$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$ (đơn vị dB)	$L = 10 \lg \frac{I_A}{I_0}$ (dB) Nếu I tăng 1000 lần $\Rightarrow L = 10 \lg \frac{1000I_A}{I_0} = 10 \lg 1000 + 10 \lg \frac{I_A}{I_0} = L + 30 \text{ dB}$.

CHƯƠNG III. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Trong chương trước, ta đã xét các dao động điện từ tự do, dao động điện từ tắt dần, dao động điện từ duy trì. Trong chương này, ta xét một loại dao động điện từ cưỡng bức. Đó chính là dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi. Dòng điện này đổi chiều liên tục hàng trăm lần trong một giây, làm từ trường do nó sinh ra cũng thay đổi theo. Chính điều đó làm cho dòng điện xoay chiều có một số tác dụng mà dòng điện một chiều không có.

Trong chương này, ta lần lượt xét khái niệm dòng điện xoay chiều và các đại lượng có liên quan, các tác dụng và ứng dụng cơ bản của dòng điện này. Các đoạn mạch xoay chiều được nghiên cứu chủ yếu bằng phương pháp giản đồ Fre-nen. Các máy điện được xét về mặt nguyên tắc cấu tạo và hoạt động mà không đi sâu vào các chi tiết công nghệ.

1. Từ thông và suất điện động cảm ứng

- Khung dây có N vòng (diện tích mỗi vòng S) đặt trong từ trường đều \vec{B} . Lúc ban đầu ($t = 0$) các đường sức từ \vec{B} xuyên qua khung dây, hợp với vector pháp tuyến \vec{n} của mặt phẳng khung dây góc φ . Khung dây quay đều với tốc độ góc ω thì từ thông qua khung dây có biểu thức:

$$\Phi = \Phi_0 \cos(\omega t + \varphi) = NBS \cos(\omega t + \varphi)$$

$\Phi_0 = NBS$: từ thông cực đại qua N vòng (**Wb**: Vêbe); Φ : từ thông qua N vòng ở thời điểm t (Wb).

φ : góc hợp bởi \vec{B} với vector pháp tuyến \vec{n} của mặt phẳng khung dây ở thời điểm $t = 0$ (đổi ra **rad**).

Lưu ý 1: Từ thông cực đại qua 1 vòng dây: $\Phi_{(1\text{vòng})} = BS$.

- Suất điện động tức thời: $e = -\dot{\Phi} = NBS\omega \sin(\omega t + \varphi) = E_0 \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$;

$E_0 = NBS\omega$: suất điện động cực đại (V); $E = E_0/\sqrt{2}$: suất điện động hiệu dụng (V).

$\left(\omega t + \varphi - \frac{\pi}{2}\right)$: pha dao động của suất điện động (tức thời) e (rad).

Lưu ý 2: Suất điện động chậm pha hơn từ thông một góc $\frac{\pi}{2}$.

- Nếu cuộn dây kín có điện trở R (Ω) thì trong mạch có cường độ dòng điện cảm ứng:

$$i = \frac{e}{R} = \frac{E_0}{R} \sin \omega t \text{ với } I_0 = E_0/R: \text{cường độ dòng điện cực đại (A).}$$

Lưu ý 3: Một khung dây quay đều với vận tốc 50 vòng/s trong từ trường đều có B vuông góc với trục của khung dây. Suất điện động xuất hiện trong khung có tần số $f = 50$ Hz.

Một dòng điện có tần số 50 Hz, trong 1 s thì đổi chiều 100 lần, đạt giá trị cực đại 100 lần, đạt giá trị cực tiểu 100 lần.

2. Dòng điện xoay chiều, điện áp xoay chiều

- Dòng điện xoay chiều là dòng điện có cường độ biến thiên tuần hoàn với thời gian theo quy luật của hàm số sin hay cosin: $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$.

i : cường độ dòng điện tại thời điểm t (A); I_0 : cường độ dòng điện cực đại (A);

$I = I_0/\sqrt{2}$: cường độ dòng điện hiệu dụng (A); ω : tần số góc (rad/s) ($\omega = 2\pi f = 2\pi/T$);

φ_i : pha ban đầu của dòng điện (rad); $(\omega t + \varphi_i)$: pha của dòng điện i (rad).

- Điện thế tức thời: $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$.

u : điện áp tại thời điểm t (điện áp tức thời) (V); U_0 : điện áp cực đại (V);

$U = U_0/\sqrt{2}$: điện áp hiệu dụng (V); ω : tần số góc (rad/s) ($\omega = 2\pi f = 2\pi/T$);

φ_u : pha ban đầu của điện áp u (rad); $(\omega t + \varphi_u)$: pha của điện áp u (rad).

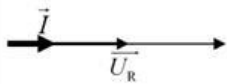


- Độ lệch pha của u so với i (rad): $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$.

Nếu $\varphi > 0$: u nhanh pha φ so với i ; $\varphi < 0$: u trễ pha $|\varphi|$ so với i ; $\varphi = 0$: u cùng pha với i .

$\tan \varphi = A$, muốn tìm góc φ ta bấm máy tính: "SHIFT tan A =". Màn hình để RAD.

3. Mạch điện chỉ có R, chỉ có C, chỉ có L

- Cho điện áp xoay chiều đặt vào hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$ (V).

Đoạn mạch chỉ có R	Đoạn mạch chỉ có C	Đoạn mạch chỉ có L
$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$ (A) $\varphi_i = \varphi_u$: i cùng pha u .	$i = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi_u + \frac{\pi}{2}\right)$ (A) $\varphi_i = \varphi_u + \frac{\pi}{2}$: i nhanh pha hơn u $\frac{\pi}{2}$.	$i = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi_u - \frac{\pi}{2}\right)$ (A) $\varphi_i = \varphi_u - \frac{\pi}{2}$: i chậm pha hơn u $\frac{\pi}{2}$.
$I_0 = U_0/R$; $I = U/R$	$I_0 = U_0/Z_C$; $I = U/Z_C$	$I_0 = U_0/Z_L$; $I = U/Z_L$
		

$Z_C = 1/(\omega C)$: dung kháng (Ω); $Z_L = L\omega$: cảm kháng (Ω); C : điện dung (F); L : độ tự cảm (H);

I : cường độ dòng điện hiệu dụng (A); I_0 : cường độ dòng điện cực đại (A); $I = I_0/\sqrt{2}$

U : điện áp hiệu dụng (V); U_0 : điện áp cực đại (V); $U = U_0/\sqrt{2}$.

i : cường độ dòng điện (tức thời) (A); u : điện áp tức thời (V).

4. Các giá trị hiệu dụng

- Dòng điện xoay chiều cũng có hiệu ứng tỏa nhiệt như dòng điện một chiều. Cho dòng điện xoay chiều có cường độ $i = I_0 \cos \omega t$ chạy qua đoạn mạch chỉ có điện trở thuần R .

$$+ \text{ Công suất tỏa nhiệt tức thời: } p = Ri^2 = RI_0^2 \cos^2 \omega t = \frac{RI_0^2}{2} + \frac{RI_0^2}{2} \cos 2\omega t.$$

Biểu thức trên gồm số hạng không đổi $\frac{RI_0^2}{2}$ và số hạng thay đổi $\frac{RI_0^2}{2} \cos 2\omega t$. Nếu xét trong một khoảng thời gian rất lớn so với chu kỳ dòng điện thì giá trị trung bình của số hạng thứ hai không đổi. Khi đó:

$$+ \text{ Công suất tỏa nhiệt trung bình: } P = \overline{p} = \overline{RI_0^2 \cos^2 \omega t} = \frac{RI_0^2}{2}$$

$$+ \text{ Nhiệt lượng tỏa ra trong thời gian } t: Q = \frac{RI_0^2}{2} t \quad (1)$$

Nếu cho dòng điện không đổi cường độ I chạy qua điện trở nói trên trong cùng thời gian t sao cho nhiệt lượng tỏa ra cũng bằng Q thì $Q = RI^2 t$ (2)

Từ (1) và (2) $\Rightarrow I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$. Đại lượng I xác định như trên được gọi là giá trị hiệu dụng

của cường độ dòng điện xoay chiều.

- Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều bằng cường độ của một dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện đó lần lượt đi qua cùng một điện trở trong những khoảng thời gian bằng nhau đủ dài thì nhiệt lượng tỏa ra bằng nhau.

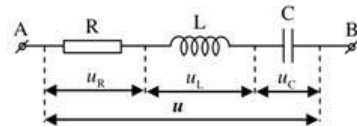
Tương tự, suất điện động hiệu dụng của một nguồn điện xoay chiều: $E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$ và điện áp hiệu

dụng ở hai đầu đoạn mạch xoay chiều: $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$.

5. Đoạn mạch có R, L và C mắc nối tiếp, viết biểu thức điện áp, dòng điện

- Điện áp hai đầu đoạn mạch AB: $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$.

- Điện áp hai đầu cuộn cảm L: $u_L = U_{0L} \cos(\omega t + \varphi_{uL})$.



- Điện áp hai đầu điện dung C : $u_C = U_{0C} \cos(\omega t + \varphi_{u_C})$.

- Điện áp hai đầu điện trở R : $u_R = U_{0R} \cos(\omega t + \varphi_{u_R})$.

- Dòng điện trong mạch: $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$.

u ; u_L ; u_C ; u_R : điện áp (tức thời) hai đầu mạch; hai đầu cuộn cảm L ; hai đầu tụ điện C ; hai đầu R (V).

U_0 ; U_{0L} ; U_{0C} ; U_{0R} : điện áp *cực đại* hai đầu mạch; hai đầu cuộn cảm L ; 2 đầu tụ điện C ; 2 đầu R (V).

i : cường độ dòng điện tức thời (A); I_0 : cường độ dòng điện cực đại (A).

φ_u ; φ_{u_L} ; φ_{u_C} ; φ_{u_R} ; φ_i : pha ban đầu của u ; u_L ; u_C ; u_R ; i (rad).

Lưu ý: Trong mạch R , L và C nối tiếp, dòng điện i qua các đoạn mạch R , L và C , đoạn mạch là như nhau.

- **Mối liên hệ giữa các điện áp:**

$u = u_R + u_L + u_C$: điện áp (tức thời) hai đầu đoạn mạch bằng tổng các điện áp (tức thời) của R , L và C .

$\vec{U}_0 = \vec{U}_{0R} + \vec{U}_{0L} + \vec{U}_{0C}$ (hoặc $\vec{U} = \vec{U}_R + \vec{U}_L + \vec{U}_C$): vector điện áp toàn mạch bằng tổng các vector điện áp của các đoạn mạch R , L và C .

$U_0 \neq U_{0R} + U_{0L} + U_{0C}$ (hoặc $U \neq U_R + U_L + U_C$): điện áp cực đại (hoặc hiệu dụng) toàn mạch *không bằng* tổng các điện áp cực đại (hoặc hiệu dụng) của các đoạn mạch R , L và C .

$$U_0 = \sqrt{U_{0R}^2 + (U_{0L} - U_{0C})^2} \quad (1)$$

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \quad (2)$$

$U = U_0 / \sqrt{2}$: điện áp hiệu dụng hai đầu mạch (V).

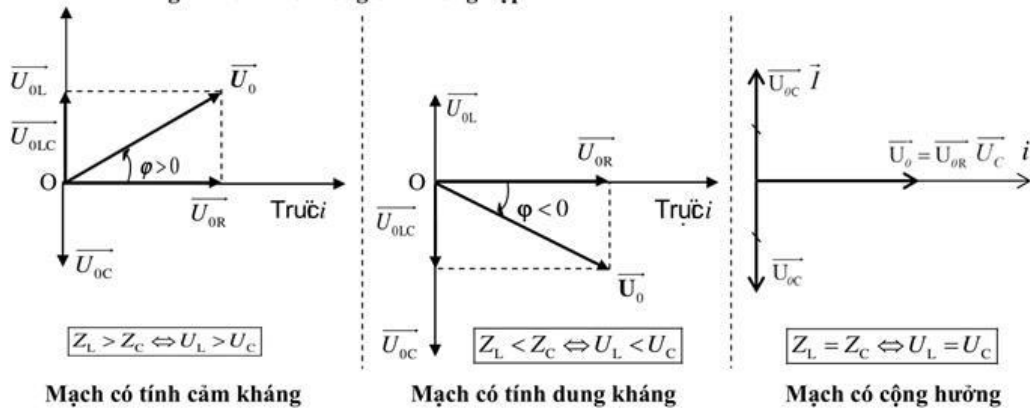
$U_R = U_{0R} / \sqrt{2}$: điện áp hiệu dụng hai đầu điện trở R (V).

$U_L = U_{0L} / \sqrt{2}$: điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm L (V).

$U_C = U_{0C} / \sqrt{2}$: điện áp hiệu dụng hai đầu tụ điện C (V).

Lưu ý: Ta dùng công thức (1) và (2) để tính độ lớn điện áp cực đại (hoặc hiệu dụng).

- Vẽ giản đồ vector trong ba trường hợp:



- Công thức tính tan phi:

$$\tan \varphi = \frac{U_{OL} - U_{0C}}{U_{0R}} = \frac{Z_L - Z_C}{R} = \frac{U_L - U_C}{U_R}$$

$Z_L = L\omega$: cảm kháng (Ω); $Z_C = 1/(C\omega)$: dung kháng (Ω); R : điện trở (Ω).

U_L ; U_C ; U_R : điện áp hiệu dụng hai đầu cuộn cảm L ; hai đầu tụ điện C ; hai đầu R (V).

U_{OL} ; U_{0C} ; U_{0R} : điện áp cực đại hai đầu cuộn cảm L ; hai đầu tụ điện C ; hai đầu R (V).

$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$: độ lệch pha của u so với i .

- Độ lệch pha của u so với i :

Nếu $\varphi > 0 \Leftrightarrow \tan \varphi > 0 \Leftrightarrow Z_L > Z_C \Leftrightarrow L\omega > 1/(C\omega) \Leftrightarrow \omega > \frac{1}{\sqrt{LC}}$: mạch có tính cảm kháng.

Nếu $\varphi < 0 \Leftrightarrow \tan \varphi < 0 \Leftrightarrow Z_L < Z_C \Leftrightarrow L\omega < 1/(C\omega) \Leftrightarrow \omega < \frac{1}{\sqrt{LC}}$: mạch có tính dung kháng.

Nếu $\varphi = 0 \Leftrightarrow \tan \varphi = 0 \Leftrightarrow Z_L = Z_C \Leftrightarrow L\omega = 1/(C\omega) \Leftrightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$: mạch có hiện tượng cộng

hưởng.

Lưu ý: Trong mạch R , và C nối tiếp giá trị của độ lệch pha φ trong đoạn: $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$.

- Độ lệch pha của u_L ; u_C ; u_R so với i :

$\varphi_L = \varphi_{uL} - \varphi_i = \frac{\pi}{2}$: độ lệch pha của u_L so với i (u_L luôn nhanh pha $\pi/2$ so với i).

$\varphi_C = \varphi_{uC} - \varphi_i = -\frac{\pi}{2}$: độ lệch pha của u_C so với i (u_C luôn chậm pha $\pi/2$ so với i).

$\varphi_R = \varphi_{uR} - \varphi_i = 0$: độ lệch pha của u_R so với i (u_R luôn cùng pha với i).

- Mối liên hệ giữa dòng điện và các điện áp:

$$I_0 = \frac{U_0}{Z} = \frac{U_{0R}}{R} = \frac{U_{0L}}{Z_L} = \frac{U_{0C}}{Z_C}; \quad I = \frac{U}{Z} = \frac{U_R}{R} = \frac{U_L}{Z_L} = \frac{U_C}{Z_C}; \quad R: \text{điện trở } (\Omega).$$

$U; U_L; U_C; U_R$: điện áp *hiệu dụng* hai đầu mạch; hai đầu cuộn cảm L ; hai đầu tụ điện C ; 2 đầu R (V).

$U_0; U_{0L}; U_{0C}; U_{0R}$: điện áp *cực đại* hai đầu mạch; hai đầu cuộn cảm L ; 2 đầu tụ điện C ; 2 đầu R (V).

I : cường độ dòng điện hiệu dụng (A); I_0 : cường độ dòng điện cực đại (A).

$Z_L = L\omega$: cảm kháng (Ω); $Z_C = 1/(C\omega)$: dung kháng (Ω); $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$: tổng trở (Ω).

6. Cách tính dung kháng, cảm kháng, tổng trở của đoạn mạch R, L và C ghép nối tiếp

$Z_C = 1/(\omega C)$: dung kháng (Ω); C : điện dung (F); ω : tần số góc (rad/s).

$Z_L = L\omega$: cảm kháng (Ω); L : độ tự cảm (H);

$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$: tổng trở của đoạn mạch (Ω).

- **Mở rộng:** Tính tổng trở mạch điện trong các trường hợp:

Mạch điện chỉ có	Tổng trở
R	$Z = R$
Z_C	$Z = Z_C = 1/(C\omega)$
Z_L	$Z = Z_L = L\omega$
R, L	$Z = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$
R, C	$Z = \sqrt{R^2 + Z_C^2}$
L, C	$Z = Z_L - Z_C $
R, r, L và C	$Z = \sqrt{(R+r)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

7. Công suất của dòng điện xoay chiều. Công suất tỏa nhiệt trung bình

- Công suất trung bình của dòng điện xoay chiều: $P = UI \cos \varphi$

- Công suất tỏa nhiệt: $P = RI^2$

P : công suất (W đọc là **oát**); U : điện áp hiệu dụng (V); I : cường độ dòng điện hiệu dụng (A);

R : điện trở (Ω); $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$: độ lệch pha của u so với i (rad) (xem **câu 7**); $\cos \varphi$: hệ số công suất.

Lưu ý: Trong mạch điện R, L và C mắc nối tiếp thì công suất của dòng điện xoay chiều đúng bằng công suất tỏa nhiệt trên điện trở R . Do đó đối với bài toán mạch điện R, L và C thì $P = UI \cos \varphi = RI^2$.

+ Trong bài toán về động cơ điện, công suất của dòng điện (gọi là công suất động cơ $P_{\text{hối cơ}} = UI \cos \varphi$) bằng tổng công suất hao phí (hoặc gọi là công suất tỏa nhiệt $P_{\text{hao phí}} = RI^2$) và công suất có ích của động cơ. Nghĩa là: $P_{\text{hối cơ}} = P_{\text{hao phí}} + P_{\text{có ích}}$
 $\Leftrightarrow UI \cos \varphi = RI^2 + P_{\text{có ích}}$.

Hiệu suất của động cơ là: $H = \frac{UI \cos \varphi - RI^2}{UI \cos \varphi}$; hay $RI^2 = (1-H)UI \cos \varphi$.

8. Hệ số công suất, điện năng tiêu thụ của mạch điện. Ý nghĩa của hệ số công suất

- Hệ số công suất: $\cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{U_R}{U} = \frac{U_{0R}}{U_0}$.

- Điện năng tiêu thụ của mạch điện: $W = Pt = (UI \cos \varphi)t$

R : điện trở (Ω); U : điện áp hiệu dụng hai đầu mạch (V); U_0 : điện áp cực đại hai đầu mạch (V);

Z : tổng trở (Ω); U_R : điện áp hiệu dụng hai đầu R (V); U_{0R} : điện áp cực đại hai đầu R (V);

$\cos \varphi$: hệ số công suất; t : thời gian (đổi ra giây); P : công suất (W); W : điện năng tiêu thụ (J).

- Ý nghĩa của hệ số công suất: Khi hệ số công suất càng lớn thì công suất hao phí trên đường dây càng nhỏ. Do đó trong thực tế, các cơ sở sản xuất khi sử dụng điện phải có $\cos \varphi \geq 0,85$.

9. Hiện tượng cộng hưởng điện, cách nhận diện

- Khi $Z_L = Z_C \Leftrightarrow U_L = U_C \Leftrightarrow L\omega = 1/(C\omega) \Leftrightarrow LC\omega^2 = 1 \Leftrightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$; $T = 2\pi\sqrt{LC}$;

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = R$; $I_{\text{max}} = \frac{U}{Z_{\text{min}}} = \frac{U}{R}$; $P_{\text{max}} = \frac{U^2}{Z_{\text{min}}} = \frac{U^2}{R}$;

$(\cos \varphi)_{\text{max}} = 1 \Leftrightarrow \varphi = 0$; u cùng pha với u_R và i ; $u_L = -u_C$; $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = U_R \Leftrightarrow (U_R)_{\text{max}} = U$.

Tóm tắt: (Xem giản đồ vector hình 3 phần 5: mạch có cộng hưởng điện)

$Z_L = Z_C$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	$Z = R$	$(\cos\varphi)_{\max} = 1 \Leftrightarrow \varphi = 0.$
$U_L = U_C$	$T = 2\pi\sqrt{LC}$	$I_{\max} = \frac{U}{R}$	u cùng pha với u_R và i u lệch pha với u_L và u_C một góc $\pi/2$
$LC\omega^2 = 1$	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$P_{\max} = \frac{U^2}{R}$	$(U_R)_{\max} = U$

Nhân diện:

✚ **L hoặc C hoặc ω (hay f) thay đổi để Z_{\min} ; I_{\max} ; P_{\max} ; $U_{R\max}$; $(\cos\varphi)_{\max}$; u cùng pha u_R, i .**

✚ **L thay đổi để $U_{C\max}$, khi đó $U_{C\max} = I_{\max} Z_C = \frac{U \cdot Z_C}{R}$.**

✚ **C thay đổi để $U_{L\max}$, khi đó $U_{L\max} = I_{\max} Z_L = \frac{U \cdot Z_L}{R}$.**

10. Bài toán truyền tải điện năng. Cách giảm công suất hao phí

- Điện năng từ nhà máy phát điện có công suất phát điện P (W), được truyền đến nơi tiêu thụ trên một đường dây có điện trở tổng cộng R (Ω). Điện áp hiệu dụng ở hai cực của máy phát là U (V).

I : cường độ dòng điện hiệu dụng trên đường dây (A). Ta có: $P = UI\cos\varphi$

- Công suất hao phí do tỏa nhiệt trên đường dây: $P_{hp} = RI^2 = R \frac{P^2}{U^2 \cos^2\varphi}$; với $R = \rho \frac{l}{S}$.

R : điện trở đường dây (Ω); P : công suất cần truyền tải (W); U : điện áp cần truyền tải (V).

ρ : điện trở suất ($\Omega.m$); l : chiều dài đường dây tải điện (m); S : tiết diện của dây dẫn (m^2).

- Để giảm công suất hao phí: Tăng U lên n lần $\Rightarrow \Delta P$ giảm n^2 lần.

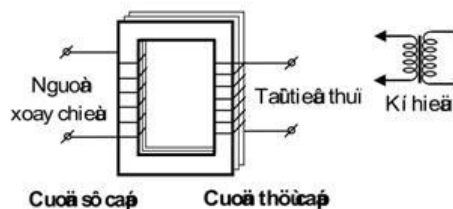
Lưu ý: Để công suất hao phí giảm đi n lần thì ta phải tăng U lên \sqrt{n} .

11. Công dụng, cấu tạo, nguyên tắc hoạt động của máy biến áp

- Công dụng: máy biến áp là những thiết bị có khả năng biến đổi điện áp xoay chiều.

- Cấu tạo: bộ phận chính của máy biến áp

là một khung bằng sắt non có pha silic gọi là lõi biến áp. Khung có hai cuộn dây dẫn có điện



trở nhỏ quấn trên hai cạnh đối diện của nó: cuộn dây nối với máy phát điện gọi là cuộn sơ cấp có N_1 vòng dây; cuộn dây nối với tải tiêu thụ điện năng gọi là cuộn thứ cấp có N_2 vòng dây.

- Nguyên tắc hoạt động: dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ.

12. Công thức của máy biến áp và ứng dụng. Phân loại máy biến áp

- Khi máy biến áp lí tưởng (hiệu suất 100%), công suất ở hai cuộn dây bằng nhau:

$$U_1 I_1 = U_2 I_2.$$

Khi đó: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$; I_1, I_2 : cường độ dòng điện ở cuộn sơ cấp, thứ cấp (A);

U_1, U_2 : điện áp của cuộn sơ cấp, thứ cấp (V); N_1, N_2 : số vòng dây của cuộn sơ cấp, thứ cấp.

- Ứng dụng: máy hàn điện nấu chảy kim loại hoạt động theo nguyên tắc máy giảm áp. Trong đó, cuộn sơ cấp gồm nhiều vòng dây tiết diện nhỏ, cuộn thứ cấp gồm ít vòng dây tiết diện lớn ($N_1 > N_2$).

- Phân loại: Khi $U_2 > U_1$ ($N_2 > N_1$): máy tăng áp; khi $U_2 < U_1$ ($N_2 < N_1$): máy giảm áp.

13. Công thức tính tần số của dòng điện một pha

- Tần số của dòng điện một pha là: $f = \frac{n}{60} p$; $f = n' \cdot p$

n : số vòng quay/phút; p : số cặp cực của nam châm; n' : số vòng quay/giây.

14. Các giá trị tức thời trong bài toán điện xoay chiều

- Biểu thức cường độ dòng điện i , điện áp hai đầu điện trở u_R , cuộn thuần cảm u_L , tụ điện u_C lần lượt là:

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i); u_R = U_{0R} \cos(\omega t + \varphi_{u_R}) = U_{0R} \cos(\omega t + \varphi_i);$$

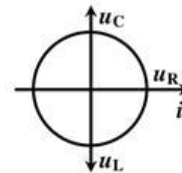
với $U_{0R} = I_0 \cdot R$.

$$u_L = U_{0L} \cos(\omega t + \varphi_{u_L}) = U_{0L} \cos\left(\omega t + \varphi_i + \frac{\pi}{2}\right) = -U_{0L} \sin(\omega t + \varphi_i);$$

với $U_{0L} = I_0 \cdot Z_L = I_0 \cdot L\omega$.

$$u_C = U_{0C} \cos(\omega t + \varphi_{u_C}) = U_{0C} \cos\left(\omega t + \varphi_i - \frac{\pi}{2}\right) = U_{0C} \sin(\omega t + \varphi_i);$$

với $U_{0C} = I_0 \cdot Z_C = I_0 / (C\omega)$ và $\varphi_{u_C} = \varphi_i - \pi / 2$.



- Hệ thức: $u = u_R + u_L + u_C$; i cùng pha u_R : $R = \frac{u_R}{i} = \frac{U_R}{I} = \frac{U_{0R}}{I_0}$; u_L ngược pha u_C :

$$\frac{u_L}{u_C} = -\frac{U_{0L}}{U_{0C}} = -\frac{U_L}{U_C} = -\frac{Z_L}{Z_C}$$

$$i \perp u_L \Rightarrow \frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u_L^2}{U_{0L}^2} = 1 ; \quad i \perp u_C \Rightarrow \frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u_C^2}{U_{0C}^2} = 1 ; \quad u_R \perp u_L \Rightarrow \frac{u_R^2}{U_{0R}^2} + \frac{u_L^2}{U_{0L}^2} = 1 ;$$

$$u_R \perp u_C \Rightarrow \frac{u_R^2}{U_{0R}^2} + \frac{u_C^2}{U_{0C}^2} = 1.$$

15. Bài tập

Câu 1: Cường độ dòng điện chạy qua một tụ điện có biểu thức $i = 10\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (A). Biết

tụ điện có điện dung $\frac{250}{\pi} \mu\text{F}$. Điện áp giữa hai đầu của tụ điện có biểu thức là

- A. $u = 200\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ (V). B. $u = 300\sqrt{2} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ (V).
 C. $u = 400\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (V). D. $u = 100\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (V).

Câu 2: Đặt vào hai đầu một mạch điện xoay chiều một điện áp có biểu thức

$u = 200 \cos 100\pi t$ (V) thì cường độ dòng điện qua mạch là $i = 5 \cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$ (A). Công

suất tiêu thụ của mạch điện là

- A. 1000,0 W. B. 500,0 W. C. 250,0 W. D. 353,5 W.

Câu 3: Đặt điện áp xoay chiều có giá trị hiệu dụng 220 V và tần số 50 Hz vào hai đầu đoạn

mạch mắc nối tiếp gồm điện trở có giá trị là 40 Ω , cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{0,8}{\pi}$ H và tụ

điện có điện dung $\frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F. Cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch bằng

- A. 2,2 A. B. 4,4 A. C. 3,1 A. D. 6,2 A.

Câu 4: Một mạch điện xoay chiều gồm R , L và C nối tiếp nhau. Đặt hiệu điện thế xoay chiều

giữa hai đầu đoạn mạch có biểu thức $u = U_0 \cos(\omega t + \pi/6)$ thì cường độ dòng điện trong mạch

là $i = I_0 \cos(\omega t + \pi/2)$. Khi đó

- A. $R > Z_C - Z_L$. B. $R = Z_C - Z_L$. C. $R < Z_L - Z_C$. D. $R < Z_C - Z_L$.

Câu 5: Mạch điện xoay chiều không phân nhánh gồm điện trở thuần R , cuộn cảm thuần có cảm kháng Z_L và tụ điện có dung kháng $Z_C = 3Z_L$. Vào thời điểm t , khi $u_L = 30$ V, $u = 90$ V thì hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở là

- A. -90 V B. 150 V C. 30 V D. 120 V

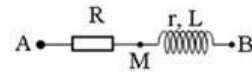
Câu 6: Đặt điện áp xoay chiều có U , ω vào hai đầu mạch gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 1/(3\pi)$ H. Ở thời điểm t_1 , $u_1 = 100$ V, $i_1 = -2,5\sqrt{3}$ A. Ở thời điểm t_2 , $u_2 = 100\sqrt{3}$ V, $i_2 = -2,5$ A. Giá trị của ω bằng

- A. 100π rad/s B. 50π rad/s C. 120π rad/s D. 60π rad/s

Câu 7: Đoạn mạch điện xoay chiều gồm điện trở thuần bằng 40Ω

mắc nối tiếp với cuộn dây. Điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn dây là 120 V. Dòng điện trong mạch lệch pha $\pi/6$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch và lệch pha $\pi/3$ so với điện áp hai đầu cuộn dây. Cường độ hiệu dụng qua mạch bằng

- A. $3\sqrt{3}$ A. B. 3 A. C. 4 A. D. 3 A.



Câu 8: Đặt hiệu điện thế $u = 100\sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch RLC không phân nhánh với C , R có độ lớn không đổi và $L = 1/\pi$ H. Khi đó hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu mỗi phần tử R , L và C có độ lớn như nhau. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là

- A. 100 W. B. 200 W. C. 250 W. D. 350 W.

Câu 9: Đặt điện áp $u = 200\cos 100\pi t$ (V) vào hai đầu đoạn mạch gồm một biến trở R mắc nối tiếp với một cuộn thuần cảm có độ tự cảm $\frac{1}{\pi}$ H. Điều chỉnh biến trở để công suất tỏa nhiệt trên biến trở đạt cực đại, khi đó cường độ dòng điện hiệu dụng trong đoạn mạch bằng

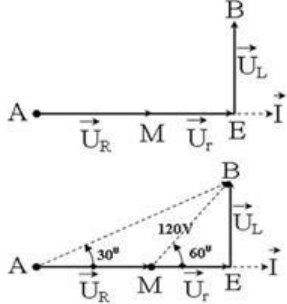
- A. 1 A. B. 2 A. C. $\sqrt{2}$ A. D. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ A.

Câu 10: Máy phát điện xoay chiều một pha có rôto là một nam châm gồm 5 cặp cực. Để phát ra dòng xoay chiều có tần số 50 Hz thì tốc độ của rôto bằng

- A. 300 vòng/phút. B. 600 vòng/phút. C. 3000 vòng/phút. D. 10 vòng/phút.

16. Đáp án

Câu	Từ khóa	Kiến thức cần có	Cách giải
1. (C)	... $i = 10\sqrt{2} \cos 100\pi t$ (A) ... điện dung $\frac{250}{\pi} \mu\text{F}$. Điện áp giữa hai đầu của tụ điện ...	$Z_C = \frac{1}{C\omega}$ $U_{0c} = I_0 Z_C$ u_c trễ pha hơn i một góc $\pi/2$.	$Z_C = \frac{1}{\frac{250 \cdot 10^{-6}}{\pi} \cdot 100\pi} = 40 \Omega$. $U_{0c} = 10\sqrt{2} \cdot 40 = 400\sqrt{2}$ V. $\Rightarrow \varphi_{u_c} = \varphi_i - \frac{\pi}{2} = 0 - \frac{\pi}{2}$ $= -\frac{\pi}{2}$ rad Vậy: $u = 400\sqrt{2} \cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (V)
2. (C)	... $u = 200 \cos 100\pi t$ (V) $i = 5 \cos(100\pi t - \frac{\pi}{3})$ (A). Công suất tiêu thụ ...	$P = UI \cos(\varphi_u - \varphi_i)$	$P = (100\sqrt{2}) \cdot (2,5\sqrt{2}) \cos\left(0 + \frac{\pi}{3}\right)$ $= 250$ W
3. (B)	... điện áp ... hiệu dụng 220 V và tần số 50 Hz ... điện trở ... là 40 Ω , cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{0,8}{\pi}$ H và ... điện dung $\frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi}$ F. Cường độ dòng điện hiệu dụng ...	$Z_L = 2\pi fL$ $Z_C = \frac{1}{2\pi fC}$ $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ $I = \frac{U}{Z}$	$Z_L = 2\pi \cdot 50 \cdot \frac{0,8}{\pi} = 80$ (Ω); $Z_C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-4}}{\pi}} = 50$ (Ω); $Z = \sqrt{40^2 + (80 - 50)^2} = 50$ (Ω); $I = \frac{220}{50} = 4,4$ (A).
4. (D)	... $u = U_0 \cos(\omega t + \pi/6)$... $i = I_0 \cos(\omega t + \pi/2)$...	$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ $\tan \varphi = \frac{Z_L - Z_C}{R}$	$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\pi/3 \Rightarrow u$ chậm pha hơn i , $\tan\left(-\frac{\pi}{3}\right) = \frac{Z_L - Z_C}{R} = -\sqrt{3}$ $\Rightarrow Z_C - Z_L = R\sqrt{3} > R$.

5. (B)	... $Z_C = 3Z_L$... thời điểm t , khi $u_L = 30$ V, $u = 90$ V thì hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở ...	$\frac{u_C}{u_L} = -\frac{Z_C}{Z_L}$ $u = u_R + u_L + u_C$	$\frac{u_C}{u_L} = -\frac{Z_C}{Z_L} = -3$ $\Rightarrow u_C = -3u_L = -90$ V $\Rightarrow u_R = u - u_L - u_C = 90 - 30 + 90 = 150$ V
6. (C)	... $L = 1/(3\pi)$ H. Ở thời điểm t_1 , $u_1 = 100$ V, $i_1 = -2,5\sqrt{3}$ A. Ở thời điểm t_2 , $u_2 = 100\sqrt{3}$ V, $i_2 = -2,5$ A. Giá trị của ω bằng	$i \perp u_L \Rightarrow \frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u_L^2}{U_{0L}^2} = 1$ $Z_L = \frac{U_{0L}}{I_0} = L\omega$	$\Rightarrow \begin{cases} \frac{(2,5\sqrt{3})^2}{I_0^2} + \frac{100^2}{U_0^2} = 1 \\ \frac{2,5^2}{I_0^2} + \frac{(100\sqrt{3})^2}{U_0^2} = 1 \end{cases}$ $\xrightarrow{\begin{matrix} X = \frac{1}{I_0^2} \\ Y = \frac{1}{U_0^2} \end{matrix}} \begin{cases} (2,5\sqrt{3})^2 X + 100^2 Y = 1 \\ 2,5^2 X + (100\sqrt{3})^2 Y = 1 \end{cases}$ $\rightarrow \begin{cases} X = \frac{1}{I_0^2} = \frac{1}{25} \\ Y = \frac{1}{U_0^2} = \frac{1}{40000} \end{cases}$ $\rightarrow \begin{cases} I_0 = 5 \text{ A} \\ U_0 = 200 \text{ V} \end{cases}$ $Z_L = \frac{U_0}{I_0} = \frac{200}{5} = 40 \text{ } \Omega$ $\Rightarrow \omega = \frac{Z_L}{L} = \frac{40}{\frac{1}{30\pi}} = 120\pi \text{ rad/s.}$
7. (B)	... điện trở thuần bằng $40 \text{ } \Omega$ mắc nối tiếp với cuộn dây. Điện áp hiệu dụng ở hai đầu cuộn dây là 120 V. Dòng điện ... lệch pha $\pi/6$ so với điện áp hai đầu đoạn mạch và lệch pha $\pi/3$ so với điện áp hai đầu cuộn dây. Cường độ hiệu dụng	Vẽ giản đồ vectơ	 <p>ΔAMB cân tại M</p> <p>$\Rightarrow U_R = U_{MB} = 120$ V</p>

	...		$\Rightarrow I = \frac{U_R}{R} = \frac{120}{40} = 3 \text{ A.}$
8. (A)	... $u = 100 \sqrt{2} \sin 100\pi t$ (V) ... $L = 1/\pi$ H... hiệu điện thế hiệu dụng ở hai đầu mỗi phần tử R , L và C có độ lớn như nhau. Công suất tiêu thụ của đoạn mạch là	$U_R = U_L = U_C \Rightarrow$ mạch có cộng hưởng điện. $P = RI^2 = \frac{RU^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$	$\Rightarrow R = Z_L = Z_C = L\omega$ $= \frac{1}{\pi} 100\pi = 100 \Omega$ $\Rightarrow P_{\max} = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{100} = 100 \text{ W}$
9. (A)	... $u = 200\cos 100\pi t$ (V) ... cuộn cảm thuần có độ tự cảm $\frac{1}{\pi}$ H. Điều chỉnh biến trở để công suất tỏa nhiệt trên biến trở đạt cực đại, khi đó cường độ dòng điện hiệu dụng ... bằng	$Z_L = L\omega$ $P_R = RI^2$ $I = \frac{U}{Z}$	$Z_L = \frac{1}{\pi} \cdot 100\pi = 100 \Omega.$ $P_R = RI^2 = R \frac{U^2}{R^2 + Z_L^2} = \frac{U^2}{R + \frac{Z_L^2}{R}}$ $P_{\max} \Leftrightarrow R = Z_L = 100 \Omega$ $\Rightarrow I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + Z_L^2}}$ $= \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{100^2 + 100^2}} = 1 \text{ A}$
10. (B)	Máy phát điện xoay chiều một pha có rôto là một nam châm gồm 5 cặp cực. ... tần số 50Hz thì tốc độ của rôto bằng	$f = \frac{np}{60}$	$\Rightarrow n = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{5} = 600$ vòng/phút

CHƯƠNG IV. DAO ĐỘNG VÀ SÓNG ĐIỆN TỪ

Chương này trình bày các kiến thức về:

- Mạch dao động. Dao động điện từ.
- Điện từ trường. Sóng điện từ. Những nguyên tắc của việc thông tin liên lạc vô tuyến.

1. Mạch dao động

- Mạch dao động gồm có một cuộn cảm có độ tự cảm L mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung C thành một mạch điện kín.
- Nếu mạch dao động có điện trở rất nhỏ xem như bằng không thì gọi là mạch dao động lý tưởng.

2. Biểu thức điện tích, điện áp của một bản tụ điện và cường độ dòng điện trong mạch

- Biểu thức điện tích của một bản tụ điện: $q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$.

- Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch:

$$i = q' = -\omega Q_0 \sin(\omega t + \varphi) = I_0 \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right).$$

- Điện tích q của một bản tụ điện và cường độ dòng điện i trong mạch dao động biến thiên điều hòa theo thời gian; i sớm pha $\pi/2$ so với q .

$Q_0 = C.U_0$: điện tích cực đại của tụ điện (C); U_0 : điện áp cực đại hai đầu tụ điện (V);

$I_0 = \omega.Q_0$: cường độ dòng điện cực đại qua cuộn dây (A); q : điện tích (tức thời) của tụ điện (C);

i : cường độ dòng điện (tức thời) trong mạch (A); $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{C}$; $1 \text{nC} = 10^{-9} \text{C}$;

$1 \text{pC} = 10^{-12} \text{C}$.

Lưu ý: Khi $q > 0$ bản tụ điện mà ta xét tích điện dương.

- Biểu thức điện áp hai đầu tụ điện: $u = U_0 \cos(\omega t + \varphi)$; u cùng pha với q .

3. Dao động điện từ tự do

- Dao động điện từ tự do trong mạch dao động là sự biến thiên điều hòa theo thời gian của điện tích q của một bản tụ điện và cường độ dòng điện i (hoặc cường độ điện trường \vec{E} và cảm ứng từ \vec{B}).

- Chu kì và tần số của dao động điện từ tự do trong mạch dao động gọi là chu kì và tần số dao động riêng của mạch dao động.

4. Tần số góc, chu kì (riêng), tần số (riêng) của mạch dao động

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \qquad T = 2\pi\sqrt{LC} \qquad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ω : tần số góc (rad/s); T : chu kì riêng của mạch dao động (s); f : tần số riêng (Hz);

L : độ tự cảm của cuộn dây (H-Henry); C : điện dung của tụ điện (F-Fara).

Lưu ý: L cỡ milihenry ($1 \text{ mH} = 10^{-3} \text{ H}$); C cỡ picôfara ($1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$); f cỡ megahéc (MHz).

$1 \text{ mH} = 10^{-3} \text{ H}$; $1 \mu\text{H} = 10^{-6} \text{ H}$; $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$; $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$; $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$; $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$.

5. Năng lượng điện trường, năng lượng từ trường, năng lượng điện từ

- Năng lượng điện trường trong tụ điện: $W_d = \frac{1}{2} Cu^2 = \frac{qu}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{Q_0^2}{2C} \cos^2(\omega t + \varphi)$.

- Năng lượng từ trường trong cuộn cảm: $W_t = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{LI_0^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi)$.

- Năng lượng điện từ: $W = W_d + W_t = \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2} = \text{hằng số}$.

W_d : năng lượng điện trường (J); W_t : năng lượng từ trường (J); W : năng lượng điện từ (J);

C : điện dung của tụ điện (F); L : độ tự cảm của cuộn dây (H); q : điện tích của tụ điện (C);

u : điện áp (tức thời) của tụ điện (V); i : cường độ dòng điện (tức thời) (A);

$Q_0 = C.U_0$: điện tích cực đại của tụ điện (đổi ra C); U_0 : điện áp cực đại hai đầu tụ điện (V);

$I_0 = \omega.Q_0$: cường độ dòng điện cực đại (đổi ra A); $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$; $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$; $1 \text{ pC} = 10^{-12} \text{ C}$.

Lưu ý: Năng lượng điện trường và năng lượng từ trường biến thiên tuần hoàn với tần số góc $\omega' = 2\omega$, tần số $f' = 2f$, chu kì $T' = T/2$. Tổng của năng lượng điện trường trong tụ điện và năng lượng từ trường trong cuộn cảm của mạch dao động là năng lượng điện từ có giá trị không đổi.

6. Điện từ trường, sóng điện từ

- Mối quan hệ giữa sự biến thiên theo thời gian của từ trường và điện trường xoáy: Nếu tại một nơi có một từ trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện điện trường xoáy. Điện trường xoáy là điện trường có đường sức điện là đường cong kín.

- Mối quan hệ giữa sự biến thiên theo thời gian của điện trường và từ trường: Nếu tại một nơi có điện trường biến thiên theo thời gian thì tại nơi đó xuất hiện từ trường. Đường sức của từ trường bao giờ cũng khép kín.

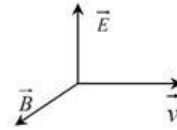
- Điện từ trường là trường có hai thành phần biến thiên theo thời gian, liên quan mật thiết với nhau là điện trường biến thiên và từ trường biến thiên.

- Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.

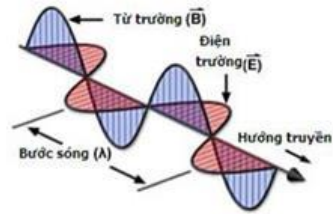
7. Những đặc điểm của sóng điện từ

- Sóng điện từ lan truyền được trong chân không. Tốc độ của sóng điện từ trong chân không có giá trị lớn nhất và bằng $c = 3.10^8 \text{ m/s}$. Sóng điện từ lan truyền được trong các điện môi (chất cách điện). Tốc độ của sóng điện từ trong các điện môi thì nhỏ hơn trong chân không.

- Sóng điện từ là sóng ngang: Vector cường độ điện trường \vec{E} và vector cảm ứng từ \vec{B} luôn luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Ba vector \vec{E} , \vec{B} , \vec{v} tạo thành một tam diện thuận (giống như ba trục Ox, Oy, Oz trong hệ tọa độ Đề-các).



- Trong sóng điện từ thì dao động của điện trường và của từ trường tại một điểm luôn luôn cùng pha với nhau.
 - Khi sóng điện từ gặp mặt phân cách giữa hai môi trường thì nó cũng bị phản xạ và khúc xạ như ánh sáng.
 - Sóng điện từ mang năng lượng. (**đọc thêm:** Nhờ có năng lượng mà khi sóng điện từ truyền đến một anten, nó sẽ làm cho các electron tự do trong anten dao động).



- Những sóng điện từ có bước sóng từ vài mét đến vài kilômét được dùng trong thông tin liên lạc vô tuyến nên gọi là các *sóng vô tuyến*.

8. Phân loại các sóng vô tuyến và tính chất

- Sóng vô tuyến được chia làm bốn loại: sóng cực ngắn, sóng ngắn, sóng trung và sóng dài.
- Sóng cực ngắn (còn gọi là vi sóng): (bước sóng từ 0,01 m đến 10 m): không bị tầng điện li hấp thụ và phản xạ, có khả năng truyền xuyên qua tầng điện li (cách mặt đất từ 80 km đến 800 km). Dùng trong truyền hình vệ tinh và vũ trụ.
- Sóng ngắn: (bước sóng từ 10 m đến 100 m): phản xạ mạnh ở tầng điện li và trên mặt đất nên có thể truyền đi xa trên mặt đất.
- Sóng trung: (bước sóng từ 100 m đến 1000 m): phản xạ mạnh vào ban đêm, ban ngày bị tầng điện li hấp thụ.
- Sóng dài: (bước sóng trên 1000 m): ít bị nước hấp thụ, dùng để truyền thông tin trong nước.

9. Công thức tính bước sóng của sóng điện từ trong chân không

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT; \lambda: \text{bước sóng (m)}, c = 3.10^8 \text{ m/s}, T: \text{chu kỳ sóng (s)}, f: \text{tần số sóng (Hz)}.$$

- Đối với mạch dao động thu, phát sóng điện từ: $\lambda = c.T = 2\pi.c.\sqrt{LC}$; L : độ tự cảm (H);

Lưu ý: 1 km = 10^3 m; 1 kHz = 10^3 Hz; 1 MHz = 10^6 Hz (mêgahéc); C : điện dung của tụ điện (F)

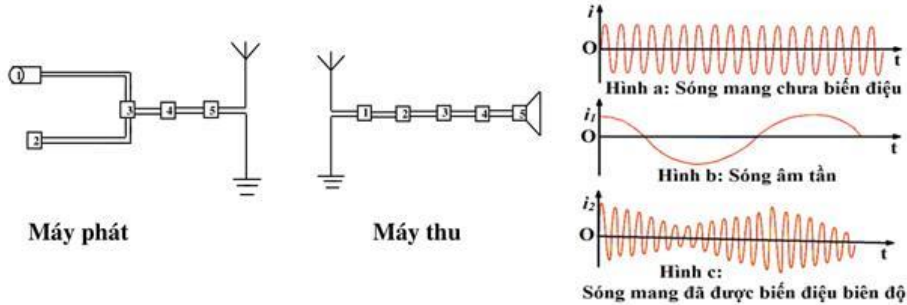
10. Bốn nguyên tắc cơ bản của việc thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến

- Phải dùng các sóng điện từ cao tần để tải các thông tin (gọi là các *sóng mang*).
- Phải biến điệu các sóng mang: dùng mạch biến điệu trộn sóng mang và sóng âm.
- Để tách sóng âm ra khỏi sóng cao tần để đưa ra loa ta dùng mạch tách sóng.
- Khi tín hiệu thu có cường độ nhỏ, ta phải khuếch đại chúng bằng các mạch khuếch đại.

11. Sơ đồ khối của một máy phát thanh và máy thu thanh đơn giản

- Máy phát: Micrô (1), mạch phát sóng điện từ cao tần (2), mạch biến điệu (3), mạch khuếch đại (4) và ăng ten phát (5).

- Máy thu: ăng ten thu (1), mạch khuếch đại dao động điện từ cao tần (2), mạch tách sóng (3), mạch khuếch đại dao động điện từ âm tần (4), loa (5).



12. Một số công thức cần lưu ý

$$i \perp q \Rightarrow \frac{i^2}{I_0^2} + \frac{q^2}{Q_0^2} = 1 \Leftrightarrow \frac{i^2}{I^2} + \frac{q^2}{Q^2} = 2 \quad \text{với } I_0 = \omega Q_0; \quad i \perp u \Rightarrow \frac{i^2}{I_0^2} + \frac{u^2}{U_0^2} = 1 \Leftrightarrow \frac{i^2}{I^2} + \frac{u^2}{U^2} = 2 \quad \text{với}$$

$$\frac{1}{2} CU_0^2 = \frac{1}{2} LI_0^2.$$

$$q \text{ cùng pha } u \Rightarrow \frac{q}{u} = \frac{Q_0}{U_0} = C;$$

$$I_0 = \omega Q_0 = \frac{2\pi}{T} Q_0 \Rightarrow T = \frac{2\pi Q_0}{I_0}$$

$$W_{d\max} = W_{t\max} \Leftrightarrow \frac{1}{2} CU_0^2 = \frac{1}{2} LI_0^2 \Leftrightarrow CU_0^2 = LI_0^2 \Leftrightarrow U_0 = I_0 \sqrt{\frac{L}{C}} \Leftrightarrow I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$W = W_d + W_t \Leftrightarrow \frac{1}{2} CU_0^2 = \frac{1}{2} Cu^2 + \frac{1}{2} Li^2 \Leftrightarrow C(U_0^2 - u^2) = Li^2 \Leftrightarrow i = \pm \sqrt{\frac{C}{L}(U_0^2 - u^2)}$$

$$W = W_d + W_t \Leftrightarrow \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} Li^2 \Leftrightarrow \frac{1}{C}(Q_0^2 - q^2) = Li^2 \Leftrightarrow i = \pm \sqrt{\frac{1}{LC}(Q_0^2 - q^2)}$$

$$\Leftrightarrow i = \pm \omega \sqrt{(Q_0^2 - q^2)}$$

$$W = W_d + W_t \Leftrightarrow \frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{1}{2} Cu^2 + \frac{1}{2} Li^2 \Leftrightarrow L(I_0^2 - i^2) = Cu^2 \Leftrightarrow u = \pm \sqrt{\frac{L}{C}(I_0^2 - i^2)}$$

$$W = W_d + W_t \Leftrightarrow \frac{1}{2} LI_0^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} Li^2 \Leftrightarrow L(I_0^2 - i^2) = \frac{q^2}{C} \Leftrightarrow q = \pm \sqrt{LC(I_0^2 - i^2)}$$

$$\Leftrightarrow q = \pm \frac{1}{\omega} \sqrt{(I_0^2 - i^2)}$$

$$W_d = nW_t \Leftrightarrow \begin{cases} W_t = \frac{1}{n+1}W \Leftrightarrow \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\frac{I_0^2}{n+1} \Leftrightarrow i^2 = \frac{I_0^2}{n+1} \Leftrightarrow i = \pm \frac{I_0}{\sqrt{n+1}} \\ W_d = \frac{n}{n+1}W \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{1}{2}Cu^2 = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{1}{2}CU_0^2 \Leftrightarrow u^2 = \frac{n}{n+1}U_0^2 \Leftrightarrow u = \pm \sqrt{\frac{n}{n+1}}U_0 \\ \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C} \Leftrightarrow q^2 = \frac{n}{n+1}Q_0^2 \Leftrightarrow q = \pm \sqrt{\frac{n}{n+1}}Q_0 \end{cases} \end{cases}$$

13. Sự tương tự giữa dao động cơ và dao động điện

Đại lượng cơ	Đại lượng điện	Dao động cơ	Dao động điện
Tọa độ x	điện tích q	$x'' + \omega^2x = 0$	$q'' + \omega^2q = 0$
Vận tốc v	cường độ dòng điện i	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Khối lượng m	độ tự cảm L	$x = A\cos(\omega t + \varphi)$	$q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$
Độ cứng k	ngược đảo điện dung $\frac{1}{C}$	$v = x' = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$	$i = q' = -\omega q_0\sin(\omega t + \varphi)$
		$v = \omega A\cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$	$i = \omega q_0\cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$
Lực F	hiệu điện thế u	$A^2 = x^2 + (\frac{v}{\omega})^2$	$q_0^2 = q^2 + (\frac{i}{\omega})^2$
Hệ số ma sát μ	Điện trở R	$F = -kx = -m\omega^2x$	$u = \frac{q}{C} = L\omega^2q$
Động năng W_d	NL từ trường ($W_t = W_L$)	$W_d = \frac{1}{2}mv^2$	$W_d = \frac{1}{2}Li^2$
Thế năng W_t	NL điện trường ($W_d = W_C$)	$W_t = \frac{1}{2}kx^2$	$W_t = \frac{q^2}{2C}$

14. Bài tập

Câu 1: Một mạch dao động điện từ LC gồm cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 2$ mH và tụ điện có điện dung $C = 0,2$ μ F. Biết dây dẫn có điện trở thuần không đáng kể và trong mạch có dao động điện từ riêng. Chu kỳ riêng của mạch dao động này bằng

- A. $2\pi \cdot 10^{-4}$ s. B. $4\pi \cdot 10^{-4}$ s. C. $2\pi \cdot 10^{-5}$ s. D. $4\pi \cdot 10^{-5}$ s.

Câu 2: Một mạch dao động điện từ lý tưởng gồm tụ điện có điện dung $C = 25$ nF và cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = 4$ mH. Ở thời điểm ban đầu cường độ dòng điện đạt giá trị cực đại và bằng 40 mA. Biểu thức cường độ dòng điện trong mạch là

- A. $i = 4 \cdot 10^{-2} \cos 10^5 t$ (A). B. $i = 4 \cdot 10^{-1} \cos 10^5 t$ (A).

$$C. i = 4 \cdot 10^{-2} \cos(10^5 t - \frac{\pi}{2}) \text{ (A)}.$$

$$D. i = 2 \cdot 10^{-2} \cos 10^5 t \text{ (A)}.$$

Câu 3: Một mạch dao động LC lí tưởng đang có dao động điện từ tự do. Biết điện tích cực đại của một bản tụ điện có độ lớn là 10^{-8} C và cường độ dòng điện cực đại qua cuộn cảm thuần là 62,8 mA. Lấy $\pi \approx 3,14$. Tần số dao động điện từ tự do của mạch bằng

$$A. 10^4 \text{ Hz.}$$

$$B. 10^3 \text{ Hz.}$$

$$C. 10^6 \text{ Hz.}$$

$$D. 10^7 \text{ Hz.}$$

Câu 4: Mạch dao động LC lí tưởng có chu kì dao động điện từ bằng T . Thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường trên tụ điện bằng năng lượng từ trường trong cuộn dây là

$$A. \frac{T}{12}.$$

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

$$C. \frac{T}{6}.$$

$$D. \frac{T}{8}.$$

Câu 5: Trong thông tin liên lạc bằng sóng vô tuyến, người ta sử dụng cách biến điệu biên độ, tức là làm cho biên độ của sóng điện từ cao tần (sóng mang) biến thiên theo thời gian với tần số bằng tần số của dao động âm tần. Cho tần số sóng mang là 800 kHz, tần số của dao động âm tần là 1000 Hz. Số dao động toàn phần của dao động cao tần khi dao động âm tần thực hiện được một dao động toàn phần là

$$A. 1000.$$

$$B. 800.$$

$$C. 8000.$$

$$D. 4000.$$

Câu 6: Xét hai mạch dao động điện từ lí tưởng. Chu kì dao động riêng của mạch thứ nhất là T_1 , của mạch thứ hai là $T_2 = 2T_1$. Ban đầu điện tích trên mỗi bản tụ điện có độ lớn cực đại Q_0 . Sau đó mỗi tụ điện phóng điện qua cuộn cảm của mạch. Khi điện tích trên mỗi bản tụ của hai mạch đều có độ lớn bằng q ($0 < q < Q_0$) thì tỉ số độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ nhất và độ lớn cường độ dòng điện trong mạch thứ hai là

$$A. 2,0.$$

$$B. 4,0.$$

$$C. 0,5.$$

$$D. 8,0.$$

Câu 7: Mạch dao động điện từ lí tưởng gồm cuộn cảm thuần có độ tự cảm L và tụ điện có điện dung C . Trong mạch đang có dao động điện từ tự do. Gọi U_0 là hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ và I_0 là cường độ dòng điện cực đại trong mạch. Hệ thức đúng là

$$A. I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{2L}}.$$

$$B. I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

$$C. U_0 = I_0 \sqrt{\frac{2C}{L}}.$$

$$D. U_0 = I_0 \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

Câu 8: Khi nói về sóng điện từ, phát biểu nào sau đây là sai?

- A. Sóng điện từ tuân theo các quy luật giao thoa, nhiễu xạ.
- B. Sóng điện từ mang năng lượng.
- C. Sóng điện từ không truyền được trong chân không.
- D. Sóng điện từ là sóng ngang.

Câu 9: Tại Hà Nội, một máy đang phát sóng điện từ. Xét một phương truyền có phương thẳng đứng hướng lên. Vào thời điểm t , tại điểm M trên phương truyền, vectơ cảm ứng từ đang có độ lớn cực đại và hướng về phía Nam. Khi đó vectơ cường độ điện trường có

- A. độ lớn cực đại và hướng về phía Tây.
- B. độ lớn bằng không.
- C. độ lớn cực đại và hướng về phía Bắc.
- D. độ lớn cực đại và hướng về phía Đông.

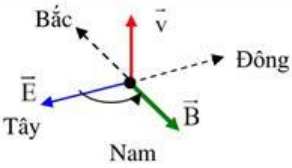
Câu 10: Một mạch dao động gồm một cuộn cảm thuần có độ tự cảm xác định và một tụ điện là tụ xoay, có điện dung thay đổi được theo quy luật hàm số bậc nhất của góc xoay α của bản linh động. Khi $\alpha = 0^\circ$, tần số dao động riêng của mạch là 3 MHz. Khi $\alpha = 120^\circ$, tần số dao động riêng của mạch là 1 MHz. Để mạch này có tần số dao động riêng bằng 1,5 MHz thì α bằng

- A. 30° .
- B. 90° .
- C. 60° .
- D. 45° .

15. Đáp án

Câu	Từ khóa	Kiến thức cần có	Cách giải
1. (D)	... độ tự cảm $L = 2$ mH... điện dung $C = 0,2 \mu\text{F}$... Chu kì riêng ...	$T = 2\pi\sqrt{LC}$	$T = 4\pi \cdot 10^{-5}$ s.
2. (A)	... điện dung $C = 25$ nF ... độ tự cảm $L = 4$ mH ... Ở thời điểm ban đầu, cường độ dòng điện đạt giá trị cực đại và bằng 40 mA. Biểu thức cường độ dòng điện ...	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi)$;	$\omega = \frac{1}{\sqrt{4 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \cdot 10^{-9}}}$ $= 10^5$ rad/s; khi $t = 0$ thì $i = I_0 \Rightarrow \cos \varphi = 1$ $\Rightarrow \varphi = 0$. Vậy $i = 4 \cdot 10^{-2} \cos 10^5 t$ (A).
3. (C)	điện tích cực đại ... là 10^{-8} C và cường độ dòng điện cực đại ... là	$I_0 = \omega q_0$ $f = \frac{\omega}{2\pi}$	$\omega = \frac{62,8 \cdot 10^{-3}}{10^{-8}}$ $= 62,8 \cdot 10^5$ rad/s

	62,8 mA. Lấy $\pi \approx 3,14$. Tần số dao động		$f = \frac{62,8 \cdot 10^5}{2,3,14} = 10^6 \text{ Hz.}$
4. (B)	... chu kì dao động ... bằng T . Thời gian giữa hai lần liên tiếp năng lượng điện trường trên tụ điện bằng năng lượng từ trường trong cuộn dây ...	$W = W_d + W_t = \frac{Q_0^2}{2C}$ $W_d = \frac{q^2}{2C}$ Vòng tròn lượng giác	$W_d = W_t = \frac{W}{2}$ $\Leftrightarrow \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{2C} \Leftrightarrow q = \pm \frac{Q_0 \sqrt{2}}{2}$ Với hai vị trí giá trị của q : $q = \pm Q_0 \frac{\sqrt{2}}{2}$ trên trục Oq , tương ứng với 4 vị trí trên đường tròn, các vị trí này cách đều nhau bởi các cung $\pi/2$. Cứ sau thời gian $T/4$ năng lượng điện lại bằng năng lượng từ.
5. (B)	... tần số sóng mang là 800 kHz, tần số của dao động âm tần là 1000 Hz. Số dao động toàn phần của dao động cao tần khi dao động âm tần thực hiện được một dao động toàn phần là	Khái niệm tần số: số dao động toàn phần trong 1 giây. Quy tắc tam suất.	Trong 1 s, sóng âm thực hiện $f_a = 1000$ dao động, sóng mang thực hiện $f_m = 800000$ dao động. Khi sóng âm thực hiện một dao động thì sóng mang thực hiện được: $N = \frac{f_m}{f_a} = \frac{800000}{1000} = 800.$
6. (A)	... $T_2 = 2T_1$... điện tích trên mỗi bản tụ điện ... Q_0 ... điện tích trên mỗi bản tụ của hai mạch đều	$W = W_d + W_t.$	$\Leftrightarrow \frac{Q_0^2}{2C} = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{q^2}{2C}$ $\Leftrightarrow i^2 = \frac{1}{LC} (Q_0^2 - q^2)$ $\Leftrightarrow i = \omega \sqrt{Q_0^2 - q^2}$

	có độ lớn bằng q ($0 < q < Q_0$) thì tỉ số độ lớn cường độ dòng điện ... thứ nhất và ... thứ hai ...		$\Rightarrow \frac{ i_1 }{ i_2 } = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{T_2}{T_1} = 2.$
7. (B)	... độ tự cảm L và ... điện dung C ... U_0 là hiệu điện thế cực đại giữa hai bản tụ và I_0 là cường độ dòng điện cực đại trong mạch.	Năng lượng của mạch dao động $W = \frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}$	$\Rightarrow I_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$
8. (C)	... sóng điện từ ...	Những đặc điểm của sóng điện từ.	Sóng điện từ <u>truyền được</u> trong chân không.
9. (A)	... phương truyền ... thẳng đứng hướng lên ... vector cảm ứng từ ... có độ lớn cực đại và hướng về phía Nam ... vector cường độ điện trường có	\vec{E}, \vec{B} cùng pha. Ba vector $\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$ tạo thành một tam diện thuận.	 <p>Quy tắc đinh ốc: quay đinh ốc theo chiều thuận (góc nhỏ) từ \vec{E} sang \vec{B}, khi đó chiều tiến của đinh ốc là hướng truyền sóng điện từ \vec{v}.</p> <p>Do \vec{E}, \vec{B} cùng pha nên vector cường độ điện trường có độ lớn cực đại và hướng về phía Tây.</p>
10. (D)	... điện dung thay đổi được theo quy luật hàm số bậc nhất của góc xoay α ... Khi $\alpha = 0^\circ$, tần số ... là 3 MHz. Khi $\alpha = 120^\circ$, tần số ... là 1	$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ Điện dung của tụ xoay là hàm bậc nhất của góc xoay α : $C_\alpha = a\alpha + b$	$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_1}}$ $\Rightarrow C_1 = \frac{1}{4\pi^2 L f_1^2}$ (1), $C_2 = \frac{1}{4\pi^2 L f_2^2}$ (2),

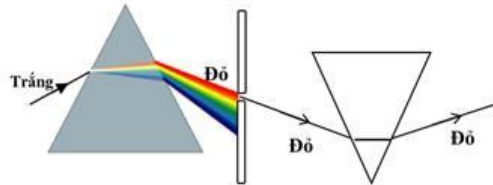
	<p>MHz ... tần số bằng 1,5 MHz thì α bằng</p>	$C_3 = \frac{1}{4\pi^2 L f_3^2} \quad (3).$ <p>Từ (1) và (2):</p> $\frac{C_2}{C_1} = \frac{f_1^2}{f_2^2} = \frac{3^2}{1^2} = 9$ $\Rightarrow C_2 = 9C_1.$ <p>Từ (2) và (3):</p> $\frac{C_3}{C_1} = \frac{f_1^2}{f_3^2} = \frac{3^2}{1,5^2} = 4$ $\Rightarrow C_3 = 4C_1.$ <p>Điện dung của tụ xoay là hàm bậc nhất của góc quay α:</p> $C_\alpha = a\alpha + b$ $\Rightarrow \begin{cases} C_1 = a \cdot 0^\circ + b \\ 9C_1 = a \cdot 120^\circ + b \end{cases}$ $\Rightarrow \begin{cases} b = C_1 \\ a = \frac{C_1}{15} \end{cases}$ $\Rightarrow C_\alpha = \frac{C_1}{15}\alpha + C_1 \quad (4).$ <p>Thay $C_3 = 4C_1$ vào (4)</p> $\Rightarrow 4C_1 = \frac{C_1}{15}\alpha + C_1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ$
--	---	--

CHƯƠNG V. SÓNG ÁNH SÁNG

Ánh sáng có bản chất là **sóng điện từ có bước sóng ngắn** (ngắn hơn sóng vô tuyến).

1. Tán sắc ánh sáng

Đối với mỗi ánh sáng đơn sắc, chiết suất của môi trường có một giá trị khác nhau: Chiết suất của một môi trường đối với ánh sáng tím là lớn nhất, đối với ánh sáng đỏ là nhỏ nhất: $n_D < n_C < \dots < n_{Ch} < n_T$.

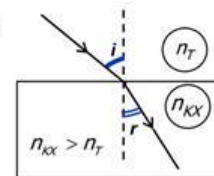


Một tia sáng phức tạp đi từ môi trường trong suốt này sang môi trường trong suốt khác sẽ tách ra thành các thành phần **đơn sắc** (có một màu nhất định). Tia sáng đơn sắc không bị tán sắc khi đổi môi trường truyền). Ví dụ: Khi một chùm tia sáng trắng (ánh sáng Mặt trời, hồ quang điện, bóng đèn dây tóc,...) đi qua một lăng kính, chùm tia ló gồm **bảy màu chính**: đỏ, cam, vàng, lục, lam, chàm, tím (giống cầu vồng) gọi là **quang phổ** của ánh sáng trắng. **Tia đỏ lệch ít nhất và tia tím lệch nhiều nhất** so với phương tia tới trắng. Ngược lại, các ánh sáng đơn sắc từ đỏ đến tím tổng hợp thành ánh sáng trắng. Ánh sáng đơn sắc không bị tán sắc khi đổi môi trường truyền.

Khi bị phân xạ toàn phần, **tia tím bị phân xạ đầu tiên**, rồi đến tia chàm, tia lam,...

- **Chiết suất tuyệt đối** của một môi trường: $n = \frac{c}{v}$ (với $v \leq c$; $n \geq 1$).

Chiết suất tỉ đối của môi trường 1 đối với môi trường 2: $n_{12} = \frac{n_1}{n_2}$.



Định luật khúc xạ ánh sáng: $n_T \sin i = n_{KX} \sin r$.

Tia sáng bị phân xạ toàn phần nếu góc tới $i > \gamma$, với γ là góc giới hạn: $\sin \gamma = \frac{n_{KX}}{n_T}$.

(Hiện tượng phản xạ toàn phần chỉ xảy ra khi môi trường tới chiết quang hơn: $n_T > n_{KX}$).

Ví dụ

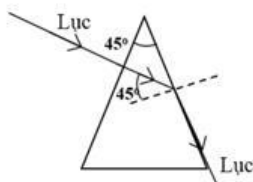
Xét một lăng kính có góc chiết quang $A = 45^\circ$ đặt trong không khí.

1/ Một tia sáng đơn sắc màu lục SI đến vuông góc với mặt bên AB của lăng kính cho tia ló nằm sát mặt AC. Tính chiết suất của lăng kính đối với ánh sáng lục.

2/ Chiếu một chùm tia gồm bốn ánh sáng đơn sắc: đỏ, vàng, lục, và tím đến vuông góc với mặt AB. Các tia ló ra khỏi mặt AC gồm những ánh sáng đơn sắc nào? Giải thích.

Hướng dẫn

1/ Tia sáng đi vuông góc với mặt AB, đi thẳng đến mặt AC mà không bị khúc xạ. Góc tới tại AC: $i = 45^\circ$, góc khúc xạ tại AC: $r = 90^\circ$. Định luật khúc xạ ánh sáng cho: $n_1 \sin 45^\circ = 1 \cdot \sin 90^\circ$; $n_1 = \sqrt{2}$.



2/ Chiết suất của lăng kính đối với tia đỏ và tia vàng nhỏ hơn $n_1 = \sqrt{2}$ tức là có góc giới hạn lớn hơn 45° nên ló ra ngoài. Tia tím bị phản xạ toàn phần.

2. Bước sóng của ánh sáng

Ánh sáng truyền từ môi trường trong suốt này sang môi trường trong suốt khác: tần số không đổi, bước sóng thay đổi.

Gọi λ và λ' lần lượt là bước sóng ánh sáng trong chân không và bước sóng ánh sáng trong môi trường chiết suất n : $\lambda' = \frac{\lambda}{n}$.

- Mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng xác định.

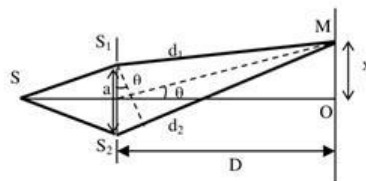
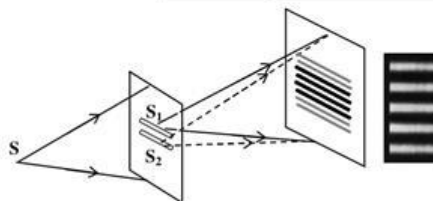
Quang phổ khả kiến (thấy được):

$\lambda = 0.38 \mu\text{m}$ (tím) \rightarrow $0.76 \mu\text{m}$ (đỏ).

Màu	Bước sóng (μm)
Đỏ	0,64 ÷ 0,76
Cam	0,59 ÷ 0,65
Vàng	0,57 ÷ 0,60
Lục	0,50 ÷ 0,58
Lam	0,45 ÷ 0,51
Chàm	0,43 ÷ 0,46
Tím	0,38 ÷ 0,44

3. Thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng

Nguồn sáng đơn sắc S chiếu sáng hai khe hẹp, song song S_1 và S_2 là **hai nguồn sóng kết hợp** (hai nguồn có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi – bằng 0): Trên màn có những vạch sáng và vạch tối xen kẽ nhau gọi là **vân giao thoa**. Hiện tượng giao thoa cùng với hiện tượng nhiễu xạ chứng tỏ ánh sáng có **bản chất sóng**.



Vị trí vân giao thoa:

Hiệu quang đường đi (hiệu quang trình - quang lộ):

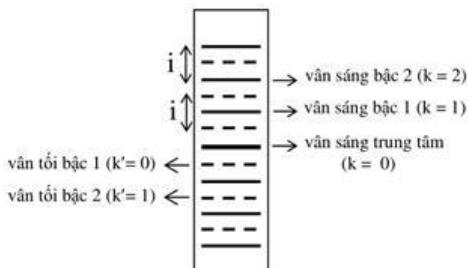
$$d_2 - d_1 \approx \frac{ax}{D}$$

Vân sáng:

$$x = ki = 0; \pm i; \pm 2i; \pm 3i; \dots \quad i = \frac{\lambda D}{a}$$

Vân tối:

$$x' = \left(k' + \frac{1}{2}\right)i = \pm \frac{i}{2}; \pm \frac{3i}{2}; \pm \frac{5i}{2}; \dots$$



Khi giao thoa trường L đối xứng qua vân trung tâm:

$$\text{Số vân sáng: } N_s = 2 \left[\frac{L/2}{i} \right] + 1; \quad \text{Số vân tối: } N_t = 2 \left[\frac{L/2}{i} + \frac{1}{2} \right] \quad ([\dots]: \text{phần nguyên})$$

Vân sáng hệ (λ_1) \equiv Vân sáng hệ (λ_2): $k_1 i_1 = k_2 i_2$; $k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$ $k_1, k_2 = 0; \pm i; \pm 2i; \pm 3i; \dots$

Vân tối hệ (λ_1) \equiv Vân tối hệ (λ_2): $(k_1 + 1/2)i_1 = (k_2 + 1/2)i_2$; $(k_1 + \frac{1}{2})\lambda_1 = (k_2 + \frac{1}{2})\lambda_2$

Hai vân tối của hai hệ vân (λ_1) và (λ_2) trùng nhau chỉ khi: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{2k_2 + 1}{2k_1 + 1}$

Ví dụ

Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng, lúc đầu ta sử dụng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 . Khoảng cách hai khe bằng 0,4 mm và khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát bằng 1 m. Trên màn, trong khoảng rộng 9 mm đối xứng qua vân chính giữa, có 7 vân sáng, ngoài cùng là hai vân sáng.

1/ Tính bước sóng λ_1 .

2/ Sử dụng đồng thời hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 và bước sóng $\lambda_2 = 0,4 \mu\text{m}$. Xác định vị trí trên màn tại đó có vân sáng cùng màu với vân chính giữa. Trong khoảng giữa hai vân sáng liên tiếp cùng màu với vân chính giữa này, có bao nhiêu vân sáng khác?

Hướng dẫn

1/ Vì 7 vân sáng tương ứng với 6 khoảng vân nên: $\lambda_1 = \frac{a i_1}{D} = \frac{0,4 \cdot 10^{-3} \cdot (9 \cdot 10^{-3} / 6)}{1} = 0,6 \mu\text{m}$.

2/ Vân chính giữa của hai hệ vân đều là vân sáng. Tại đây có sự hòa lẫn hai màu của hai hệ vân có bước sóng λ_1 và λ_2 để cho một màu nào đó. Vị trí tại đó vân cùng màu với vân chính giữa thì phải có hai vân sáng của hai hệ vân trùng nhau:

$$k_1 \lambda_1 \frac{D}{a} = k_2 \lambda_2 \frac{D}{a}; \quad k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2, \quad k_1, k_2 = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots$$

$$k_1 0,6 = k_2 0,4;$$

$$k_1 = \frac{2}{3}k_2: k_2 \text{ phải chia hết cho 3, tức là: } k_2 = 3k, k = 0; \pm 1; \pm 2; \pm 3; \dots \text{ (và } k_1 = 2k \text{)}.$$

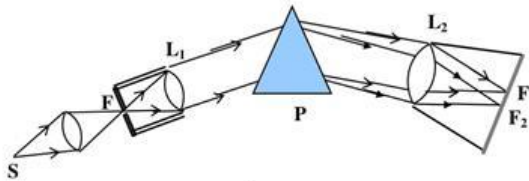
Vậy, vị trí hai vân sáng của hai hệ vân trùng nhau là:

$$x_1 = x_2 = k_1 i_1 = 2k \frac{\lambda_1 D}{a} = 2k \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{0,4 \cdot 10^{-3}} = 3k \text{ (mm)}; x_1 = x_2 = 3k \text{ (mm)} = 0; \pm 3 \text{ mm}; \pm 6 \text{ mm}; \dots$$

Từ vân chính giữa đến vân cùng màu gần nhất: $x_1 = x_2 = 3 \text{ mm}$, ta có $k_1 = 2; k_2 = 3$ nên ta có một vân sáng của hệ vân (λ_1) và hai vân sáng của hệ vân (λ_2) trong khoảng giữa hai vân cùng màu liên tiếp.

4. Máy quang phổ lăng kính

Định nghĩa: Máy quang phổ là dụng cụ để phân tích một chùm sáng phức tạp thành những thành phần đơn sắc, dùng để nhận biết



các thành phần cấu tạo của chùm sáng phức tạp phát ra từ nguồn.

Cấu tạo: Gồm ống chuẩn trực, hệ tán sắc và buồng ảnh (buồng tối).

Hoạt động: Dựa trên nguyên tắc **tán sắc ánh sáng**: Sau khi ra khỏi ống chuẩn trực, chùm tia sáng phức tạp **song song** đi qua lăng kính P cho **nhiều chùm tia đơn sắc song song** khác nhau. Mỗi chùm tia này sẽ cho một ảnh là một vạch sáng (**vạch quang phổ**) trên kính ảnh của buồng ảnh.

5. Các loại quang phổ

5.1 Quang phổ liên tục

a. *Định nghĩa:* Quang phổ liên tục là dải nhiều màu liên tục nối tiếp nhau, chồng chất lên nhau một phần. Ví dụ: Quang phổ của ánh sáng trắng từ Mặt Trời.

b. *Nguồn:* Do các chất **khí ở áp suất lớn**, **chất lỏng**, và **chất rắn** phát ra khi bị **nung nóng** (như Mặt Trời).

c. *Tính chất:*

- Chỉ phụ thuộc **nhệt độ** mà không phụ thuộc bản chất của vật.
- Nhiệt độ càng cao, miền quang phổ lan từ **bước sóng dài sang bước sóng ngắn**.

d. *Ứng dụng:* Đo nhiệt độ nguồn sáng.

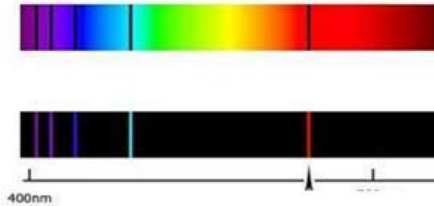
5.2 Quang phổ vạch phát xạ

a. *Định nghĩa:* Quang phổ vạch phát xạ gồm các **vạch sáng màu riêng lẻ**, ngăn cách bởi những khoảng tối.

b. *Nguồn:* Do chất khí ở áp suất thấp phát ra khi được kích thích bằng nhiệt, điện.

c. *Tính chất:* Phụ thuộc **nguyên tố cấu tạo vật** (số vạch, vị trí-bước sóng, độ sáng tỉ đối).

d. *Ứng dụng:* Xác định thành phần cấu tạo của chất làm nguồn sáng.



Quang phổ vạch hấp thụ (hình trên) và quang phổ vạch phát xạ (hình dưới) của nguyên tử hiđrô.

5.3 Quang phổ vạch hấp thụ

a. *Định nghĩa:* Quang phổ vạch hấp thụ là quang phổ liên tục trên đó có những **vạch tối** (là các vạch màu bị thiếu) do bị chất khí hay hơi kim loại hấp thụ.

b. *Điều kiện:* Nhiệt độ của chất khí hay hơi phải **thấp hơn** nhiệt độ của nguồn phát quang phổ liên tục.

c. *Tính chất:* Đặc trưng cho **nguyên tố cấu tạo vật**.

d. *Ứng dụng:* Nhận biết sự có mặt của một nguyên tố.

Hiện tượng đảo vạch quang phổ: Hiện tượng các vạch tối của quang phổ hấp thụ trở thành sáng khi tắt nguồn phát ra quang phổ liên tục.

6. Tia hồng ngoại

Là bức xạ **không thấy được**, có bước sóng từ $0,76 \mu\text{m}$ đến vài mm, được phát bởi mọi vật dù ở **nhiệt độ thấp**. *Nguồn thông dụng:* lò than, lò điện, dây tóc đèn điện,... Tác dụng nổi bật nhất là tác dụng nhiệt.

Ứng dụng: Sấy khô, sưởi ấm, điều khiển từ xa, mục đích quân sự,...

7. Tia tử ngoại

Là bức xạ **không thấy được**, có bước sóng từ $0,38 \mu\text{m}$ đến vài 10^{-9}m , được phát bởi mọi vật có **nhiệt độ cao** trên 2000°C (đèn hơi thủy ngân, hồ quang,...). Mang năng lượng tương đối lớn nên có khả năng kích thích sự phát quang (đèn huỳnh quang), gây phản ứng quang hóa, huỷ diệt tế bào da, tế bào võng mạc,...

Ứng dụng: Khử trùng nước, thực phẩm, chữa bệnh còi xương, tìm vết nứt trên bề mặt kim loại,...

8. Tia X (tia Ron-ghen)

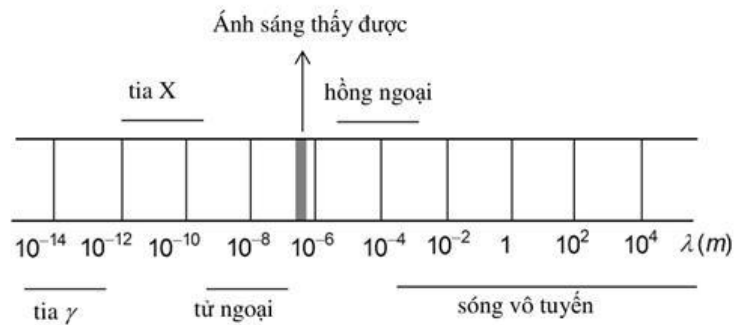
Là bức xạ có bước sóng từ 10^{-8} m (tia X mềm) đến 10^{-11} m (tia X cứng). Mang năng lượng lớn nên có khả năng đâm xuyên (đi qua giấy, vải, gỗ, và kim loại có nguyên tử lượng nhẹ), làm phát quang nhiều chất, gây hiện tượng quang điện, ion hoá chất khí, tác dụng sinh học mạnh (huỷ diệt tế bào; chữa ung thư).

Ứng dụng: Chụp điện (chụp X quang), chiếu điện, chữa bệnh ung thư, kiểm tra chất lượng trong công nghiệp, kiểm tra hành lý ở phi trường,...

Cách sản xuất tia X: Trong ống tia catốt đặt dưới hiệu điện thế lớn (vài chục kV), chùm tia electron có động năng lớn phát ra từ catốt đập vào bản kim loại (đổi âm cực) có nguyên tử lượng lớn làm bức xạ tia X có năng lượng lớn.

9. Thang sóng điện từ

Sóng điện từ	Bước sóng (m)
Tia gamma (γ)	$< 10^{-11}$
Tia X	$10^{-11} \div 10^{-8}$
Tử ngoại	$10^{-9} \div 3,8 \cdot 10^{-7}$
AS thấy được	$3,8 \cdot 10^{-7} \div 7,6 \cdot 10^{-7}$
Hồng ngoại	$7,6 \cdot 10^{-7} \div 10^{-3}$
Vô tuyến	$10^{-4} \div 3 \cdot 10^4$



Thang sóng điện từ

10. Bài tập

Câu 1: Ứng dụng quan trọng nhất của tia X là

- A. sưởi ấm, sấy khô thực phẩm.
- B. khử trùng nước, thực phẩm.
- C. chụp ảnh trong y khoa.
- D. chữa bệnh còi xương.

Câu 2: Khi đặt một bình chứa khí hiđrô trong khoảng giữa nguồn sáng và khe hẹp của ống chuẩn trực của máy quang phổ lăng kính (nhiệt độ bình khí thấp hơn nhiệt độ nguồn), trên phim của buồng ảnh, ta thu được

- A. quang phổ liên tục màu giống cầu vồng.
- B. bốn vạch có màu đỏ, lam, chàm, tím trên nền tối.
- C. một vạch màu vàng trên nền tối.
- D. bốn vạch tối trên nền quang phổ liên tục màu giống cầu vồng.

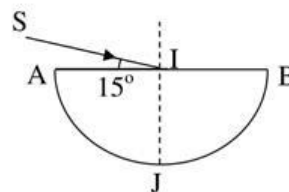
Câu 3: Tia hồng ngoại không có đặc tính sau:

- A. ion hóa mạnh các chất khí.
- B. gây ra tác dụng nhiệt.
- C. gây ra hiện tượng quang điện trong đối với một số bán dẫn.
- D. tác dụng lên phim ảnh.

Câu 4: Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp, song song từ không khí đến mặt bên một lăng kính, ta quan sát thấy có các tia ló có màu từ đỏ biến thiên liên tục đến tím ra khỏi mặt bên kia của lăng kính. Khi giữ cố định chùm tia tới, quay từ từ lăng kính xung quanh cạnh của nó để giảm góc tới, ta quan sát thấy

- A. chùm tia ló vẫn luôn gồm các tia có màu từ đỏ biến thiên liên tục đến tím ra khỏi mặt bên kia của lăng kính.
- B. tia ló màu đỏ biến mất trước tiên.
- C. tia ló màu tím biến mất trước tiên.
- D. các tia ló từ đỏ đến tím biến mất cùng lúc.

Câu 5: Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp, song song từ không khí đến tâm I của tiết diện thẳng AJB của một khối bán trụ bằng thủy tinh plexiglass như hình



vẽ. Góc hợp bởi SI và AB bằng 15° . Cho chiết suất của thủy tinh plexiglass đối với ánh sáng đỏ bằng $n_d = 1,472$ và góc hợp bởi hai tia ló đỏ và tím ra khỏi khối bán trụ bằng $\delta = 0,920^\circ$.

Chiết suất của thủy tinh plexiglass đối với ánh sáng tím bằng

- A. 1,532.
- B. 1,400.
- C. 1,634.
- D. 1,500.

Câu 6: Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với nguồn sáng phát ra ánh sáng trắng, ta đo được khoảng cách giữa vân bậc một màu đỏ và vân bậc một màu tím ở cùng phía với vân chính giữa là 2,4 mm. Khoảng cách giữa vân bậc hai màu đỏ và vân bậc hai màu tím ở cùng phía với vân chính giữa bằng

- A. 2,4 mm.
- B. 4,8 mm.
- C. 1,2 mm.
- D. 3,6 mm.

Câu 7: Khi thực hiện thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng trong không khí với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ , ta đo được khoảng vân là i . Thực hiện lại thí nghiệm trên trong môi trường trong suốt có chiết suất tuyệt đối là n , ta quan sát thấy

- A. cả hệ vân di chuyển, khoảng vân không đổi.
- B. vân chính giữa đứng yên, khoảng vân bằng ni .
- C. cả hệ vân di chuyển, khoảng vân bằng ni .
- D. vân chính giữa đứng yên, khoảng vân bằng $\frac{i}{n}$.

Câu 8: Dùng nguồn sáng đơn sắc có bước sóng bằng $0,6 \mu\text{m}$ trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng. Khoảng cách từ hai khe đến màn là 1,0 m, hai khe sáng cách nhau một khoảng bằng 1,2 mm. Trong khoảng hai điểm A và B trên màn, cùng phía với vân chính giữa, cách vân chính giữa lần lượt bằng 0,60 cm và 1,55 cm, không kể các vân tại A và B nếu có, ta có

- A. 9 vân sáng.
- B. 7 vân sáng.
- C. 10 vân sáng.
- D. 8 vân sáng.

Câu 9: Nguồn sáng sử dụng trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng là ánh sáng trắng, có bước sóng trong khoảng từ $0,38 \mu\text{m}$ đến $0,76 \mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe là $1,6 \text{ mm}$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m . Tại điểm cách vân chính giữa một khoảng bằng 3 mm , số bức xạ cho vân sáng bằng

- A. 4 vân sáng.
- B. 3 vân sáng.
- C. 5 vân sáng.
- D. 2 vân sáng.

Câu 10: Thực hiện thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng trắng có bước sóng trong khoảng 400 nm (màu tím) và 760 nm (màu đỏ). Vân sáng màu tím bậc ba trùng với vân tối của ánh sáng có bước sóng bằng

- A. 560 nm .
- B. 480 nm
- C. 600 nm .
- D. 550 nm .

11. Đáp án

Câu	Từ khóa	Kiến thức cần có	Cách giải
1. (C)	Ứng dụng quan trọng nhất của tia X	Tính chất tia X	Tia X có tính đâm xuyên, sử dụng trong y khoa để chẩn đoán.
2. (D)	...đặt một bình chứa khí hiđrô trong khoảng giữa nguồn sáng và khe hẹp của ống chuẩn trực của máy quang phổ lăng kính (nhiệt độ bình khí thấp hơn nhiệt độ nguồn), trên phim của buồng ảnh...	Quang phổ hấp thụ	Khí hiđrô hấp thụ các vạch ở vị trí mà nó có thể bức xạ.
3. (A)	Tia hồng ngoại không có đặc tính ...	Tính chất tia hồng ngoại	Tia hồng ngoại có năng lượng thấp, khó có thể ion hóa chất khí.
4. (C)	Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp, song song từ	Tán sắc ánh sáng do lăng kính	Khi giảm góc tới, sẽ có hiện tượng phản xạ toàn phần ở

	không khí đến mặt bên một lăng kính, ...các tia ló có màu từ đỏ biến thiên liên tục đến tím ra khỏi mặt bên kia của lăng kính... giữ cố định chùm tia tới... giảm góc tới...		mặt bên kia của lăng kính. Vì tia tím luôn lệch nhiều nhất so với phương của tia tới nên sẽ bị phản xạ toàn phần trước tiên.
5. (D)	... Góc hợp bởi SI và AB bằng 15° chiết suất của thủy tinh plexiglass đối với ánh sáng đỏ bằng $n_d = 1,472$ và góc hợp bởi hai tia ló đỏ và tím ra khỏi khối bán trụ bằng $\delta = 0,920^\circ$. Chiết suất của thủy tinh plexiglass đối với ánh sáng tím	Định luật khúc xạ ánh sáng $n_T \sin i = n_{KX} \sin r$	Đối với ánh sáng đỏ: $\sin r_d = \frac{\sin 75^\circ}{1,472}; r_d = 41,01^\circ$. Đối với ánh sáng tím: $n_t = \frac{\sin 75^\circ}{\sin(41,01^\circ - 0,92^\circ)}$; $n_t = 1,500$
6. (B)	... thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng ... khoảng cách giữa vân bậc một màu đỏ và vân bậc một màu tím ở cùng phía với vân chính giữa là 2,4 mm. Khoảng cách giữa vân bậc hai màu đỏ và vân bậc hai màu tím ở cùng phía với vân chính giữa	Giao thoa ánh sáng với ánh sáng trắng. Bề rộng quang phổ	Khoảng cách giữa vân bậc một màu đỏ và vân bậc một màu tím ở cùng phía với vân chính giữa: $1.i_d - 1.i_t = 2,4 \text{ mm}$. Khoảng cách giữa vân bậc hai màu đỏ và vân bậc hai màu tím ở cùng phía với vân chính giữa: $2.i_d - 2.i_t = 4,8 \text{ mm}$.
7. (D)	... thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng trong không khí với ánh sáng đơn sắc có bước sóng ... khoảng vân là i . Thực hiện lại thí nghiệm trên trong môi trường trong suốt có chiết	Sự phụ thuộc của bước sóng ánh sáng vào chiết suất của môi trường	$\frac{i'}{i} = \frac{\lambda' D / a}{\lambda D / a} = \frac{\lambda / n}{\lambda} = \frac{1}{n}$

	suất tuyệt đối là n , ta quan sát thấy		
8. (A)	... nguồn sáng đơn sắc có bước sóng ... $0,6 \mu\text{m}$ trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng. Khoảng cách từ hai khe đến màn là $1,0 \text{ m}$, hai khe sáng cách nhau một khoảng $1,2 \text{ mm}$... A và B trên màn, cùng phía với vân chính giữa, cách vân chính giữa lần lượt bằng $0,60 \text{ cm}$ và $1,55 \text{ cm}$...	Số vân sáng trong một khoảng của giao thoa trường	$x_M = 6i$: Tại A là vân sáng thứ 6. $x_N = \left(15 + \frac{1}{2}\right)i$: Tại B là vân tối thứ 16, trong khoảng từ B đến vân chính giữa, có 15 vân sáng. Vậy, trong khoảng AB có 9 vân sáng.
9. (B)	... thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng ... ánh sáng trắng, có bước sóng trong khoảng từ $0,38 \mu\text{m}$ đến $0,76 \mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe là $1,6 \text{ mm}$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2 m . Tại điểm cách vân chính giữa một khoảng bằng 3 mm , số bức xạ cho vân sáng	Số bức xạ cho vân sáng tại một điểm trên màn	$x = 3 \cdot 10^{-3} = k \frac{\lambda \cdot 2}{1,6 \cdot 10^{-3}}$; $0,38 \leq \lambda = \frac{2,4}{k} \leq 0,76$; $\frac{2,4}{0,76} \leq k \leq \frac{2,4}{0,38}$; $k = 4, 5, 6$.
10. (B)	... thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với ánh sáng trắng có bước sóng trong khoảng 400 nm (màu tím) và 760 nm (màu đỏ). Vân sáng màu tím bậc ba trùng với vân tối của ánh sáng có bước sóng	Vân sáng của hệ vân (λ_1) trùng vân tối của hệ vân (λ_2): $k_1 \lambda_1 = \left(k_2 + \frac{1}{2}\right) \lambda_2$.	$x_{t3} = 3i = 3 \frac{\lambda_1 D}{a} = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda_2 D}{a}$ $3\lambda_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda_2$; $\lambda_1 < \lambda = \frac{3\lambda_1}{k + \frac{1}{2}} \leq \lambda_2$; $\frac{3\lambda_1}{\lambda_2} \leq k + \frac{1}{2} < 3$;

			$\frac{3.400}{760} \leq k + \frac{1}{2} < 3;$ $1,08 \leq k < 2,5; k = 2;$ $\lambda = \frac{3.400}{2 + \frac{1}{2}} = 480 \text{ nm} .$
--	--	--	--

CHƯƠNG VI. LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG

1. Hiện tượng quang điện ngoài

Hiện tượng quang điện ngoài là hiện tượng các electron **bật ra khỏi** mặt ngoài **kim loại**, khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào. Các electron rời khỏi kim loại: **quang electron** (electron quang điện).

Định luật quang điện : *Đối với mỗi kim loại, hiện tượng quang điện chỉ xảy ra khi bước sóng ánh sáng kích thích nhỏ hơn hay bằng một giá trị λ_0 gọi là giới hạn quang điện*: $\lambda \leq \lambda_0$.

Gọi A là công thoát (công để bứt electron khỏi bề mặt kim loại) đối với một kim loại, bước sóng giới hạn: $\lambda_0 = \frac{hc}{A}$.

Đối với một số kim loại kiềm: λ_0 thuộc vùng ánh sáng thấy được, các kim loại khác: λ_0 thuộc vùng tử ngoại.

Giả thuyết lượng tử năng lượng của Plăng: Năng lượng mà nguyên tử hay phân tử bức xạ hay hấp thụ có giá trị xác định:

$$\varepsilon = hf = \frac{hc}{\lambda} \begin{cases} h: \text{hằng số Plăng } (h = 6,625 \times 10^{-34} \text{ J.s}) \\ f: \text{tần số ánh sáng} \end{cases}$$

Thuyết lượng tử ánh sáng (Anh-xtanh): Chùm ánh sáng là chùm các photon (hạt ánh sáng) bay dọc theo tia sáng với vận tốc $c = 3.10^8$ m/s trong chân không, mỗi photon mang năng lượng $\varepsilon = hf$. Khi nguyên tử hay phân tử bức xạ hay hấp thụ ánh sáng tức là phát ra hay thu nhận photon.

Lưỡng tính sóng hạt của ánh sáng

• Ánh sáng vừa có bản chất sóng (sóng điện từ : giao thoa, nhiễu xạ), vừa có bản chất hạt (photon: hiện tượng quang điện).

• Bước sóng càng lớn: tính sóng càng rõ, tính hạt lu mờ (dễ gây ra giao thoa, nhiễu xạ). Bước sóng càng bé (năng lượng photon càng lớn): tính hạt càng rõ, tính sóng lu mờ (càng khó gây ra giao thoa, nhiễu xạ,...).

2. Hiện tượng quang điện trong

Hiện tượng quang điện trong là hiện tượng ánh sáng có bước sóng thích hợp chiếu vào một khối chất **bán dẫn** làm cho *các electron liên kết* trở thành *các electron dẫn* và các *lỗ trống* mang điện tích dương chuyển động **bên trong** khối chất.

Hiện tượng quang dẫn: Hiện tượng điện trở suất giảm (tăng độ dẫn điện) của chất bán dẫn khi bị ánh sáng có bước sóng thích hợp chiếu vào. Cường độ ánh sáng càng lớn, điện trở suất càng giảm. **Ứng dụng:** **Quang điện trở** là tấm bán dẫn có điện trở thay đổi theo cường độ ánh sáng chiếu vào.

Pin quang điện (pin Mặt Trời): Nguồn điện hoạt động dựa trên nguyên tắc *hiện tượng quang điện trong*, nhờ năng lượng ánh sáng (biến quang năng thành điện năng).

3. Hiện tượng quang phát quang

Hiện tượng quang phát quang là hiện tượng một số chất *hấp thụ ánh sáng* có bước sóng này và bức xạ ánh sáng có *bước sóng khác*.

Lân quang: ánh sáng phát quang kéo dài một khoảng thời gian ($> 10^{-8}$ s) sau khi tắt ánh sáng kích thích (đối với một số rắn).

Huyỳnh quang: ánh sáng phát quang bị tắt nhanh ($< 10^{-8}$ s) sau khi tắt ánh sáng kích thích (đối với một số chất lỏng, khí). *Ánh sáng huyỳnh quang luôn có bước sóng λ' dài hơn bước sóng ánh sáng kích thích λ .*

4. Sơ lược về laze

Laze là nguồn phát ánh sáng cường độ mạnh dựa trên sự phát xạ cảm ứng. Chùm tia laser có tính *đơn sắc*, tính *định hướng* cao, tính *kết hợp* cao (các sóng cùng tần số và cùng pha), và *cường độ lớn*.

Ứng dụng: Laze được sử dụng trong thông tin liên lạc vô tuyến như cáp quang, y học (phẫu thuật), công nghiệp (khoan, cắt, đầu đọc đĩa,...),...

5. Mẫu nguyên tử Bo

Các tiên đề Bo

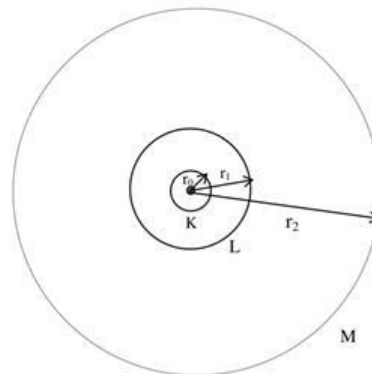
a. *Tiên đề về trạng thái dừng:* “Nguyên tử chỉ tồn tại ở một số trạng thái có năng lượng xác định E_n (trạng thái dừng). Ở trạng thái dừng, nguyên tử không bức xạ năng lượng”.

- Mỗi giá trị của năng lượng được biểu diễn bởi một vạch ngang gọi là *mức năng lượng*.

- Quỹ đạo chuyển động tương ứng với trạng thái dừng gọi là *quỹ đạo dừng*. Nguyên tử hiđrô có bán kính:

$$r_n = r_0 n^2 \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

$$r_0 = 0,53 \times 10^{-10} \text{ m} = 0,53 \text{ \AA} \text{ là bán kính Bo.}$$



$n = 1$ (quỹ đạo K), $n = 2$ (quỹ đạo L), $n = 3$ (quỹ đạo M),

$n = 4$ (quỹ đạo N), $n = 5$ (quỹ đạo O),...

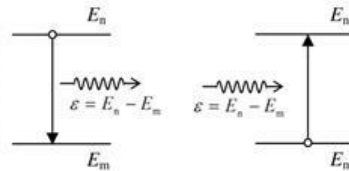
• Trạng thái có năng lượng thấp nhất: *Trạng thái cơ bản*.

Các trạng thái khác có năng lượng lớn hơn: *Trạng thái kích thích*. Nguyên tử ở trạng thái kích thích trong thời gian rất ngắn ($10^{-8} s$) và sẽ chuyển về tất cả các mức năng lượng thấp hơn.

b. Tiên đề về bức xạ và về hấp thụ năng lượng

“Khi nguyên tử chuyển từ trạng thái có năng lượng E_n về trạng thái có năng lượng E_m ($< E_n$) thì sẽ bức xạ một photon có năng lượng:

$$\varepsilon = E_n - E_m .$$



Ngược lại, nếu nguyên tử đang ở trạng thái có năng lượng E_m mà hấp thụ một photon có năng lượng $\varepsilon = E_n - E_m$ thì sẽ chuyển lên mức năng lượng E_n ”.

Ghi chú: E_n phải là một trong các năng lượng của trạng thái dừng có thể của nguyên tử.

Quang phổ vạch của nguyên tử hydro

Quang phổ của nguyên tử hydro gồm nhiều *dãy*, mỗi *dãy* gồm nhiều *vạch*. Tần số và bước sóng của mỗi vạch phổ khi nguyên tử chuyển từ mức E_n về mức E_m được tính theo hệ thức:

$$\varepsilon = hf_{nm} = \frac{hc}{\lambda_{nm}} = E_n - E_m .$$

$$\text{Hệ thức tổ hợp: } f_{nm} = f_{nk} + f_{km} ; \quad \frac{1}{\lambda_{nm}} = \frac{1}{\lambda_{nk}} + \frac{1}{\lambda_{km}} .$$

Số vạch phổ phát xạ khi nguyên tử được kích thích lên mức E_n : $N = \frac{n(n-1)}{2}$.

Ví dụ

Cho biết các mức năng lượng của nguyên tử hydro được tính theo hệ thức:

$$E_n = -\frac{13,61}{n^2} \text{ eV ; } n = 1, 2, 3 \dots$$

1/ Hãy kiểm chứng là các mức năng lượng không cách đều nhau và vẽ sơ đồ các mức năng lượng.

2/ Cung cấp năng lượng để nguyên tử hydro chuyển dời lên mức kích thích thứ hai. Hãy tính bước sóng của các vạch phổ mà nguyên tử này bức xạ. Các vạch phổ này ở trong vùng nào của thang sóng điện từ? Cho biết hằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và điện tích của electron $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Hướng dẫn

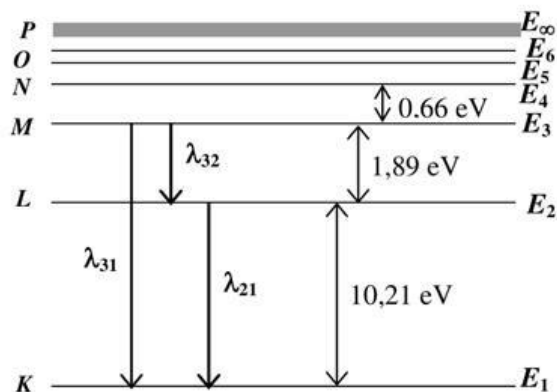
1/ Giá trị của một số mức năng lượng: $E_1 = -\frac{13,61 \text{ eV}}{1^2} = -13,61 \text{ eV}$;

$$E_2 = -\frac{13,61 \text{ eV}}{2^2} = -3,40 \text{ eV}; E_3 = -\frac{13,61 \text{ eV}}{3^2} = -1,51 \text{ eV}; E_4 = -\frac{13,6 \text{ eV}}{4^2} = -0,85 \text{ eV}; \dots$$

Khoảng cách giữa các mức liên tiếp: $E_2 - E_1 = 10,21 \text{ eV}$, $E_3 - E_2 = 1,89 \text{ eV}$,
 $E_4 - E_3 = 0,66 \text{ eV}$.

Ta thấy các hiệu số này không bằng nhau; ở vùng năng lượng càng cao, các mức càng xít lại gần nhau hơn.

Sơ đồ các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô được vẽ trên hình.



2/ Nguyên tử ở mức kích thích thứ hai (E_3) trong một thời gian rất ngắn, khoảng 10^{-8} s, và sẽ chuyển về tất cả các mức năng lượng thấp hơn: E_2, E_1 . Từ mức E_2 , nguyên tử cũng sẽ chuyển về mức E_3 . Vậy, ta sẽ có 3 vạch phổ, có bước sóng được tính:

$$\frac{hc}{\lambda_{31}} = E_3 - E_1 = 1,51 \text{ eV} - (-13,61 \text{ eV}) = 12,1 \text{ eV}; \lambda_{31} = 1,03 \cdot 10^{-7} \text{ m},$$

$$\frac{hc}{\lambda_{32}} = E_3 - E_2 = 1,89 \text{ eV}; \lambda_{32} = 6,58 \cdot 10^{-7} \text{ m},$$

$$\frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1 = 10,21 \text{ eV}; \lambda_{21} = 1,22 \cdot 10^{-7} \text{ m}.$$

Trên thang sóng điện từ, các vạch λ_{31} và λ_{21} ở trong vùng tử ngoại và vạch λ_{32} ở trong vùng ánh sáng thấy được (màu đỏ cam, còn gọi là vạch H_α).

6. Bài tập

Câu 1: Hiện tượng quang điện ngoài và hiện tượng quang điện trong cùng có đặc điểm nào sau đây?

- A. Cùng làm sinh ra một loại hạt tải điện.
- B. Cùng sử dụng một loại vật liệu để chiếu ánh sáng kích thích.
- C. Giới hạn quang điện cùng nằm trong một vùng của thang sóng điện từ.
- D. Không xảy ra với mọi bước sóng của ánh sáng kích thích.

Câu 2: Phát biểu nào sau đây sai khi nói về hiện tượng quang – phát quang?

- A. Bức xạ phát quang có thể vẫn tồn tại thêm một thời gian sau khi tắt bức xạ kích thích.
- B. Bức xạ kích thích có bước sóng nhỏ hơn bước sóng của bức xạ phát quang.
- C. Hiện tượng lân quang có thể xảy ra cho các chất lỏng và chất khí.
- D. Khi chiếu tia tử ngoại vào một vật liệu phát quang, bức xạ phát quang có thể có màu xanh lục.

Câu 3: Trong hiện tượng quang điện, khi ta tăng tần số của ánh sáng chiếu vào kim loại:

- A. Giới hạn quang điện của kim loại tăng.
- B. Công thoát của kim loại tăng.
- C. Động năng của các quang electron tăng.
- D. Số quang electron rời kim loại tăng.

Câu 4: Cho biết khi nguyên tử hiđrô được kích thích, một trong những bức xạ nguyên tử này phát ra có năng lượng bằng 1,51 eV. Cho biết hằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, tốc độ ánh sáng trong chân không: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và điện tích của electron: $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Bức xạ này nằm ở trong vùng nào của thang sóng điện từ?

- A. Tử ngoại.
- B. Sóng vô tuyến.
- C. Hồng ngoại.
- D. Tia X.

Câu 5: Cho biết nếu có ít nhất 120 photon có bước sóng bằng 600,0 nm đến đập vào võng mạc (màng lưới) của mắt người thì mắt sẽ phát hiện ra ánh sáng. Cho hằng số Plăng

$h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Năng lượng tối thiểu để võng mạc của mắt người có thể nhận biết ánh sáng bằng

- A. $4,0 \cdot 10^{-18}$ J.
- B. $1,2 \cdot 10^{-17}$ J.
- C. $1,6 \cdot 10^{-19}$ J.
- D. $4,0 \cdot 10^{-17}$ J.

Câu 6: Cho biết khi chiếu một bức xạ có bước sóng bằng $0,50 \mu\text{m}$ với công suất $0,16$ W đến một bề mặt kim loại, cứ 10 photon thì làm bật ra 8 quang electron khỏi bề mặt này. Giả sử tất cả số quang electron sau khi rời khỏi kim loại sẽ chuyển động theo cùng hướng để tạo ra dòng điện. Cho biết hằng số Plăng: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s và điện tích của electron: $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Cường độ dòng điện sinh ra do số quang electron này bằng

- A. 5,15 A.
- B. 51,48 mA.
- C. 8,24 mA.
- D. 8,24 A.

Câu 7: Một nguồn sáng điểm có công suất bằng 100 W phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng bằng 589 nm trong môi trường đẳng hướng. Cho biết hằng số Plăng $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Tại vị trí cách nguồn sáng này một khoảng bằng $2,00$ m, số photon đập vào một đơn vị diện tích trong một giây bằng

- A. $2,96 \cdot 10^{20}$ photon/($\text{m}^2 \cdot \text{s}$).
- B. $5,89 \cdot 10^{18}$ photon/($\text{m}^2 \cdot \text{s}$).
- C. $9,30 \cdot 10^{20}$ photon/($\text{m}^2 \cdot \text{s}$).
- D. $2,96 \cdot 10^{18}$ photon/($\text{m}^2 \cdot \text{s}$).

Câu 8: Khi electron của một nguyên tử hydro chuyển từ quỹ đạo P về quỹ đạo L thì nguyên tử này

- A. có bán kính giảm đi 9 lần.
- B. có bán kính tăng lên 9 lần.

- C. có bán kính giảm đi 3 lần.
D. có bán kính tăng lên 3 lần.

Câu 9: Cho biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô được tính theo hệ thức:

$$E_n = -\frac{13,61}{n^2} \text{ eV}; n = 1, 2, 3, \dots$$

Cho hằng số Plăng $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong

chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s² và điện tích của êlectron $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Khi cung cấp năng lượng để nguyên tử hiđrô được kích thích lên tất cả các mức năng lượng, các vạch phổ phát ra khi nguyên tử này chuyển về mức năng lượng tương ứng với quỹ đạo K nằm trong vùng

- A. hồng ngoại.
B. hồng ngoại và ánh sáng khả kiến.
C. tử ngoại và ánh sáng khả kiến.
D. tử ngoại.

Câu 10: Cho biết năng lượng tối thiểu cần thiết để ion hóa nguyên tử hiđrô ở trạng thái cơ bản là 13,6 eV và hai bước sóng dài nhất khi nguyên tử này dời chuyển về quỹ đạo K và quỹ đạo L lần lượt là 121,6 nm và 656,3 nm. Cho biết hằng số Plăng: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s² và điện tích của êlectron: $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Bước sóng ngắn nhất khi nguyên tử này dời chuyển về quỹ đạo M bằng

- A. 838,4 nm.
B. 486,2 nm.
C. 97,3 nm.
D. 656,3 nm.

7. Đáp án

Câu	Từ khóa	Kiến thức cần có	Cách giải
1. (D)	Hiện tượng quang điện ngoài và hiện tượng quang điện trong cùng có đặc điểm	Kiến thức hiện tượng quang điện ngoài và hiện tượng quang điện trong	Luôn có giới hạn quang điện cho mỗi hiện tượng.
2. (C)sai khi nói về hiện tượng quang – phát	Kiến thức hiện tượng quang – phát quang	Hiện tượng lân quang chỉ xảy ra đối với chất

	quang		rắn.
3. (C)	...hiện tượng quang điện... tăng tần số của ánh sáng ...	Kiến thức. Hệ thức: $\varepsilon = hf$	Năng lượng photon tăng khi tần số của bức xạ tăng, quang electron nhận nhiều năng lượng hơn nên có động năng lớn hơn. Giới hạn quang điện và công thoát chỉ phụ thuộc kim loại.
4. (C)	...nguyên tử hiđrô được kích thích, một trong những bức xạ nguyên tử này phát ra có năng lượng bằng 1,51 eV...hằng số Plăng: $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không: $c = 3.10^8$ m/s và điện tích của electron: $-e = -1,6.10^{-19}$ C. Bức xạ này nằm ở trong vùng	Hệ thức: $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$. Kiến thức về thang sóng điện từ	$\lambda = \frac{hc}{\varepsilon} = \frac{6,625.10^{-34}.3.10^8}{1,51.1,6.10^{-19}}$ $= 8,2.10^{-7}$ m nên bức xạ thuộc vùng hồng ngoại
5. (D)	...ít nhất 120 photon có bước sóng bằng 600,0 nm đến đập vào võng mạc (màng lưới) của mắt người thì mắt sẽ phát hiện ra ánh sáng... $h = 6,625.10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không: $c = 3.10^8$ m/s. Năng	Hệ thức: $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$.	$E = 120. \frac{hc}{600.0.10^{-9}}$ $= 4,0.10^{-17}$ J

	lượng tối thiểu để võng mạc...		
6. (B)	<p>...chiều một bức xạ có bước sóng bằng 0,50 μm với công suất 0,16 W đến một bề mặt kim loại, cứ 10 photon thì làm bật ra 8 số quang electron khỏi bề mặt này... tất cả số quang electron sau khi rời khỏi kim loại sẽ chuyển động theo cùng hướng để tạo ra dòng điện...</p> <p>$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} \dots$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \dots$ $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$</p> <p>Cường độ dòng điện sinh ra do số quang electron...</p>	<p>Các hệ thức: $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$ và $I = eN_e$.</p>	<p>Số photon đến trong 1s: $N_p = \frac{0,16}{hc/\lambda}$, số quang electron rời kim loại trong 1s: $N_e = 0,8 \cdot \frac{0,16}{hc/\lambda}$.</p> <p>$I = 0,8 \cdot \frac{0,16 \cdot 0,50 \cdot 10^{-6}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$ $= 51,48 \cdot 10^{-3} \text{ A}.$</p>
7. (B)	<p>... công suất bằng 100 W phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng bằng 589 nm trong môi trường đẳng hướng...</p> <p>$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} \dots$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$ Tại vị trí cách nguồn sáng này một khoảng bằng 2,00 m, số photon đập vào một đơn vị diện tích trong một giây</p>	<p>Các hệ thức; $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$ và $P = \varepsilon N_p.$</p>	<p>Số photon phát ra trong 1s: $R = \frac{P}{hc/\lambda}$.</p> <p>Số photon đập vào 1 m² của mặt cầu có bán kính bằng 2,00 m trong 1 s:</p> <p>$\frac{R}{4\pi r^2} = \frac{\lambda P}{hc} \cdot \frac{1}{4\pi r^2}$ $= \frac{589 \cdot 10^{-9} \cdot 100}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot \frac{1}{4\pi (2,00)^2}$ $= 5,89 \cdot 10^{18}$ photon/(m².s).</p>

8. (A)	Khi electron của một nguyên tử hidro chuyển từ quỹ đạo P về quỹ đạo L thì nguyên tử này	Hệ thức $r_n = r_0 n^2$.	$\frac{r_p}{r_L} = \frac{6^2 r_0}{2^2 r_0} = 9$
9. (D)	<p>...các mức năng lượng của nguyên tử hidro...</p> $E_n = -\frac{13,61}{n^2} \text{ eV}; n = 1, 2, 3 \dots$ <p>... $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$...</p> <p>$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$...</p> <p>$-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.</p> <p>...cung cấp năng lượng để nguyên tử hidro được kích thích lên tất cả các mức năng lượng, các vạch phổ phát ra khi nguyên tử này chuyển về mức năng lượng tương ứng với quỹ đạo K nằm trong vùng</p>	Hệ thức tính bước sóng của bức xạ: $\frac{hc}{\lambda_{nm}} = E_n - E_m$	Bước sóng dài nhất: $\frac{hc}{\lambda_{21}} = E_2 - E_1$ $= -13,61 - \left(-\frac{13,61 \text{ eV}}{2^2} \right)$ $= 10,21 \text{ eV}$ $\lambda_{21} = \frac{hc}{10,21 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}$ $= 0,12 \mu\text{m}$ Vùng tử ngoại.
10.(A)	...năng lượng tối thiểu cần thiết để ion hóa nguyên tử hidro ở trạng thái cơ bản là 13,6 eV và hai bước sóng dài nhất khi nguyên tử này dời chuyển về quỹ đạo K và quỹ đạo L lần lượt là 126,1 nm và 656,3	Năng lượng ion hóa. Hệ thức tổ hợp: $\frac{1}{\lambda_{nm}} = \frac{1}{\lambda_{nk}} - \frac{1}{\lambda_{mk}}$	$\frac{1}{\lambda_{e3}} = \frac{1}{\lambda_{e1}} - \frac{1}{\lambda_{31}}$ $= \frac{E_e - E_1}{hc} - \left(\frac{1}{\lambda_{32}} + \frac{1}{\lambda_{21}} \right)$ $\frac{1}{\lambda_{e3}} = \frac{13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}$ $- \left(\frac{1}{656,3 \cdot 10^{-9}} + \frac{1}{121,6 \cdot 10^{-9}} \right)$ $\lambda_{e3} = 838,4 \text{ nm.}$

	<p>nm... $h = 6,625.10^{-34}$</p> <p>J.s... $c = 3.10^8$ m/s ...</p> <p>$-e = -1,6.10^{-19}$ C.</p> <p>Bước sóng ngắn nhất khi nguyên tử này dời chuyển về quỹ đạo M bằng</p>		
--	---	--	--

CHƯƠNG VII. VẬT LÝ HẠT NHÂN

1. Cấu tạo hạt nhân nguyên tử

Nguyên tử gồm một hay nhiều electron chuyển động quanh một hạt nhân mang điện tích dương, nặng hơn rất nhiều. Hạt nhân có tất cả A **nuclôn** trong đó gồm

Z **prôtôn** (kí hiệu p , khối lượng $m_p \approx 1,67262 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1836 m_e$, điện tích $+e \approx +1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

và $N = A - Z$ **notron** (kí hiệu n , khối lượng $m_n \approx 1,67493 \times 10^{-27} \text{ kg}$, không mang điện tích).

Kí hiệu hạt nhân: ${}_Z^AX$, Z : **nguyên tử số**; A : **số khối**.

Kí hiệu prôtôn: ${}_1^1p \equiv {}_1^1H$; notron: ${}_0^1n$; electron: ${}_{-1}^0e$.

• **Đồng vị**: Các hạt nhân có cùng số Z , khác số N .

• **Đơn vị khối lượng nguyên tử**: $1u = \frac{1}{12} m({}_{6}^{12}\text{C}) \approx 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

→ Khối lượng của prôtôn: $m_p = 1,0073 u$, của notron: $m_n = 1,0087 u$.

→ Một hạt nhân có số khối A có khối lượng $m \approx Au$.

→ Từ hệ thức Anh-xtanh: $m = E/c^2$, ta có: $1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.

2. Năng lượng liên kết

Độ hụt khối: $\Delta m = Zm_p + (A - Z)m_n - m$.

• Các nuclôn trong hạt nhân liên kết với nhau bởi lực hút (lực hạt nhân). Năng lượng cần để tách các nuclôn ra xa nhau gọi là **năng lượng liên kết** W_{lk} :

$$W_{lk} = c^2 \Delta m = c^2 [Zm_p + (A - Z)m_n - m].$$

• **Năng lượng liên kết riêng** : Năng lượng liên kết tính trung bình cho **một nuclôn**:

$$\varepsilon = \frac{W_{lk}}{A}.$$

Năng lượng liên kết ε càng lớn, hạt nhân càng bền vững.

Các hạt nhân có số khối A trung bình ($A = 50 - 70$; $\varepsilon \approx 8,8 \text{ MeV}/\text{nuclôn}$) **bền vững**

hơn các hạt nhân có số khối nhỏ hơn hoặc lớn hơn (hạt nhân ${}_{28}^{62}\text{Ni}$ bền vững nhất).

3. Phản ứng hạt nhân

Các định luật bảo toàn trong phản ứng hạt nhân:

• **Định luật bảo toàn số khối A** : Tổng số nuclôn trước và sau phản ứng bằng nhau.

• **Định luật bảo toàn điện tích:** Tổng đại số nguyên tử số Z trước và sau phản ứng bằng nhau.

• **Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần:** Tổng năng lượng toàn phần (năng lượng nghỉ + động năng) trước và sau phản ứng bằng nhau.

• **Định luật bảo toàn động lượng:** Tổng động lượng $\sum \vec{p} = \sum m\vec{v}$ trước và sau phản ứng bằng nhau.

Ghi chú: Không có định luật bảo toàn khối lượng.

Năng lượng của phản ứng hạt nhân Xét phản ứng hạt nhân: $A + B \rightarrow C + D$.

Gọi $m_r = m_A + m_B$ và $m_{sau} = m_C + m_D$ là tổng khối lượng của các hạt nhân trước và sau phản ứng.

Năng lượng của phản ứng hạt nhân : $W = c^2 \Delta m = c^2 (m_r - m_{sau})$.

• $W > 0$: **Phản ứng tỏa năng lượng**

• $W < 0$: **Phản ứng thu năng lượng** (Phản ứng không thể tự xảy ra; năng lượng tối thiểu phải cung cấp dưới dạng động năng của một trong hai hạt A hoặc B (hoặc của cả hai hạt))

Phản ứng phân hạch: Một hạt nhân nặng vỡ làm hai hạt nhân có số khối trung bình và k neutron (k : **hệ số nhân neutron**). Năng lượng toả ra khoảng 200 MeV. k neutron này có thể gây ra các phản ứng khác tạo thành **phản ứng dây chuyền**.

→ $k < 1$: không có phản ứng dây chuyền.

→ $k = 1$: phản ứng dây chuyền điều khiển được (lò phản ứng).

→ $k > 1$: phản ứng dây chuyền không điều khiển được (bom hạt nhân).

Phản ứng nhiệt hạch: Phản ứng tổng hợp hai hạt nhân nhẹ cho ra hạt nhân nặng hơn, chỉ xảy ra ở nhiệt độ cao, gọi là **phản ứng nhiệt hạch**.

- Phản ứng nhiệt hạch là nguồn năng lượng trong Mặt Trời và trong các sao.
- Phản ứng nhiệt hạch không điều khiển được: bom khinh khí.
- Con người chưa thực hiện được phản ứng nhiệt hạch có điều khiển.

Ghi chú : Trong phản ứng hạt nhân $A + B \rightarrow C + D$:

Tổng năng lượng toàn phần (năng lượng nghỉ + động năng) trước và sau phản ứng bằng nhau:

$$m_A c^2 + K_A + m_B c^2 + K_B = m_C c^2 + K_C + m_D c^2 + K_D .$$

$$\text{Định luật bảo toàn động lượng: } m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = m_C \vec{v}_C + m_D \vec{v}_D .$$

$$\text{Hệ thức giữa động năng và động lượng: } p^2 = 2mK .$$

Khi hạt nhân B đứng yên, góc φ hợp bởi \vec{v}_C và \vec{v}_D được tính theo hệ thức:

$$m_A K_A = m_C K_C + m_D K_D + 2\sqrt{m_C m_D K_C K_D} \cos \varphi.$$

4. Hiện tượng phóng xạ

Hiện tượng phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân không bền vững (hạt nhân mẹ) **tự phát** biến đổi thành hạt nhân khác (hạt nhân con) khi phát ra các tia phóng xạ: $A \rightarrow B + C$.

Các tia phóng xạ

a. Tia α

- Bản chất: **Hạt nhân heli** ${}^4_2\text{He}$ có điện tích dương $+2e$, bị lệch trong điện và từ trường. Khối lượng: $m_\alpha \approx 4u$.

- Tốc độ: 2×10^7 m/s.

- Có tính ion hoá mạnh, đi được quãng đường vài cm trong không khí, không xuyên qua tờ bìa dày 1 mm.

b. Tia β

 (gồm các tia β^- là electron ${}^0_{-1}e$, mang điện tích âm và tia β^+ là pôziton ${}^0_{+1}e$ – phản hạt của electron, cùng khối lượng với electron, mang điện tích dương).

- Tốc độ: $\approx c$.

- Bị lệch trong điện và từ trường.

- Đi được quãng đường vài mét trong không khí, xuyên qua lá nhôm dày cỡ mm.

c. Tia γ

- Bản chất: **Bức xạ điện từ** có bước sóng $\lambda \leq 10^{-11}$ m, là **phôtôn** mang năng lượng cao.

- Không lệch trong điện và từ trường.

- Tính xuyên thấu lớn.

- Đi kèm theo các phân rã α hoặc β : hạt nhân con ở trạng thái kích thích và bức xạ tia γ .

Định luật phóng xạ

Gọi N_0 và m_0 là số hạt nhân và khối lượng chất phóng xạ lúc $t = 0$.

Gọi $N(t)$ và $m(t)$ là số hạt nhân và khối lượng chất phóng xạ vào thời điểm t .

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 2^{-t/T}, \quad m(t) = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 2^{-t/T}$$

λ : hằng số phóng xạ (đơn vị: 1/s)

T : chu kỳ bán rã (thời gian để phân nửa số hạt nhân bị phân rã): $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$.

Ghi chú : 1. Trong phản ứng $A \rightarrow B + C$ (hiện tượng phóng xạ):

$$K_B + K_C = W = c^2(m_A - m_B - m_C).$$

(tổng động năng các hạt sinh ra bằng năng lượng của phản ứng)

$$m_b K_b = m_c K_c.$$

(động năng mỗi hạt **ti lệ nghịch** với khối lượng của nó)

2. Trong phản ứng phóng xạ: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_Z Y + \alpha (\beta^\pm)$, nếu gọi N_X, N_Y và m_X, m_Y lần lượt là số hạt nhân chưa bị phân rã, số hạt nhân là sản phẩm phóng xạ và khối lượng hạt nhân chưa bị phân rã, khối lượng hạt nhân là sản phẩm phóng xạ, ta có:

$$\frac{N_Y}{N_X} = \frac{\Delta N_X}{N_X} = 2^{t/T} - 1; \quad \frac{m_Y}{m_X} = \frac{A_Y}{A_X} (2^{t/T} - 1).$$

Ví dụ

1/ Chứng tỏ rằng hạt nhân ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ không bền và là hạt nhân phóng xạ α để sinh ra hạt nhân con ${}^{222}_{86}\text{Rn}$. Tính động năng của hạt α phát ra sau phản ứng cho biết lúc đầu, hạt nhân mẹ đứng yên.

2/ Cho khối lượng ban đầu của ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ là 200,00 g. Hãy tính khối lượng ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ sinh ra sau thời gian bằng 3 chu kỳ bán rã.

Cho khối lượng của các hạt nhân: $m_{\text{Ra}} = 226,0254 \text{ u}; m_{\text{Rn}} = 222,0176 \text{ u}; m_\alpha = 4,0026 \text{ u}$ và $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.

Hướng dẫn

1/ Phản ứng hạt nhân có thể xảy ra là: ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^4_2\alpha + {}^{222}_{86}\text{Rn}$.

Năng lượng của phản ứng:

$$W = c^2 (m_{\text{Ra}} - m_\alpha - m_{\text{Rn}}) = c^2 (226,0254 \text{ u} - 222,0176 \text{ u} - 4,0026 \text{ u}) = +4,84 \text{ MeV} > 0.$$

Do năng lượng phản ứng có giá trị dương nên hạt nhân mẹ ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ có thể tự phân rã mà không cần cung cấp năng lượng, tức là hạt nhân này không bền.

Gọi K_{Rn} và K_α lần lượt là động năng của các hạt ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ và ${}^4_2\alpha$, định luật bảo toàn năng lượng toàn phần cho:

$$m_{\text{Ra}} c^2 = m_{\text{Rn}} c^2 + K_{\text{Rn}} + m_\alpha c^2 + K_\alpha;$$

$$K_{\text{Rn}} + K_\alpha = c^2 (m_{\text{Ra}} - m_{\text{Rn}} - m_\alpha) = W = 4,84 \text{ MeV}. \quad (1)$$

Mặt khác, từ định luật bảo toàn động lượng:

$$m_{\text{Rn}} \vec{v}_{\text{Rn}} + m_\alpha \vec{v}_\alpha = \vec{0}, \text{ ta có: } m_{\text{Rn}} K_{\text{Rn}} = m_\alpha K_\alpha. \text{ Từ (1):}$$

$$\frac{m_\alpha}{m_{\text{Rn}}} K_\alpha + K_\alpha = 4,84 \text{ MeV}; K_\alpha = 4,76 \text{ MeV}.$$

2/ Đặt $m_0 = 200,0 \text{ g}$. Số mol ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ đã phóng xạ sau thời gian bằng ba lần chu kỳ bán rã:

$$\frac{m_0}{A_{Rn}} 2^{-t/T} = \frac{200,00}{226,0254} 2^{-3T/T} = 110,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Vi cũng có $110,61 \cdot 10^{-3} \text{ mol } {}^{222}_{86}\text{Rn}$ sinh ra nên khối lượng ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ sinh ra là $110,61 \cdot 10^{-3} \cdot 222,0176 = 24,56 \text{ g}$.

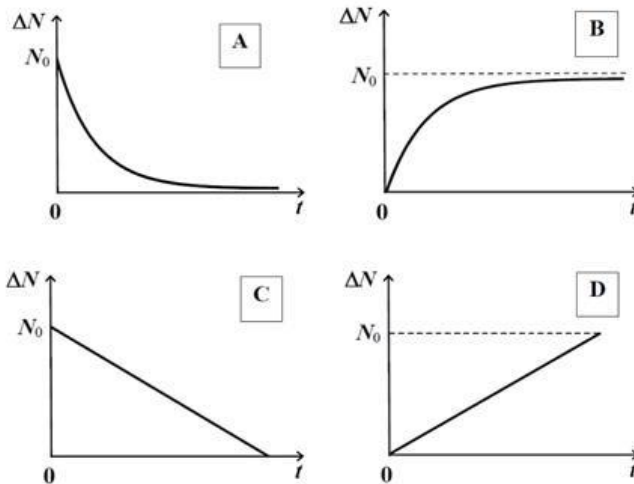
5. Bài tập

Câu 1: Sau một phản ứng phân hạch hạt nhân do sự hấp thụ một neutron, có k neutron sinh ra.

Chọn phát biểu đúng.

- A. Nếu $k = 1$, phản ứng không được duy trì.
- B. Nếu $k < 1$, sẽ có phản ứng dây chuyền tự duy trì.
- C. Nếu $k > 1$, sẽ có phản ứng dây chuyền tự duy trì.
- D. Phản ứng dây chuyền tự duy trì không phụ thuộc k .

Câu 2: Gọi N_0 là số hạt nhân phóng xạ ban đầu ($t = 0$) và ΔN là số hạt nhân đã phóng xạ sau thời gian t . Đồ thị nào sau đây biểu thị sự biến thiên của ΔN theo thời gian?



Câu 3: Trong lò phản ứng hạt nhân, khi hấp thụ một neutron hạt nhân ${}^{235}_{92}\text{U}$ bị phân hạch và sinh ra các hạt nhân ${}^{142}_{58}\text{Ce}$, hạt nhân ${}^{91}_{40}\text{Zr}$, ba neutron và k hạt β^- . Ta có

- A. $k = 7$.
- B. $k = 8$.
- C. $k = 6$.

D. $k = 5$.

Câu 4: Cho biết khối lượng của các hạt α , neutron và proton lần lượt bằng: $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$; $m_n = 1,0087 \text{ u}$; $m_p = 1,0073 \text{ u}$ và $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$, hằng số A-vô-ga-đrô: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Năng lượng tỏa ra khi tạo thành một gam heli bằng

- A. 68,39 J.
- B. $68,39 \cdot 10^{10} \text{ J}$.
- C. 42,74 J.
- D. $42,74 \cdot 10^{10} \text{ J}$.

Câu 5: Cho biết hạt nhân ${}^{60}_{27}\text{Co}$ phân rã phóng xạ để sinh ra hạt nhân ${}^{60}_{28}\text{Ni}$. Sau khoảng thời gian bằng 10,54 năm thì 75% số hạt nhân ${}^{60}_{27}\text{Co}$ bị phân rã. Chu kỳ bán rã của ${}^{60}_{27}\text{Co}$ bằng

- A. 3,51 năm.
- B. 2,64 năm.
- C. 10,54 năm.
- D. 5,27 năm.

Câu 6: Cho biết $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, và điện tích của electron $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Khối lượng và điện tích của hạt nhân ${}^{235}_{92}\text{U}$ lần lượt bằng

- A. 235,0 g và $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- B. 235,0 g và $1,5 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
- C. $3,9 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ và $1,5 \cdot 10^{-17} \text{ C}$.
- D. $3,9 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ và $3,8 \cdot 10^{-17} \text{ C}$.

Câu 7: Xếp theo thứ tự bền vững tăng dần của các hạt nhân sau:

- A. ${}^{238}_{92}\text{U}$; ${}^{56}_{26}\text{Fe}$; ${}^7_3\text{Li}$.
- B. ${}^{56}_{26}\text{Fe}$; ${}^{238}_{92}\text{U}$; ${}^{12}_6\text{C}$.
- C. ${}^7_3\text{Li}$; ${}^{238}_{92}\text{U}$; ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.
- D. ${}^{12}_6\text{C}$; ${}^{56}_{26}\text{Fe}$; ${}^7_3\text{Li}$.

Câu 8: Neutron mang động năng 1,1 MeV được bắn vào hạt nhân liti ${}^6_3\text{Li}$ bền vững, đứng yên sinh ra hạt α và hạt nhân ${}^3_1\text{T}$. Cho biết hạt α bay ra theo phương vuông góc với hạt ${}^3_1\text{T}$ và năng lượng của phản ứng là 0,8 MeV. Động năng của hạt α bằng

- A. 0,9 MeV.
- B. 0,2 MeV.
- C. 0,3 MeV.
- D. 1,1 MeV.

Câu 9: Biết rằng đồng vị $^{14}_6\text{C}$ là chất phóng xạ có chu kỳ bán rã bằng 5600 năm trong khí $^{12}_6\text{C}$ bền vững. Trong cơ thể sống, tỷ số giữa các số hạt nhân $^{14}_6\text{C}$ và $^{12}_6\text{C}$ là hằng số, bằng $1,00 \cdot 10^{-12}$. Trong một mẫu xương động vật chết cách đây 11200 năm, tỷ số trên đo được bằng

- A. $0,25 \cdot 10^{-12}$.
- B. $0,50 \cdot 10^{-12}$.
- C. $0,75 \cdot 10^{-12}$.
- D. $0,15 \cdot 10^{-12}$.

Câu 10: Sau một loạt phóng xạ α và β , hạt nhân urani $^{238}_{92}\text{U}$ phân rã thành chì $^{206}_{82}\text{Pb}$ với chu kỳ bán rã bằng $4,6 \cdot 10^9$ năm. Giả sử có một khối đá ban đầu chỉ chứa $^{238}_{92}\text{U}$ mà không chứa $^{206}_{82}\text{Pb}$ nhưng hiện nay lại chứa 3,8 mg $^{206}_{82}\text{Pb}$ và 140,6 mg $^{238}_{92}\text{U}$. Tuổi của khối đá hiện nay bằng

- A. 141,4 triệu năm.
- B. 294,4 triệu năm.
- C. 10,9 triệu năm.
- D. 204,1 triệu năm.

6. Đáp án

Câu	Từ khóa	Kiến thức cần có	Cách giải
1. (C)	Sau một phản ứng phân hạch hạt nhân do sự hấp thụ một neutron, có k neutron sinh ra...	Phản ứng phân hạch hạt nhân	Cần có số neutron sinh ra lớn hơn số neutron hấp thụ trong một phản ứng phân hạch để có phản ứng dây chuyền.
2. (B)	N_0 là số hạt nhân phóng xạ ban đầu ($t = 0$) và ΔN là số hạt nhân đã phóng xạ sau thời gian t . Đồ thị...	Hệ thức: $N = N_0 2^{-t/T}$	Số hạt nhân đã phóng xạ: Hàm số $\Delta N = N_0 (1 - 2^{-t/T})$ tăng từ 0 theo t và có tiệm cận ngang đi qua N_0 .
3. (C)	...khi hấp thụ một	Định luật bảo toàn điện	Số điện tích được bảo toàn:

	<p>notron hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ bị phân hạch và sinh ra các hạt nhân $^{142}_{58}\text{Ce}$, hạt nhân $^{91}_{40}\text{Zr}$, ba notron và k hạt β^-</p>	tính	$92 + 0 = 40 + 58 + 0 + x(-1); x = 6$
4. (B)	<p>...khối lượng của các hạt α, notron và prôtôn lần lượt bằng: $m_\alpha = 4,0015 \text{ u}$; $m_n = 1,0087 \text{ u}$; $m_p = 1,0073 \text{ u}$ và $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$, hằng số Avôgadrô: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Năng lượng tỏa ra khi tạo thành một gam heli</p>	<p>Hệ thức: $W = c^2 \Delta m$ và hệ thức tính số hạt nhân: $N = \frac{m \cdot N_A}{m_\alpha}$</p>	<p>Năng lượng tỏa ra khi tạo thành một hạt nhân heli: $W = c^2 (2m_p + 2m_n - m_\alpha)$. Vì trong một gam heli có: $\frac{1 \cdot N_A}{m_\alpha}$ hạt nhân heli nên năng lượng phải tính bằng: $\frac{1 \cdot N_A}{m_\alpha} \cdot (2m_p + 2m_n - m_\alpha) \cdot 931,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}$ $= 68,39 \cdot 10^{10} \text{ J}$</p>
5. (D)	<p>... hạt nhân $^{60}_{27}\text{Co}$ phân rã phóng xạ để sinh ra hạt nhân $^{60}_{28}\text{Ni}$. Sau khoảng thời gian bằng 10,54 năm thì 75% số hạt nhân $^{60}_{27}\text{Co}$ bị phân rã. Chu kì bán rã của $^{60}_{27}\text{Co}$ bằng</p>	<p>Hệ thức: $N = N_0 2^{-t/T}$</p>	<p>Số hạt nhân $^{60}_{27}\text{Co}$ còn lại: 25%. Vậy: $\frac{N}{N_0} = 0,25 = \frac{1}{4} = 2^{-10,54/T}$; $T = \frac{10,54}{2} = 5,27 \text{ năm}$.</p>
6. (C)	<p>... $1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$... $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, ... $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Khối lượng và điện tích của hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$</p>	<p>Kiến thức cấu tạo hạt nhân</p>	<p>$1\text{u} = \frac{931,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}}{(3 \cdot 10^8)^2}$ $= 165,6 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$ $m = 235 \cdot 165,6 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$ $= 3,9 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$</p>

	lần lượt bằng		$q = 92.1,6.10^{-19} = 1,5.10^{-17} \text{ C}$
7. (A)	... thứ tự bền vững tăng dần của các hạt nhân	Kiến thức cấu tạo hạt nhân	${}^{56}_{26}\text{Fe}$ là hạt nhân có số khối trong khoảng từ 50 đến 70 nên bền vững nhất.
8. (B)	Notron ...động năng 1,1 MeV được bắn vào hạt nhân liti ${}^6_3\text{Li}$ bền vững, đứng yên sinh ra hạt α và hạt nhân ${}^3_1\text{T}$...hạt α bay ra theo phương vuông góc với hạt ${}^3_1\text{T}$ và năng lượng của phản ứng là 0,8 MeV. Động năng của hạt α bằng:	Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần và định luật bảo toàn động lượng trong phản ứng hạt nhân	$K_\alpha + K_T = -0,8 + 1,10 = 0,3 \text{ MeV}$ (1) $\vec{p}_n = \vec{p}_\alpha + \vec{p}_T$; $(\vec{p}_n)^2 = (\vec{p}_\alpha)^2 + (\vec{p}_T)^2$; $2m_n K_n = 2m_\alpha K_\alpha + 2m_T K_T$; $1.1.10 = 4K_\alpha + 3K_T$ (2) (1) và (2) \rightarrow $K_\alpha = 0,2 \text{ MeV}; K_T = 0,1 \text{ MeV}.$
9. (A)	...đồng vị ${}^{14}_6\text{C}$ là chất phóng xạ ...chu kỳ bán rã ... 5600 năm... ${}^{12}_6\text{C}$ bền vững...cơ thể sống, tỷ số giữa các số hạt nhân ${}^{14}_6\text{C}$ và ${}^{12}_6\text{C}$ là hằng số, bằng $1,00.10^{-12}$...một mẫu xương động vật chết cách đây 11200 năm, tỷ số trên đo được	Định luật phóng xạ: $N(t) = N_0 2^{-t/T}$.	$\frac{N_0}{N_{12}} = 1,00.10^{-12}$; $\frac{N}{N_{12}} = \frac{N_0 2^{-11200/5600}}{N_{12}}$ $= 1,00.10^{-12}.2^{-2}$ $= 0,25.10^{-12}$
10.(D)	Sau ... phóng xạ α và β , hạt nhân urani ${}^{238}_{92}\text{U}$ phân rã thành chì ${}^{206}_{82}\text{Pb}$...chu kỳ bán rã	Định luật phóng xạ. Hệ thức: $\frac{m_y}{m_x} = \frac{A_y}{A_x} (2^{t/T} - 1).$	$\frac{3,8}{140,6} = \frac{206}{238} (2^{t/T} - 1);$ $t = 0,2041.10^9 \text{ năm}.$

<p>... $4,6 \cdot 10^9$ năm. Giả sử có một khối đá ban đầu chỉ chứa ${}^{238}_{92}\text{U}$ mà không chứa ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ nhưng hiện nay lại chứa 3,8 mg ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ và 140,6 mg ${}^{238}_{92}\text{U}$. Tuổi của khối đá hiện nay</p>		
--	--	--

PHẦN II. ĐỀ THI MẪU

1. Phát biểu nào sau đây **đúng**?
Chu kì của một con lắc đơn **không** thay đổi khi
 - A. thay đổi chiều dài dây treo vật.
 - B. thay đổi đáng kể nhiệt độ dây treo con lắc.
 - C. tăng khối lượng của vật nặng.
 - D. thay đổi đáng kể độ cao của điểm treo con lắc.
2. Vật nặng của một con lắc lò xo thực hiện dao động điều hòa. Gọi T là khoảng thời gian nhỏ nhất giữa hai lần liên tiếp vật nặng này có độ lớn vận tốc cực đại. Chu kì của con lắc này bằng
 - A. $3T$.
 - B. $2T$.
 - C. $4T$.
 - D. T .
3. Thế năng của một con lắc lò xo tăng khi vật nặng của con lắc
 - A. chuyển động từ vị trí cân bằng ra vị trí biên.
 - B. đi qua vị trí cân bằng.
 - C. chuyển động từ biên âm về vị trí cân bằng.
 - D. chuyển động theo chiều dương của trục tọa độ.
4. Hai con lắc đơn có chiều dài lần lượt là l_1 và l_2 , dao động điều hòa tại cùng một vị trí địa lí với chu kì lần lượt bằng T_1 và T_2 , với $T_1 = \frac{T_2}{2}$. Hệ thức **đúng** là
 - A. $l_1 = \frac{l_2}{2}$.
 - B. $l_1 = \frac{l_2}{4}$.
 - C. $l_1 = 2l_2$.
 - D. $l_1 = 4l_2$.
5. Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số, ngược pha nhau, có biên độ lần lượt bằng 3 cm và 5 cm. Biên độ của dao động tổng hợp bằng
 - A. 8 cm.
 - B. 5 cm.
 - C. 3 cm.
 - D. 2 cm.

6. Xét một sóng cơ truyền trên một dây đàn hồi rất dài. Gọi λ là bước sóng. Sau 1 s, sóng truyền được quãng đường bằng L . Tần số của sóng này bằng
- $\frac{L}{\lambda}$.
 - $\frac{\lambda}{L}$.
 - λL .
 - $\lambda + L$.
7. Trên một dây đàn dài 64 cm với hai đầu cố định có hiện tượng sóng dừng. Cho biết trên dây có bốn điểm dao động với biên độ cực đại. Bước sóng có giá trị bằng
- 32 cm.
 - 16 cm.
 - 8 cm.
 - 64 cm.
8. Trong môi trường nào sau đây, sóng âm truyền đi với tốc độ lớn nhất?
- Nước.
 - Sắt.
 - Không khí.
 - Khí hiđrô.
9. Xét hai nguồn sóng cơ kết hợp dao động cùng pha, cùng biên độ, có cùng bước sóng bằng 26 cm. Một điểm M trong môi trường cách hai nguồn các khoảng d_1 và d_2 . Với giá trị nào của d_1 và d_2 sau đây thì điểm M đứng yên?
- $d_1 = 90$ cm và $d_2 = 10$ cm.
 - $d_1 = 54$ cm và $d_2 = 10$ cm.
 - $d_1 = 80$ cm và $d_2 = 54$ cm.
 - $d_1 = 80$ cm và $d_2 = 15$ cm.
10. Một sóng âm truyền theo phương Ox với phương trình $y = A\cos(ft - Kx)$. Vận tốc của sóng âm này được tính bởi công thức:
- $\frac{4\pi^2 K}{f}$.
 - $\frac{f}{K}$.
 - $\frac{4\pi^2 f}{K}$.

D. $\frac{K}{f}$.

11. Cho biết điện áp hai đầu một đoạn mạch điện xoay chiều và cường độ dòng điện đi qua đoạn mạch lần lượt có biểu thức là $u = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ (V) và $i = 5\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4})$ (A).

Điện năng tiêu thụ bởi đoạn mạch này sau một giờ đồng hồ bằng

- A. 0,71 kWh.
 B. 0,55 kWh.
 C. 1,41 kWh.
 D. 1,00 kWh.

12. Phát biểu nào sau đây **đúng**?

Trong một đoạn mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn dây thuần cảm và tụ điện mắc nối tiếp,

- A. điện áp tức thời luôn sớm pha hơn cường độ tức thời.
 B. điện áp tức thời luôn trễ pha hơn cường độ tức thời.
 C. công suất tiêu thụ của đoạn mạch bằng không.
 D. cường độ dòng điện hiệu dụng có giá trị cực tiểu.

13. Phát biểu nào sau đây **sai**?

Khi có cộng hưởng trong một đoạn mạch điện xoay chiều gồm một điện trở thuần, một cuộn dây thuần cảm, và một tụ điện mắc nối tiếp, thì

- A. tổng trở của mạch điện có giá trị cực đại.
 B. điện áp hai đầu điện trở thuần có giá trị cực đại.
 C. cảm kháng bằng dung kháng.
 D. hệ số công suất của đoạn mạch có giá trị cực đại.

14. Cho biểu thức của cường độ dòng điện trong một đoạn mạch điện không phân nhánh là

$$i = 2\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{4}) \text{ (A)}. \text{ Đoạn mạch điện này gồm một cuộn dây có điện trở thuần}$$

bằng 30Ω và độ tự cảm bằng $\frac{5}{10\pi}$ H mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung bằng

$$\frac{500}{\pi} \mu\text{F}. \text{ Điện áp hai đầu đoạn mạch có biểu thức}$$

- A. $u = 100\sqrt{2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ (V).
 B. $u = 120\cos(100\pi t - \frac{\pi}{4})$ (V).

- C. $u = 120\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ (V).
- D. $u = 120\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (V).
15. Một đoạn mạch điện xoay chiều gồm một điện trở thuần và một cuộn dây thuần cảm mắc nối tiếp. Điện áp hiệu dụng hai đầu mạch điện và hai đầu cuộn dây lần lượt bằng 120 V và 80 V. Hệ số công suất của mạch điện này bằng
- A. 0,12.
B. 0,80.
C. 0,75.
D. 0,40.
16. Sóng điện từ **không** có tính chất nào sau đây?
- A. Các vectơ điện trường và vectơ cảm ứng từ dao động dọc theo phương truyền sóng.
B. Sóng điện từ là sóng ngang.
C. Các vectơ điện trường và vectơ cảm ứng từ dao động cùng pha.
D. Các vectơ điện trường và vectơ cảm ứng từ luôn vuông góc với nhau.
17. Loại sóng vô tuyến nào sau đây bị phản xạ mạnh nhất ở tầng điện li?
- A. Sóng cực ngắn.
B. Sóng trung.
C. Sóng ngắn.
D. Sóng dài.
18. Một chùm tia sáng Mặt Trời hẹp, song song đi xiên góc từ không khí vào trong nước sẽ
- A. bị tán sắc: Phương truyền của tia đỏ lệch nhiều nhất so với phương truyền của chùm tia tới.
B. bị tán sắc: Phương truyền của tia tím lệch nhiều nhất so với phương truyền của chùm tia tới.
C. không bị tán sắc.
D. bị tán sắc: Các tia đơn sắc truyền song song với nhau trong nước.
19. Máy quang phổ lăng kính dùng để
- A. đo bước sóng ánh sáng.
B. phân tích chùm ánh sáng phức tạp thành nhiều thành phần đơn sắc.
C. xác định bản chất hạt của ánh sáng.
D. đo vận tốc ánh sáng.
20. Cơ chế của sự phát xạ tia X (tia Rơn-ghen) là

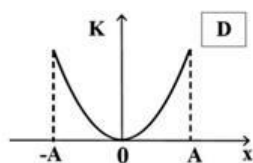
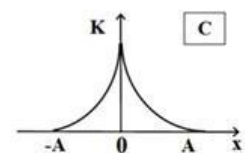
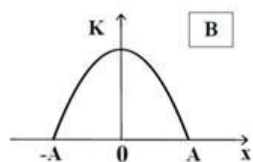
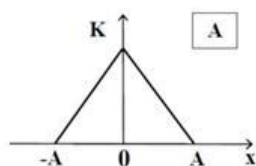
- A. dùng một chùm tia tử ngoại chiếu vào một chất phát quang.
 B. dùng một chùm tia tử ngoại chiếu vào một tấm kim loại nặng.
 C. dùng một chùm hạt α bắn vào một tấm kim loại khó nóng chảy.
 D. dùng một chùm electron có động năng lớn bắn vào một kim loại nặng khó nóng chảy.
21. Trong thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với một ánh sáng đơn sắc, trên vùng giao thoa đối xứng qua vân chính giữa, ta đếm được 7 vân sáng, hai vân ngoài cùng cách nhau 9,0 mm. Hai khe sáng cách nhau 0,6 mm. Hai khe sáng cách màn quan sát một khoảng bằng 2 m. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc bằng
- A. 0,60 μm .
 B. 0,45 μm .
 C. 0,40 μm .
 D. 0,50 μm .
22. Cho biết năng lượng của photon của một ánh sáng đơn sắc bằng 2,26 eV. Cho hằng số Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s và điện tích của electron $-e = -1,60 \cdot 10^{-19}$ C. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc này bằng
- A. 880 nm.
 B. 450 nm.
 C. 500 nm.
 D. 550 nm.
23. Vật liệu chính được sử dụng trong một pin quang điện là
- A. bán dẫn.
 B. kim loại nặng.
 C. kim loại kiềm.
 D. chất cách điện.
24. Một hạt nhân mẹ phóng xạ α . Trên bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học, so với vị trí của hạt nhân mẹ, hạt nhân con sinh ra sẽ có vị trí
- A. lùi về phía sau bốn ô.
 B. tiến về phía trước bốn ô.
 C. lùi về phía sau hai ô.
 D. tiến về phía trước hai ô.

25. Trong một phản ứng phân hạch, hạt nhân urani ${}_{92}^{235}\text{U}$ hấp thụ một neutron để cho ra hai

hạt nhân ${}_{39}^{95}\text{Y}$ và ${}_{53}^{138}\text{I}$ và k neutron. Ta có

- A. $k = 2$.
- B. $k = 3$.
- C. $k = 1$.
- D. $k = 4$.

26. Vật nặng của con lắc lò xo thực hiện dao động điều hoà có li độ x và biên độ A . Đồ thị biểu diễn sự biến thiên của động năng K của con lắc theo x có dạng



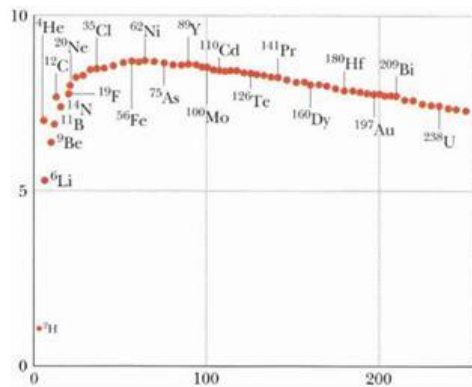
27. Một vật dao động điều hoà trên một quỹ đạo dài 20,0 cm. Quãng đường dài nhất mà vật đi được trong một phần tư chu kỳ dao động là

- A. 5,0 cm.
- B. 14,1 cm.
- C. 7,1 cm

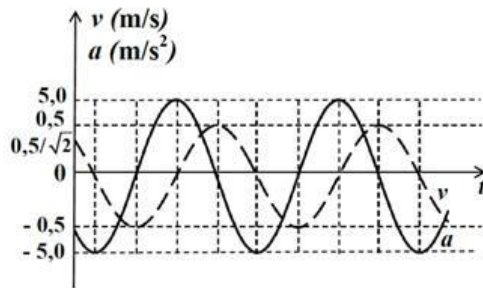
- D. 11,7 cm.
28. Một sóng truyền trên mặt nước. Hai đỉnh sóng liên tiếp cách nhau 5 m. Xét hai điểm A và B trên mặt nước trên cùng phương truyền sóng, cách nhau $AB = 22$ m. Trên đoạn AB, số điểm dao động cùng pha với A và số điểm dao động ngược pha với A lần lượt bằng
- A. 4 và 3.
 B. 5 và 5.
 C. 4 và 4.
 D. 5 và 4.
29. Một dây đàn có hai đầu cố định phát ra âm có tần số nhỏ nhất là 250 Hz. Để trên dây có sóng dừng với bốn bụng sóng, tần số của âm phải bằng
- A. 750 Hz.
 B. 325 Hz.
 C. 500 Hz.
 D. 1000 Hz.
30. Công suất của dòng điện xoay chiều cung cấp bởi một máy phát điện bằng 1000 kW. Điện trở của dây dẫn giữa máy phát điện và nơi tiêu thụ bằng 20Ω . Điện áp hai đầu máy phát này bằng 5,0 kV. Khi dùng máy biến áp để tăng điện áp này lên giá trị 110 kV, công suất hao phí trên dây dẫn sẽ
- A. giảm đi 798 kW.
 B. giảm đi 391 kW.
 C. tăng thêm 798 kW.
 D. tăng thêm 391 kW.
31. Một mạch điện xoay chiều AB gồm một điện trở thuần R mắc nối tiếp với một tụ điện có điện dung $C = \frac{200}{\pi\sqrt{3}} \mu\text{F}$. Điện áp giữa A và B luôn là $u = U_0 \cos(100\pi t)$ (V). Ampe kế mắc nối tiếp trong mạch AB chỉ giá trị không đổi khi mắc nối tiếp giữa A và B thêm một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L . Ta có
- A. $L = \frac{\sqrt{3}}{\pi}$ H.
 B. $L = \frac{\sqrt{3}}{2\pi}$ H.
 C. $L = \frac{2\sqrt{3}}{\pi}$ H.

D. $L = \frac{10\sqrt{3}}{\pi}$ H.

32. Một mạch dao động điện từ lí tưởng gồm một tụ điện và cuộn dây có độ tự cảm bằng 1 mH. Điện áp cực đại và cường độ dòng điện cực đại trong mạch lần lượt bằng 10 V và 1 mA. Cho vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Bước sóng của sóng điện từ mà mạch dao động này cộng hưởng bằng
- A. 94,2 m.
 B. 376,8 m.
 C. 188,5 m.
 D. 228,5 m.
33. Khi thực hiện thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với một ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ , tại điểm M trên màn có vân sáng bậc 2. Khi thay nguồn sáng bằng ánh sáng có bước sóng $\lambda - 0,2 \mu\text{m}$, tại M có vân sáng bậc 3. Ta có
- A. $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$.
 B. $\lambda = 0,4 \mu\text{m}$.
 C. $\lambda = 0,7 \mu\text{m}$.
 D. $\lambda = 0,6 \mu\text{m}$.
34. Cho biết vạch quang phổ có tần số nhỏ nhất của nguyên tử hiđrô khi nguyên tử này chuyển dời từ một trạng thái kích thích về trạng thái cơ bản là $24,53 \cdot 10^{14}$ Hz và năng lượng ion hóa nguyên tử này ở trạng thái cơ bản bằng 13,60 eV. Cho hằng số Plăng $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s, vận tốc ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s và điện tích của electron $-e = -1,60 \cdot 10^{-19}$ C. Bước sóng ngắn nhất mà nguyên tử hiđrô bức xạ khi chuyển từ một mức kích thích về mức năng lượng tương ứng với quỹ đạo L bằng
- A. $0,36 \mu\text{m}$.
 B. $0,64 \mu\text{m}$.
 C. $0,43 \mu\text{m}$.
 D. $0,41 \mu\text{m}$.
35. Trên hình là đồ thị biểu diễn sự biến thiên của năng lượng liên kết riêng (trục tung, theo đơn vị MeV/nuclôn) theo số khối (trục hoành) của các hạt nhân nguyên tử. Phát biểu nào sau đây **đúng**?



- A. Hạt nhân ^{238}U bền vững nhất.
 B. Hạt nhân ^{35}Cl bền vững hơn hạt nhân ^{56}Fe .
 C. Hạt nhân ^6Li bền vững nhất.
 D. Hạt nhân ^{62}Ni bền vững nhất.
36. Vật nặng của một con lắc lò xo dao động điều hoà với li độ x , vận tốc v và gia tốc a . Đường biểu diễn sự biến thiên của v và a theo thời gian t được cho trên đồ thị sau. Ta có



- A. $x = 5,0\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).
 B. $x = 5,0\cos(10t + \frac{\pi}{4})$ (cm).
 C. $x = 5,0\cos(10t - \frac{\pi}{4})$ (cm).
 D. $x = 10,0\cos(10t - \frac{\pi}{4})$ (cm).
37. Một nguồn điểm S phát sóng âm trong môi trường đẳng hướng. Mức cường độ âm tại hai điểm A và B có giá trị lần lượt bằng 55 dB và 35 dB. Biết khoảng cách từ nguồn S đến điểm A là 5 m, khoảng cách từ S đến điểm B là

- A. 1 m.
- B. 25 m.
- C. 50 m.
- D. 100 m.

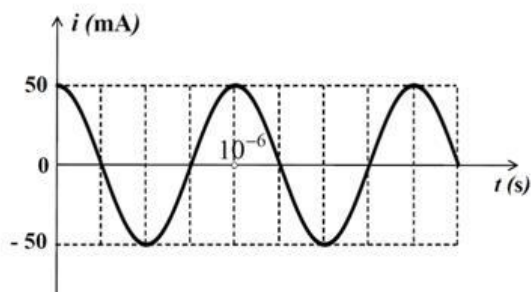
38. Cho đoạn mạch điện xoay chiều không phân nhánh gồm biến trở R , cuộn dây có điện trở

$r = 30 \Omega$ và độ tự cảm $L = \frac{1,4}{\pi}$ H và tụ điện có điện dung $C = 31,8 \mu\text{F}$. Điện áp hai đầu

đoạn mạch luôn bằng $u = 100\sqrt{2} \cos(100\pi t)$ (V). Giá trị của R để công suất của đoạn mạch có giá trị cực đại là

- A. 20Ω .
- B. 10Ω .
- C. 15Ω .
- D. 30Ω .

39. Đồ thị của cường độ dòng điện tức thời trong một mạch dao động lí tưởng được trình bày như hình vẽ sau. Điện tích cực đại trên tụ điện của mạch dao động này bằng

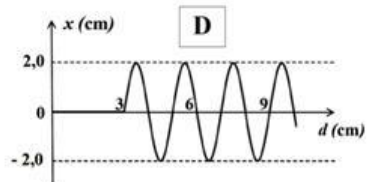
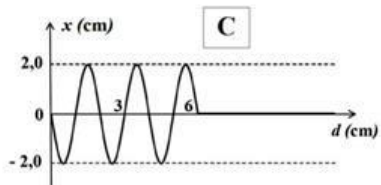
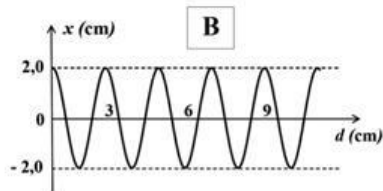
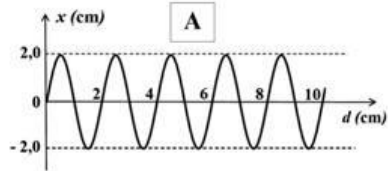


- A. $\frac{25 \cdot 10^{-9}}{\pi}$ C.
- B. $\frac{25 \cdot 10^{-9}}{2\pi}$ C.
- C. $\frac{5 \cdot 10^{-9}}{\pi}$ C.
- D. $\frac{25 \cdot 10^{-9}}{4\pi}$ C.

40. Chiếu một chùm tia sáng trắng hẹp, song song đi xiên góc vào mặt trước của một bản thủy tinh có hai mặt song song, chùm tia ló ra khỏi mặt sau của bản thủy tinh này

- A. là chùm tia phân kì, tia tím lệch nhiều nhất, tia đỏ lệch ít nhất so với chùm tia sáng tới.
- B. là chùm tia song song với chùm tia sáng tới, có màu biến thiên liên tục từ đỏ đến tím.
- C. là chùm tia hội tụ, tia tím lệch nhiều nhất, tia đỏ lệch ít nhất so với chùm tia tới.
- D. là chùm tia phân kì, tia đỏ lệch nhiều nhất, tia tím lệch ít nhất so với chùm tia sáng tới.
41. Để sản xuất tia X với bước sóng λ , hiệu điện thế giữa anốt và catốt của ống tia X phải có giá trị U_{AK} . Để tia X có bước sóng nhỏ hơn λ một lượng bằng 0,4 nm, phải thay đổi hiệu điện thế U_{AK} một lượng bằng 828,12 V. Giả sử toàn bộ động năng của electron đều chuyển thành năng lượng tia X và vận tốc ban đầu của electron tại catốt là không đáng kể. Cho hằng số Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s và điện tích của electron $-e = -1,60 \cdot 10^{-19}$ C. Ta có
- A. $U_{AK} = 2,48$ kV và $\lambda = 1,0$ nm.
- B. $U_{AK} = 1,24$ kV và $\lambda = 1,2$ nm.
- C. $U_{AK} = 12,4$ kV và $\lambda = 1,0$ nm.
- D. $U_{AK} = 1,24$ kV và $\lambda = 1,0$ nm.
42. Cho một proton và một hạt α cùng chuyển động vào một từ trường đều theo phương vuông góc với đường sức từ. Tỷ số số vòng quay trong một đơn vị thời gian của hạt α và của proton bằng
- A. 2.
- B. $\frac{1}{2}$.
- C. 4.
- D. $\frac{1}{4}$.
43. Hai con lắc đơn có chiều dài lần lượt là l_1 và l_2 dao động điều hoà với các chu kỳ lần lượt là T_1 và T_2 tại cùng một vị trí địa lí. Cũng tại vị trí này, các con lắc đơn dài $l_1 + l_2$ và $l_1 - l_2$ có chu kỳ lần lượt là 2,4 s và 0,8 s. Các chu kỳ T_1 và T_2 lần lượt bằng
- A. 1,8 s và 1,6 s.
- B. 2,0 s và 1,0 s.
- C. 1,6 s và 1,8 s.
- D. 1,5 s và 2,5 s.

44. Xét một dây đàn hồi AB rất dài, căng ngang với đầu A dao động điều hòa thẳng đứng với biên độ và tần số lần lượt bằng 2,0 cm và 0,5 Hz. Lúc $t = 0$, A đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương của trục tọa độ Ox. Sau khoảng thời gian bằng 5 s, điểm M trên dây cách A bằng 5,0 cm cũng bắt đầu dao động. Vào thời điểm $t = 6$ s, dây AB có hình dạng



45. Một mạch điện xoay chiều không phân nhánh gồm một điện trở thuần và một cuộn dây thuần cảm. Điện áp hiệu dụng hai đầu điện trở và hai đầu cuộn dây lần lượt bằng 50,0 V và 80,0 V. Vào thời điểm điện áp hai đầu điện trở bằng 25,0 V thì điện áp hai đầu cuộn dây bằng
- A. 160,0 V.
 B. 70,7 V.
 C. 105,8 V.
 D. 113,1 V.

46. Thực hiện thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng với hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,45 \mu\text{m}$ và $0,75 \mu\text{m}$. Hai khe sáng cách nhau $1,60 \text{ mm}$ và hai khe cách màn một khoảng bằng $2,4 \text{ m}$. Khoảng cách ngắn nhất giữa hai vị trí tại đó hai vân tối của hai hệ vân trùng nhau bằng
- $3,38 \text{ mm}$.
 - $2,25 \text{ mm}$.
 - $1,58 \text{ mm}$.
 - $4,38 \text{ mm}$.
47. Cho biết các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô được tính theo hệ thức $E_n = -\frac{E_1}{n^2}$ (với $n = 1, 2, 3, \dots$). Cho hằng số Plăng $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ và điện tích của electron $-e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Biết rằng khi chuyển dời từ một mức năng lượng nào đó về mức kế cận để bức xạ photon có bước sóng bằng $0,6563 \mu\text{m}$, bán kính nguyên tử hiđrô giảm $2,25$ lần. Năng lượng cần cung cấp để ion hóa một nguyên tử hiđrô khi nguyên tử này ở trạng thái cơ bản bằng
- $1,5 \text{ eV}$.
 - $21,8 \text{ eV}$.
 - $3,4 \text{ eV}$.
 - $13,6 \text{ eV}$.
48. Vật nặng của một con lắc đơn mang điện tích dao động điều hòa với chu kỳ bằng $2,00 \text{ s}$ khi chưa có điện trường. Khi để con lắc này trong một điện trường đều có phương ngang, ở vị trí cân bằng, dây treo vật nặng hợp với phương thẳng đứng một góc bằng 20° . Chu kỳ dao động nhỏ của con lắc này trong điện trường này bằng
- $1,94 \text{ s}$.
 - $1,88 \text{ s}$.
 - $0,73 \text{ s}$.
 - $2,08 \text{ s}$.
49. Hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 cách nhau $5,0 \text{ cm}$ dao động cùng pha theo phương vuông góc với mặt thoáng của một chất lỏng. Tại các điểm M và M' ở cùng bên với đường trung trực xx' của $S_1 S_2$ có hiệu đường đi của các sóng lần lượt bằng $1,2 \text{ cm}$ và $3,6 \text{ cm}$, có hai vân cùng loại. Giữa M và M' , ta thấy có hai vân cùng loại với hai vân đi qua M và M' . Điểm nằm trên xx' dao động cùng pha với S_1 và S_2 cách S_1 một khoảng nhỏ nhất bằng
- $2,5 \text{ cm}$.

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

50. Cho điện áp ở hai đầu một mạch điện có biểu thức $u = 80\sqrt{2} \sin(100\pi t - \frac{\pi}{3})$ (V). Đoạn mạch gồm điện trở thuần $R = 40 \Omega$, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{3}{5\pi}$ H và tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F mắc nối tiếp. Điện lượng được tải qua tiết diện dây dẫn trong một phần tư chu kì, kể từ khi cường độ dòng điện triệt tiêu bằng
- A. $3,2 \cdot 10^{-6}$ C.
 - B. $3,2 \cdot 10^{-3}$ C.
 - C. $6,4 \cdot 10^{-3}$ C.
 - D. $6,4 \cdot 10^{-6}$ C.

PHẦN III. ĐÁP ÁN ĐỀ THI MẪU

Câu	Từ khóa	Kiến thức cần có	Cách giải
1. (C)	Chu kì con lắc đơn không thay đổi...	Chu kì con lắc đơn	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$: không phụ thuộc khối lượng của vật nặng
2. (B)	...một con lắc lò xo...dao động điều hòa... T là khoảng thời gian nhỏ nhất giữa hai lần liên tiếp...vận tốc cực đại. Chu kì của con lắc...	Độ lớn vận tốc cực đại: vị trí cân bằng	Chu kì : $2T$
3. (A)	Thế năng của dao động điều hòa tăng...	$U = \frac{1}{2}kx^2$	$U = \frac{1}{2}kx^2$ tăng khi $ x $ tăng
4. (B)	Hai con lắc đơn ... l_1 và l_2 , dao động điều hòa... T_1 và T_2 , với $T_1 = \frac{T_2}{2}$. Hệ thức đúng ...	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	$2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} = \frac{1}{2} 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$; $l_1 = \frac{1}{4}l_2$
5. (D)	...hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số, ngược pha nhau...biên độ của dao động tổng hợp...	Biên độ của dao động tổng hợp: $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos\Delta\varphi}$	Hai dao động ngược pha: $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$ $A = A_1 - A_2 = 3 - 5 \text{ cm} = 2 \text{ cm}$
6. (A)	... một sóng cơ ... dây đàn hồi ... λ là bước sóng...l	$\lambda = \frac{v}{f}$	$f = \frac{L}{\lambda}$

	s...quãng đường L. Tần số của sóng...		
7. (A)	...một dây đàn dài 64 cm với hai đầu cố định có hiện tượng sóng dừng...bốn điểm dao động với biên độ cực đại. Bước sóng...	Khoảng cách hai nút sóng liên tiếp: $\frac{\lambda}{2}$	$4\frac{\lambda}{2} = 64 \text{ cm}$
8. (B)	Tốc độ truyền sóng trong các môi trường	$v_{\text{rắn}} > v_{\text{long}} > v_{\text{khí}}$	Sắt là chất rắn nên vận tốc âm trong sắt là lớn nhất
9. (D)	...hai nguồn sóng cơ kết hợp dao động cùng pha, cùng biên độ, có cùng bước sóng bằng 26 cm... điểm M ... d_1 và d_2 ...điểm M đứng yên	Điểm đứng yên: $d_2 - d_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda$ với k nguyên	$d_2 - d_1 = 80 - 15 = 65 = 26k + 13$; k = 2
10. (B)	...sóng âm truyền theo phương Ox. Vận tốc của sóng âm	$y = A\cos\left(2\pi Ft - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$	$2\pi F = f; \frac{2\pi}{\lambda} = K$; $v = \lambda F = \frac{2\pi}{K} \frac{f}{2\pi} = \frac{f}{K}$
11. (B)	...điện áp hai đầu một đoạn mạch điện xoay chiều và cường độ dòng	$W = Pt = UI\cos\phi_{\omega}t$	$W = 220 \frac{5}{\sqrt{2}} \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) \frac{3600}{3,6 \cdot 10^6} = 0,55 \text{ kWh}$

	điện đi qua đoạn mạch lần lượt có biểu thức...Điện năng tiêu thụ bởi đoạn mạch này sau một giờ đồng hồ...		
12. (C)	... mạch điện xoay chiều chỉ có cuộn dây thuần cảm và tụ điện mắc nối tiếp	$P = UI\cos\varphi_{ui}$	$P = UI\cos(\pm\frac{\pi}{2}) = 0$
13. (A)	... cộng hưởng... mạch điện...gồm một điện trở thuần, một cuộn dây thuần cảm, và một tụ điện mắc nối tiếp	Cộng hưởng: $Z_L = Z_C$	$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} = R$: giá trị cực tiểu
14. (C)	...cường độ dòng điện trong một đoạn mạch điện không phân nhánh...một cuộn dây có điện trở thuần... 30Ω và độ tự cảm... $\frac{5}{10\pi}$ H mắc nối tiếp với một tụ điện có điện	$i = I_0\cos(\omega t + \varphi_i)$ $u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u)$	$U = 2\sqrt{(30)^2 + \left(\frac{5}{10\pi}100\pi - \frac{1}{\frac{500}{\pi}10^{-6} \cdot 100\pi}\right)^2}$ $= 60\sqrt{2} \text{ V}$ $\tan\varphi_{ui} = \frac{50-20}{30}; \varphi_{ui} = \varphi_u - \varphi_i = \frac{\pi}{4}$

	dung... $\frac{500}{\pi} \mu F$. Điện áp hai đầu đoạn mạch		
15. (C)	Hệ số công suất của dòng điện xoay chiều	$\cos\varphi_{ui} = \frac{R}{Z} = \frac{RI}{ZI} = \frac{U_R}{U}$	$\cos\varphi_{ui} = \frac{U_R}{U} = \frac{\sqrt{120^2 - 80^2}}{120} = 0,75$
16. (A)	Sóng điện từ không có tính chất...	Tính chất sóng điện từ	Các vectơ điện trường và vectơ cảm ứng từ dao động vuông góc với phương truyền sóng
17. (C)	...sóng vô tuyến ...bị phản xạ mạnh nhất ở tầng điện li	Sóng vô tuyến	Sóng ngắn bị phản xạ mạnh nhất ở tầng điện li
18. (B)	Một chùm tia sáng Mặt Trời hẹp... từ không khí vào trong nước...	Sự tán sắc ánh sáng	Tia tới trắng bị tán sắc: Tia tím lệch nhiều nhất so với phương của chùm tia tới
19. (B)	Máy quang phổ lăng kính dùng để	Máy quang phổ lăng kính	Máy quang phổ lăng kính dùng để phân tích chùm ánh sáng phức tạp thành nhiều thành phần đơn sắc
20. (D)	Cơ chế của sự phát xạ tia X (tia Ron-ghen)	Sự phát xạ tia X (tia Ron-ghen)	Dùng một chùm electron động năng lớn bắn vào một kim loại nặng
21. (B)	...thí nghiệm Y- âng về giao thoa ánh sáng ... 7 vân sáng, hai vân ngoài cùng cách nhau 9,0 mm. Hai khe sáng cách	Khoảng vân: $i = \frac{\lambda D}{a}$	$\lambda = \frac{0,6 \cdot 10^{-6} (9/6)}{2} = 0,45 \mu m$

	nhau 0,6 mm. Hai khe sáng cách màn quan sát...2 m. Bước sóng...		
22. (D)	...năng lượng của photon của một ánh sáng đơn sắc ...2,26 eV. Bước sóng của ánh sáng đơn sắc...	$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$	$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,26 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 550 \text{ nm}$
23. (A)	Vật liệu chính được sử dụng trong một pin quang điện	Pin quang điện	Nguyên tắc hoạt động của pin quang điện: Hiện tượng quang điện trong, sử dụng chất bán dẫn
24. (C)	Một hạt nhân mẹ phóng xạ α ..bằng tuần hoàn...hạt nhân con sinh ra... có vị trí	Hiện tượng phóng xạ	${}^A_Z X \rightarrow {}^4_2 \text{He} + {}^{A-4}_{Z-2} Y$
25. (B)	...hạt nhân urani ${}^{235}_{92} \text{U}$ hấp thụ một neutron để cho ra hai hạt nhân ${}^{95}_{39} \text{Y}$ và ${}^{138}_{53} \text{I}$ và k neutron.	Phản ứng phân hạch	${}^1_0 n + {}^{235}_{92} \text{U} \rightarrow {}^{236}_{92} \text{U} \rightarrow {}^{95}_{39} \text{Y} + {}^{138}_{53} \text{I} + 3 {}^1_0 n$
26. (B)	Động năng của vật dao động điều hòa	$K = \frac{1}{2} mv^2; x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} = A^2$	$K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} k(A^2 - x^2)$: Parabol có cực đại
27. (B)	Một vật dao động điều hoà ... quỹ	$2A = 20 \text{ cm};$	$\omega \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2};$

	đạo dài 20,0 cm. Quãng đường dài nhất ... một phần tư chu kì dao động là	$\cos \alpha = \cos(\omega \Delta t) = \frac{x}{A}$	$A \cos \frac{\pi}{4} + A \cos \frac{\pi}{4} = A\sqrt{2} = 10\sqrt{2} \text{ cm}$ $= 14,1 \text{ cm.}$
28. (C)	Hai đỉnh sóng liên tiếp cách nhau 5 m. ... A và B trên mặt nước trên cùng phương truyền sóng, ... AB = 22 m...số điểm dao động cùng pha với A và số điểm dao động ngược pha với A...	$d = k\lambda$: cùng pha, $d = (k + \frac{1}{2})\lambda$: ngược pha	AM = $k.5 \leq 22$; $k \leq 4,4$: 4 điểm cùng pha, AN = $(k + 1/2).5 \leq 22$; $k \leq 3,9$: 4 điểm ngược pha
29. (D)	Một dây đàn có hai đầu cố định ... tần số nhỏ nhất là 250 Hz...sóng dừng với bốn bụng sóng, tần số của âm...	$L = k \frac{\lambda}{2} = k \frac{v}{2f}$ $L = 1. \frac{v}{2f}$: tần số nhỏ nhất	$L = \frac{v}{2.250} = 4 \frac{v}{2.f}$; $f = 1000 \text{ Hz}$
30. (A)	Công suất...bởi một máy phát điện ...1000 kW. Điện trở...20 Ω. Điện áp ... 5,0 kV...máy biến áp...tăng điện áp...lên...110 kV, công suất hao	$P_{hp} = RI^2 = R \frac{P^2}{U^2}$	$\Delta P_{hp} = 20.1000^2 \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{110^2} \right)$ $= 798,34 \text{ kW}$

	phí trên dây dẫn...		
31. (A)	...AB gồm một điện trở thuần R mắc nối tiếp với một tụ điện ...điện áp giữa A và B...Ampe kế ...trong mạch AB ...không đổi khi mắc nối tiếp giữa A và B ... một cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm L .	$I = \frac{U}{Z}$	$Z_C = 50\sqrt{3} \Omega; I_1 = I_2; \frac{U}{Z_1} = \frac{U}{Z_2};$ $R^2 + Z_C^2 = R^2 + (Z_L - Z_C)^2;$ $Z_L = 2Z_C = 100\sqrt{3} \Omega$
32. (C)	Một mạch dao động điện từ lí tưởng ...điện áp cực đại và cường độ dòng điện cực đại...10 V và 1 mA...Bước sóng của sóng điện từ...mạch dao động...cộng hưởng...	Bước sóng của sóng điện từ	$\frac{1}{2}LI_0^2 = \frac{1}{2}CU_0^2; C = \frac{LI_0^2}{U_0^2} = 10^{-11}F;$ $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC} = 188,5 \text{ m}$
33. (D)	...thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng...bước sóng λ , tại điểm M trên màn có vân sáng bậc 2. ...bước sóng λ -	Khoảng vân: $i = \lambda \frac{D}{a}$	$x_M = 2\lambda \frac{D}{a} = 3(\lambda - 0,2) \frac{D}{a}; \lambda = 0,6 \mu\text{m}$

	0.2 μm , tại M có vân sáng bậc 3...		
34. (A)	... vạch quang phổ ... tần số nhỏ nhất của nguyên tử hiđrô ... từ một trạng thái kích thích về trạng thái cơ bản ... $24,53 \cdot 10^{14}$ Hz ... năng lượng ion hóa ... ở trạng thái cơ bản... 13,60 eV. Bước sóng ngắn nhất ... bức xạ khi chuyển từ một mức kích thích về mức năng lượng ... quỹ đạo L...	$\varepsilon = hf$; $\frac{1}{\lambda_{nm}} = \frac{1}{\lambda_{nk}} - \frac{1}{\lambda_{mk}}$; Năng lượng ion hóa: $E_{\infty} - E_n = \frac{hc}{\lambda_{\infty n}}$	$\frac{1}{\lambda_{\infty 2}} = \frac{1}{\lambda_{\infty 1}} - \frac{1}{\lambda_{21}} = \frac{E_{\infty} - E_1}{hc} - \frac{f_{21}}{c}$ $= \frac{13,60 \text{ eV}}{hc} - \frac{24,53 \cdot 10^{14}}{c}$; $\lambda_{\infty 2} = 0,36 \mu\text{m}$
35. (D)	... đồ thị ... sự biến thiên của năng lượng liên kết riêng ... số khối... các hạt nhân nguyên tử...	Sự bền vững của hạt nhân nguyên tử theo năng lượng liên kết riêng	Hạt nhân ^{62}Ni có năng lượng liên kết riêng lớn nhất: bền vững nhất.
36. (C)	... một con lắc lò xo dao động điều hoà ... đường biểu diễn sự biến thiên ... v và a theo thời gian t ...	Đồ thị của vận tốc và của gia tốc trong dao động điều hoà. Phương trình chuyển động.	$\frac{a_{\max}}{v_{\max}} = \frac{A\omega^2}{A\omega} = \omega = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ rad/s}$; $a_{\max} = A\omega^2 = A \cdot 10^2 = 5$; $A = 5 \text{ cm}$; $t = 0: v = -0,05 \cdot 10 \cdot \sin\varphi = \frac{0,5}{\sqrt{2}}$; $\sin\varphi = -\frac{1}{\sqrt{2}}$

			$t = 0 : a = -A\omega^2 \cos\varphi = -0,5;$ $\cos\varphi > 0; \varphi = -\frac{\pi}{4}$
37. (C)	<p>...nguồn...phát sóng âm...môi trường đẳng hướng...mức cường độ âm tại hai điểm A và B ... 55 dB và 35 dB...khoảng cách từ nguồn...đến... A...5 m, khoảng cách...đến...B</p>	$L_A - L_B = 20\log\left(\frac{r_B}{r_A}\right)$	$L_A - L_B = 20 = 20\log\left(\frac{r_B}{5,0}\right);$ $r_B = 50 \text{ m}$
38. (B)	<p>...mạch điện xoay chiều không phân nhánh ... biến trở R, cuộn dây có điện trở ... độ tự cảm...và tụ điện có điện dung ...Điện áp hai đầu đoạn mạch... Giá trị của R ... công suất...giá trị cực đại...</p>	<p>Sự biến thiên của công suất theo điện trở:</p> $P = (R + r)I^2$	$P = \frac{U^2}{R + r + \frac{(Z_L - Z_C)^2}{R + r}}$ cực đại: $R + r = Z_L - Z_C ;$ $R + 30 = 140 - 100 ; R = 10 \Omega$
39. (A)	<p>Đồ thị ...cường độ dòng điện tức thời trong một mạch dao động lí tưởng...Điện tích cực đại trên tụ điện của mạch dao động...</p>	<p>Đồ thị của cường độ dòng điện: $i = I_0 \cos(\omega t + \varphi);$</p> $I_0 = Q_0 \omega$	$i = 50 \cos(2\pi \cdot 10^6 t) \text{ (mA);}$ $Q_0 = \frac{I_0}{\omega} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 10^6} = \frac{25 \cdot 10^{-9}}{\pi} \text{ C}$

40. (B)	Chiếu...chùm tia sáng trắng hẹp, song song ... bản thủy tinh ... chùm tia ló ra khỏi mặt sau của bản thủy tinh ...	Kiến thức	Chùm tia ló khỏi bản mặt song song là các chùm song song với chùm tia tới.
41. (D)	...sản xuất tia X ... bước sóng λ , hiệu điện thế giữa anôt và catôt của ống tia X... U_{AK} ... bước sóng nhỏ hơn λ một lượng bằng 0,4 nm, phải thay đổi hiệu điện thế U_{AK} ...	$\frac{hc}{\lambda} = eU_{AK}$	$hc \left(\frac{1}{\lambda - 4 \cdot 10^{-10}} - \frac{1}{\lambda} \right) = e \cdot 828,12 \text{ V}$
42. (B)	...một prôtôn và một hạt α ... từ trường đều...Ti số số vòng quay trong một đơn vị thời gian của hạt α và của prôtôn ...	Tính chất của prôtôn và của hạt α . Tần số quay của hạt tích điện trong từ trường: $f = \frac{qB}{2\pi m}$	$\frac{f_\alpha}{f_p} = \frac{q_\alpha B}{2\pi m_\alpha} ; \frac{q_p B}{2\pi m_p} = \frac{q_\alpha}{q_p} \cdot \frac{m_p}{m_\alpha} = \frac{2}{1} \cdot \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$
43. (A)	Hai con lắc đơn ... l_1 và l_2 dao động điều hoà ... T_1 và T_2 ... $l_1 + l_2$ và $l_1 - l_2$ có chu kì ... 2,4 s và 0,8 s. Các chu kì T_1 và T_2 ...	Chu kì của con lắc đơn: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$	$l_1 + l_2 : 2,4^2 = 4\pi^2 \frac{l_1 + l_2}{g} = T_1^2 + T_2^2 ;$ $l_1 - l_2 : 0,8^2 = 4\pi^2 \frac{l_1 - l_2}{g} = T_1^2 - T_2^2$

<p>44. (C)</p>	<p>...một dây đàn hồi AB rất dài... đầu A dao động điều hòa thẳng đứng với biên độ và tần số ... 2,0 cm và 0,5 Hz. Lúc $t = 0$, A đi qua vị trí cân bằng... 5 s, điểm M trên dây cách A ... 5,0 cm cũng bắt đầu dao động...$t = 6$ s, dây AB có hình dạng...</p>	<p>Đồ thị của phương trình:</p> $x = A \cos\left(\omega t + \varphi - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right)$	$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{5 \text{ m} / 5 \text{ s}}{0,5} = 2 \text{ m}.$ $x = 2 \sin\left(\pi t - 2\pi \frac{d}{\lambda}\right) = 2 \sin\left(\pi \cdot 6 - 2\pi \frac{d}{2}\right)$ $= -2 \sin(\pi d) \text{ với } : d \leq 1,6 = 6 \text{ cm}$
<p>45. (C)</p>	<p>...mạch điện xoay chiều ... điện trở thuần...cuộn dây thuần cảm. Điện áp hiệu dụng hai đầu điện trở và hai đầu cuộn dây ...50,0 V và 80,0 V....điện áp hai đầu điện trở ...25,0 V thì điện áp hai đầu cuộn dây</p>	<p>\vec{u}_L lệch pha $\frac{\pi}{2}$ với \vec{u}_R :</p> $u_R = U_{0R} \cos(\omega t + \varphi_{0R})$ $u_L = U_{0L} \cos\left(\omega t + \varphi_{0R} + \frac{\pi}{2}\right)$	$\frac{u_R^2}{U_R^2} + \frac{u_L^2}{U_L^2} = \frac{25^2}{50^2} + \frac{u_L^2}{80^2} = 2;$ $u_L = 105,8 \text{ V}$
<p>46. (A)</p>	<p>... thí nghiệm Y-âng về giao thoa ánh sáng...bước</p>	<p>Vị trí hai vân tối của hai hệ vân trùng nhau:</p>	$(2k_1 + 1)\lambda_1 = (2k_2 + 1)\lambda_2 ;$ $k_1 = 5k_2 + 2 ;$

	<p>sóng $0,45 \mu\text{m}$ và $0,75 \mu\text{m}$. Hai khe sáng cách nhau $1,60 \text{ mm}$ và hai khe cách màn ... $2,4 \text{ m}$. Khoảng cách ngắn nhất giữa hai vị trí tại đó hai vân tối của hai hệ vân trùng nhau...</p>	$(2k_1 + 1) \frac{\lambda_1 D}{a}$ $= (2k_2 + 1) \frac{\lambda_2 D}{a}$	$x_1 = x_2 = 1,6875(2k + 1) \text{ mm};$ $d = 1,6875 \cdot 2 = 3,375 \text{ mm}$
<p>47. (D)</p>	<p>... các mức năng lượng của nguyên tử hiđrô ... hệ thức</p> $E_n = -\frac{E_1}{n^2} \text{ (với } n = 1, 2, 3, \dots)$ <p>... chuyển dời từ một mức năng lượng ... về mức kế cận ... $0,6563 \mu\text{m}$, bán kính ... giảm 2,25 lần. Năng lượng ... ion hóa một nguyên tử ... ở trạng thái cơ bản...</p>	<p>Bán kính nguyên tử hiđrô:</p> $r_n = n^2 r_0.$ <p>Bước sóng của bức xạ:</p> $E_n - E_m = \frac{hc}{\lambda_{nm}}.$	$\frac{r_n}{r_{n-1}} = \left(\frac{n}{n-1}\right)^2 = 2,25; n = 3;$ $E_3 - E_2 = \frac{E_1}{2^2} - \frac{E_1}{3^2} = \frac{5E_1}{36} = \frac{hc}{0,6563 \cdot 10^{-6}}$ $E_1 = 13,6 \text{ eV}$

<p>48. (A)</p>	<p>...một con lắc đơn mang điện tích dao động điều hòa với chu kỳ ... 2,00 s ... chưa có điện trường. ...một điện trường đều có phương ngang... dây treo vật nặng hợp với phương thẳng đứng một góc... 20°. Chu kỳ dao động nhỏ ... trong điện trường..</p>	<p>Chu kỳ của con lắc đơn:</p> $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ <p>Vị trí cân bằng của vật nặng khi đặt trong điện trường đều, có phương ngang: $\cos\beta = \frac{g}{g'}$</p>	$T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g/\cos\beta}}$ $= 2,00\sqrt{\cos 20^\circ} = 1,94 \text{ s}$
<p>49. (C)</p>	<p>Hai nguồn kết hợp S_1 và S_2 ... 5,0 cm dao động cùng pha ... Tại các điểm M và M' ...đường trung trực xx' của $S_1 S_2$... hiệu đường đi ... 1,2 cm và 3,6 cm, có hai vân cùng loại. Giữa M và M'... hai vân cùng loại với hai vân đi qua M và M'. Điểm nằm</p>	<p>Vân có biên độ dao động cực đại: $\Delta d = k\lambda$.</p> <p>Vân đứng yên:</p> $\Delta d = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ <p>Hai điểm dao động cùng pha cách nhau: $k\lambda$.</p>	$\Delta d' - \Delta d = [2(k+3)+1 - (2k+1)]\frac{\lambda}{2}$ $= 3,6 - 1,2$ $\lambda = 0,8 \text{ cm.}$ $d = k\lambda = 0,8k \geq \frac{S_1 S_2}{2} = 2,5 \text{ cm ;}$ $k_{\min} = 4; d_{\min} = 4\lambda = 3,2 \text{ cm}$

	trên xx' dao động cùng pha với S_1 và S_2 cách S_1 một khoảng nhỏ nhất...		
50. (C)	<p>...điện áp ở hai đầu một mạch điện</p> $u = 80\sqrt{2} \sin(100\pi t - \frac{\pi}{3}) \text{ (V)}$ <p>... điện trở thuần $R = 40 \Omega$, cuộn dây thuần cảm có độ tự cảm $L = \frac{3}{5\pi}$ H và tụ điện có điện dung $C = \frac{10^{-4}}{\pi}$ F mắc nối tiếp. Điện lượng được tải qua tiết diện dây dẫn trong một phần tư chu kì...</p>	<p>Điện lượng tải qua tiết diện dây dẫn :</p> $Q = \int_0^t i dt$	$Z_L = \frac{3}{5\pi} 100\pi = 60 \Omega$ $Z_C = \frac{1}{\frac{10^{-4}}{\pi} \cdot 100\pi} = 100 \Omega$ $I = \frac{80}{\sqrt{(40)^2 + (60 - 40)^2}} = \sqrt{2} \text{ A}$ $\tan \varphi_{ui} = \frac{60 - 100}{40} = -1$ $-\frac{\pi}{3} - \varphi_1 = -\frac{\pi}{4}; \varphi_1 = -\frac{\pi}{12}$ $i = q' = 2 \sin(100\pi t - \frac{\pi}{12}) \text{ (A)}$ $Q = \int_0^{T/4} 2 \sin(100\pi t') dt' = \frac{2}{100\pi} \text{ C}$ $= 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ C}$