

Chuyên đề 1

DAO ĐỘNG

.....Error! Bookmark not defined.

Chủ đề

1

DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

.....Error! Bookmark not defined.

Chủ đề

2

MÔ TẢ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

.....Error! Bookmark not defined.

Chủ đề

3

VẬN TỐC, GIA TỐC TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

.....Error! Bookmark not defined.

Chủ đề

4

NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

.....Error! Bookmark not defined.

Câu 26: [Công thức tính tần số góc của \$clx\$ là](#).....Error! Bookmark not defined.

Chủ đề

5

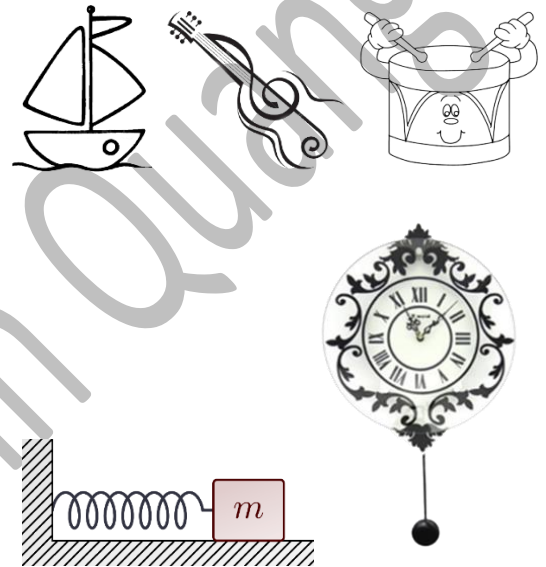
DAO ĐỘNG TẮT DẦN VÀ HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG

.....Error! Bookmark not defined.

I Tóm tắt lý thuyết

1 Dao động cơ

- Dao động cơ học nói chung là chuyển động có giới hạn trong không gian, lặp lại nhiều lần quanh một vị trí cân bằng xác định.
- Dao động tuần hoàn là dao động cơ mà sau những khoảng thời gian bằng nhau, vật trở lại vị trí cũ theo hướng cũ.
- Dao động tuần hoàn có thể có mức độ phức tạp khác nhau tùy theo vật hay hệ vật dao động. Dao động tuần hoàn đơn giản nhất là **dao động điều hòa**.
- Dao động tự do: Dao động của hệ xảy ra dưới tác dụng chỉ của nội lực (dao động riêng)



2 Dao động điều hòa

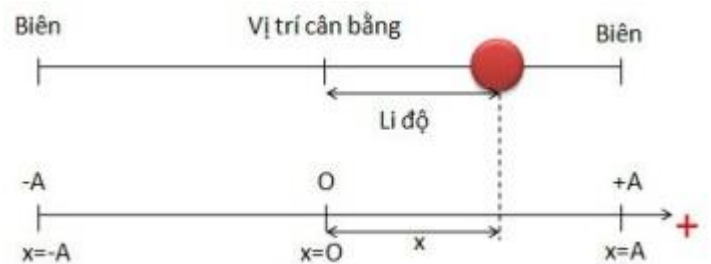
- Dao động điều hòa là dao động trong đó li độ của vật là một hàm côsin (hay sin) theo thời gian.
- Phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ được gọi là phương trình dao động điều hòa.

Với: x : Li độ (m hoặc cm)

A : Biên độ (m hoặc cm)

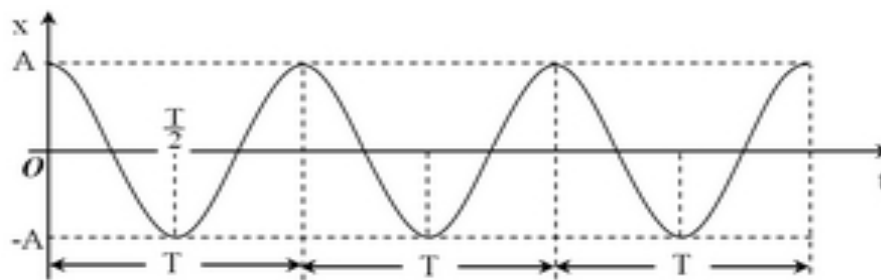
$(\omega t + \varphi)$: Pha dao động (rad).

φ : Pha ban đầu (rad)



3 Đồ thị dao động điều hòa

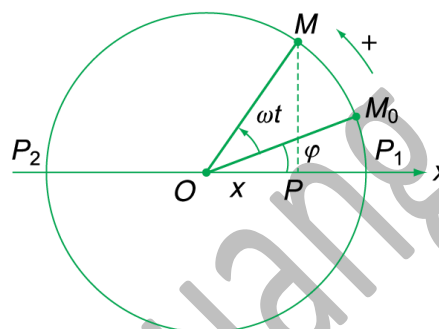
Đường biểu diễn li độ $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ với $\varphi = 0$



- Mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều:

Điểm M chuyển động tròn đều với tốc độ góc ω . Gọi P là hình chiếu của M trên trục Ox (Hình 1.6). Điểm P dao động điều hòa với phương trình.

$$x = OM \cos(\omega t + \phi)$$



Bảng 1.2. Sự tương tự trong dao động điều hòa và chuyển động tròn đều

Kí hiệu	Dao động điều hòa	Chuyển động tròn đều
x	Li độ	Tọa độ hình chiếu của vật trên trục tọa độ đi qua tâm và nằm trong mặt phẳng của quỹ đạo tròn.
A	Biên độ	Bán kính
T	Chu kì dao động	Chu kì quay
f	Tần số dao động	Tần số quay
ω	Tần số góc	Tốc độ góc
$\omega t + \phi$	Pha dao động	Tọa độ góc

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Dao động cơ học nói chung là chuyển động trong không gian, lặp lại nhiều lần quanh một.....
- Dao động cơ của một vật có thể là hoặc không tuần hoàn.
- Dao động tuần hoàn là dao động cơ mà sau những khoảng thời gian....., vật trở lại theo hướng cũ.
- Dao động tuần hoàn đơn giản nhất là
- Dao động điều hòa là dao động trong đó của vật là một hàm cosin (hay sin).....
- Phương trình được gọi là phương trình dao động điều hòa.

Lời giải:

- có giới hạn - vị trí cân bằng xác định
- bằng nhau - vị trí cũ
- li độ - theo thời gian

- tuần hoàn
- dao động điều hòa.
- $x = A \cos(\omega t + \phi)$

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những kí hiệu tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

	CỘT A		CỘT B
1	x	a	Pha ban đầu (rad)
2	A	b	Pha dao động (rad)
3	φ	c	Li độ (m hoặc cm)
4	$(\omega t + \varphi)$	d	Biên độ (m hoặc cm)

Lời giải:

1 - c, 2 - d, 3 - a, 4 - b.

III Bài tập phân dạng

Dạng

1

Xác định biên độ, pha, li độ dựa vào phương trình

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Phương trình dao động điều hòa: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Với: x: Li độ (m hoặc cm)

A: Biên độ (m hoặc cm)

$(\omega t + \varphi)$: Pha dao động (rad).

φ : Pha ban đầu (rad)

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: Một vật dao động điều hòa có phương trình $x = 2 \cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})(cm)$. Hãy xác định:

- Biên độ và pha ban đầu của dao động.
- Pha và li độ của dao động khi $t = 2s$

Lời giải:

a. Biên độ $A = 2cm$, pha ban đầu $\varphi = \frac{\pi}{2} (rad)$

b. Pha dao động khi $t = 2s$ là: $4\pi \cdot 2 + \frac{\pi}{2} = 8,5\pi (rad)$.

Li độ khi $t = 2s$ là: $x = 2 \cos(4\pi \cdot 2 + \frac{\pi}{2}) = 0 (cm)$

Bài 2: Một vật dao động điều hòa với phương trình li độ: $x = 5 \cos(10\pi t + \frac{\varphi}{2})(cm)$.

Xác định pha của dao động tại thời điểm $1/30s$.

Lời giải:

Ta có pha dao động: $10\pi + \frac{\varphi}{2}$

$$\text{Tại } t = \frac{1}{30} \text{ s} \Rightarrow 10\pi \cdot \frac{1}{30} + \frac{\varphi}{2} = \frac{\pi}{3} + \frac{\varphi}{2}$$

Bài 3: Pit-tông của một động cơ đốt trong dao động trên một đoạn thẳng dài 16 cm và làm cho trục khuỷu của động cơ quay đều (Hình 1.5). Xác định biên độ dao động của một điểm trên pit-tông.



Lời giải:

Biên độ dao động của một điểm trên pit-tông: $A = L/2 = 8 \text{ cm}$

Bài 4: (Bài 1.8 SBT) Phương trình dao động điều hoà là $x = 5\cos(2\pi t + \frac{\pi}{3})(\text{cm})$.

Hãy cho biết biên độ, pha ban đầu và pha ở thời điểm t của dao động.

Lời giải:

Biên độ $A = 5 \text{ cm}$

$$\text{Pha ban đầu } \varphi = \frac{\pi}{3}$$

$$\text{Pha dao động tại } t: \omega t + \varphi = 2\pi t + \frac{\pi}{3} (\text{rad})$$

Bài 5: (Bài 1.9 SBT). Một chất điểm dao động điều hoà có phương trình li độ

$$x = 10\cos\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm}).$$

theo thời gian là:

- Tính quãng đường vật đi được sau 2 dao động.
- Tính li độ của vật khi $t = 6 \text{ s}$.

Lời giải:

a. Quãng đường vật đi được sau 2 dao động $S = 2.4A = 80 \text{ cm}$

b. Khi $t = 6 \text{ s} \Rightarrow x = 10\cos\left(\frac{\pi}{3} \cdot 6 + \frac{\pi}{2}\right) = 0(\text{cm})$.

Bài 6: Một vật thực hiện dao động điều hoà với phương trình $x = 10\cos 2\pi t(\text{cm})$.

- Xác định biên độ và pha ban đầu của dao động.
- Tìm pha dao động tại thời điểm $t = 2,5 \text{ s}$
- Toạ độ của chất điểm tại thời điểm $t = 10 \text{ s}$

Lời giải:

a. Biên độ $A = 10 \text{ cm}$, pha ban đầu $\varphi = 0(\text{rad})$

b. Pha dao động khi $t = 2,5 \text{ s}$ là: $2\pi \cdot 2,5 = 5\pi(\text{rad})$.

c. Li độ khi $t = 10 \text{ s}$ là: $x = 10\cos(2\pi \cdot 10) = 10(\text{cm})$

Bài 7: Một vật dao động điều hoà có phương trình là $x = 4\cos\left(5\pi t - \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm})$.

- Xác định biên độ và pha ban đầu của dao động.
- Tìm pha dao động tại thời điểm $t = 1/5 \text{ s}$

c. Toạ độ của chất điểm tại thời điểm $t = 2s$

Lời giải:

- a. Biên độ $A = 4cm$, pha ban đầu $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ (rad)
- b. Pha dao động khi $t = 1/5s$ là: $5\pi \cdot 1/5 = \pi$ (rad).
- c. Li độ khi $t = 2s$ là: $x = 4 \cos\left(5\pi \cdot 2 - \frac{\pi}{3}\right) = 2cm$

Bài 8: Một vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = 6 \cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})cm$

- a. Xác định biên độ và pha ban đầu của dao động.
- b. Tìm pha dao động tại thời điểm $t = 1s$
- c. Toạ độ của chất điểm tại thời điểm $t = 10s$

Lời giải:

- a. Biên độ $A = 6cm$, pha ban đầu $\varphi = \frac{\pi}{6}$ (rad)
- b. Pha dao động khi $t = 1s$ là: $4\pi + \frac{\pi}{6} = \frac{25\pi}{6}$ (rad).
- c. Li độ khi $t = 10s$ là: $x = 6 \cos(4\pi \cdot 10 + \frac{\pi}{6})cm = 3\sqrt{3}cm$

Bài 9: Một vật dao động điều hoà theo phương trình: $x = -5 \cos(\pi t)$

- a. Xác định biên độ và pha ban đầu của dao động.
- b. Tìm pha dao động tại thời điểm $t = 0,5s$
- c. Toạ độ của chất điểm tại thời điểm $t = 10s$

Lời giải:

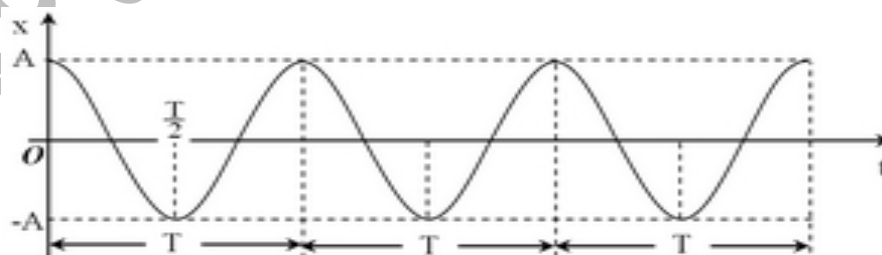
- a. Phương trình được viết lại: $x = 5 \cos(\pi t - \pi)$
Biên độ $A = 5cm$, pha ban đầu $\varphi = -\pi$ (rad)
- b. Pha dao động khi $t = 0,5s$ là: $-\frac{\pi}{2}$ (rad).
- c. Li độ khi $t = 10s$ là: $x = -5cm$

Dạng

2

Xác định biên độ, pha, li độ dựa vào đồ thị

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

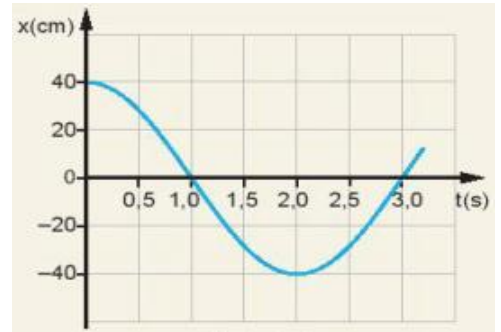


Đường biểu diễn li độ $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ với $\varphi = 0$

B BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Bài 1: Đồ thị li độ - thời gian của một con lắc đơn dao động điều hòa được mô tả trên Hình 1.3.

- Hãy mô tả dao động điều hòa của con lắc đơn.
- Xác định biên độ và li độ của con lắc ở các thời điểm $t = 0s$, $t = 1s$, $t = 2,0s$.

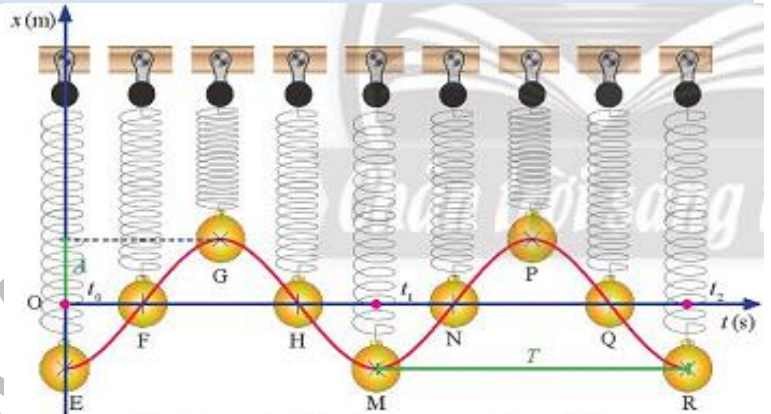


Lời giải:

- Dao động điều hòa của con lắc đơn có đồ thị dao động theo thời gian là một đường hình sin.
- Biên độ dao động: $A = 40\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 0s$: $x = 40\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 1s$: $x = 0\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 2s$: $x = -40\text{cm}$

Bài 2: Quan sát hình 1.1 và chỉ ra những điểm:

- Có tọa độ dương, âm hoặc bằng không.
- Có khoảng cách đến vị trí cân bằng cực đại.
- Gần nhau nhất có cùng trạng thái chuyển động.

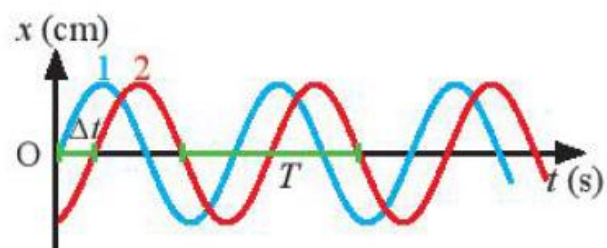


Hình 1.1. Vị trí của vật nặng trong hệ con lắc lò xo tại các thời điểm khác nhau.

Lời giải:

- Điểm có tọa độ dương: G; P
 Điểm có tọa độ âm: E; M; R
 Điểm có tọa độ bằng 0: F; H; N; Q
- Điểm có khoảng cách đến VTCB cực đại: E; G; M; P; R
- Điểm gần nhau nhất có cùng trạng thái chuyển động:
 E, M và R: Cùng nằm ở vị trí biên âm
 F và N: Cùng qua VTCB theo chiều dương đi lên
 G và P: Cùng ở vị trí biên dương
 H và Q: Cùng qua VTCB theo chiều âm đi xuống

Bài 3: Quan sát hình 1.2, so sánh biên độ và li độ của hai dao động 1 và 2 tại mỗi thời điểm.



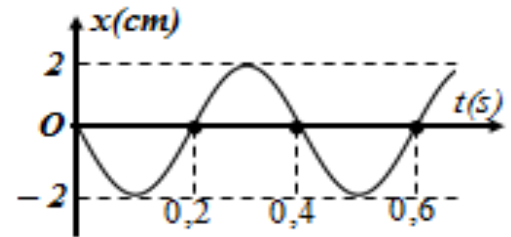
Hình 1.2. Đồ thị li độ - thời gian của hai vật dao động điều hòa.

Lời giải:

- Tại thời điểm ban đầu: $x_1 = 0, x_2 = -A$
- Tại thời điểm Δt : $x_1 = A, x_2 = 0$
- Tại thời điểm T : $x_1 = 0, x_2 = -A$

Bài 4: Vật dao động điều hòa có đồ thị tọa độ như hình dưới.

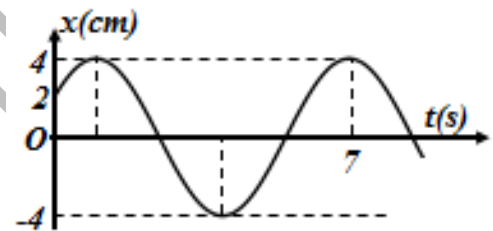
- Hãy mô tả dao động điều hòa của vật.
- Xác định biên độ và li độ của con lắc ở các thời điểm $t = 0, t = 0,1s, t = 0,2s, t = 0,3s$.

**Lời giải:**

- Dao động điều hòa của con lắc đơn có đồ thị dao động theo thời gian là một đường hình sin.
- Biên độ dao động: $A = 2\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 0s$: $x = 0\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 0,1s$: $x = -2\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 0,2s$: $x = 0\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 0,3s$: $x = 2\text{cm}$

Bài 5: Một chất điểm dao động có phương trình $x = 10\cos(15t + \pi)$ (x tính bằng cm; t tính bằng giây).

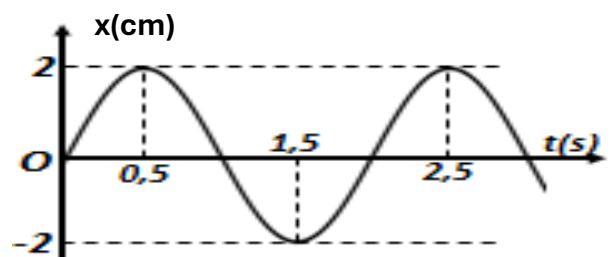
- Hãy mô tả dao động điều hòa của con lắc đơn.
- Xác định biên độ và li độ của con lắc ở các thời điểm $t = 0, t = 7s$.

**Lời giải:**

- Dao động điều hòa của con lắc đơn có đồ thị dao động theo thời gian là một đường hình sin.
- Biên độ dao động: $A = 4\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 0s$: $x = 2\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 7s$: $x = 4\text{cm}$

Bài 6: Đồ thị li độ của một vật dao động điều hòa có dạng như hình vẽ.

- Hãy mô tả dao động điều hòa của con lắc đơn.
- Xác định biên độ và li độ của con lắc ở các thời điểm $t = 0, t = 0,5s, t = 2,0s, t = 2,5s$.

**Lời giải:**

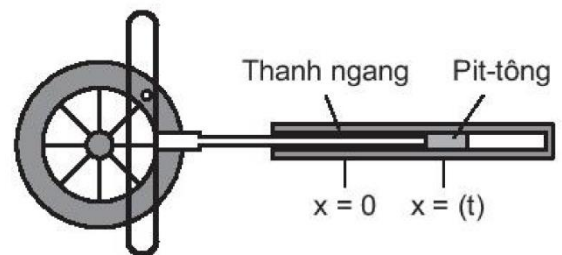
- Dao động điều hòa của con lắc đơn có đồ thị dao động theo thời gian là một đường hình sin.
- Biên độ dao động: $A = 2\text{cm}$
 Tại thời điểm $t = 0s$: $x = 0\text{cm}$

Tại thời điểm $t = 0,5s$: $x = 2cm$

Tại thời điểm $t = 2s$: $x = 0cm$

Tại thời điểm $t = 2,5s$: $x = 2cm$

Bài 7: (Bài 1.11 SBT) Xét cơ cấu truyền chuyển động hình 1.2. Hãy giải thích tại sao khi bánh xe quay đều thì pít-tông dao động điều hòa.



Lời giải:

Thanh ngang trùng với trục Ox. Hình chiếu của quả cầu trên trục Ox trùng với đầu thanh ngang. Do đó khi quả cầu chuyển động tròn đều thì thanh ngang và pít - tông dao động điều hòa.

Chủ đề

2

MÔ TẢ DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

I Tóm tắt lý thuyết

1 Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hòa

Phương trình dao động điều hòa: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

- **Li độ x**: là độ dịch chuyển từ vị trí cân bằng đến vị trí của vật tại thời điểm t.
- **Biên độ A**: là độ dịch chuyển cực đại của vật tính từ vị trí cân bằng.
- **Chu kỳ**: là khoảng thời gian để vật thực hiện một dao động, kí hiệu là T. Đơn vị của chu kỳ dao động là giây (s).
- **Tần số**: là số dao động mà vật thực hiện được trong một giây, kí hiệu là f.

$$f = \frac{1}{T}$$

Đơn vị của tần số là 1/s, gọi là Héc (kí hiệu Hz)

- **Tần số góc**: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \text{ (rad / s)}$

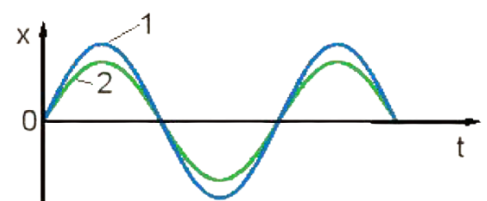
Trong dao động điều hòa của mỗi vật thì **A, T, f và ω** là những đại lượng không đổi, không phụ thuộc vào thời điểm quan sát. Với những vật khác nhau thì các đại lượng này khác nhau. Vì thế chúng là những đại lượng đặc trưng cho dao động điều hòa.

2 Độ lệch pha giữa hai dao động cùng chu kỳ

✓ **Pha ban đầu φ (rad)**: cho biết tại thời điểm bắt đầu quan sát vật dao động điều hòa ở đâu và sẽ đi về phía nào. Nó có giá trị nằm trong khoảng từ $-\pi$ đến π (rad)

✓ **$(\omega t + \varphi)$** : Pha dao động (rad).

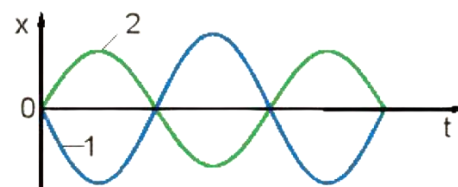
✓ **Độ lệch pha giữa hai dao động cùng chu kỳ**:



a. Hai dao động đồng pha

luôn bằng độ lệch pha ban đầu.

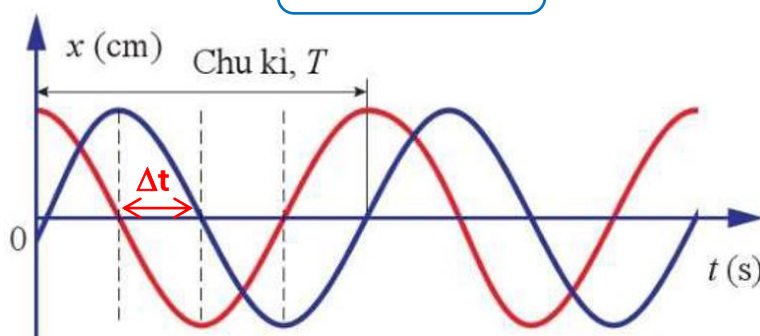
- Nếu $\varphi_1 > \varphi_2$ thì dao động 1 sớm pha hơn dao động 2.
- Nếu $\varphi_1 < \varphi_2$ thì dao động 1 trễ pha hơn dao động 2.
- Nếu $\varphi_1 = \varphi_2$ thì dao động 1 cùng (đồng) pha hơn dao động 2.
- Nếu $\varphi_1 = \varphi_2 \pm \pi$ thì dao động 1 ngược pha với dao động 2.



b. Hai dao động ngược pha

♦ **Lưu ý:** Cách tính độ lệch pha giữa hai dao động lệch nhau một khoảng thời gian Δt

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \cdot 2\pi \text{ (rad)}$$



II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Li độ: x là từ vị trí cân bằng đến vị trí của vật tại thời điểm t .
- Biên độ A là độ dịch chuyển của vật tính từ.....
- Chu kỳ là để vật thực hiện một dao động, kí hiệu là T . Đơn vị của chu kỳ dao động là giây (s).
- Tần số: là mà vật thực hiện được trong một giây, kí hiệu là f .
- Nếu $\varphi_1 > \varphi_2$ thì dao động 1 hơn dao động 2.
- Nếu $\varphi_1 < \varphi_2$ thì dao động 1 hơn dao động 2.
- Nếu $\varphi_1 = \varphi_2$ thì dao động 1 hơn dao động 2.
- Nếu thì dao động 1 ngược pha với dao động 2.

Lời giải:

- | | |
|---------------------|------------------------------------|
| a. độ dịch chuyển | b. cực đại - vị trí cân bằng |
| c. khoảng thời gian | d. số dao động |
| e. sớm pha | f. trễ pha |
| g. cùng (đồng) pha | h. $\varphi_1 = \varphi_2 \pm \pi$ |

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những kí hiệu tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A		CỘT B	
1	T	a	Tần số dao động (Hz)
2	f	b	Pha dao động (rad)
3	ω	c	Chu kì dao động (s)
4	$(\omega t + \varphi)$	d	Tần số góc (rad/s)

Lời giải:

1 - c, 2 - 2, 3 - d, 4 - b.

III Bài tập phân dạng

Dạng 1 Xác định các đại lượng đặc trưng của dao động điều hòa

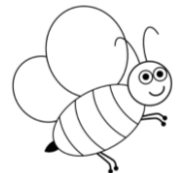
A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Dựa vào các khái niệm đã nêu ở mục lí thuyết.

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: Một con ong mật đang bay tại chỗ trong không trung, đập cánh với tần số khoảng 300Hz. Xác định số dao động mà cánh ong mật thực hiện trong 1s và chu kì dao động của cánh ong.

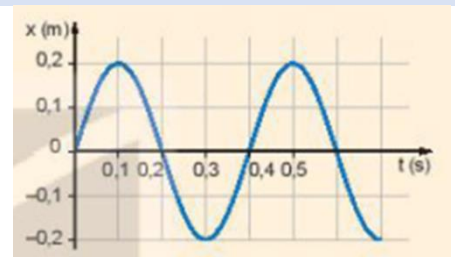


Lời giải:

- Số dao động mà cánh ong mật thực hiện trong 1s là $f = 300$ lần
- Chu kì dao động $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{300} (s)$

Bài 2: Hình 2.1 là dao động điều hòa của một vật. Hãy xác định:

- Biên độ, chu kì, tần số của dao động
- Nêu thời điểm mà vật có li độ $x = 0$.
- Xác định tần số góc của dao động.



Hình 2.1

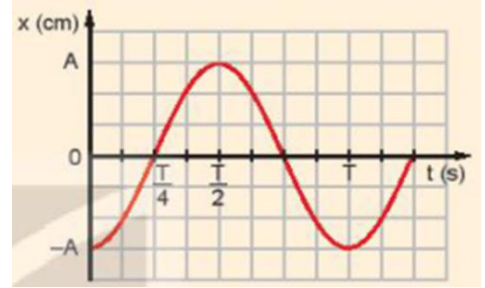
Lời giải

- $A = 0.2m, T = 0.4s, f = \frac{1}{T} = 2.5Hz$
- Thời điểm vật có li độ $x_1 = 0 \Rightarrow t_1 = (0s; 0.2s; 0.4s; 0.6s....)$

c. $\omega = \frac{2\pi}{T} = 5\pi \text{ (rad/s)}$

Bài 3: Hình 2.3 là dao động điều hòa của một con lắc. Hãy cho biết:

- Vị trí và hướng di chuyển của con lắc tại thời điểm ban đầu.
- Pha ban đầu của dao động.

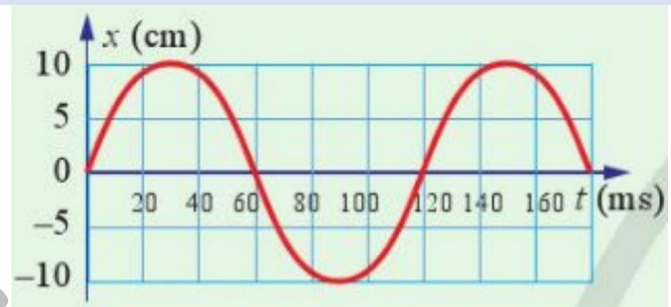


Hình 2.2

Lời giải:

- Vị trí ban đầu $x = -A$, hướng chuyển động: bắt đầu đi theo chiều dương (+)
- Pha ban đầu: $\cos \varphi = \frac{x}{A} = \frac{-A}{A} = -1 \Rightarrow \varphi = -\pi \text{ (rad)}$

Bài 4: Xác định biên độ, chu kỳ và tần số của dao động có đồ thị li độ - thời gian được biểu diễn ở Hình 1.1



Hình 1.1. Đồ thị li độ - thời gian của một dao động

Lời giải:

Biên độ $A = 10\text{cm}$

Chu kỳ $T = 120\text{ms}$

Tần số $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{120 \cdot 10^{-3}} = 12 \cdot 10^4 \text{ Hz}$

Bài 5: Xét một vật dao động điều hòa có biên độ 10cm, tần số 5Hz. Tại thời điểm ban đầu ($t = 0$) vật có li độ cực đại về phía dương.

- Xác định chu kỳ, tần số góc, pha ban đầu của dao động.
- Viết phương trình và vẽ đồ thị ($x - t$) của dao động.

Lời giải:

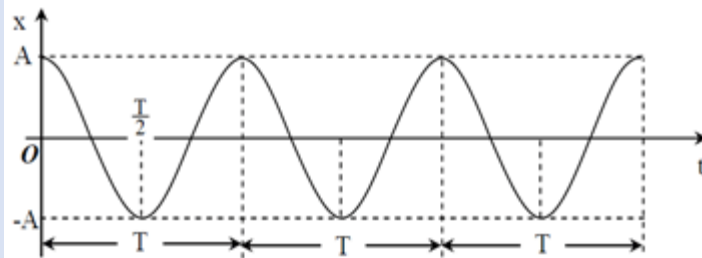
a. Chu kỳ $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} = 0,2\text{s}$

$\omega = 2\pi f = 10\pi \text{ (rad / s)}$

Tại $t = 0$: $x = A \rightarrow \cos \varphi = \frac{x}{A} = 1 \Rightarrow \varphi = 0 \text{ (rad)}$

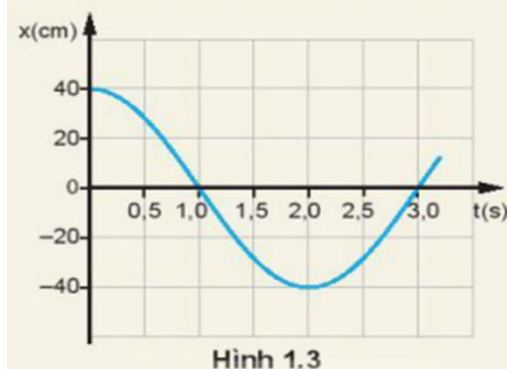
b. PTĐĐ: $x = 10 \cos(10\pi t) \text{ cm}$

Vẽ đồ thị: $t_1 = 0 \rightarrow x = A$; $t_2 = \frac{T}{4} \rightarrow x = 0$; $t_3 = \frac{T}{2} \rightarrow x = -A$



Bài 6: Hình bên là dao động điều hòa của một con lắc. Hãy cho biết:

- Vị trí và hướng di chuyển của con lắc tại thời điểm ban đầu.
- Biên độ, chu kì, tần số của dao động
- Pha ban đầu của dao động.
- Nêu thời điểm mà vật có li độ $x = 0$; $x = -40\text{cm}$.



Hình 1.3

Lời giải

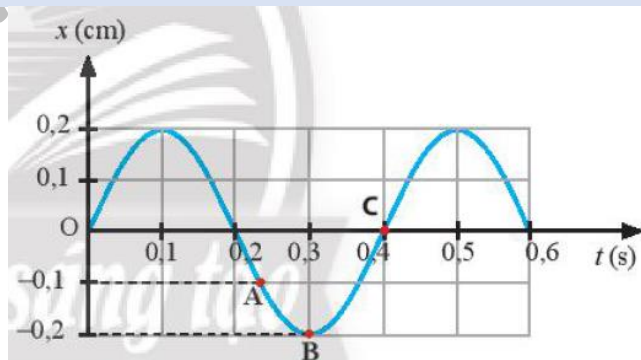
- Tại thời điểm ban đầu: Vật ở vị trí biên dương $x = A = 40\text{cm}$ và bắt đầu chuyển động theo chiều âm.
- $A = 40\text{cm}$.

Ta có: $\frac{T}{4} = 1\text{s} \Rightarrow T = 4\text{s} \Rightarrow f = \frac{1}{4}\text{Hz}$

- Ban đầu $t = 0$: $x = A \Rightarrow \cos \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$
- $x_1 = 0$ khi: $t_1 = 1\text{s}, 3\text{s}, \dots$
 $x_2 = -40\text{cm}$ khi: $t_2 = 2\text{s}, \dots$

Bài 7: Một vật dao động có đồ thị li độ - thời gian được mô tả trong hình 2.1. Hãy xác định:

- Biên độ dao động, chu kì, tần số, tần số góc của dao động.
- Li độ của vật dao động tại các thời điểm t_1, t_2, t_3 ứng với các điểm A, B, C trên đồ thị.
- Độ dịch chuyển so với vị trí ban đầu tại thời điểm t_1, t_2, t_3 trên đường đồ thị.



Hình 2.1. Đồ thị li độ - thời gian của một vật dao động.

Lời giải:

- $A = 0.2\text{cm}$; $T = 0.4\text{s}$; $f = 2.5\text{Hz}$; $\omega = 5\pi(\text{rad} / \text{s})$
- Tại t_1 : $x_1 = -0.1(\text{cm})$, t_2 : $x_2 = -0.2(\text{cm})$, t_3 : $x_3 = 0(\text{cm})$
- Độ dịch chuyển so với vị trí ban đầu $x_0 = 0$:

t_1 : $\Delta x_1 = x_1 - x_0 = x_1 = -0.1\text{cm}$

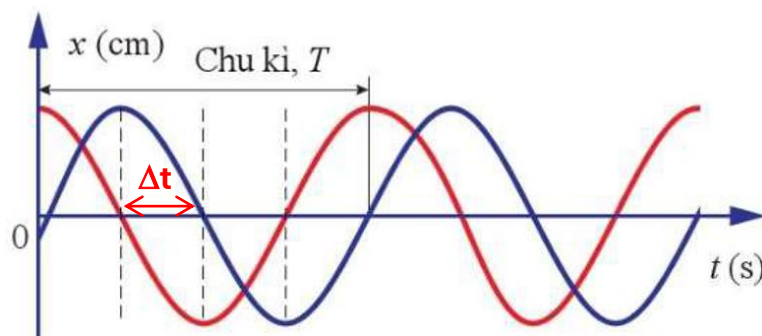
t_2 : $\Delta x_2 = -0.2\text{cm}$

t_3 : $\Delta x_3 = 0\text{cm}$

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

♦ **Lưu ý:** Cách tính độ lệch pha giữa hai dao động lệch nhau một khoảng thời gian Δt

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \cdot 2\pi \text{ (rad)}$$

**B BÀI TẬP TỰ LUẬN****Vận dụng**

Bài 1: Hãy chứng minh rằng độ lệch pha giữa 2 dao động cùng chu kì bằng độ lệch pha ban đầu.

Lời giải

Gọi phương trình 2 dao động là: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$

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

Độ lệch pha 2 dao động: $\Delta\varphi = (\omega t + \varphi_1) - (\omega t + \varphi_2) = \varphi_1 - \varphi_2$

Bài 2: Hai con lắc 1 và 2 dao động điều hòa tại cùng thời điểm quan sát, vị trí của chúng được biểu diễn trên Hình 2.3 a,b. Hỏi dao động của con lắc nào sớm pha hơn và sớm hơn bao nhiêu?



Hình 2.3

Lời giải

Con lắc 1: Vị trí ban đầu: $x_1 = A$ bắt đầu chuyển động về bên trái

Con lắc 2: Vị trí ban đầu: $x_2 = 0$ cũng đi về phía trái

→ Con lắc 2 đi trước con lắc 1 một khoảng thời gian: $\Delta t = T/4$.

Vậy con lắc 2 sớm pha hơn con lắc 1 một góc $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{2} \text{ (rad)}$

Bài 3:

Cho hai con lắc đơn dao động điều hòa. Biết phương trình dao động của con lắc thứ nhất là $x = 20\cos(20\pi + \frac{\pi}{2})$ (cm). Con lắc thứ hai có cùng biên độ và tần số nhưng lệch về thời gian so với con lắc thứ nhất một phần tư chu kì. Viết phương trình dao động của con lắc thứ hai.

Lời giải:

Con lắc thứ nhất lệch thời gian $T/4 \Rightarrow$ lệch pha $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{2}$ (rad)

+ Với con lắc 2 sớm pha hơn con lắc 1: $\varphi_2 = \varphi_1 + \pi/2 = \pi$ (rad/s).

+ Với con lắc 2 trễ pha hơn con lắc 1: $\varphi_2 = \varphi_1 - \pi/2 = 0$ (rad/s).

Bài 4:

Cho hai con lắc đơn dao động điều hòa. Biết phương trình dao động của con lắc thứ nhất là $x = 5\cos(10\pi t - \pi/6)$ (cm). Con lắc thứ hai có cùng tần số, biên độ bằng quỹ đạo chuyển động của con lắc thứ nhất, nhưng sớm pha $\pi/2$ so với con lắc thứ nhất. Viết phương trình dao động của con lắc thứ hai.

Lời giải

Xét con lắc 1: $x_1 = 5\cos(10\pi t - \frac{\pi}{6})$ cm $\Rightarrow A_1 = 5$ cm, $\omega_1 = 10\pi$, $\varphi_1 = -\frac{\pi}{6}$

Xét con lắc 2:

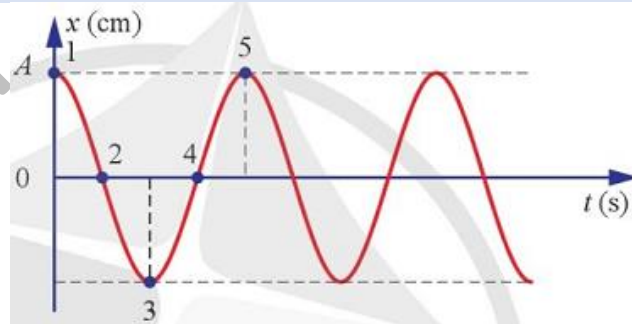
+ Cùng tần số với con lắc thứ nhất nên $\omega_2 = \omega_1 = 10\pi$

+ Biên độ bằng quỹ đạo chuyển động của con lắc thứ nhất nên $A_2 = 2A_1 = 10$ cm

+ Con lắc 2 sớm pha hơn con lắc 1 nên: $\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{3}$ (rad / s)

$\Rightarrow$ Phương trình dao động của con lắc thứ hai: $x_2 = 10\cos(10\pi t + \frac{\pi}{3})$ cm

Bài 5: Xác định pha của dao động tại vị trí 3 và vị trí 4.



Hình 1.3. Trên đồ thị li độ - thời gian, đoạn 1-2-3-4-5 mô tả một động của vật.

Lời giải:

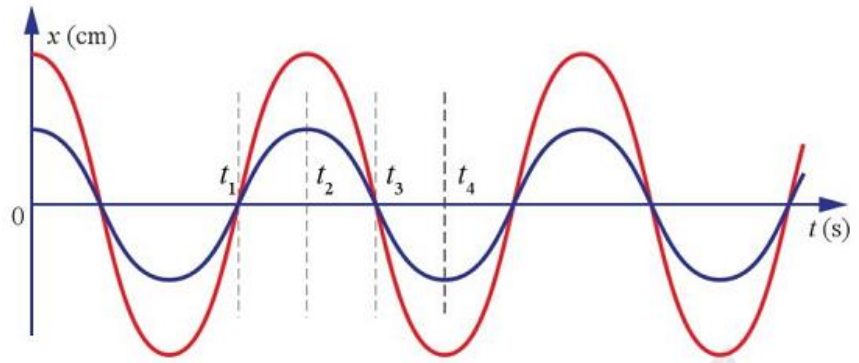
Tại vị trí 3: $x_3 = -A \Rightarrow \cos \varphi_3 = \frac{x_3}{A} = -1 \Rightarrow \varphi_3 = \pi$

Tại vị trí 4: Vật đi sau vị trí 1 một khoảng thời gian $\Delta t = T/4$

$\Rightarrow$ độ lệch pha: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{2}$ (rad)

$\Rightarrow \varphi_4 = \varphi_3 + \frac{\pi}{2} = \frac{3\pi}{2}$ (rad)

Bài 6: Mô tả trạng thái của hai vật dao động ở thời điểm t_3 và t_4 trong đồ thị Hình 1.4. Hai dao động này như thế nào về pha?



Hình 1.4. Đồ thị li độ - thời gian của hai dao động cùng pha.

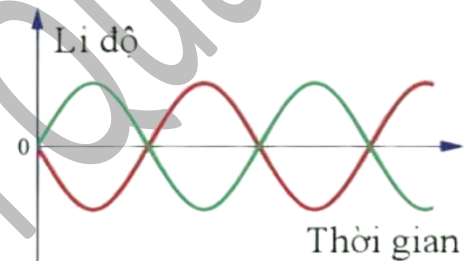
Lời giải:

Tại t_3 vật 1 và 2 đều ở VTCB và chuyển động theo chiều âm.

Tại t_4 vật 1 và 2 đều ở vị trí biên âm và chuyển động theo chiều dương.

⇒ Hai dao động này cùng pha

Bài 7: Đồ thị Hình 1.6 biểu diễn hai dao động ngược pha. Dựa vào đồ thị, xác định độ lệch pha của hai dao động này



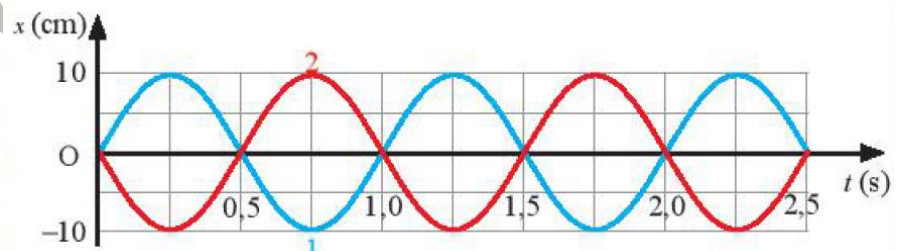
Hình 1.6. Đồ thị li độ - thời gian của hai dao động ngược pha.

Lời giải:

Trên đồ thị, ta thấy hai dao động này lệch nhau một khoảng thời gian $\Delta t = T/2$

⇒ Độ lệch pha: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \pi (rad)$

Bài 8: Quan sát đồ thị li độ - thời gian của hai vật dao động điều hòa được thể hiện trong hình 1.3. Hãy xác định biên độ, chu kì, tần số, tần số góc của mỗi vật dao động và độ lệch pha của hai dao động.



Hình 1.3. Đồ thị li độ - thời gian của hai vật dao động điều hòa.

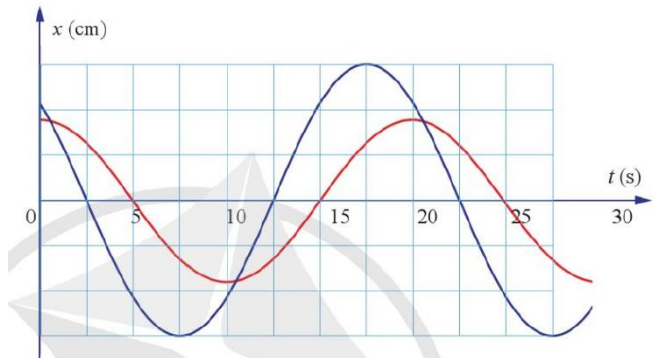
Lời giải:

- Dao động 1: $A_1 = 10\text{cm}$, $T_1 = 1\text{s}$, $f_1 = 1\text{Hz}$, $\omega_1 = 2\pi(\text{rad/s})$
- Dao động 2: $A_2 = 10\text{cm}$, $T_2 = 1\text{s}$, $f_2 = 1\text{Hz}$, $\omega_2 = 2\pi(\text{rad/s})$
- Trên đồ thị, ta thấy hai dao động này lệch nhau một khoảng thời gian $\Delta t = T/2$

$$\Rightarrow \text{Độ lệch pha: } \Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \pi \text{ (rad)}$$

Vận dụng cao

Bài 9: Xác định độ lệch pha của hai dao động được biểu diễn trong đồ thị li độ - thời gian ở hình 1.5



Hình 1.5. Đồ thị li độ - thời gian của hai dao động có cùng chu kỳ.

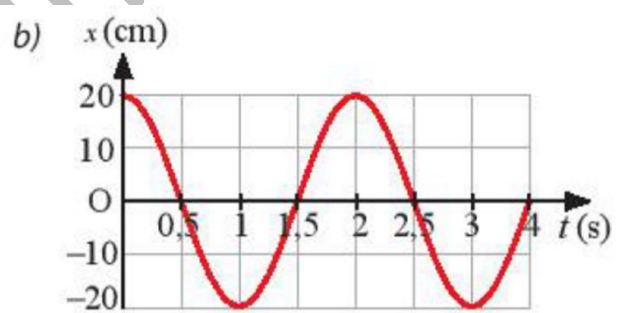
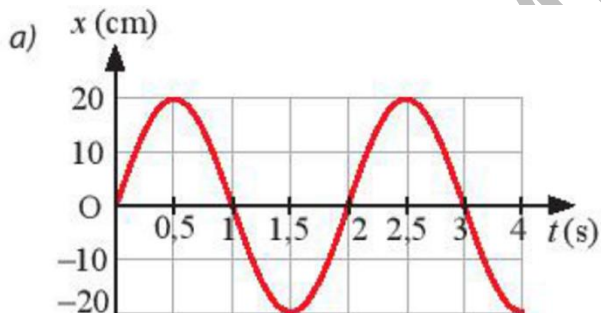
Lời giải:

Chu kỳ dao động $T = 20\text{s}$

Độ lệch thời gian của hai dao động khi cùng trạng thái: $\Delta t = 2,5\text{s}$

$$\Rightarrow \text{Độ lệch pha: } \Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

Bài 10: Xác định độ lệch pha của hai dao động trong hình 1.4



Hình 1.4. Đồ thị li độ - thời gian của một vật được kích thích dao động theo hai cách khác nhau.

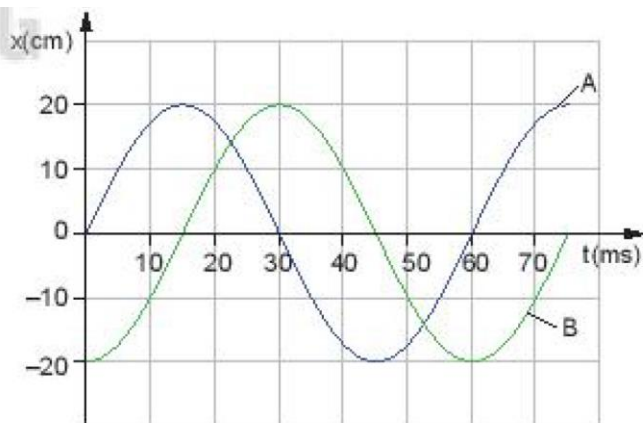
Lời giải:

Trên đồ thị ta thấy dao động b sớm hơn dao động a một khoảng thời gian $\Delta t = 0,5\text{s} = T/4$

$$\Rightarrow \text{Độ lệch pha: } \Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{2} \text{ (rad)}$$

Bài 11: Hình 4.4 là đồ thị li độ - thời gian của hai vật dao động điều hòa A và B có cùng tần số nhưng lệch pha nhau.

- Xác định li độ dao động của vật B khi vật A có li độ cực đại và ngược lại.
- Hãy cho biết vật A hay vật B đạt tới li độ cực đại trước.
- Xác định độ lệch pha giữa dao động của vật A so với dao động của vật B.



Hình 4.4

Lời giải:

- Từ đồ thị ta thấy: Khi vật A có li độ cực đại thì vật B ở vị trí cân bằng và ngược lại khi vật B có li độ cực đại thì vật A ở vị trí cân bằng.
- Vật A đạt li độ cực đại sau 15 ms
Vật B đạt li độ cực đại sau 30 ms
 $\Rightarrow$ Vật A đạt li độ cực đại trước vật B.
- Từ đồ thị ta thấy: Chu kỳ dao động của 2 vật $T = 60 \text{ ms} = 0,06 \text{ s}$
A dao động trước B 1 khoảng thời gian: $\Delta t = 30 - 15 = 15 \text{ ms} = 0,015 \text{ s}$

$\Rightarrow$ Độ lệch pha giữa dao động của vật A so với dao động của vật B: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{2} (\text{rad})$

Bài 12: (Bài 1.10 SBT).

Đồ thị li độ theo thời gian x_1, x_2 của hai chất điểm dao động điều hòa được mô tả như Hình 1.1. Xác định biên độ và pha ban đầu của mỗi dao động.



Lời giải:

Từ đồ thị ta thấy:

Với dao động 2: $A_2 = 5 \text{ cm}$

+ Khi $t = 0$: $x_2 = -5 = 5\cos\varphi_2 \Rightarrow \cos\varphi_2 = -1 \Rightarrow \varphi_2 = \pi (\text{rad})$

Với dao động 1: $A_1 = 10 \text{ cm}$ và sớm hơn dao động 2 một khoảng thời gian $\Delta t = \frac{1}{4} T$

$\rightarrow$ Độ lệch pha: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{2} (\text{rad})$

$\rightarrow \varphi_1 = \varphi_2 + \pi/2 = 3\pi/2$

Theo quy ước pha ban đầu $-\pi \leq \varphi \leq +\pi$ nên: $\varphi_1 = 3\pi/2 - 2\pi = -\pi/2$

I Tóm tắt lý thuyết

1 Vận tốc của vật dao động điều hòa

a. Phương trình vận tốc.

Vận tốc tức thời của một vật được xác định bằng công thức: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (với Δt rất nhỏ)

→ Vận tốc tức thời của một vật chính là đạo hàm của li độ x theo thời gian.

$$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$$

→ Hệ thức độc lập thời gian: $v = \pm \omega \sqrt{A^2 - x^2}$

Nhận xét:

Vận tốc

có thể dương hoặc có thể âm (âm khi vật chuyển động ngược chiều dương trục Ox)

- Giá trị vận tốc đạt cực đại $v_{\max} = \omega A$ khi qua VTCB theo chiều dương
- Giá trị vận tốc đạt cực tiểu $v_{\min} = -\omega A$ khi qua VTCB theo chiều âm

Tốc độ

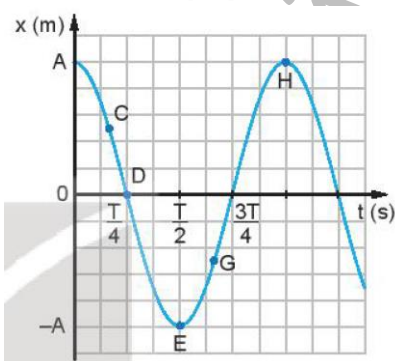
là độ lớn của vận tốc (tốc độ bằng trị tuyệt đối của vận tốc) nên tốc độ luôn dương hoặc bằng 0

- Tốc độ đạt cực tiểu $|v|_{\min} = 0$ khi ngang qua vị trí biên
- Tốc độ đạt cực đại $|v|_{\max} = \omega A$ khi ngang qua VTCB

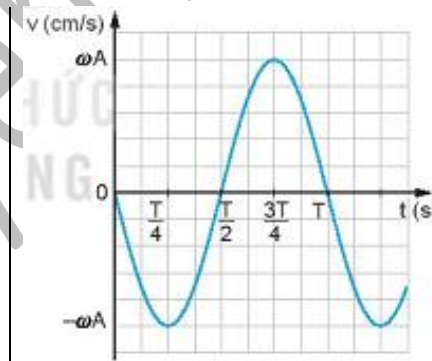
Tại vị trí biên ($\pm A$)

vận tốc bằng 0, vật đổi chiều chuyển động

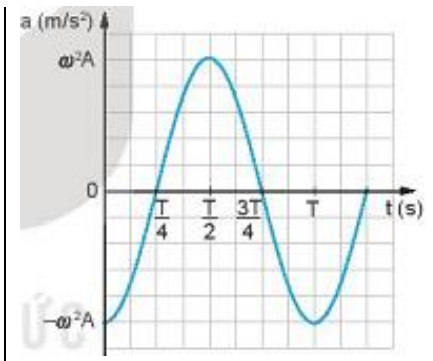
b. Đồ thị vận tốc



Hình 3.1. Đồ thị ($x - t$) của một vật dao động điều hòa ($\varphi = 0$)



Hình 3.2. Đồ thị ($v - t$) của một vật dao động điều hòa ($\varphi = 0$)



Hình 3.3. Đồ thị ($a - t$) của một vật dao động điều hòa ($\varphi = 0$)

Từ đồ thị ta có thể đưa ra một số nhận xét:

- + Đồ thị vận tốc – thời gian có dạng là một đường hình sin.
- + Vận tốc biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng sớm pha $\pi/2$ so với li độ.

2 Gia tốc của vật dao động điều hòa

a. Phương trình của gia tốc

Gia tốc tức thời của một vật được xác định bằng công thức: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (với Δt rất nhỏ)

→ Gia tốc tức thời của một vật là đạo hàm của vận tốc theo thời gian.

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

Nhận xét:

Giá trị gia tốc

có thể dương hoặc có thể âm

- Giá trị gia tốc đạt cực tiểu $a_{\min} = -\omega^2 A$ khi $x = A$ (ở biên dương)
- Giá trị gia tốc đạt cực đại $a_{\max} = \omega^2 A$ khi $x = -A$ (ở biên âm)

Độ lớn gia tốc

bằng trị tuyệt đối của gia tốc nên luôn dương hoặc bằng 0

- Độ lớn gia tốc đạt cực tiểu bằng 0 khi vật qua VTCB
- Độ lớn gia tốc đạt cực đại bằng $\omega^2 A$ khi vật đến biên

Véc tơ gia tốc

luôn hướng về VTCB

Sự nhanh chậm

của chuyển động:

- Vật chuyển động chậm dần ($v \rightarrow$ và $a \rightarrow$ ngược chiều) ứng với quá trình từ VTCB ra biên
- Vật chuyển động nhanh dần ($v \rightarrow$ và $a \rightarrow$ cùng chiều) ứng với quá trình từ biên về VTCB

b. Đồ thị của gia tốc.

Từ đồ thị ta có thể đưa ra một số nhận xét:

- + Đồ thị gia tốc – thời gian có dạng là một đường hình sin li độ và vận tốc.
- + Gia tốc biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng ngược pha với li độ, sớm pha $\pi/2$ so với li độ.

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Vận tốc biến thiên điều hòa cùng, nhưng sớm pha so với li độ
- Giá trị vận tốc đạt cực đại $v_{\max} = \omega A$ khi qua
- Giá trị vận tốc đạt cực tiểu khi qua VTCB theo chiều âm.
- Tốc độ là độ lớn của vận tốc (tốc độ bằng trị tuyệt đối của vận tốc) nên tốc độ
.....
- Tốc độ đạt cực tiểu $|v|_{\min} = 0$ khi ngang qua
- Tốc độ đạt cực đại khi ngang qua VTCB.
- Gia tốc của vật biến thiên điều hòa cùng tần số nhưng với li độ, sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với
- Giá trị gia tốc đạt cực tiểu $a_{\min} = -\omega^2 A$ khi (ở biên dương).
- Giá trị gia tốc đạt cực đại khi $x = -A$ (ở biên âm).
- Độ lớn gia tốc đạt cực tiểu bằng 0 khi vật qua
- luôn hướng về VTCB.

- l. Vật chuyển động ($\vec{v}$ và $\vec{a}$ ngược chiều) ứng với quá trình từ VTCB ra biên.
- m. Vật chuyển động nhanh dần ($\vec{v}$ và $\vec{a}$ cùng chiều) ứng với quá trình từ Trong 1 chu kì, v và a cùng dấu trong khoảng $T/2$.

Lời giải:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| a. tần số - $\pi/2$ | b. VTCB theo chiều dương |
| c. $v_{\min} = -\omega A$ | d. luôn dương. |
| e. vị trí biên | f. $ v _{\max} = \omega A$ |
| g. ngược pha - vận tốc. | h. $x = A$ |
| i. $a_{\max} = \omega^2 A$ | j. Vị trí cân bằng. |
| k. Véc tơ gia tốc | l. chậm dần |
| m. biên về VTCB | |

Câu 2: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- a. Dao động: Là sự chuyển động của vật quanh một, gọi là vị trí cân bằng.
- b. Dao động tuần hoàn: Là dao động mà trạng thái của vật được như cũ sau những khoảng thời gian xác định (là chu kì dao động)
- c. Chu kì $T(s)$: thực hiện 1 dao động toàn phần.
- d. Tần số $f(Hz)$: thực hiện trong một giây.
- e. A phụ thuộc cách; ϕ phụ thuộc cách và chọn trục toạ độ (chiều dương); ω phụ thuộc, cấu tạo của hệ dao động.
- f. Hình chiếu của lên đường thẳng qua tâm và nằm trong mặt phẳng quỹ đạo là dao động điều hoà.
- g. $\vec{a}$ luôn hướng về và $\vec{v}$ luôn cùng chiều
- h. Mối liên hệ về pha giữa li độ, vận tốc và gia tốc: a sớm pha hơn v : $\pi/2$; v hơn x : $\pi/2$; a và x

Lời giải:

- | | |
|---|----------------------------------|
| a. vị trí xác định | b. lặp đi lặp lại |
| c. Thời gian | d. Số dao động |
| e. kích thích - chọn mốc thời gian - bản chất | |
| f. chuyển động tròn đều | g. vị trí cân bằng - chuyển động |
| h. sớm pha - ngược pha nhau | |

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 3. Hãy nối những kí hiệu tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A		CỘT B	
1	Phương trình vận tốc.	a	$v_{\max} = \omega A$

2	Giá trị vận tốc đạt cực đại	b	$a = v' = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi)$
3	Phương trình của gia tốc	c	$a_{\max} = \omega^2 A$
4	Giá trị gia tốc đạt cực đại	d	$v = x' = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$

Lời giải:

1 - d; 2 - a; 3 - b; 4 - c.

Câu 4. Hãy nối tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A		CỘT B	
1	Chu kì T	a	$-A\omega \sin(\omega t + \varphi)$
2	Phương trình vận	b	Số dao động thực hiện trong một giây.
3	Dao động điều hòa	c	Thời gian thực hiện 1 dao động toàn phần.
4	Phương trình gia tốc	d	$\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi + \pi)$
5	Tần số f	e	Là dao động trong đó li độ của vật là một hàm côsin (hay sin) theo thời gian.

Lời giải:

1 - c; 2 - a; 3 - e; 4 - d; 5 - b.

III Bài tập phân dạng

Dạng

1

Xác định các đại lượng dựa vào công thức

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

▲ Lưu ý:

+ Các công thức độc lập thời gian:

$$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = \frac{a^2}{\omega^4} + \frac{v^2}{\omega^2} \quad \text{Hay} \quad \left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = \left(\frac{a}{a_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = 1$$

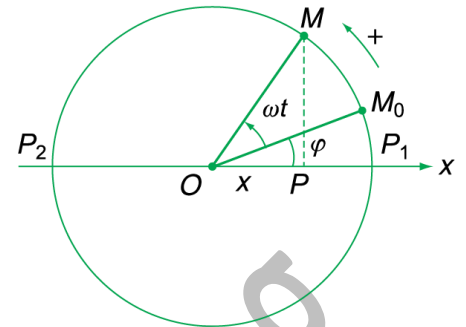
Đề cho li độ và vận tốc tại hai thời điểm khác nhau x_1, x_2 và v_1, v_2 , yêu cầu tính ω :

$$\omega = \sqrt{\frac{v_1^2 - v_2^2}{x_2^2 - x_1^2}} = \sqrt{\frac{a_1^2 - a_2^2}{v_2^2 - v_1^2}}$$

+ Mối liên hệ giữa dao động điều hòa và chuyển động tròn đều:

Điểm M chuyển động tròn đều với tốc độ góc ω . Gọi P là hình chiếu của M trên trục Ox (Hình 1.6). Điểm P dao động điều hòa với phương trình.

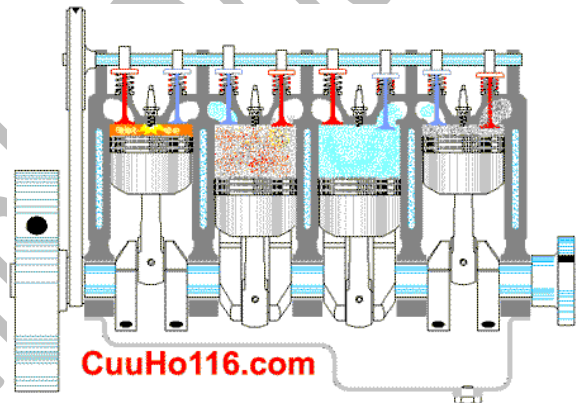
$$x = OM \cos(\omega t + \phi)$$



B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: Pit-tông bên trong động cơ ô tô dao động lên và xuống khi động cơ ô tô hoạt động (Hình 2.1). Các dao động này được coi là dao động điều hòa với phương trình li độ của pit-tông là: $x = 12,5 \cos(60\pi t)$. Trong đó, x tính bằng cm, t tính bằng giây. Xác định:



Hình 2.1. Dao động của các pit-tông bên trong động cơ ô tô.

- Biên độ, tần số, chu kì của dao động.
- Vận tốc cực đại của pit-toong.
- Gia tốc cực đại của pit-tong.
- Li độ, vận tốc, gia tốc của pit-tong tại thời điểm $t = 1,25s$.

Lời giải:

a. Từ phương trình ta có:

+ Biên độ $A = 12,5 \text{ cm}$ và tần số góc $\omega = 60\pi \text{ rad/s}$

→ Tần số $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{60\pi}{2\pi} = 30 \text{ Hz}$; Chu kì $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{30} \text{ s}$

b. Vận tốc cực đại: $v_{\max} = \omega A = 60\pi \cdot 12,5 = 750\pi \text{ (cm/s)}$

c. Gia tốc cực đại: $a_{\max} = \omega^2 \cdot A = (60\pi)^2 \cdot 12,5 = 45000\pi^2 \text{ (cm/s}^2\text{)}$

d. Tại $t = 1,25s \Rightarrow x = 12,5 \cos(60\pi \cdot 1,25) = -12,5 \text{ cm}$ (vị trí biên âm)

$\Rightarrow v = 0$; $a = -\omega^2 x = 45000\pi^2 \text{ (cm/s}^2\text{)}$

Bài 2: Một vật dao động điều hòa trên trục Ox. Khi vật qua vị trí cân bằng thì tốc độ của nó là 20 cm/s . Khi vật có tốc độ là 10 cm/s thì gia tốc của nó có độ lớn là $40\sqrt{3} \text{ cm/s}^2$. Tính biên độ dao động của vật.

Lời giải:

Khi qua VTCB: $v_{\max} = 20 \text{ cm/s} = \omega A$

Khi $v = 10 \text{ cm/s}$, $a = 40\sqrt{3} \text{ cm/s}^2$, ta có:

$$\left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{a}{a_{\max}}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{10}{20}\right)^2 + \left(\frac{40\sqrt{3}}{\omega^2 A}\right)^2 = 1 \Rightarrow \left(\frac{10}{20}\right)^2 + \left(\frac{40\sqrt{3}}{20\omega}\right)^2 = 1$$
$$\Rightarrow \omega = 4(\text{rad/s}) \Rightarrow A = 5\text{cm}$$

Bài 3: Một vật dao động điều hòa có phương trình là $x = 2\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6})(\text{cm})$. Hãy cho biết biên độ, tần số góc, chu kì, tần số, pha ban đầu và pha dao động ở thời điểm $t = 1\text{s}$.

Lời giải:

Từ phương trình dao động ta có:

$$\text{Biên độ } A = 2\text{cm}; \text{ Tần số góc } \omega = 4\pi (\text{rad/s}); \text{ Pha ban đầu } \varphi = -\frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \text{Chu kì } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = 0,5\text{s}$$

$$\text{Tần số } f = 1/T = 2\text{Hz}$$

$$\text{Pha dao động tại } t = 1\text{s}: \omega t + \varphi = 4\pi \cdot 1 - \frac{\pi}{6} = \frac{23\pi}{6}(\text{rad})$$

Bài 4: Một chất điểm dao động điều hòa với biên độ 4cm, tần số 1Hz. Tại thời điểm ban đầu, vật ở vị trí biên âm. Hãy xác định vận tốc và gia tốc của vật tại thời điểm $t = 1\text{s}$.

Lời giải:

Ta có tần số $f = 1\text{Hz} \Rightarrow T = 1\text{s}$ và $\omega = 2\pi f = 2\pi (\text{rad/s})$

→ Sau thời gian $t = 1\text{s} = T$: Vật trở lại trạng thái ban đầu: $x = x_0 = -A$ (Vị trí biên âm)

$$\Rightarrow v = 0 \text{ và } a = -\omega^2 x = -4\pi^2 \cdot (-4) = 16\pi^2 (\text{cm/s}^2)$$

Vận dụng cao

Bài 5: (Bài 3.8 SBT). Một dao động điều hoà trên đoạn thẳng dài 10 cm và thực hiện được 50 dao động trong thời gian 78,5s. Tìm vận tốc và gia tốc của vật khi đi qua vị trí có li độ $x = -3\text{ cm}$ theo chiều hướng về vị trí cân bằng.

Lời giải:

$$+ \text{Độ dài quỹ đạo } L = 2A = 10\text{cm} \Rightarrow A = \frac{L}{2} = 5\text{cm}$$

$$+ \text{Số dao động: } N = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow T = \frac{\Delta t}{N} = \frac{78,5}{50} = 1,57\text{s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 4(\text{rad/s})$$

+ Vật đi qua vị trí có li độ $x = -3\text{ cm}$ theo chiều hướng về vị trí cân bằng nên $v > 0$.

$$v = +\omega\sqrt{A^2 - x^2} = 38,16\text{cm/s}$$

$$a = -\omega^2 x = -4^2 \cdot (-3) = 48\text{cm/s}^2$$

Dạng

2

Bài toán thời gian – quãng đường

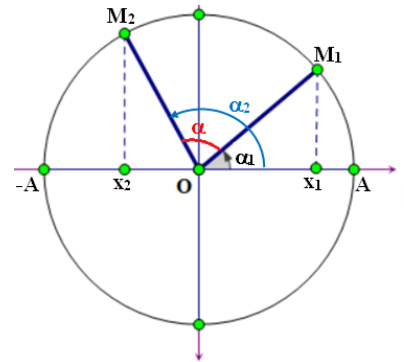
A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Tìm khoảng thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí x_1 đến vị trí x_2 .

- Dựa vào tính chất đđh là hình chiếu của chuyển động tròn đều trên một đường thẳng.

- Khi ở vị trí x_1, x_2 :

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} \\ \cos \alpha_2 &= \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = |\alpha_1 - \alpha_2|$$



Khoảng thời gian ngắn nhất vật đi từ vị trí x_1 sang vị trí x_2 : $t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\alpha}{2\pi} T$

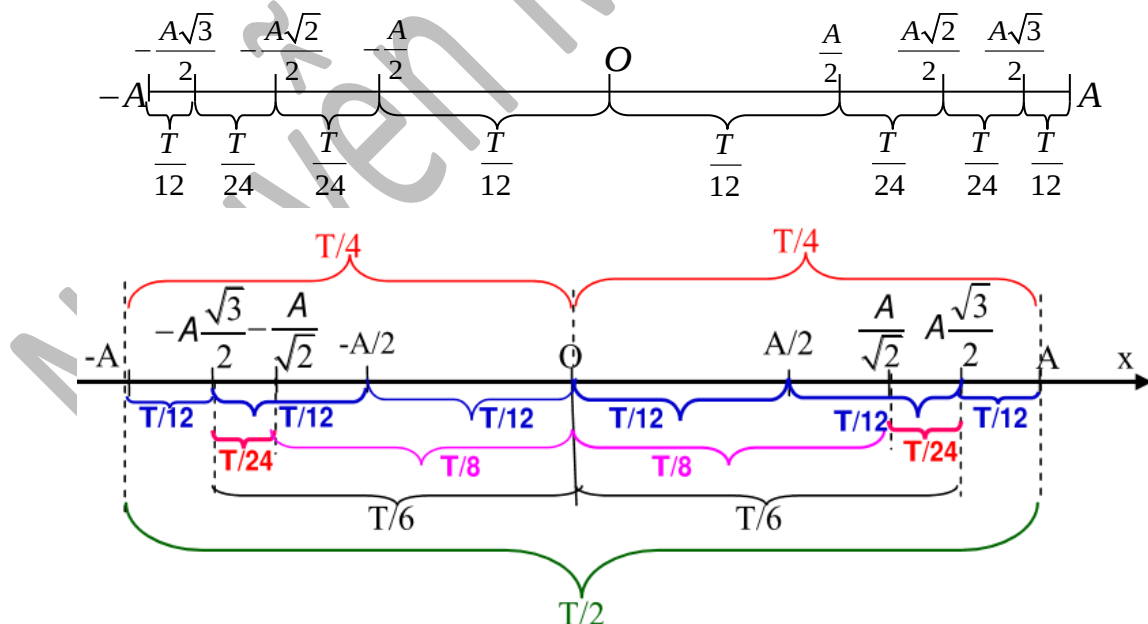
▲ Chú ý:

+ Chiều chuyển động tại vị trí x_1 và x_2 để XD đúng α .

+ Một số góc đặc biệt:

α	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°	150°	180°
	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{3\pi}{4}$	$\frac{5\pi}{6}$	π
$\sin \alpha$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
$\cos \alpha$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1

* Cách tìm thời gian và quãng đường nhanh bằng trục thời gian:



2. Tìm quãng đường:

* Khi thời gian t có: $n = \frac{t}{T}$, n : nguyên hoặc bán nguyên

$$S = 4An = 4A \frac{t}{T}$$

* Quãng đường khi t bất kì:

Phân tích $t = n.T + \Delta t \Rightarrow S = 4A.n + \Delta S$ (n: nguyên)

Tìm ΔS dựa vào thời điểm ban đầu $t = 0: \begin{cases} x = x_0 \\ v = v_0 \end{cases}$ và thời điểm cuối cùng $t: \begin{cases} x \\ v \end{cases} \Rightarrow$

ΔS

* **Tốc độ trung bình:** $v_{tb} = \frac{S}{t}$ Vận tốc trung bình: $\bar{v}_{tb} = \frac{x - x_0}{t}$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: (Bài 2.7 SBT). Phương trình dao động điều hoà là $x = 5 \cos(10\pi t - \frac{\pi}{2})$ (cm).

Tính thời gian để vật đi được quãng đường 2,5 cm kể từ thời điểm $t = 0$.

Lời giải:

Từ phương trình dao động, ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,2s$

Cách 1: Vòng tròn lượng giác

+ Tại thời điểm $t = 0: \alpha_1 = \varphi = -\pi/2; x_1 = 0$ (theo chiều dương)

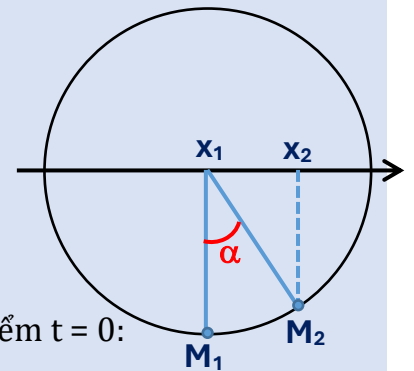
+ Khi đi được quãng đường 2,5 cm:

$$x_2 = 2,5 \text{ cm} = \frac{1}{2} A \rightarrow \alpha_2 = -\pi/3$$

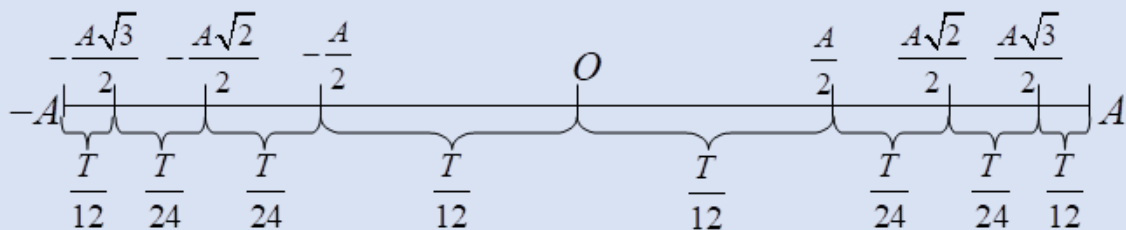
$$\Rightarrow \alpha = |\alpha_2 - \alpha_1| = \pi/6$$

$\Rightarrow$ Thời gian để vật đi được quãng đường 2,5 cm kể từ thời điểm $t = 0$:

$$t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/6}{10\pi} = \frac{1}{60} s$$



Cách 2: Trục thời gian



+ Tại thời điểm $t = 0: \alpha_1 = \varphi = -\pi/2; x_1 = 0$ (theo chiều dương)

+ Khi $s = 2,5 \text{ cm} \Rightarrow x = 2,5 = \frac{A}{2}$

Dựa vào trục thời gian: $t = \frac{T}{12} = \frac{1}{60} s$

Bài 2: (Bài 2.11 SBT). Một chất điểm dao động điều hoà theo phương trình $x = 10 \cos(2\pi t + \frac{5\pi}{6})$ (cm). Tính quãng đường vật đi được trong khoảng thời gian từ $t = 1s$ đến $t = 2,5s$.

Lời giải:

Từ phương trình dao động, ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1s$

Khoảng thời gian: $\Delta t = t_2 - t_1 = 1,5s \Rightarrow n = \frac{\Delta t}{T} = 1,5$ (là số bán nguyên)

⇒ Quãng đường vật đi được: $S = 1,5.4A = 6A = 60\text{cm}$

Bài 3: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình

$$x = 10 \cos\left(\frac{4\pi}{3}t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{cm}. \text{ Tìm khoảng thời gian ngắn nhất để vật di chuyển trong}$$

từng trường hợp sau:

- Từ vị trí cân bằng đến điểm có li độ $x = 5\text{cm}$
- Từ vị trí biên dương đến điểm có li độ $x = 5\sqrt{3}\text{cm}$
- Từ vị trí có li độ $x = -5\sqrt{2}\text{cm}$ đến điểm có li độ $x = 5\text{cm}$
- Từ điểm có li độ $x = -5\text{cm}$ đến điểm có li độ $x = -5\sqrt{3}\text{cm}$
- Từ điểm có li độ $x = 5\sqrt{2}\text{cm}$ đến điểm có li độ $x = 5\sqrt{3}\text{cm}$
- Từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ $x = 7\text{cm}$
- Từ vị trí biên âm đến vị trí có li độ $x = 3\text{cm}$
- Từ vị trí có li độ $x = 5\text{cm}$ theo chiều âm đến vị trí có li độ $x = -2\text{cm}$ theo chiều dương

Lời giải

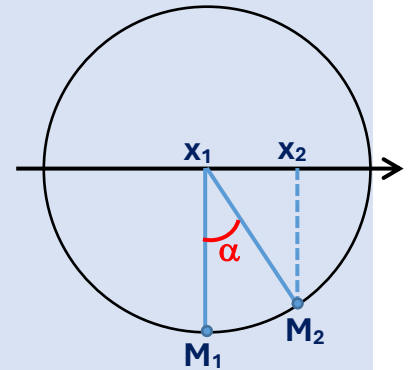
Cách 1: dựa vào vòng tròn lượng giác

a. Khi vật đi từ vị trí cân bằng ($x = 0$) đến điểm có li độ

$$x = 5\text{cm} = \frac{A}{2} \text{ (sẽ đi theo chiều dương nên lấy góc âm)}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} = -\frac{\pi}{2} \\ \cos \alpha_2 &= \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = -\frac{\pi}{3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = |\alpha_1 - \alpha_2| = \frac{\pi}{6} (\text{rad})$$

$$\Rightarrow \text{Thời gian: } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/6}{4\pi/3} = 0,125(\text{s})$$

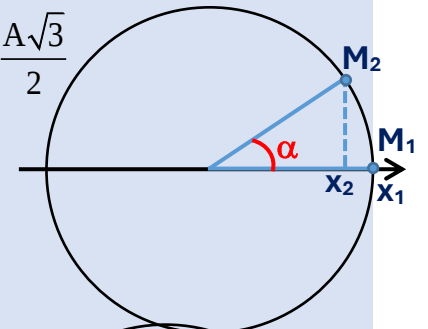


b. Khi vật đi từ vị trí biên dương đến điểm có li độ $x = 5\sqrt{3}\text{cm} = \frac{A\sqrt{3}}{2}$

(sẽ đi theo chiều âm nên lấy góc dương)

$$\Rightarrow \alpha = \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = \frac{\pi}{6} (\text{rad})$$

$$\Rightarrow \text{Thời gian: } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/6}{4\pi/3} = 0,125(\text{s})$$

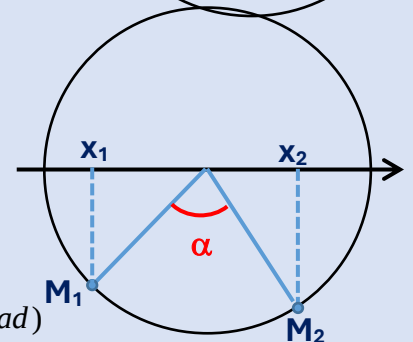


c. Khi vật đi từ vị trí có li độ $x = -5\sqrt{2}\text{cm} = -\frac{A\sqrt{2}}{2}$

$$\rightarrow \text{đến điểm có li độ } x = 5\text{cm} = \frac{A}{2}$$

(sẽ đi theo chiều dương nên lấy góc âm)

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} = -\frac{3\pi}{4} \\ \cos \alpha_2 &= \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = -\frac{\pi}{3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = |\alpha_1 - \alpha_2| = \frac{5\pi}{12} (\text{rad})$$



$$\Rightarrow \text{Thời gian: } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{5\pi/12}{4\pi/3} = 0,3125(s)$$

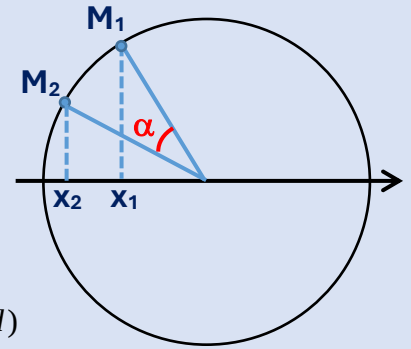
d. Khi vật đi từ vị trí có li độ $x = -5\text{cm} = -\frac{A}{2}$

$$\rightarrow \text{đến điểm có li độ } x = -5\sqrt{3}\text{cm} = -\frac{A\sqrt{3}}{2}$$

(sẽ đi theo chiều âm nên lấy góc dương)

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} = \frac{2\pi}{3} \\ \cos \alpha_2 &= \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = \frac{5\pi}{6} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = |\alpha_1 - \alpha_2| = \frac{\pi}{6}(\text{rad})$$

$$\Rightarrow \text{Thời gian: } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/6}{4\pi/3} = 0,125(s)$$



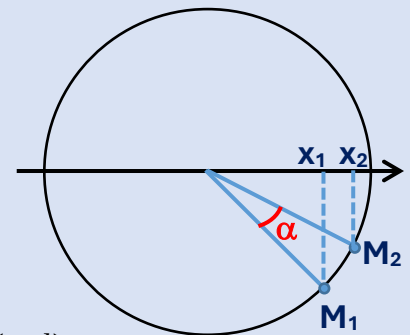
e. Khi vật đi từ điểm có li độ $x = 5\sqrt{2}\text{cm} = \frac{A\sqrt{2}}{2}$

$$\rightarrow \text{đến điểm có li độ } x = 5\sqrt{3}\text{cm} = \frac{A\sqrt{3}}{2}$$

(sẽ đi theo chiều dương nên lấy góc âm)

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} = -\frac{\pi}{4} \\ \cos \alpha_2 &= \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = -\frac{\pi}{6} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = |\alpha_1 - \alpha_2| = \frac{\pi}{12}(\text{rad})$$

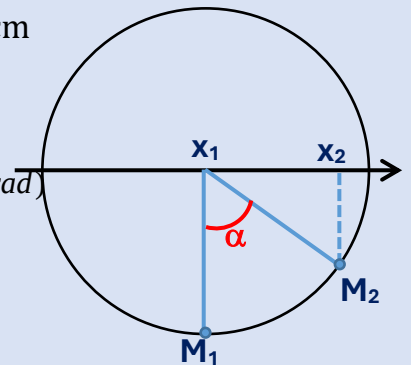
$$\Rightarrow \text{Thời gian: } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/12}{4\pi/3} = 0,0625(s)$$



f. Khi vật đi từ vị trí cân bằng ($x = 0$) đến vị trí có li độ $x = 7\text{cm}$
(sẽ đi theo chiều dương nên lấy góc âm)

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} = -\frac{\pi}{2} \\ \cos \alpha_2 &= \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = -0,795 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = |\alpha_1 - \alpha_2| = 0,775(\text{rad})$$

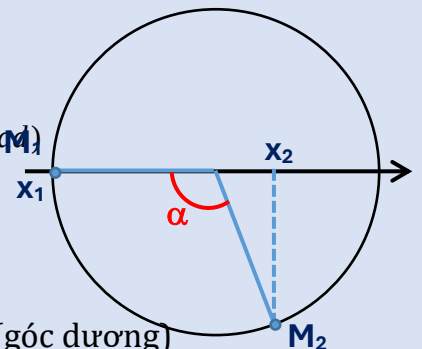
$$\Rightarrow \text{Thời gian: } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{0,775}{4\pi/3} = 0,185(s)$$



g. Khi vật đi từ vị trí biên âm ($x = -A$) đến vị trí có li độ $x = 3\text{cm}$
(sẽ đi theo chiều dương nên lấy góc âm)

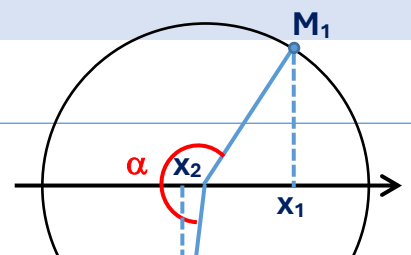
$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} = -\pi \\ \cos \alpha_2 &= \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = -1,266 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = |\alpha_1 - \alpha_2| = 1,875(\text{rad})$$

$$\Rightarrow \text{Thời gian: } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{1,875}{4\pi/3} = 0,448(s)$$



h. Khi vật đi từ vị trí có li độ $x = 5\text{cm} = \frac{1}{2}A$ theo chiều âm (góc dương)

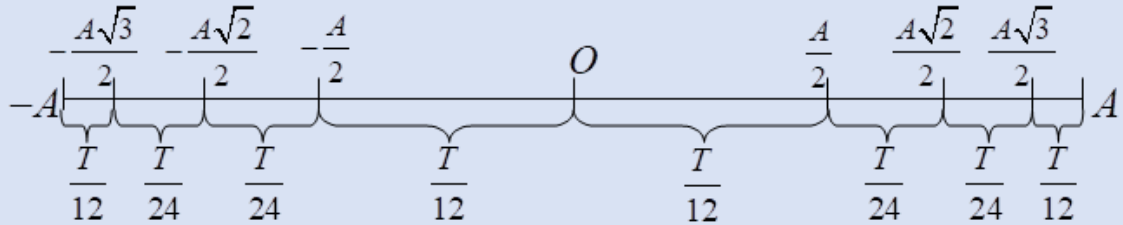
$\rightarrow$ đến vị trí có li độ $x = -2\text{cm}$ theo chiều dương (góc âm)



$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 = \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} = \frac{\pi}{3} \\ \cos \alpha_2 = \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = -1,369 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = \left| 2\pi - \frac{\pi}{3} - 1,369 \right| = 3,867 \text{ (rad)}$$

$$\Rightarrow \text{Thời gian: } t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{3,867}{4\pi/3} = 0,923 \text{ (s)}$$

*** Cách 2: Sử dụng trực thời gian** (không áp dụng được với câu f, g, h)



Từ phương trình dao động, ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1,5 \text{ s}$

a. Thời gian vật đi từ vị trí cân bằng ($x = 0$) đến điểm có li độ $x = 5 \text{ cm} = \frac{A}{2}$

$$\Delta t = \frac{T}{12} = \frac{1,5}{12} = 0,125 \text{ (s)}$$

b. Thời gian vật đi từ vị trí biên dương ($x = A$) đến điểm có li độ $x = 5\sqrt{3} = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ là

$$\Delta t = \frac{T}{12} = \frac{1,5}{12} = 0,125 \text{ (s)}$$

c. Thời gian vật đi từ vị trí có li độ $x = -5\sqrt{2} \text{ cm} = \frac{-A}{\sqrt{2}}$ đến điểm có li độ $x = 5 \text{ cm} = \frac{A}{2}$ là

$$\Delta t = \frac{T}{8} + \frac{T}{12} = 0,3125 \text{ (s)}$$

d. Thời gian vật đi từ điểm có li độ $x = -5 \text{ cm} = \frac{-A}{2}$ đến điểm có li độ $x = -5\sqrt{3} = \frac{-A\sqrt{3}}{2}$ là

$$\Delta t = \frac{T}{6} - \frac{T}{12} = \frac{T}{12} = 0,125 \text{ (s)}$$

e. Thời gian vật đi từ điểm có li độ $x = 5\sqrt{2} = \frac{A}{\sqrt{2}}$ đến điểm có li độ $x = 5\sqrt{3} = \frac{A\sqrt{3}}{2}$ là

$$\Delta t = \frac{T}{6} - \frac{T}{8} = \frac{T}{24} = 0,0625 \text{ (s)}$$

Bài 4: [Trích đề thi đại học năm 2013]. Một vật dao động điều hòa với biên độ 4 cm và chu kỳ 2 s. Tính quãng đường vật đi được trong

a. 4 s

b. 9 s

Lời giải

a. Ta có số chu kỳ: $n = \frac{t}{T} = 2$ (số nguyên)

$\Rightarrow$ Quãng đường vật đi được: $s = 4A.n = 4.4.2 = 32 \text{ cm}$

b. Ta có số chu kỳ: $n = \frac{t}{T} = 4,5$ (số bán nguyên)

$\Rightarrow$ Quãng đường vật đi được: $s = 4A.n = 4.4.4,5 = 72 \text{ cm}$

Vận dụng cao

Bài 5: Một vật dao động điều hòa với phương trình $x = A \cos(\omega t + \varphi)$. Trong khoảng thời gian 1,75s vật chuyển động từ vị trí có li độ $-\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều dương đến vị trí có li độ $\frac{A}{\sqrt{2}}$. Khi vật qua vị trí có li độ 3cm thì vật có vận tốc $v = \pi \text{ cm/s}$. Gia tốc của vật có độ lớn cực đại là bao nhiêu?

Lời giải

Ta có: $a_{\max} = \omega^2 A$

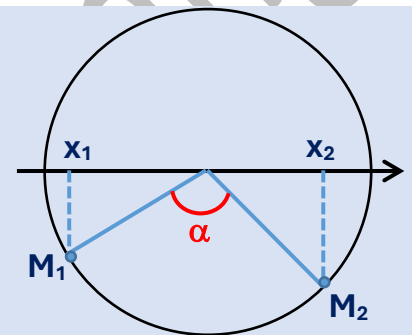
Mặt khác:

Cách 1: Dựa vào vòng tròn lượng giác

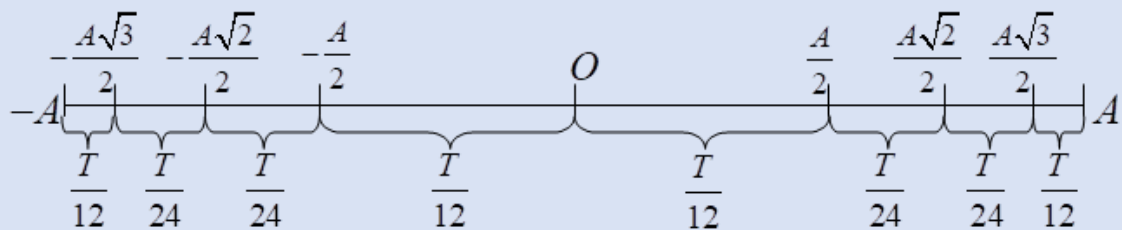
(sẽ đi theo chiều dương nên lấy góc âm)

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 = \frac{x_1}{A} \Rightarrow \alpha_1 = \arccos \frac{x_1}{A} = -\frac{5\pi}{6} \\ \cos \alpha_2 = \frac{x_2}{A} \Rightarrow \alpha_2 = \arccos \frac{x_2}{A} = -\frac{\pi}{4} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \alpha = |\alpha_1 - \alpha_2| = \frac{7\pi}{12} (\text{rad})$$

$$\Rightarrow \text{Tần số góc: } \omega = \frac{\alpha}{t} = \frac{7\pi/12}{1,75} = \frac{\pi}{3} (\text{rad/s})$$



Cách 2: Trục thời gian:



$$t\left(-\frac{A\sqrt{3}}{2} \rightarrow \frac{A\sqrt{2}}{2}\right) = t\left(-\frac{A\sqrt{3}}{2} \rightarrow 0\right) + t\left(0 \rightarrow \frac{A\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{T}{6} + \frac{T}{8} = 1,75(\text{s}) \Rightarrow T = 6(\text{s})$$

$$\text{Do đó } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{3} (\text{rad/s})$$

$$\text{Lại có: } A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{3^2 + \left(\frac{3}{\pi} \cdot \pi\right)^2} = 3\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$\text{Do vậy } a_{\max} = \omega^2 A = \frac{\pi^2}{9} \cdot 3\sqrt{2} = 4,65 \text{ cm/s}^2$$

Bài 6: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox với phương trình

$$x = 4 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right) (\text{cm}). \text{ Từ thời điểm ban đầu đến thời điểm } t = \frac{43}{12} \text{ s, quãng đường}$$

vật đi được là bao nhiêu?

Lời giải

Ta có: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 0,5s$. Mặt khác $\frac{\Delta t}{T} = \frac{43}{6} = 7 + \frac{1}{6} \Rightarrow \Delta t = 7T + \frac{T}{6}$.

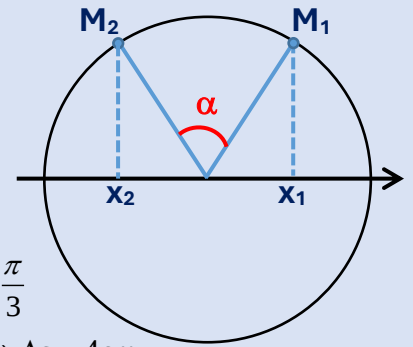
Do đó: $s = 7.4A + \Delta s$

* **Cách 1:** Xác định Δs dựa vào vòng tròn:

Tại thời điểm ban đầu $\varphi = \frac{\pi}{3} \Rightarrow x = 2cm$

Trong thời gian $\frac{T}{6}$, góc quét trên vòng tròn: $\alpha = \omega t = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{6} = \frac{\pi}{3}$

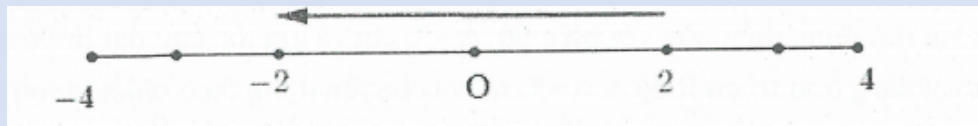
→ Quét trên vòng tròn, ta thấy vật đến vị trí có li độ $x = -2 \Rightarrow \Delta s = 4cm$.



Do đó: $s = 28.4 + 4 = 116 cm$.

* **Cách 2:** Xác định Δs dựa vào trục thời gian

Tại thời điểm ban đầu $\varphi = \frac{\pi}{3} \Rightarrow \begin{cases} x = 2cm \\ v < 0 \end{cases}$.



Trong thời gian $\frac{T}{6}$ vật đi từ vị trí có li độ $x = 2 \rightarrow x = -2 \Rightarrow \Delta s = 4cm$.

Do đó: $s = 28.4 + 4 = 116 cm$.

Dạng

3

Bài toán viết phương trình

A

PHƯƠNG PHÁP GIẢI

B1. Tìm ω .

B2. Tìm A:

Đề cho	Phương pháp	Chú ý
Tọa độ x, vận tốc v	$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2$	Khi buông thả: $v = 0$
Vận tốc ở vị trí cân bằng	$ v _{\max} = A\omega$	$x = 0: v _{\max} \Rightarrow A$
Chiều dài của quỹ đạo	$L = 2A$	
Gia tốc cực đại	$ a _{\max} = A\omega^2$	

B3. Tìm φ : Dựa vào điều kiện ban đầu $t = 0: x = x_0, v = v_0$.

$$\Leftrightarrow \begin{cases} A\cos\varphi = x_0 \\ -A\omega\sin\varphi = v_0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos\varphi = \frac{x_0}{A} = \cos\alpha \\ \varphi > 0 \text{ hay } \varphi < 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \varphi = \pm\alpha \\ \varphi > 0 \text{ hay } \varphi < 0 \end{cases} \Leftrightarrow \varphi$$

* **TH đặc biệt:**

+ Qua VTCB theo chiều dương $\varphi = -\pi/2$

+ Qua VTCB theo chiều âm $\varphi = \pi/2$

+ Qua VT biên dương $\varphi = 0$

+ Qua VT biên âm $\varphi = \pi$

Cách 2: Bấm máy tìm A và φ khi cho x_0 và v_0 :

$$\text{Có } \begin{cases} A \cos \varphi = x_0 \\ A \sin \varphi = -\frac{v_0}{\omega} \end{cases} \Rightarrow \text{Bấm máy: } \operatorname{mod} e2 \rightarrow x_0 - \frac{v_0}{\omega} i \stackrel{\text{shift } 23}{=} A \angle \varphi$$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: Phương trình dao động của một vật là $x = 5 \cos 4\pi t (\text{cm})$. Hãy viết phương trình vận tốc, gia tốc theo thời gian của vật.

Lời giải:

Ta có: $x = 5 \cos 4\pi t (\text{cm})$

$$\Rightarrow v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = -20\pi \sin(4\pi t) (\text{cm/s})$$

$$a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi + \pi) = 80\pi^2 \cos(4\pi t + \pi) (\text{cm/s}^2)$$

Bài 2: Một vật nhỏ dao động điều hoà trên quỹ đạo dài 40cm. Khi vật ở vị trí 10cm, vật có vận tốc $20\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$.

- Tính chu kỳ và tần số dao động của vật. Viết phương trình dao động?
- Viết phương trình gia tốc và vận tốc
- Tính tốc độ cực đại và gia tốc cực đại?

Lời giải:

Ta có độ dài quỹ đạo: $L = 2A = 40\text{cm} \Rightarrow A = \frac{L}{2} = 20 \text{ cm}$.

$$x = 10\text{cm}, v = 20\pi\sqrt{3} (\text{cm/s})$$

$$\text{a. Ta có: } A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 \Rightarrow \omega = 2\pi (\text{rad/s}) \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 1\text{s} \Rightarrow f = 1\text{Hz}$$

$$\text{Khi } t = 0 \begin{cases} x = 10 \\ v > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{x}{A} = \frac{1}{2} \\ \sin \varphi < 0 \rightarrow \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\Rightarrow \text{Phương trình dao động: } x = 20 \cos(2\pi t - \frac{\pi}{3}) \text{ cm}$$

b. Phương trình vận tốc và gia tốc:

$$v = \omega A \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow v = 40\pi \cos(2\pi t + \frac{\pi}{6}) (\text{cm/s})$$

$$a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi + \pi) \Rightarrow a = 80\pi^2 \cos(2\pi t + \frac{2\pi}{3}) (\text{cm/s}^2)$$

$$\text{c. } v_{\max} = \omega A = 40\pi (\text{cm/s})$$

$$a_{\max} = \omega^2 A = 80\pi^2 (\text{cm/s}^2)$$

Bài 3: Một có khối lượng 200g dao động điều hoà với tần số $f = 1\text{Hz}$. Tại thời điểm ban đầu vật đi qua vị trí có li độ $x = 5\text{cm}$, với tốc độ $v = 10\pi (\text{cm/s})$ theo chiều dương.

- Viết phương trình dao động?
- Viết phương trình gia tốc và vận tốc
- Khi chất điểm qua VTCB thì vận tốc có độ lớn bằng bao nhiêu?

d. Vận tốc của chất điểm tại thời điểm $t = 10s$.

Lời giải:

a. Ta có: $\omega = 2\pi f = 2\pi$ (rad/s)

$$A^2 = x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 \Rightarrow A = 5\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$\text{Khi } t = 0 \begin{cases} x = 5 \text{ cm} \\ v > 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{x}{A} = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \sin \varphi > 0 \rightarrow \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$$

$$\Rightarrow PT: x = 5\sqrt{2} \cos(2\pi t - \frac{\pi}{4}) \text{ cm}$$

b. Phương trình gia tốc và vận tốc

$$v = \omega A \cos(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) = 10\sqrt{2}\pi \cos(2\pi t + \frac{\pi}{4}) \text{ cm/s}$$

$$a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi + \pi) = 20\sqrt{2}\pi^2 \cos(2\pi t + \frac{3\pi}{4}) \text{ cm/s}^2$$

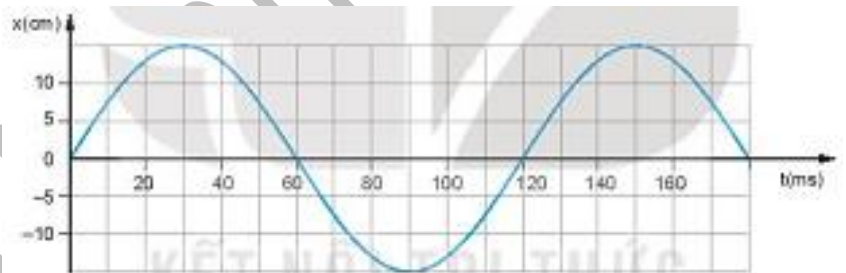
c. Tại VTCB: $v_{\max} = \omega A = 10\sqrt{2}\pi$ (cm/s)

d. $t = 10s \Rightarrow v = 10\sqrt{2}\pi \cos(2\pi \cdot 10 + \frac{\pi}{4}) = 10\pi$ (cm/s)

Bài 4: Hình 3.2 là đồ thị li độ - thời gian của một vật dao động điều hòa.

a. Xác định biên độ, chu kỳ, tần số, tần số góc và pha ban đầu của vật dao động.

b. Viết phương trình của dao động của vật.



Hình 3.2

Lời giải:

a. Từ đồ thị ta thấy:

$$A = 15 \text{ cm}, T = 120 \text{ ms} = 0,12 \text{ s}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{25}{3} \text{ Hz và } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{50\pi}{3} \text{ (rad/s)}$$

$$\text{Khi } t = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 0 \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{x}{A} = 0 \\ \sin \varphi < 0 \rightarrow \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2} \text{ (rad)}$$

b. PTĐĐ: $x = A \cos(\omega t + \varphi) = 15 \cos(\frac{50\pi}{3} t - \frac{\pi}{2})$ (cm)

Bài 5: Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox, quanh điểm gốc O, với biên độ $A = 10 \text{ cm}$ và chu kỳ $T = 2 \text{ s}$. Tại thời điểm $t = 0$, vật có li độ $x = A$.

a. Viết phương trình dao động của vật.

b. Xác định thời điểm đầu tiên vật qua vị trí có li độ $x = 5 \text{ cm}$.

Lời giải:

a. Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi(\text{rad/s})$

Khi $t = 0: x = A \Rightarrow \cos\varphi = \frac{x}{A} = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

$\Rightarrow Pt: x = 10\cos(\pi t)(\text{cm})$

b. Tại thời điểm $t = 0: x = A$

$\rightarrow$ Khi $x = 5\text{cm} = \frac{A}{2}$ lần đầu tiên:

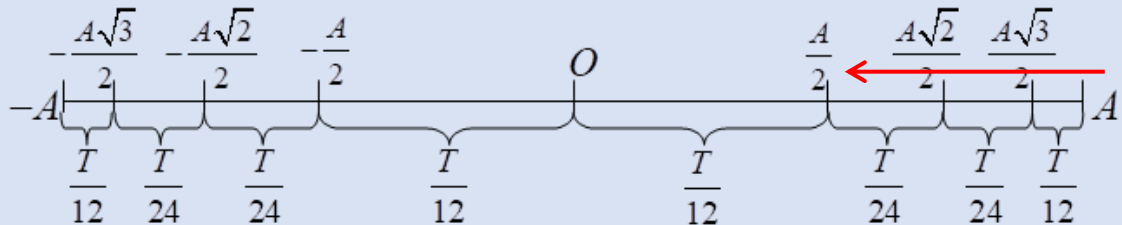
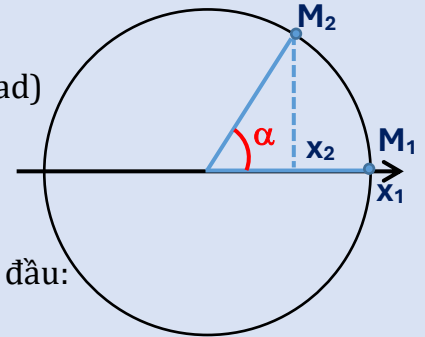
Dựa vào vòng tròn lượng giác, ta có góc quét là $\pi/3$ (rad)

$\rightarrow t = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{\pi/3}{\pi} = \frac{1}{3}(\text{s})$

Cách 2: Dựa vào trục thời gian

$t_0 = 0, x_0 = A = 10\text{cm} \rightarrow$ Tại thời điểm $x_1 = 5\text{cm} = \frac{A}{2}$ lần đầu:

$t_1 = \frac{T}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}\text{s}$



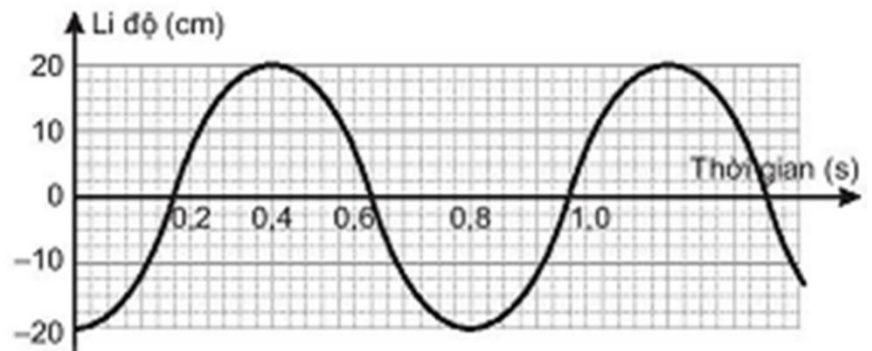
Bài 6: (Bài 2.8 SBT).

Đồ thị li độ theo thời gian của một chất điểm dao động điều hoà được mô tả như Hình 2.1.

a. Xác định biên độ, chu kỳ và pha ban đầu của dao động.

b. Viết phương trình dao động

c. Xác định li độ của vật ở các thời điểm 0,4s, 0,6s và 0,8s.



Hình 2.1

Lời giải:

a. Từ đồ thị ta có: $A = 20\text{cm}, T = 0,8\text{s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2,5\pi(\text{rad/s})$

Khi $t = 0: x = -20\text{cm} \Rightarrow \cos\varphi = \frac{x}{A} = -1 \Rightarrow \varphi = \pm\pi(\text{rad})$

b. Phương trình dao động $x = 20\cos(2,5\pi t \pm \pi)(\text{cm})$.

c. $t_1 = 0,4\text{s} \Rightarrow x_1 = 20\cos(2,5\pi \cdot 0,4 \pm \pi)(\text{cm}) = 20\text{ cm}$

$t_2 = 0,6\text{s} \Rightarrow x_2 = 20\cos(2,5\pi \cdot 0,6 \pm \pi)(\text{cm}) = 0\text{ cm}$

$t_3 = 0,8\text{s} \Rightarrow x_3 = 20\cos(2,5\pi \cdot 0,8 \pm \pi)(\text{cm}) = -20\text{cm}$

Bài 7: (Bài 2.10 SBT). Một chất điểm dao động điều hoà với chu kì $T = 2s$. Trong 3s vật đi được quãng đường 60cm. Khi $t = 0$ vật đi qua vị trí cân và hướng về vị trí biên dương. Hãy viết phương trình dao động của vật.

Lời giải:

Ta có:

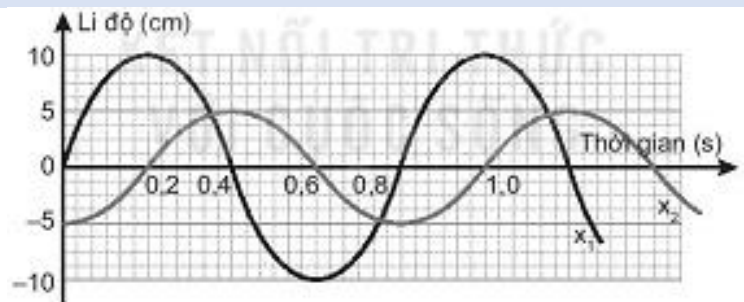
+ Tần số góc: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi(\text{rad/s})$

+ Trong thời gian 3s: $n = \frac{t}{T} = 1,5$ (số bán nguyên) $\Rightarrow S = 1,5 \cdot 4A = 60 \Rightarrow A = 10\text{cm}$

+ Khi $t = 0 \Rightarrow \begin{cases} x = 0\text{cm} \\ v > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{x}{A} = 0 \\ \sin \varphi < 0 \rightarrow \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}(\text{rad})$

$\Rightarrow PT: x = 10\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$

Bài 8: (Bài 1.10 SBT). Đồ thị li độ theo thời gian x_1, x_2 của hai chất điểm dao động điều hoà được mô tả như Hình 1.1. Xác định biên độ và pha ban đầu của mỗi dao động.



Hình 1.1

Lời giải:

Từ đồ thị ta thấy:

+ **Dao động 1:** $A_1 = 10\text{cm}$

Khi $t = 0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 0\text{cm} \\ v_1 > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi_1 = \frac{x_1}{A} = 0 \\ \sin \varphi_1 < 0 \rightarrow \varphi_1 < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi_1 = -\frac{\pi}{2}(\text{rad})$

+ **Dao động 2:** $A_2 = 5\text{cm}$

Khi $t = 0 \Rightarrow x_2 = -5\text{cm} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{x_2}{A} = -1 \Rightarrow \varphi_2 = \pm\pi(\text{rad})$

Vận dụng cao

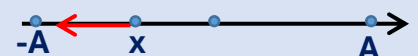
Bài 9: (Bài 3.9 SBT). Một vật dao động điều hoà với tần số góc $\omega = 5 \text{ rad/s}$. Khi $t = 0$, vật đi qua vị trí có li độ $x = -2 \text{ cm}$ và có vận tốc 10 cm/s hướng về vị trí biên gần nhất. Hãy viết phương trình dao động của vật.

Lời giải:

+ $x = -2\text{cm}$ hướng về biên gần nhất là biên âm $\Rightarrow v < 0$

+ Từ CT: $A^2 = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2} \Rightarrow A = \sqrt{x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = 2\sqrt{2}\text{cm}$

+ Khi $t = 0: \begin{cases} \cos \varphi = \frac{x}{A} \\ v < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = -\frac{2}{2\sqrt{2}} \\ \sin \varphi > 0 \rightarrow \varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{3\pi}{4}(\text{rad})$

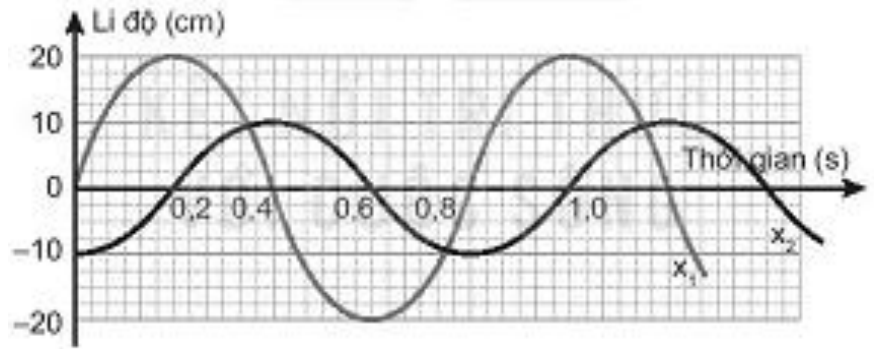


$$\Rightarrow \text{Pt: } x = 2\sqrt{2} \cos(5t + \frac{3\pi}{4})(\text{cm})$$

Bài 10: (Bài 2.9

SBT). Đồ thị li độ theo thời gian x_1, x_2 của hai chất điểm dao động điều hoà được mô tả như Hình 2.2.

- Xác định độ lệch pha của hai dao động.
- Viết phương trình dao động của x_1, x_2



Hình 2.2

Lời giải:

- Hai dao động này lệch nhau một khoảng thời gian: $\Delta t = 0,2 \text{ s}$

Chu kỳ của hai dao động: $T_2 = T_1 = 0,8 \text{ s}$

→ Độ lệch pha của hai dao động: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta t}{T} = \frac{\pi}{2}(\text{rad})$

⇒ Hai dao động vuông pha nhau

- $T_2 = T_1 = 0,8 \text{ s} \Rightarrow \omega = 2,5\pi \text{ (rad/s)}$

Từ đồ thị ta thấy:

+ Dao động 1: $A_1 = 20 \text{ cm}$

$$\text{Khi } t = 0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 0 \text{ cm} \\ v_1 > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi_1 = \frac{x_1}{A} = 0 \text{ cm} \\ \sin \varphi_1 < 0 \rightarrow \varphi_1 < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi_1 = -\frac{\pi}{2}(\text{rad})$$

$$\Rightarrow \text{Pt: } x_1 = 20 \cos(2,5\pi t - \frac{\pi}{2})(\text{cm}).$$

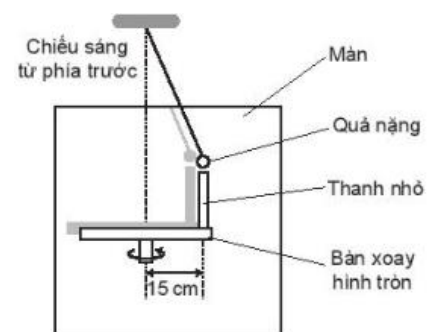
+ Dao động 2: $A_2 = 10 \text{ cm}$

$$\text{Khi } t = 0 \Rightarrow x_2 = -5 \text{ cm} \Rightarrow \cos \varphi = \frac{x_2}{A} = -1 \Rightarrow \varphi_2 = \pm\pi(\text{rad})$$

$$\Rightarrow \text{Pt: } x_2 = 10 \cos(2,5\pi t \pm \pi)(\text{cm}).$$

Bài 11: Hình 3.1 là sơ đồ của một bàn xoay hình tròn, có gắn một thanh nhỏ cách tâm bàn 15cm. Bàn xoay được chiếu sáng bằng nguồn sáng rộng, song song, hướng chiếu sáng từ phía trước màn để bóng đổ lên màn hình. Một con lắc đơn dao động điều hoà phía sau bàn xoay với biên độ bằng khoảng cách từ thanh nhỏ đến tâm bàn xoay. Tốc độ quay của bàn xoay được điều chỉnh là $3\pi \text{ rad/s}$. Vị trí bóng của thanh nhỏ con lắc luôn trùng nhau.

- Tại sao nói dao động của bóng của thanh nhỏ và quả nặng là đồng pha?
- Viết phương trình dao động của con lắc. Chọn gốc



Hình 4.2. Con lắc đơn dao động điều hoà

Hình 3.1. Con lắc đơn dao động điều hoà

thời gian là lúc con lắc ở vị trí hiển thị trong hình 3.1.

- c. Bàn xoay đi 1 góc 60° từ vị trí ban đầu, tính li độ của con lắc và tốc độ của nó tại thời điểm này.

Lời giải:

a. Do vị trí của con lắc và bóng của thanh nhỏ luôn trùng nhau nên ta nói dao động của chúng là đồng pha.

b. + Biên độ dao động của con lắc $A = 15 \text{ (cm)}$

+ Tần số góc $\omega = 3\pi \text{ rad/s}$

+ Từ hình vẽ và hướng di chuyển của con lắc ta có: Ban đầu con lắc ở vị trí biên dương:

$$t = 0: x = A \Rightarrow \cos \varphi = \frac{x}{A} = 1 \Rightarrow \text{pha ban đầu } \varphi = 0 \text{ (rad)}$$

$\Rightarrow$ Phương trình dao động của con lắc là: $x = 15 \cdot \cos(3\pi \cdot t) \text{ (cm)}$

c. Bàn xoay đi một góc 60° từ vị trí ban đầu ta có: $\omega t = \pi/3$

$\Rightarrow$ Li độ của con lắc là $x = 15 \cdot \cos(\pi/3) = 7.5 \text{ cm}$

Tốc độ của con lắc là: $v = \omega \sqrt{A^2 - x^2} = 122,4 \text{ (cm/s)}$

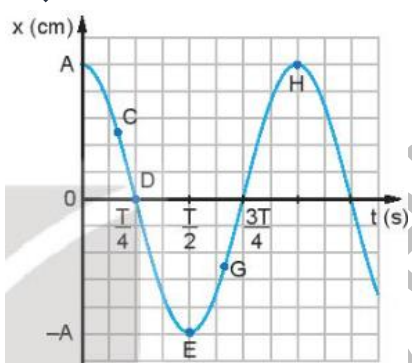
Dạng

4

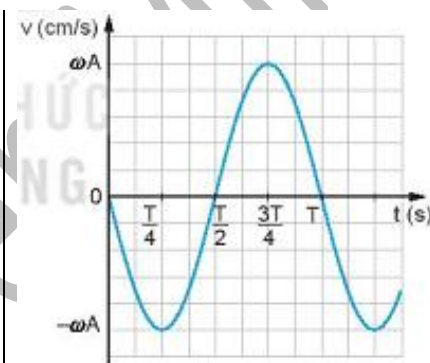
Xác định các đại lượng dựa vào đồ thị $x - v - a$



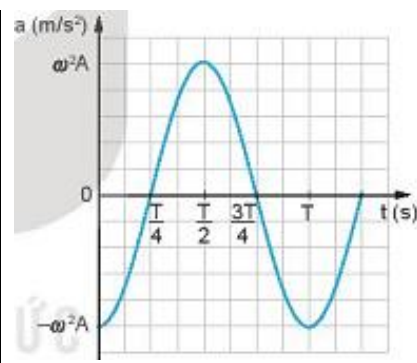
PHƯƠNG PHÁP GIẢI



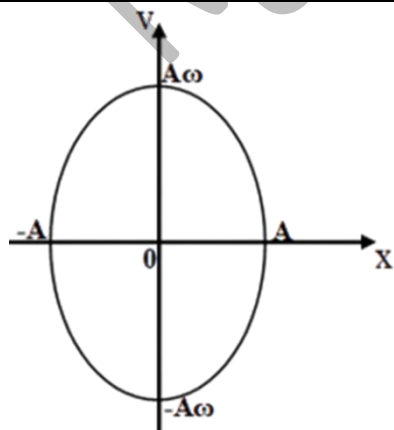
Hình 3.1. Đồ thị ($x - t$) của một vật dao động điều hòa ($\varphi = 0$)



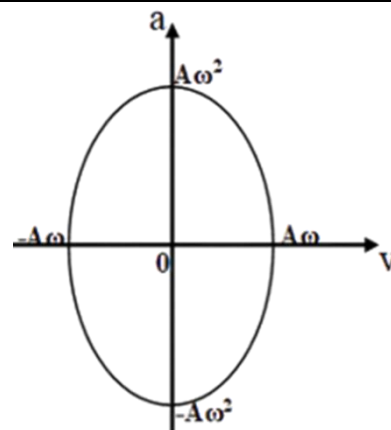
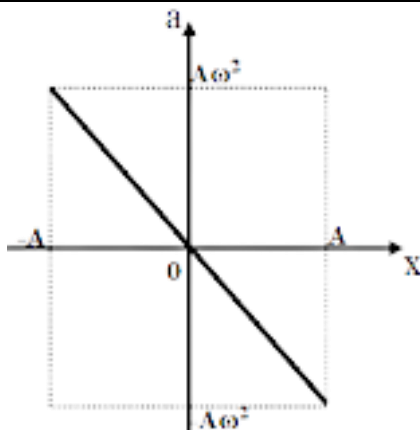
Hình 3.2. Đồ thị ($v - t$) của một vật dao động điều hòa ($\varphi = 0$)



Hình 3.3. Đồ thị ($a - t$) của một vật dao động điều hòa ($\varphi = 0$)



* Đồ thị li độ - vận tốc của



một vật dao động điều hòa

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

* Đồ thị li độ - gia tốc của một vật dao động điều hòa

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

* Đồ thị vận tốc - gia tốc của một vật dao động điều hòa

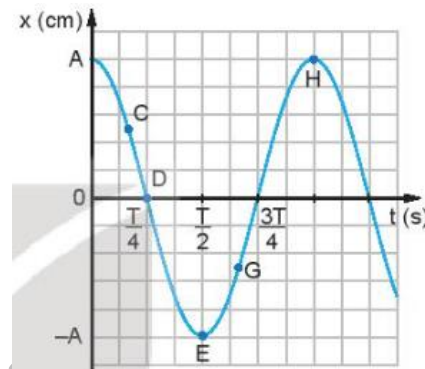
$$\left(\frac{a}{a_{\max}}\right)^2 + \left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = 1$$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

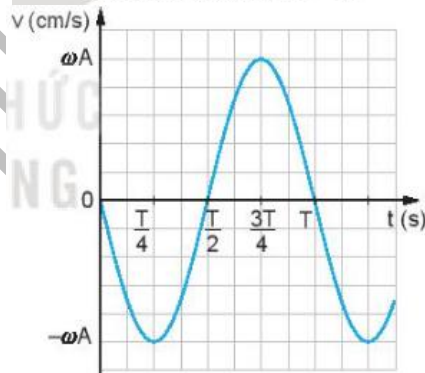
Vận dụng

Bài 1: So sánh đồ thị của vận tốc (Hình 3.2) với đồ thị của li độ (Hình 3.1)

- Hãy cho biết vận tốc sớm pha hay trễ pha bao nhiêu so với li độ.
- Trong các khoảng thời gian từ 0 đến $\frac{T}{4}$, từ $\frac{T}{4}$ đến $\frac{T}{2}$, từ $\frac{T}{2}$ đến $\frac{3T}{4}$, từ $\frac{3T}{4}$ đến T, vận tốc của dao động điều hòa thay đổi như thế nào?



Hình 3.1. Đồ thị $(x - t)$ của một vật dao động điều hoà ($\varphi = 0$)



Hình 3.2. Đồ thị $(v - t)$ của một vật dao động điều hoà ($\varphi = 0$)

Lời giải:

a. Vận tốc sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.

b. Từ 0 đến $\frac{T}{4}$: vận tốc từ $0 \rightarrow -\omega A$

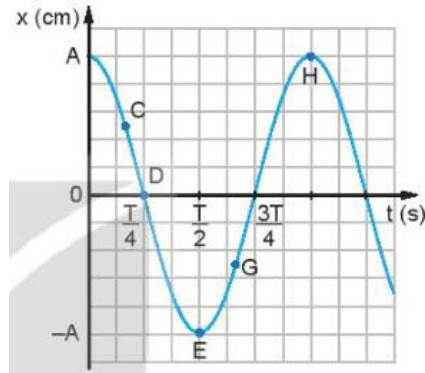
Từ $\frac{T}{4}$ đến $\frac{T}{2}$: vận tốc từ $-\omega A \rightarrow 0$

Từ $\frac{T}{2}$ đến $\frac{3T}{4}$: vận tốc từ $0 \rightarrow \omega A$

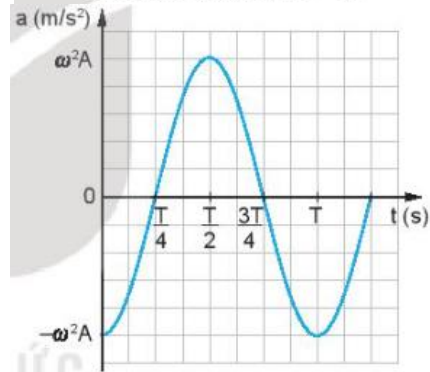
Từ $\frac{3T}{4}$ đến T: vận tốc từ $\omega A \rightarrow 0$

Bài 2: So sánh đồ thị của gia tốc (Hình 3.3) với đồ thị của li độ (Hình 3.1)

- Hãy nhận xét về pha của li độ và gia tốc của một dao động
- Trong các khoảng thời gian từ 0 đến $\frac{T}{4}$, từ $\frac{T}{4}$ đến $\frac{T}{2}$, từ $\frac{T}{2}$ đến $\frac{3T}{4}$, từ $\frac{3T}{4}$ đến T, gia tốc của dao động thay đổi như thế nào?



Hình 3.1. Đồ thị $(x - t)$ của một vật dao động điều hoà ($\varphi = 0$)



Hình 3.3. Đồ thị $(a - t)$ của một vật dao động điều hoà ($\varphi = 0$)

Lời giải:

a. Gia sớm pha một góc π so với li độ.

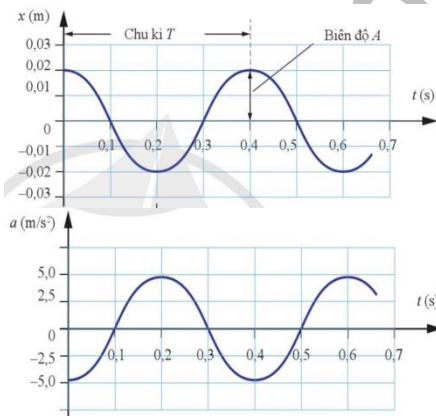
b. Từ 0 đến $\frac{T}{4}$: Gia tốc từ $-\omega^2 A \rightarrow 0$

Từ $\frac{T}{4}$ đến $\frac{T}{2}$: gia tốc từ $0 \rightarrow \omega^2 A$

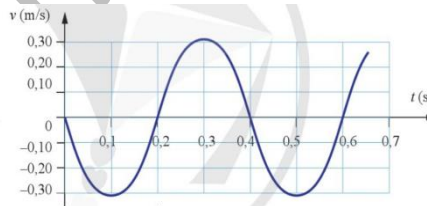
Từ $\frac{T}{2}$ đến $\frac{3T}{4}$: gia tốc từ $\omega^2 A \rightarrow 0$

Từ $\frac{3T}{4}$ đến T: gia tốc từ $0 \rightarrow -\omega^2 A$

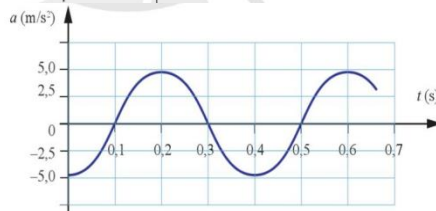
Bài 3: Dựa vào các đồ thị ở hình 1.2 xác định các đại lượng sau:



a.



b.



c.

Hình 1.2. Đồ thị li độ, vận tốc, gia tốc theo thời gian của một vật dao động điều hoà

a. Tần số của dao động.

c. Vận tốc cực đại của dao động.

b. Biên độ của dao động.

d. Gia tốc cực đại của dao động.

Lời giải:

Từ các đồ thị, ta có:

a. Chu kì: $T = 0,4 \text{ s} \Rightarrow$ Tần số: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,4} = 2,5 \text{ (Hz)}$

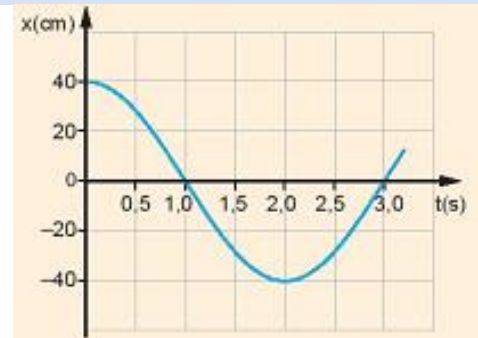
b. Biên độ $A = 0,02\text{m}$

c. Vận tốc cực đại của vật $v_{\max} = 0,3 \text{ (m/s)}$

d. Gia tốc cực đại của vật: $a_{\max} = 5 \text{ (m/s}^2\text{)}$

Bài 4: Hình 3.4 là đồ thị li độ - thời gian của một vật dao động điều hòa. Sử dụng đồ thị để tính các đại lượng sau:

- Tốc độ của vật ở thời điểm $t = 0\text{s}$.
- Tốc độ cực đại của vật.
- Gia tốc của vật tại thời điểm $t = 1,0\text{s}$.



Hình 3.4

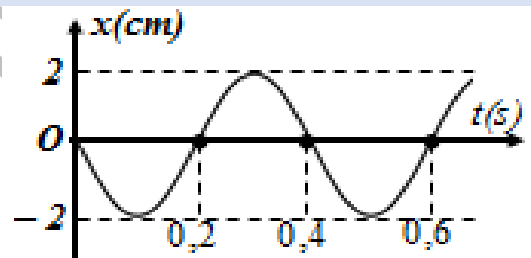
Lời giải:

Từ đồ thị: $\frac{T}{4} = 1\text{s} \Rightarrow T = 4\text{s} \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{2} \text{ (rad/s)}$

- Tại $t_1 = 0 \rightarrow x_1 = A \Rightarrow v_1 = 0$
- $v_{\max} = \omega A = \frac{\pi}{2} \cdot 40 = 20\pi \text{ cm/s}$
- Tại $t_2 = 1\text{s} \Rightarrow x = 0 \Rightarrow a = -\omega^2 x = 0$

Bài 5: Vật dao động điều hòa có đồ thị tọa độ như hình bên. Sử dụng đồ thị để tính các đại lượng sau:

- Tốc độ của vật ở thời điểm $t = 0\text{s}$.
- Gia tốc cực đại của vật.
- Gia tốc của vật tại thời điểm $t = 0,1\text{s}$.

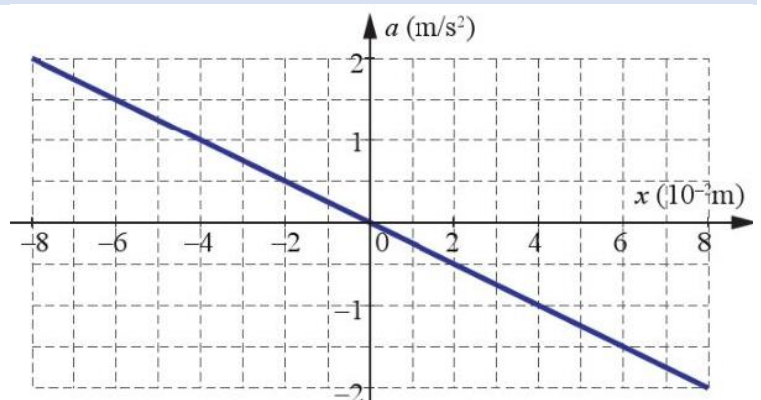


Lời giải:

Từ đồ thị: $T = 0,4\text{s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi \text{ (rad/s)}$

- Tại $t_1 = 0\text{s}$: $x = 0 \Rightarrow$ tốc độ: $v_{\max} = A\omega = 10\pi \text{ cm/s}$
- $a_{\max} = \omega^2 A = (5\pi)^2 \cdot 2 = 50\pi^2 \text{ (cm/s}^2\text{)}$
- Tại $t_2 = 0,1\text{s}$: $x_2 = -2 \Rightarrow a_2 = -\omega^2 x = 50\pi^2 \text{ (cm/s}^2\text{)}$

Bài 6: Hình 2.2 biểu diễn đồ thị gia tốc của quả cầu con lắc đơn theo li độ của nó. Tính tần số của con lắc đơn đó.



Hình 2.2. Đồ thị gia tốc - li độ của quả cầu con lắc

đơn.

Lời giải:

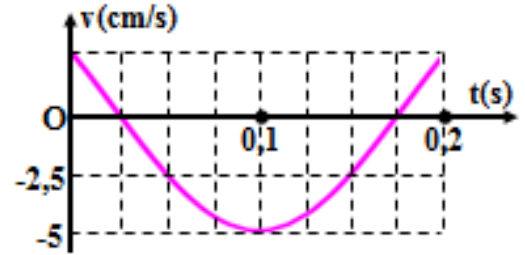
Ta có: $a = -\omega^2 x$ (1)

Từ đồ thị ta thấy, tại $x = 4$, $a = -1$ thay vào (1) ta được: $-1 = -\omega^2 \cdot 4 \Rightarrow \omega = \frac{1}{2} (\text{rad/s})$

$$\Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{4\pi} \text{ Hz}$$

Bài 7: Hình bên là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của vận tốc v theo thời gian t của một vật dao động điều hòa. Sử dụng đồ thị để tính các đại lượng sau:

- Tốc độ của vật ở thời điểm $t = 0\text{s}$.
- Tốc độ cực đại của vật.
- Gia tốc của vật tại thời điểm $t = 0,1\text{s}$.



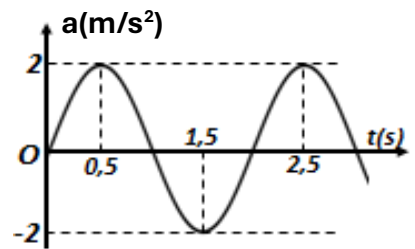
Lời giải:

Từ đồ thị:

- $t = 0$, $v = 2,5 \text{ cm/s}$
- $v_{\text{max}} = 5 \text{ cm/s}$
- Khi $t = 0,1\text{s}$: $v = |v_{\text{max}}| \rightarrow$ Vật ở VTCB ($x = 0$) theo chiều âm $\Rightarrow a = -\omega^2 x = 0$

Bài 8: Một chất điểm dao động điều hoà hàm cosin có gia tốc biểu diễn như hình vẽ sau. Sử dụng đồ thị để tính các đại lượng sau:

- Li độ của vật ở thời điểm $t = 0\text{s}$.
- Gia tốc cực đại của vật.
- Gia tốc của vật tại thời điểm $t = 1,0\text{s}$; $1,5\text{s}$; $2,5\text{s}$



Lời giải:

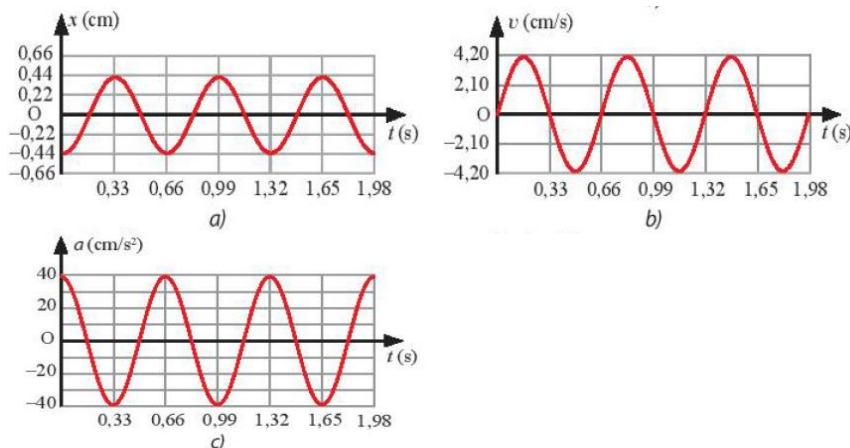
Từ đồ thị:

- $t_1 = 0\text{s}$: $a_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 0$
- $a_{\text{max}} = 2 \text{ m/s}^2$
- Khi $t_2 = 1\text{s}$: $a_2 = 0$

Khi $t_3 = 1,5\text{s}$: $a_3 = -2 \text{ m/s}^2$

Khi $t_4 = 2,5\text{s}$: $a_4 = 2 \text{ m/s}^2$

Bài 9: Quan sát Hình 2.2a và 2.2b, hãy xác định:



Hình 2.2. Đồ thị: a) Li độ - thời gian, b) vận tốc - thời gian, c) gia tốc - thời gian của một vật dao động điều hòa.

- Hình dạng đồ thị vận tốc - thời gian của vật.
- Chu kì của vận tốc của vật.
- Mối liên hệ giữa tốc độ cực đại và biên độ của vật.
- Độ lệch pha của vận tốc so với li độ của vật.

Lời giải:

- Đồ thị vận tốc - thời gian có dạng đường hình sin.
- Chu kì của vận tốc: $T = 0,66\text{s}$;
- Từ chu kì, ta có: $\omega = \frac{100\pi}{33} (\text{rad} / \text{s})$

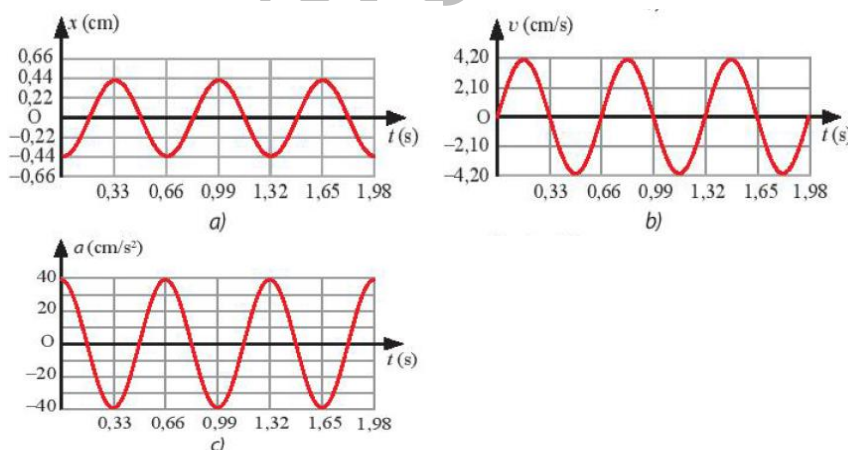
Với $v_{\max} = 4,2 \text{ cm/s}$; $A = 0,44\text{cm} \Rightarrow v_{\max} \approx \omega A$.

- Trên đồ thị, ta thấy vận tốc dao động sớm hơn li độ một khoảng thời gian: $\Delta t = T/4$.

$\Rightarrow$ Độ lệch pha: $\Delta\varphi = 2\pi \frac{t}{T} = \frac{\pi}{2} (\text{rad} / \text{s})$

$\Rightarrow$ Vận tốc vuông pha so với li độ.

Bài 10: Quan sát Hình 2.2a và 2.2c, hãy xác định:



Hình 2.2. Đồ thị: a) Li độ - thời gian, b) vận tốc - thời gian, c) gia tốc - thời gian của một vật dao động điều hòa.

- Hình dạng đồ thị gia tốc - thời gian của vật.
- Chu kì của gia tốc của vật.
- Mối liên hệ giữa gia tốc cực đại và biên độ của vật.

d. Độ lệch pha của gia tốc so với li độ của vật.

Lời giải:

a. Đồ thị gia tốc – thời gian có dạng đường hình sin.

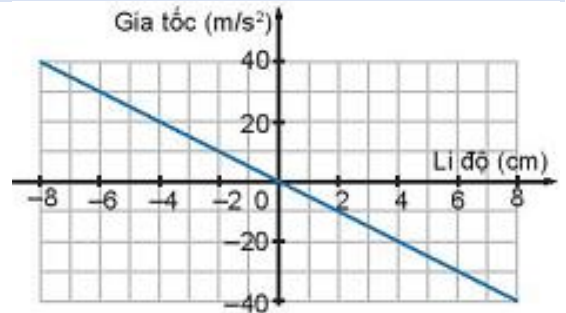
b. $T = 0,66s$

c. Từ chu kì, ta có: $\omega = \frac{100\pi}{33} (rad/s)$

$$a_{\max} = 40 m/s^2; \quad A = 0,44 \Rightarrow a_{\max} \approx \omega^2 \cdot A$$

d. Gia tốc ngược pha với li độ.

Bài 11: Đồ thị hình 7.4 mô tả mối liên hệ giữa gia tốc và li độ của một vật dao động điều hoà. Sử dụng số liệu trong đồ thị để tính tần số dao động.



Hình 7.4. Đồ thị gia tốc và li độ của một vật dao động điều hoà.

Lời giải:

Ta có: $x = -0,04 (m)$ thì $a = 20 (m/s^2)$

$$\Rightarrow a = -\omega^2 x \Leftrightarrow a = -(2\pi f)^2 x \Leftrightarrow 20 = (2\pi f)^2 \cdot 0,04$$

$$\Leftrightarrow f = \frac{5\sqrt{5}}{2\pi} (Hz)$$

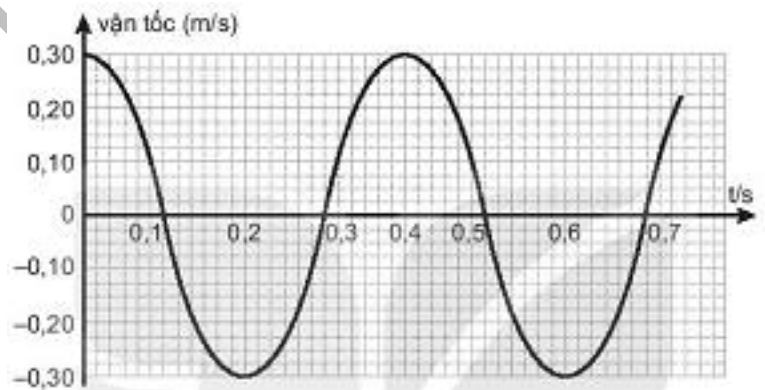
Vận dụng cao

Bài 12: (Bài 3.10 SBT).

Hình 3.1 mô tả sự biến thiên vận tốc theo thời gian của một vật dao động điều hoà.

a. Viết phương trình vận tốc theo thời gian.

b. Viết phương trình li độ và gia tốc theo thời gian.



Lời giải:

a. $v = v_{\max} \cdot \cos(\omega t + \varphi_v)$

$$v_{\max} = 0,3 m/s, T = 0,4s \Rightarrow \omega = 5\pi (rad/s)$$

$$t = 0: v = v_{\max} = 0,3 m/s = v_{\max} \cos \varphi_v \Rightarrow \cos \varphi_v = 1 \Rightarrow \varphi_v = 0 (rad)$$

$$\Rightarrow \text{Phương trình vận tốc: } v = 0,3 \cos(5\pi t) (m/s)$$

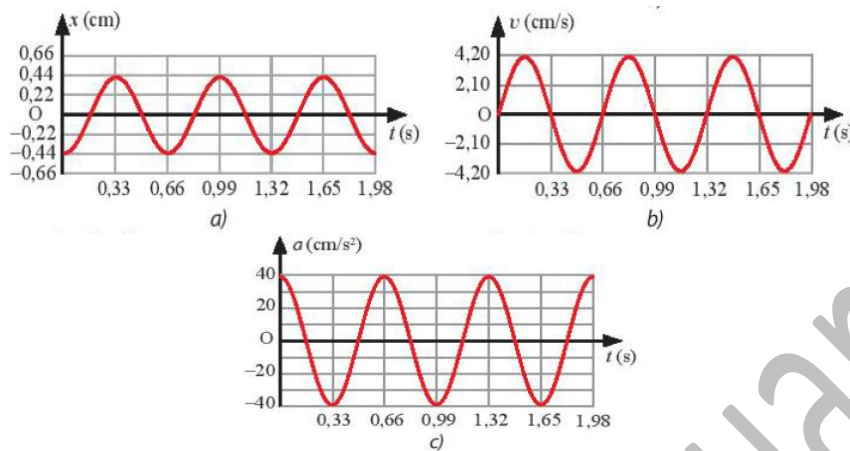
b. $A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{0,3}{5\pi} \approx 0,02m = 2(cm)$

$$\text{Vì } x \text{ chậm pha } v \frac{\pi}{2} \Rightarrow \varphi_x = \varphi_v - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2}$$

$$x = 2 \cos(5\pi t - \frac{\pi}{2})(\text{cm}).$$

$$\text{Gia tốc ngược pha với li độ nên: } a = \omega^2 A \cos(\omega t + \varphi_x + \pi) = 50\pi^2 \cos(5\pi t + \frac{\pi}{2})(\text{m/s}^2).$$

Bài 13: Dựa vào các đồ thị trong hình 2.2:



Hình 2.2. Đồ thị: a) Li độ - thời gian, b) vận tốc - thời gian, c) gia tốc - thời gian của một vật dao động điều hòa.

- Viết phương trình li độ, vận tốc và gia tốc của vật dao động điều hòa.
- Mô tả định tính tính chất của li độ, vận tốc và gia tốc của vật tại các thời điểm: 0,5s; 0,75s; và 1s.
- Dựa vào các phương trình được xây dựng ở câu a để kiểm chứng lại mô tả định tính ở câu b.

Lời giải:

a. * Phương trình li độ có dạng: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{Với: } A = 0,44 \text{ (cm); } T = 0,66 \text{ (s)} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{100\pi}{33} (\text{rad/s})$$

$$\text{Khi } t = 0: x = -0,44 = -A \Rightarrow \cos \varphi = x/A = -1 \Rightarrow \varphi = \pm \pi (\text{rad})$$

$$\Rightarrow \text{Phương trình li độ: } x = 0,44 \cos(\frac{100\pi}{33} t \pm \pi) (\text{cm})$$

* Vận tốc sớm pha hơn li độ $\pi/2$ nên phương trình vận tốc:
 $v = 4,2 \cos(\frac{100\pi}{33} t - \frac{\pi}{2}) (\text{cm/s})$

* Gia tốc ngược pha với li độ nên phương trình gia tốc: $a = 40 \cos(\frac{100\pi}{33} t) (\text{cm/s}^2)$

b.

Tại thời điểm $t = 0,5\text{s}$:

- Li độ âm và đang chuyển động về biên âm
- Vận tốc âm và đang dần về không.
- Gia tốc dương và đang tăng dần.

Tại thời điểm $t = 0,75\text{s}$:

- Li độ âm và dần về không.
- Vận tốc dương và đang tăng dần.
- Gia tốc dương và đang dần về không.

Tại thời điểm $t = 1\text{s}$:

- Li độ dương và giảm dần về không.
- Vận tốc âm và đang dần về biên âm.
- Gia tốc âm và đang dần về không.

c. Thay $t = 0,5\text{s}$ vào các phương trình ta được:

$$x = -0,02\text{cm}; v = -4,19\text{cm/s}; a = 1,9\text{cm/s}^2$$

Thay $t = 0,75s$ vào các phương trình ta được:

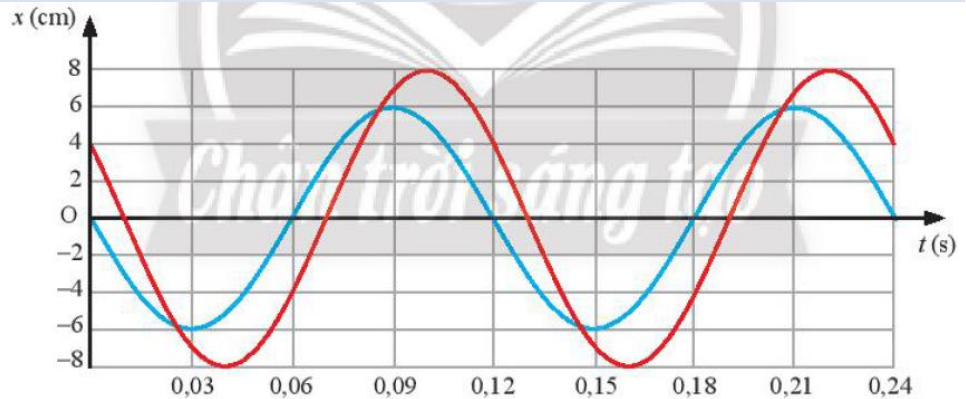
$$x = -0,288\text{cm}; v = 3,174 \text{ cm/s}; a = 39,69 \text{ cm/s}^2$$

Thay $t = 1,0s$ vào các phương trình ta được:

$$x = 0,438\text{cm}; v = -0,399 \text{ cm/s}; a = -39,45 \text{ cm/s}^2$$

Bài 14: Xác

định biên độ, chu kì, tần số, tần số góc của mỗi dao động và độ lệch pha giữa hai dao động có đồ thị li độ - thời gian như hình 1.5.



Hình 1.5. Đồ thị li độ - thời gian của hai vật dao động điều hòa.

Lời giải:

- **Dao động 1:** $A_1 = 6\text{cm}$, $T_1 = 0,12s$, $f = \frac{25}{3}(\text{Hz})$, $\omega = \frac{50\pi}{3}(\text{rad/s})$

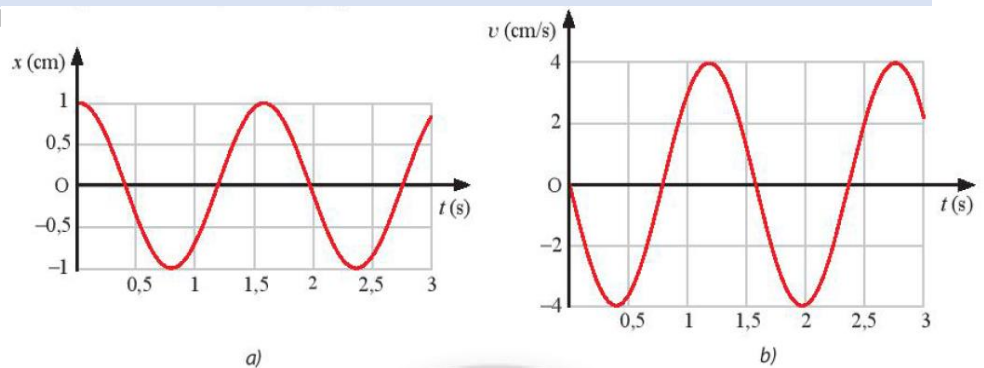
$$\text{Khi } t = 0 \begin{cases} x_1 = 0 \\ v_1 < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi_1 = \frac{x_1}{A_1} = 0 \\ \sin \varphi_1 > 0 \Rightarrow \varphi_1 > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{\pi}{2}(\text{rad})$$

- **Dao động 2:** $A_2 = 8\text{cm}$, $T_2 = 0.12s$, $f = \frac{25}{3}(\text{Hz})$, $\omega = \frac{50\pi}{3}(\text{rad/s})$

$$\text{Khi } t = 0 \begin{cases} x_2 = 4 = \frac{A_2}{2} \\ v_2 < 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi_2 = \frac{x_2}{A_2} = \frac{1}{2} \\ \sin \varphi_2 > 0 \Rightarrow \varphi_2 > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi_2 = \frac{\pi}{3}(\text{rad})$$

→ Độ lệch pha: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -\frac{\pi}{6}(\text{rad})$

Bài 15: Một vật dao động điều hòa có đồ thị li độ - thời gian và vận tốc - thời gian như hình 2.3. Hãy viết phương trình li độ và phương trình vận tốc của dao động này. Từ đó suy ra phương trình



Hình 2.3. Đồ thị li độ - thời gian (a) và vận tốc - thời gian (b) của vật dao động.

gia tốc của vật
dao động.

Lời giải:

Từ 2 đồ thị, ta có: Biên độ $A = 1\text{cm}$; Vận tốc cực đại: $v_{\max} = 4\text{ cm/s} = A\omega$

$$\Rightarrow \omega = v_{\max}/A = 4\text{ (rad/s)}$$

+ Khi $t = 0 : x = 1 = A \Rightarrow \cos \varphi = \frac{x}{A} = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

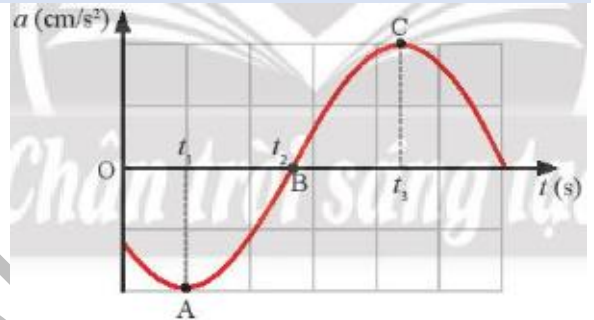
$$\Rightarrow PT: x = \cos(4t)(\text{cm})$$

+ Vận tốc sớm pha hơn li độ góc $\pi/2$ nên $\varphi_v = \varphi_x + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}(\text{rad})$

$$\Rightarrow PT: v = 4 \cos(4t + \frac{\pi}{2})(\text{cm/s})$$

+ Phương trình gia tốc: $a = -\omega^2 x = -16 \cos(4t) = 16 \cos(4t + \pi)(\text{cm/s}^2)$

Bài 16: Một vật dao động điều hoà có đồ thị gia tốc theo thời gian được thể hiện trong Hình 2P.2. Xác định vị trí, vận tốc và gia tốc của vật tại các thời điểm t_1, t_2, t_3 tương ứng với các điểm A, B và C trên đường đồ thị $a(t)$



Hình 2P.2. Đồ thị gia tốc – thời gian của một vật dao động điều hoà

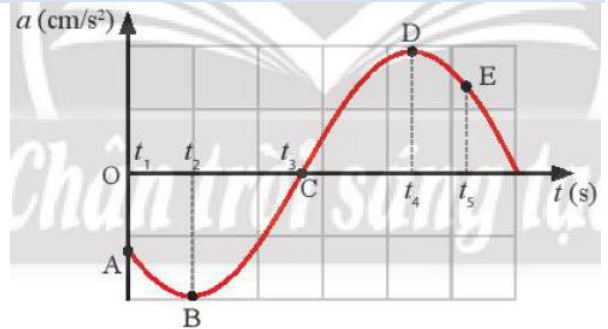
Lời giải:

Vị trí A có gia tốc $a_1 = -\omega^2 A < 0$ nên vật ở vị trí biên dương và có vận tốc bằng 0

Vị trí B có gia tốc $a_2 = 0$ đang tăng nên vật ở vị trí cân bằng đang đi về biên âm, suy ra có vận tốc âm bằng $v = -\omega A$

Vị trí C có gia tốc $a_3 = \omega^2 A > 0$ nên vật ở vị trí biên âm có vận tốc bằng 0

Bài 17: Một vật dao động điều hoà có đồ thị gia tốc theo thời gian được thể hiện trong hình 2.4. Xác định vị trí, vận tốc và gia tốc của vật tại các thời điểm t_1, t_2, t_3, t_4 và t_5 ứng với các điểm A, B, C, D, E trên đường đồ thị.



Hình 2.4. Đồ thị gia tốc - thời gian của vật dao động.

Lời giải:

+ Vị trí A có gia tốc $a_1 < 0$ và đang giảm nên vật ở vị trí $x > 0$ và đang tăng, suy ra vận tốc $v > 0$

+ Vị trí B có gia tốc $a_2 = -\omega^2 A < 0$ nên vật ở vị trí biên dương và có vận tốc bằng 0

+ Vị trí C có gia tốc $a_3 = 0$ đang tăng nên vật ở vị trí cân bằng đang đi về biên âm, suy ra có vận tốc âm bằng $v = -\omega A$

+ Vị trí D có gia tốc $a_4 = \omega^2 A > 0$ nên vật ở vị trí biên âm có vận tốc bằng 0

+ Vị trí E có gia tốc $a_5 > 0$ và đang giảm nên vật ở vị trí $x < 0$ và đang tăng, suy ra vận tốc $v > 0$

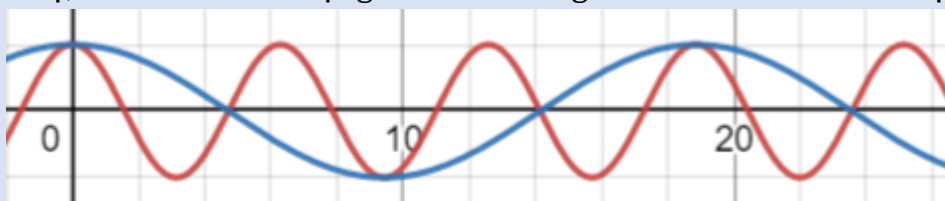
Bài 18: Vẽ phác đồ thị li độ - thời gian của hai dao động điều hòa trong các trường hợp:

- Cùng biên độ, chu kì của dao động thứ nhất bằng ba lần chu kì của dao động thứ hai.
- Biên độ của dao động thứ nhất bằng hai lần biên độ của dao động thứ hai, cùng chu kì, cùng pha.
- Cùng biên độ, cùng chu kì và có độ lệch pha là π rad.

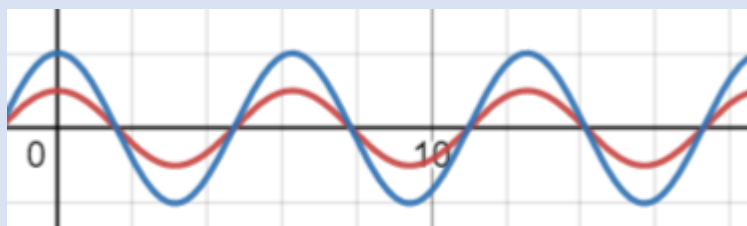
Lời giải:

Dao động thứ nhất là đường màu xanh, dao động thứ hai là đường màu đỏ

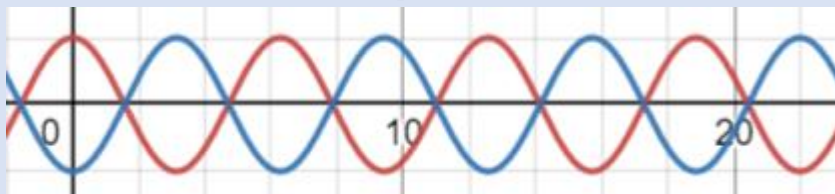
a. Cùng biên độ, chu kì của dao động thứ nhất bằng ba lần chu kì của dao động thứ hai.



b. Biên độ của dao động thứ nhất bằng hai lần biên độ của dao động thứ hai, cùng chu kì, cùng pha.



c. Cùng biên độ, cùng chu kì và có độ lệch pha là π rad.



Chủ đề

4

NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA

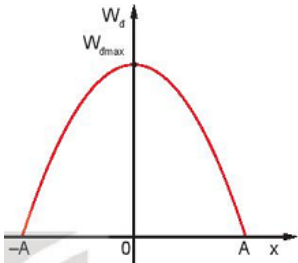
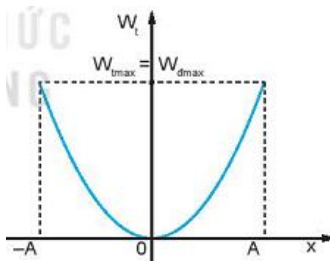
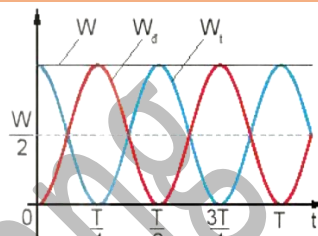
I Tóm tắt lý thuyết

1 Động năng – Thế năng – Cơ năng

Động năng

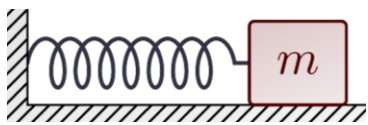
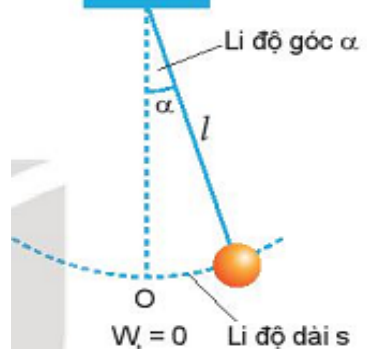
Thế năng

Cơ năng

Công thức	$W_d = \frac{1}{2}mv^2$ $= \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi)$ $= \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 [1 - \cos^2(\omega t + \varphi)]$ $= \frac{1}{2}m\omega^2 (A^2 - x^2)$	$W_t = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$	$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$
Đồ thị	 Hình 5.1. Sự biến thiên của động năng W_d theo li độ x. → là một đường Parabol có bề lõm hướng xuống	 Hình 5.2. Sự biến thiên của thế năng W_t theo li độ x. → là một đường Parabol có bề lõm hướng lên	 Hình 5.4. Cơ năng không biến thiên → là một đường thẳng song song với trục Ot → Trong 1 chu kỳ có 4 lần $W_d = W_t$
Sự chuyển hóa năng lượng	+ Khi vật đi từ VTCB đến VT biên: Động năng từ cực đại giảm đến 0 + Khi vật đi từ VT biên đến VTCB: Động năng từ 0 tăng đến giá trị cực đại $W_{d\max} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$	+ Khi vật đi từ VTCB đến VT biên: Thế năng từ 0 tăng đến giá trị cực đại + Khi vật đi từ VT biên đến VTCB: Thế năng từ cực đại giảm đến 0 $W_{t\max} = W_{d\max} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$	Trong dao động điều hòa, có sự chuyển hóa qua lại giữa động năng và thế năng của vật. Còn cơ năng thì được bảo toàn.
Chu kỳ	Chu kỳ biến đổi của động năng và thế năng bằng nửa chu kỳ dao động của vật: $T_{NL} = T/2; f_{NL} = 2f; \omega_{NL} = 2\omega$	Khoảng thời gian giữa hai lần $W_d = W_t$: $\Delta t = T/4$	

2

Cơ năng của con lắc đơn và con lắc lò xo

	Con lắc lò xo	Con lắc đơn
Cấu tạo		

Thế năng	$W_t = \frac{1}{2} kx^2$ (Với k là độ cứng của lò xo)	$W_t = mgl(1 - \cos \alpha)$ Ta có: $(1 - \cos \alpha) = 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}$, với α nhỏ $\sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2}$ (α tính theo rad) Khi đó: $W_t = mgl \frac{\alpha^2}{2}$, với $\alpha = \frac{s}{l}$ Suy ra: $W_t = mgl \frac{s^2}{2l^2} = \frac{1}{2} m \frac{g}{l} s^2$
Tần số góc và chu kì	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ $\Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
Cơ năng	$W = W_d + W_t$ $= \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2$ $= \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2} kA^2$ $= \text{hằng số}$	$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2} = \text{hằng số}$

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Đồ thị chỉ sự biến thiên của động năng theo li độ x là một đường có bề lõm
- Đồ thị cho thấy, khi vật đi từ vị trí cân bằng tới vị trí biên thì động năng của vật đang
- Khi đi từ thì động năng của vật tăng từ 0 đến giá trị cực đại.
- Đồ thị biến thiên của thế năng theo li độ x cũng là một đường parabol có bề lõm
- Thế năng của con lắc đơn là thế năng..... Chọn mốc thế năng ở vị trí cân bằng thì thế năng của con lắc ở li độ góc α là:

Lời giải:

- | | |
|--|---------------------------|
| a. Parabol - hướng xuống. | b. từ cực đại giảm đến 0. |
| c. vị trí biên về vị trí cân bằng | d. hướng lên. |
| e. trọng trường - $W_t = mgl(1 - \cos \alpha)$ | |

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những khái niệm tương ứng ở cột A với những công thức tương ứng ở cột B

	CỘT A		CỘT B
1	Cơ năng	a	$\frac{1}{2}kx^2$
2	Chu kỳ con lắc đơn	b	$\frac{1}{2}mv^2$
3	Thế năng	c	$\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$
4	Tần số góc con lắc lò xo	d	$2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
5	Chu kỳ con lắc lò xo	e	$2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
6	Động năng	f	$\sqrt{\frac{k}{m}}$

Lời giải:

1 - c; 2 - e; 3 - a; 4 - f; 5 - d; 6 - b.

III Bài tập phân dạng

Dạng

1

Bài tập áp dụng công thức

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Khi $W_d = n \cdot W_t$:

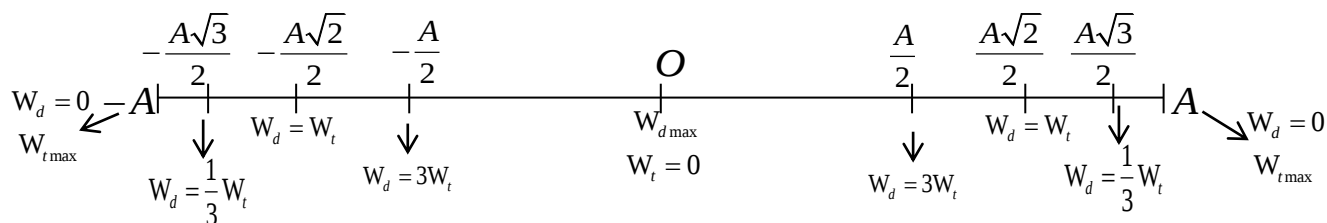
$$W = W_d + W_t = nW_t + W_t = (n + 1)W_t$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = (n+1)\frac{1}{2}m\omega^2 x^2 \Leftrightarrow x = \pm \frac{A}{\sqrt{n+1}} = \pm \frac{v_{\max}}{\omega\sqrt{n+1}}$$

$$v = \pm \omega A \sqrt{\frac{n}{n+1}} \text{ hoặc } v = \pm v_{\max} \sqrt{\frac{n}{n+1}}$$

▲ Lưu ý: Khoảng thời gian giữa hai lần $W_d = W_t$ ($x = \pm A/\sqrt{2}$): $\Delta t = T/4$

2. Động năng và thế năng tại các vị trí đặc biệt:



3. Bài toán $l_{\max}$ và $l_{\min}$ của lò xo:

+ Chiều dài lò xo tại VTCB:

$$l_{CB} = l_0 + \Delta l_0 \quad (l_0 \text{ là chiều dài tự nhiên})$$

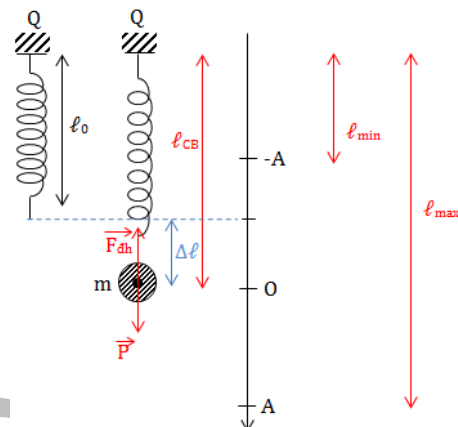
+ Chiều dài cực tiểu (khi vật ở vị trí cao nhất):

$$l_{\min} = l_{CB} - A$$

+ Chiều dài cực đại (khi vật ở vị trí thấp nhất):

$$l_{\max} = l_{CB} + A$$

$$\Rightarrow l_{CB} = \frac{l_{\max} + l_{\min}}{2} \quad \text{và} \quad A = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2}$$



Với:

Lò xo nằm ngang: $\Delta l_0 = 0$	Lò xo thẳng đứng: Tại VTCB: $F_{dh} = P$ $\Rightarrow \Delta l_0 = \frac{mg}{k}$	Lò xo nằm trên mặt phẳng nghiêng: Tại VTCB: $F_{dh} = P \cdot \sin \alpha$ $\Rightarrow \Delta l_0 = \frac{mg \sin \alpha}{k}$
---	--	--

4. Bài toán ghép khối lượng cho con lắc lò xo, ghép chiều dài cho con lắc đơn:

Con lắc lò xo: m_1: Chu kì T_1 m_2: Chu kì T_2 $m = m_1 \pm m_2$: Chu kì $T = ?$ Hướng giải: Ta có: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 \pm m_2}{k}}$ $\Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m_1 \pm m_2}{k}$ $= 4\pi^2 \cdot \frac{m_1}{k} \pm 4\pi^2 \cdot \frac{m_2}{k}$ $\Leftrightarrow T^2 = T_1^2 \pm T_2^2$	Con lắc đơn: l_1: Chu kì T_1 l_2: Chu kì T_2 $l = l_1 \pm l_2$: Chu kì $T = ?$ Hướng giải: Ta có: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 \pm l_2}{g}}$ $\Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{l_1 \pm l_2}{g} = 4\pi^2 \cdot \frac{l_1}{g} \pm 4\pi^2 \cdot \frac{l_2}{g}$ $\Leftrightarrow T^2 = T_1^2 \pm T_2^2$
--	--

5. Định luật bảo toàn năng lượng tính vận tốc con lắc đơn:

Chọn mốc thế năng ngang vị trí cân bằng như hình vẽ.

- Khi vật ở vị trí α_0 ta thả nhẹ nên $v_0 = 0 \Rightarrow W_{d0} = 0$.

Do đó cơ năng của vật tại vị trí đó:

$$W_0 = mgh_0 \Leftrightarrow W_0 = mgl(1 - \cos\alpha_0)$$

Cơ năng tại vị trí α bất kỳ:

$$W = mgh + \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow W = mgl(1 - \cos\alpha) + \frac{mv^2}{2}$$

Do bỏ qua ma sát nên cơ năng bảo toàn. Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng ta có:

$$W = W_0 \Leftrightarrow mgl(1 - \cos\alpha) + \frac{mv^2}{2} = mgl(1 - \cos\alpha_0)$$

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

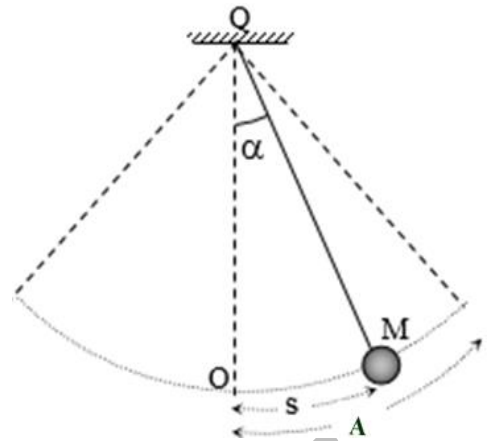
+ Ở VT biên ($\alpha = \alpha_0$): $v = 0$

+ Ở VTCB ($\alpha = 0$): $v_{\max} = \sqrt{2gl(1 - \cos\alpha_0)}$

* Với dao động điều hòa ($\alpha \leq 10^\circ$): Vận tốc được tính như công thức dao động điều hòa.

$$v = \pm \omega \sqrt{A^2 - s^2}$$

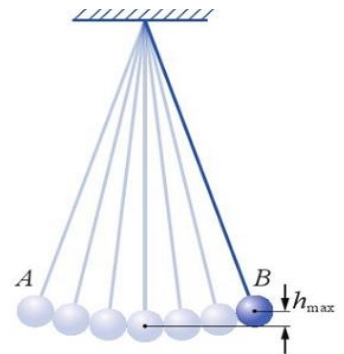
$$v_{\max} = A\omega$$



B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: Mô tả sự biến đổi động năng và thế năng của con lắc đơn khi quả cầu đi từ vị trí biên A, qua vị trí cân bằng O sang vị trí biên B.



Hình 3.2. Dao động của con lắc đơn

Lời giải:

Ở vị trí biên A: $\begin{cases} v = 0 \Rightarrow W_d = 0 \\ x = A \Rightarrow W_t \max \end{cases}$

→ qua vị trí cân bằng: $\begin{cases} v_{\max} \Rightarrow W_d \max \\ x = 0 \Rightarrow W_t = 0 \end{cases}$

→ sang vị trí biên B: $\begin{cases} v = 0 \Rightarrow W_d = 0 \\ x = -A \Rightarrow W_t \max \end{cases}$

Bài 2: Chứng minh rằng cơ năng dao động của con lắc đơn tỉ lệ thuận với bình phương của biên độ dao động.

Lời giải:

Ta có: $W = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$ mà $v_{\max} = \omega A \Rightarrow W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$

Do đó cơ năng tỉ lệ thuận với bình phương biên độ dao động.

Bài 3: Dựa vào biểu thức $W_t = \frac{1}{2}kx^2$ (3.1) và $W_d = \frac{1}{2}mv^2$ (3.2), hãy thiết lập biểu thức $W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ (3.7)

Lời giải:

Biểu thức 3.1: $W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0)$

Biểu thức 3.2: $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0)$

Ta có $W = W_d + W_t$

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 [\cos^2(\omega t + \varphi_0) + \sin^2(\omega t + \varphi_0)]$$

$$W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \quad (3.7) \quad (\text{đpcm})$$

Bài 4: Xét một vật bắt đầu dao động điều hòa từ vị trí cân bằng, hãy chỉ ra những khoảng thời gian trong một chu kỳ dao động mà:

- Thế năng tăng dần trong khi động năng giảm dần.
- Thế năng giảm dần trong khi động năng tăng dần.

Lời giải:

Xét một vật dao động điều hòa:

- Từ VTCB ra biên: thế năng tăng dần, động năng giảm dần.
- Từ vị trí biên về VTCB: thế năng giảm dần, động năng tăng dần

Bài 5: Biết phương trình li độ của một vật có khối lượng 0,2kg dao động điều hòa là: $x = 5 \cos(20t) \text{ cm}$.

- Tính cơ năng trong quá trình dao động.
- Viết biểu thức thế năng và động năng.

Lời giải:

a. Ta có: $A = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$; $\omega = 20 \text{ rad/s}$

$$\text{Cơ năng } W = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,2 \cdot 20^2 \cdot 0,05^2 = 40 \text{ J}$$

b. $W_d = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0) = 40 \sin^2(20t) \text{ (J)}$

$$W_t = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0) = 40 \cos^2(20t) \text{ (J)}$$

Bài 6: Một vật có khối lượng m dao động điều hòa với tần số góc ω và biên độ A .

- Khi vật có li độ bằng một nửa biên độ, động năng và thế năng chiếm bao nhiêu phần trăm so với cơ năng?

b. Tại li độ nào thì thế năng bằng động năng?

Lời giải:

a. Ta có: $x = \frac{A}{2} \Rightarrow \frac{W_t}{W} = \frac{\frac{1}{2}m\omega^2 x^2}{\frac{1}{2}m\omega^2 A^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow W_t = 25\%W; W_d = 75\%W$

b. Ta có: $W_t = W_d \Rightarrow \frac{W_t}{W} = \frac{\frac{1}{2}m\omega^2 x^2}{\frac{1}{2}m\omega^2 A^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow x = \frac{A}{\sqrt{2}}$

Bài 7: Một vật có khối lượng $m = 1 \text{ kg}$, dao động điều hoà với chu kì $T = 0,2\pi \text{ (s)}$, biên độ dao động bằng 2 cm . Tính cơ năng của dao động.

Lời giải:

Ta có: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,2\pi} = 10 \text{ (rad / s)}$

Cơ năng dao động của vật: $W = \frac{1}{2}\omega^2 mA^2 = \frac{1}{2}10^2 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 10^{-2})^2 = 0,02 \text{ J}$

Bài 8: Một con lắc lò xo gồm quả cầu nhỏ khối lượng 1 kg và lò xo có độ cứng 50 N/m . Cho con lắc dao động điều hòa trên phương nằm ngang. Tại thời điểm vận tốc của quả cầu là $0,2 \text{ m/s}$ thì gia tốc của nó là $-\sqrt{3} \text{ m/s}^2$. Cơ năng của con lắc là bao nhiêu?

Lời giải:

$$W = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2; \quad x = \frac{a}{-\omega^2} = \frac{-ma}{k}$$
$$\Rightarrow W = \frac{(ma)^2}{2k} + \frac{mv^2}{2} = \frac{(-1 \cdot \sqrt{3})^2}{2 \cdot 50} + \frac{1 \cdot 0,2^2}{2} = 0,05 \text{ (J)}$$

Bài 9: Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ và vật nhỏ dao động điều hòa theo phương ngang với tần số góc 10 rad/s . Biết rằng khi động năng và thế năng (mốc ở vị trí cân bằng của vật) bằng nhau thì vận tốc của vật có độ lớn bằng $0,6\sqrt{2} \text{ m/s}$. Biên độ dao của con lắc là?

Lời giải:

$$W_d = W_t = \frac{W}{2} \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2 \cdot 2} \Rightarrow A = 0,12 \text{ (m)}$$

Bài 10: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$, vật nặng có khối lượng $m = 200 \text{ g}$, dao động điều hoà với biên độ $A = 5 \text{ cm}$.

- Xác định li độ của vật tại thời điểm động năng của vật bằng 3 lần thế năng của con lắc.
- Xác định tốc độ của vật khi vật ở vị trí cân bằng.
- Xác định thế năng của con lắc khi vật có li độ $x = -2,5 \text{ cm}$.

Lời giải:

a. $W_d = 3W_t \Rightarrow W = 4W_t \Leftrightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = 4 \cdot \frac{1}{2}m\omega^2 x^2 \Leftrightarrow x = \pm \frac{A}{2} = \pm 2,5 \text{ (cm)}$

b. Tại VTCB: $v = v_{\max} = \omega A = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot A = 1,12(\text{m/s})$

c. Tại $x = -2,5\text{cm} = -0,025\text{m}$: $W_t = \frac{1}{2} kx^2 = 0,03125(\text{J})$

Bài 11: Một con lắc lò xo gồm quả cầu nhỏ khối lượng 1 kg và lò xo có độ cứng 50 N/m. Cho con lắc dao động điều hòa trên phương nằm ngang. Tại thời điểm vận tốc của quả cầu là 0,2 m/s thì gia tốc của nó là $-\sqrt{3}\text{m/s}^2$. Tính cơ năng của con lắc.

Lời giải:

Ta có: $x = \frac{a}{\omega^2} = \frac{ma}{k}$

$$W = \frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{(ma)^2}{2k} + \frac{mv^2}{2} = \frac{(-1 \cdot \sqrt{3})^2}{2 \cdot 50} + \frac{1 \cdot 0,2^2}{2} = 0,05(\text{J})$$

Bài 12: Một con lắc lò xo gồm vật nặng 0,2 kg gắn vào đầu lò xo có độ cứng 20 N/m. Kéo quả nặng ra khỏi vị trí cân bằng rồi thả nhẹ cho nó dao động, tốc độ trung bình trong 1 chu kỳ là $160/\pi \text{ cm/s}$. Cơ năng dao động của con lắc là ?

Lời giải:

$$\begin{cases} T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi}{5}(\text{s}) \\ |\bar{v}| = \frac{4A}{T} \Rightarrow \frac{160}{\pi} = \frac{4A}{\pi/5} \Rightarrow A = 8(\text{cm}) \end{cases} \Rightarrow W = \frac{kA^2}{2} = \frac{20 \cdot 0,08^2}{2} = 0,064(\text{J})$$

Bài 13: Một con lắc lò xo gồm viên bi nhỏ và lò xo nhẹ có độ cứng 100 N/m, dao động điều hòa với biên độ 0,1 m. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi viên bi cách vị trí cân bằng 7 cm thì động năng của con lắc bằng?

Lời giải:

$$W_d = W - W_t = \frac{kA^2}{2} - \frac{kx^2}{2} = \frac{100}{2}(0,1^2 - 0,07^2) = 0,255(\text{J})$$

Bài 14: Một con lắc lò xo gồm lò xo nhẹ có độ cứng 100 N/m và vật nhỏ dao động điều hòa. Khi vật có động năng 0,01 J thì nó cách vị trí cân bằng 1 cm. Hỏi khi nó có động năng 0,005 J thì nó cách vị trí cân bằng bao nhiêu?

Lời giải:

$$W = W_1 + \frac{kx^2}{2} \Rightarrow \begin{cases} W = 0,01 + \frac{100 \cdot 0,01^2}{2} \\ W = 0,005 + \frac{100 \cdot x_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow x_2 = 0,01\sqrt{2}(\text{m})$$

Bài 15: (CĐ – 2010) Một vật dao động điều hòa dọc theo trục Ox. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng, ở thời điểm độ lớn vận tốc của vật bằng 50% vận tốc cực đại thì tỉ số giữa động năng và cơ năng của vật là?

Lời giải:

$$\frac{W_d}{W} = \frac{\frac{mv^2}{2}}{\frac{mv_{\max}^2}{2}} = 0,5^2 = \frac{1}{4}$$

Bài 16: (CĐ – 2010) Một vật dao động điều hòa với biên độ 6 cm. Mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Khi vật có động năng bằng 3/4 lần cơ năng thì vật cách vị trí cân bằng một đoạn?

Lời giải:

$$W_d = \frac{3}{4}W \Rightarrow W_t = \frac{1}{4}W \Rightarrow \frac{kx^2}{2} = \frac{1}{4} \frac{kA^2}{2} \Rightarrow x = \pm \frac{A}{2} = \pm 3(\text{cm})$$

Bài 17: (THPTQG – 2017) Một con lắc lò xo gồm vật nhỏ và lò xo có độ cứng 20 N/m dao động điều hòa với chu kì 2 s. Khi pha của dao động là $\pi/2$ thì vận tốc của vật là $-20\sqrt{3}$ cm/s. Lấy $\pi^2 = 10$. Khi vật đi qua vị trí có li độ 3π (cm) thì động năng của con lắc là?

Lời giải:

$$* \text{ Khi } \begin{cases} x = A \cos(\omega t + \varphi) \\ v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \end{cases} \xrightarrow{(\omega t + \varphi) = \frac{\pi}{2}} \begin{cases} x = 0 \\ v = -\omega A = -20\sqrt{3} \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi = \sqrt{\frac{k}{m}}} A = 2\pi\sqrt{3}(\text{cm})$$

$$* \text{ Khi } x = 3\pi = \frac{A\sqrt{3}}{2} \Rightarrow W_d = W - W_t = \frac{kA^2}{2} - \frac{kA^2}{2} \frac{3}{4} = \frac{kA^2}{8} = 0,03(\text{J})$$

Bài 18: Một con lắc đơn có chiều dài 1 m khối lượng 100 g dao động trong mặt phẳng thẳng đứng đi qua điểm treo tại nơi có $g = 10 \text{ m/s}^2$. Lấy mốc thế năng ở vị trí cân bằng. Bỏ qua mọi ma sát. Khi sợi dây treo hợp với phương thẳng đứng một góc 30° thì tốc độ của vật nặng là 0,3 m/s. Cơ năng của con lắc đơn là?

Lời giải:

$$W = mg\ell(1 - \cos \alpha) + \frac{mv^2}{2} = 0,1 \cdot 10 \cdot 1(1 - \cos 30^\circ) + \frac{0,1 \cdot 0,3^2}{2} \approx 0,14(\text{J})$$

Bài 19: Một con lắc đơn gồm quả cầu có khối lượng 400 g và sợi dây treo không dẫn có trọng lượng không đáng kể, chiều dài 0,1 m được treo thẳng đứng ở điểm A. Biết con lắc đơn dao động điều hòa, tại vị trí có li độ góc $0,075$ rad thì có vận tốc $0,075\sqrt{3}$ m/s. Cho gia tốc trọng trường 10 m/s^2 . Tính cơ năng dao động.

Lời giải:

$$W = \frac{mg\ell}{2} \alpha^2 + \frac{mv^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 0,1}{2} \cdot 0,075^2 + 0,4 \cdot \frac{(0,075\sqrt{3})^2}{2} = 4,5 \cdot 10^{-3}(\text{J})$$

Bài 20: Một con lắc đơn gồm vật nặng có khối lượng 1 kg, độ dài dây treo 2 m, góc lệch cực đại của dây so với đường thẳng đứng $0,175$ rad. Chọn mốc thế năng trọng trường ngang với vị trí thấp nhất, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Cơ năng và tốc độ của vật nặng khi nó ở vị trí thấp nhất lần lượt là?

Lời giải:

$$W = \frac{mg\ell}{2} \alpha_{\max}^2 = \frac{1.9,8.2}{2} \cdot 0,175^2 = 0,30 \text{ (J)}$$

Khi vật ở vị trí thấp nhất: $W_t = 0 \Rightarrow W = W_{\text{đmax}} = mv_{\max}^2/2$

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2W}{m}} = 0,77 \text{ m/s}$$

Bài 21: Một con lắc đơn có khối lượng 2 kg và có độ dài 4 m, dao động điều hòa ở nơi có gia tốc trọng trường 9,8 m/s². Cơ năng dao động của con lắc là 0,2205 J. Biên độ góc (góc lệch lớn nhất) của con lắc bằng?

Lời giải:

$$W = \frac{mg\ell}{2} \alpha_{\max}^2 \Rightarrow \alpha_{\max} = \sqrt{\frac{2W}{mg\ell}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2205}{2 \cdot 9,8 \cdot 4}} = 0,075 \text{ (rad)} \approx 4,3^\circ$$

Bài 22: Một con lắc đơn gồm một viên bi nhỏ khối lượng 100 g được treo ở đầu một sợi dây dài 1,57 m tại địa điểm có gia tốc trọng trường 9,81 m/s². Kéo con lắc lệch khỏi vị trí cân bằng một góc 0,1 rad rồi thả cho nó dao động điều hòa không có vận tốc ban đầu. Tính động năng viên bi chỉ góc lệch của nó là 0,05 rad.

Lời giải:

$$W_d = W - W_t = \frac{mg\ell}{2} \alpha_{\max}^2 - \frac{mg\ell}{2} \alpha^2 \approx 0,00577 \text{ (J)}$$

Vận dụng cao

Bài 23: Một hệ dao động điều hòa với chu kỳ 2s. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng của vật. Thời điểm hệ bắt đầu dao động thì động năng và thế năng bằng nhau lần thứ nhất. Hỏi sau bao lâu kể từ khi vật bắt đầu dao động, động năng và thế năng bằng nhau lần thứ hai?

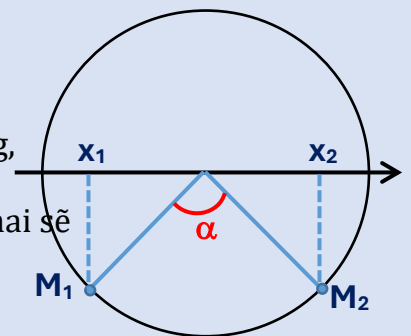
Lời giải:

+ Khi $W_d = W_t$: $W = 2 \cdot W_t \Leftrightarrow \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 2 \cdot \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 \Leftrightarrow x = \pm \frac{A}{\sqrt{2}}$

+ Giả sử ban đầu vật ở vị trí $x_1 = -\frac{A}{\sqrt{2}}$ và đi theo chiều dương,

thì thời điểm động năng và thế năng bằng nhau lần thứ hai sẽ

ứng với vị trí $x_2 = +\frac{A}{\sqrt{2}}$



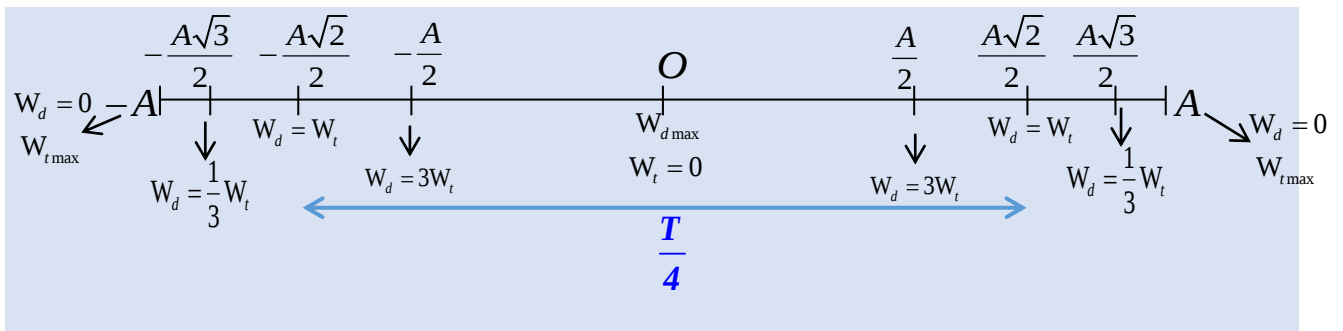
Cách 1: Dựa vào vòng tròn lượng giác ta có góc quét là $\alpha = 90^\circ = \pi/2$.

Và thời gian tương ứng là:

$$t = \frac{\alpha}{2\pi} T = \frac{1}{4} T = 0,5 \text{ s}$$

Cách 2: Dựa vào trục thời gian,

cứ sau mỗi khoảng thời gian $\frac{T}{4}$ động năng và thế năng lại bằng nhau: $t = \frac{T}{4} = 0,5 \text{ s}$



A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

	Động năng	Thế năng	Cơ năng
Đồ thị	Hình 5.1. Sự biến thiên của động năng W_d theo li độ x. → là một đường Parabol có bề lõm hướng xuống	Hình 5.2. Sự biến thiên của thế năng W_t theo li độ x. → là một đường Parabol có bề lõm hướng lên	Hình 5.4. Cơ năng không biến thiên → là một đường thẳng song song với trục Ot → Trong 1 chu kì có 4 lần $W_d = W_t$
Sự chuyển hóa năng lượng	+ Khi vật đi từ VTCB đến VT biên: Động năng từ cực đại giảm đến 0 + Khi vật đi từ VT biên đến VTCB: Động năng từ 0 tăng đến giá trị cực đại $W_{d\max} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$	+ Khi vật đi từ VTCB đến VT biên: Thế năng từ 0 tăng đến giá trị cực đại + Khi vật đi từ VT biên đến VTCB: Thế năng từ cực đại giảm đến 0 $W_{t\max} = W_{d\max} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$	Trong dao động điều hòa, có sự chuyển hóa qua lại giữa động năng và thế năng của vật. Còn cơ năng thì được bảo toàn.

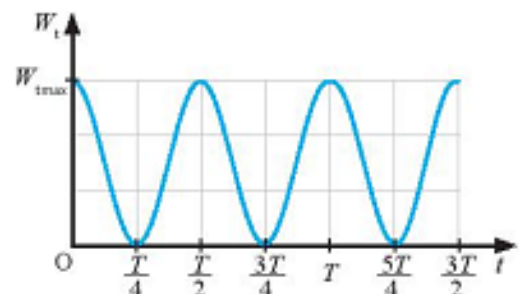
B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: Dựa vào công thức:

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi_0) \quad (3.1)$$

và Hình 3.1, mô tả sự thay đổi của thế năng trong một chu kì dao động của vật.



Hình 3.1. Đồ thị thế năng – thời gian trong dao động điều hòa.

Lời giải:

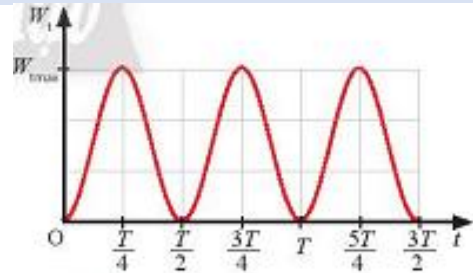
Sự thay đổi của thế năng trong một chu kỳ dao động của vật:

- Tại thời điểm ban đầu thế năng cực đại, sau thời gian $\frac{T}{4}$ thế năng bằng 0
- Từ $\frac{T}{4}$ đến thời điểm $\frac{T}{2}$ thế năng tăng từ 0 đến cực đại.
- Từ $\frac{T}{2}$ đến thời điểm $\frac{3T}{4}$ thế năng giảm từ cực đại về 0.
- Từ $\frac{3T}{4}$ đến thời điểm T thế năng tăng từ 0 đến cực đại.

Bài 2: Dựa vào công thức:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0) \quad (3.2)$$

và Hình 3.2, mô tả sự thay đổi của động năng trong một chu kỳ dao động của vật.



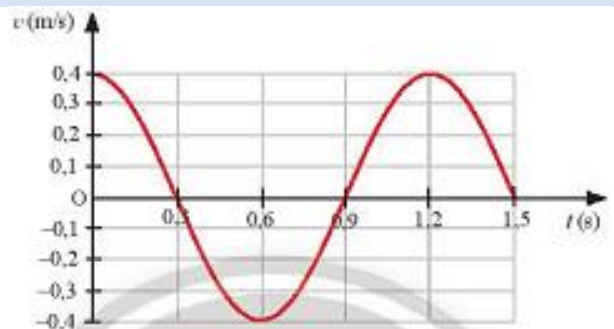
Hình 3.2. Đồ thị động năng – thời gian trong dao động điều hòa.

Lời giải:

Sự thay đổi của thế năng trong một chu kỳ dao động của vật:

- Tại thời điểm ban đầu động năng, sau thời gian $\frac{T}{4}$ động năng tăng đến cực đại
- Từ $\frac{T}{4}$ đến thời điểm $\frac{T}{2}$ động năng giảm từ cực đại về 0.
- Từ $\frac{T}{2}$ đến thời điểm $\frac{3T}{4}$ động năng tăng từ 0 đến cực đại.
- Từ $\frac{3T}{4}$ đến thời điểm T động năng giảm từ cực đại về 0.

Bài 3: Một vật có khối lượng 2kg dao động điều hòa có đồ thị vận tốc – thời gian như Hình 3.3. Xác định tốc độ cực đại và động năng cực đại của vật trong quá trình dao động.

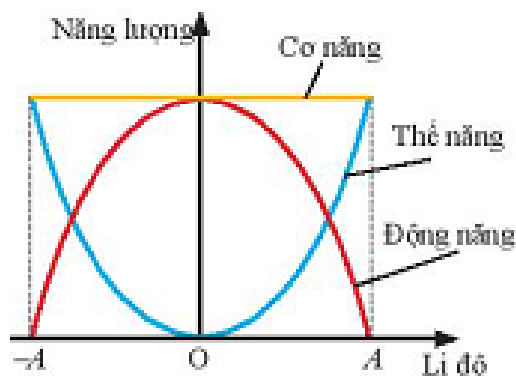


Hình 3.3. Đồ thị vận tốc – thời gian của vật dao động.

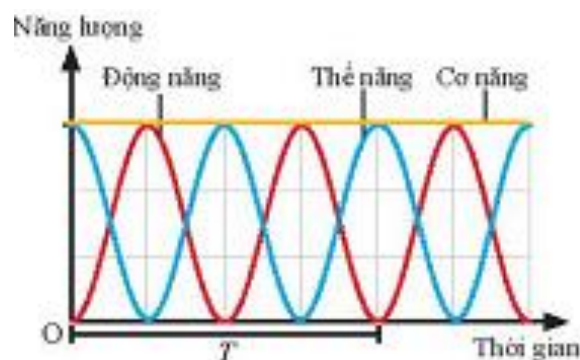
Lời giải:

- Từ đồ thị ta thấy: $v_{\max} = 0,4 \text{ (m/s)}$
- $W_d = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0,4^2 = 0,16 \text{ J}$

Bài 4: Quan sát Hình 3.4 và 3.5, nhận xét về độ lớn của động năng, thế năng và cơ năng trong quá trình dao động điều hòa của vật.



Hình 3.4. Sự phụ thuộc của thế năng, động năng và cơ năng vào li độ của vật dao động.



Hình 3.5. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thế năng, động năng và cơ năng trong dao động theo thời gian.

Lời giải:

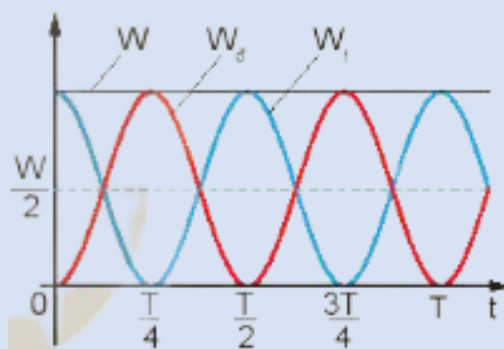
Trong quá trình dao động điều hòa của vật động năng thế năng chuyển hóa cho nhau còn cơ năng không đổi.

Bài 5: Xét một vật bắt đầu dao động điều hòa từ vị trí cân bằng theo chiều âm của trục tọa độ. Chọn gốc thế năng tại vị trí cân bằng của vật. Hãy vẽ phác đồ thị thể hiện sự phụ thuộc vào thời gian của động năng và thế năng trong hai chu kì dao động trên cùng một hệ trục tọa độ. Chỉ ra trên đồ thị những thời điểm mà động năng và thế năng có độ lớn bằng nhau.

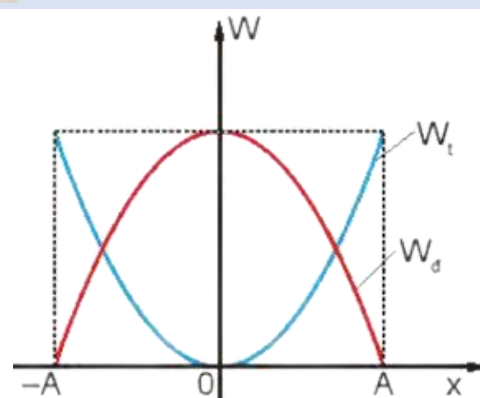
Lời giải:

- Đường màu đỏ là thế năng, đường màu xanh là động năng.
- Trên đồ thị những điểm mà đồ thị cắt nhau thì động năng bằng thế năng và có độ lớn bằng:

$$\frac{T}{8} + k\frac{T}{4}$$



Bài 6: Hình 5.1 là đồ thị động năng và thế năng của một vật dao động điều hoà theo li độ. Hãy phân tích sự chuyển đổi động năng và thế năng bằng đồ thị.



Hình 5.1

Lời giải:

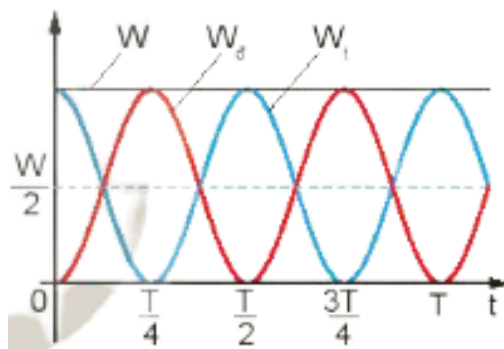
Từ đồ thị ta thấy:

Ở vị trí biên: $W_d = 0$, W_{tmax} khi về vị trí cân bằng thì W_d tăng dần đến cực đại và W_t giảm dần về 0.

Bài 7: Hình 5.2 là đồ thị động năng và thế năng của một vật dao động điều hoà theo thời gian.

- a. Động năng và thế năng của vật thay đổi như thế nào trong các khoảng thời gian: từ 0 đến $\frac{T}{4}$; từ $\frac{T}{4}$ đến $\frac{T}{2}$; từ $\frac{T}{2}$ đến $\frac{3T}{4}$; từ $\frac{3T}{4}$ đến T.
- b. Tại mỗi thời điểm $t = 0$; $t = \frac{T}{8}$; $t = \frac{T}{4}$; $t = \frac{3T}{8}$

động năng và thế năng của vật có giá trị như thế nào? (tính theo W). Nghiệm lại để thấy tại mỗi thời điểm đó: $W_d + W_t = W$

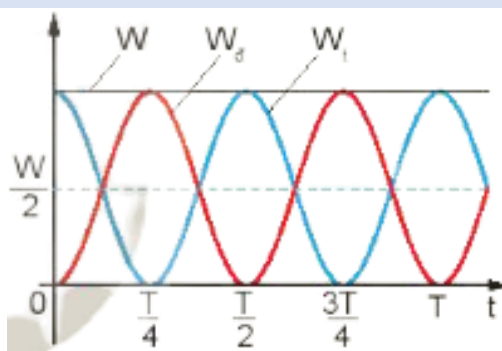


Hình 5.2

Lời giải:

- a. - Từ 0 đến $\frac{T}{4}$: W_d tăng từ 0 đến W_{dmax} , W_t giảm từ W_{tmax} về 0
- Từ $\frac{T}{4}$ đến $\frac{T}{2}$: W_d giảm từ W_{dmax} về 0, W_t tăng từ 0 đến W_{tmax}
- Từ $\frac{T}{2}$ đến $\frac{3T}{4}$: W_d tăng từ 0 đến W_{dmax} , W_t giảm từ W_{tmax} về 0
- Từ $\frac{3T}{4}$ đến T: W_d giảm từ W_{dmax} về 0, W_t tăng từ 0 đến W_{tmax} .
- b. Tại $t = 0$: $W_d = 0$, $W_t = W$
- Tại $t = \frac{T}{8}$: $W_d = W_t = \frac{W}{2}$
- Tại $t = \frac{T}{4}$: $W_d = W$, $W_t = 0$
- Tại $t = \frac{3T}{8}$: $W_d = W_t = \frac{W}{2}$

Bài 8: Dựa vào đồ thị hình 3.2 tìm số lần vật có động năng bằng thế năng trong mỗi chu kì dao động của vật.



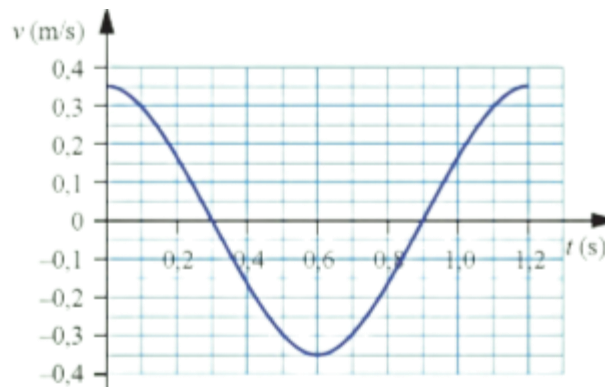
Hình 3.2. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi động năng, thế năng và cơ năng dao động theo thời gian.

Lời giải:

Từ đồ thị ta thấy trong mỗi chu kỳ có 4 lần động năng bằng thế năng.

Bài 9: Cho đồ thị vận tốc – thời gian của một con lắc đơn dao động như Hình 3.3. Biết rằng khối lượng của vật treo vào sợi dây là 0,2kg. Xác định:

- Chu kì và tần số góc của con lắc.
- Vận tốc cực đại của vật.
- Cơ năng của con lắc.
- Biên độ của vật.



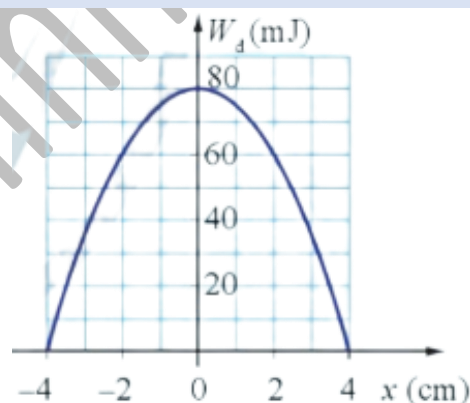
Hình 3.3. Đồ thị vận tốc – thời gian của con lắc đơn.

Lời giải:

- Từ đồ thị ta thấy: $T = 1,2s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{5\pi}{3} (rad / s)$
- $V_{\max} = 0,35 \text{ m/s}$
- $W = W_{d \max} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,2^2 \cdot 0,35^2 = 4,9 \cdot 10^{-3} \text{ J}$
- $v_{\max} = \omega \cdot A \Rightarrow A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{0,35}{\frac{5\pi}{3}} = \frac{0,21}{\pi} \approx 6,68 \text{ cm}$

Bài 10: Đồ thị hình 3.4 mô tả sự thay đổi động năng theo li độ của quả cầu có khối lượng 0,4kg trong một con lắc lò xo treo thẳng đứng. Xác định:

- Cơ năng của con lắc lò xo.
- Vận tốc cực đại của quả cầu.
- Thế năng của con lắc lò xo khi quả cầu ở vị trí có li độ 2cm.



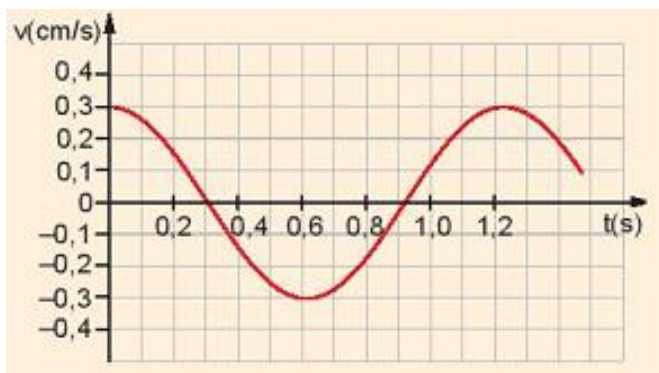
Hình 3.4. Đồ thị mô tả sự thay đổi của động năng theo li độ của quả cầu trong con lắc lò xo thẳng đứng.

Lời giải:

- Từ đồ thị ta thấy $W = W_{d \max} = 80 \text{ mJ} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ J}$
- Ta có $W = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 80 \cdot 10^{-3}}{0,4}} = \frac{\sqrt{10}}{5} (m / s)$
- Tại $x = 2 \text{ cm}$, từ đồ thị ta thấy $W_d = 60 \text{ mJ}$
 $\Rightarrow W_t = W - W_d = 80 - 60 = 20 \text{ mJ}$.

Bài 11: Một con lắc lò xo có vật nặng khối lượng 0,4kg, dao động điều hoà. Đồ thị vận tốc v theo thời gian t như Hình 5.3. Tính:

- Vận tốc cực đại của vật.
- Động năng cực đại của vật.
- Thế năng cực đại của con lắc.
- Độ cứng k của lò xo.



Hình 5.3

Lời giải:

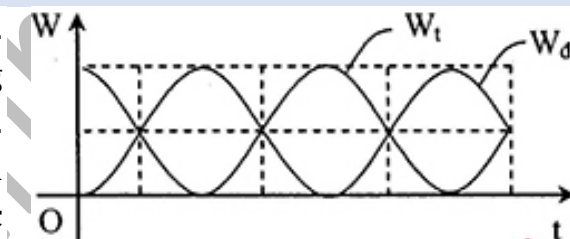
a. $V_{\max} = 0,3 \text{ cm/s} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

b. $W_{d\max} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot (3 \cdot 10^{-3})^2 = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

c. $W_{t\max} = W_{d\max} = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

d. Từ đồ thị ta có $T = 1,2\text{s}$ mà $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 \cdot m}{T^2} = 11(\text{N/m})$

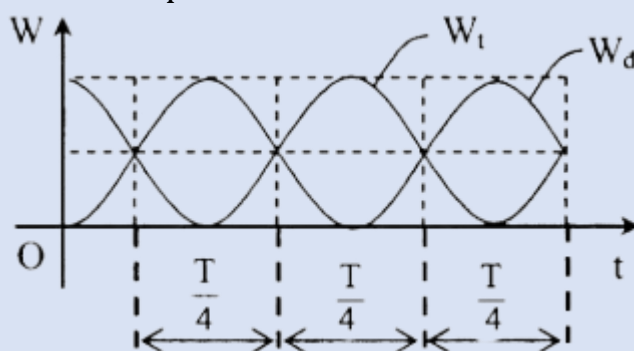
Bài 12: Con lắc lò xo dao động điều hoà. Đồ thị biểu diễn sự biến đổi động năng và thế năng theo thời gian cho ở hình vẽ. Khoảng thời gian giữa hai thời điểm liên tiếp động năng bằng thế năng là 0,2s. Xác định chu kỳ dao động của con lắc?



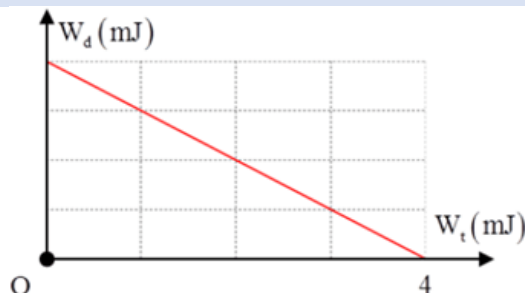
Lời giải:

Từ đồ thị ta thấy: khoảng thời gian giữa hai lần liên tiếp động năng bằng thế năng là:

$$\frac{T}{4} = 0,2\text{s} \Rightarrow T = 0,8\text{s}$$



Bài 13: Động năng dao động của một con lắc lò xo được mô tả theo thế năng dao động của nó bằng đồ thị như hình vẽ. Cho biết khối lượng của vật bằng 100 g, vật dao động giữa hai vị trí cách nhau 8cm. Tính tần số góc của dao động của con lắc lò xo.



Lời giải:

Từ hình vẽ, ta thấy rằng:

+ $W = W_{\text{tmax}} = 4\text{mJ}$.

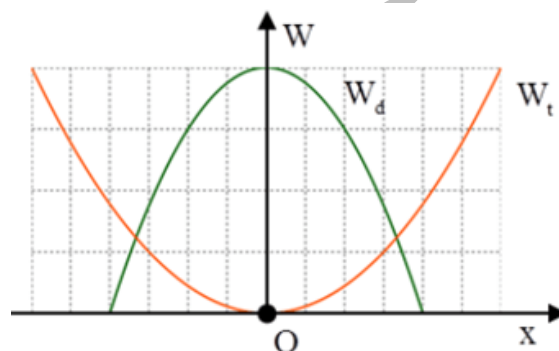
+ Vật dao động giữa hai vị trí cách nhau 8 cm $\rightarrow A = 4\text{cm}$

$\Rightarrow$ Tần số góc của dao động:

$$\omega = \sqrt{\frac{2W}{mA^2}} = \sqrt{\frac{2.4 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 0,04^2}} = 5\sqrt{2} \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$$

Vận dụng cao

Bài 14: Hai chất điểm có khối lượng lần lượt là m_1, m_2 dao động điều hòa cùng phương cùng tần số. Đồ thị biểu diễn động năng của m_1 và thế năng của m_2 theo li độ như hình vẽ. Xác định tỉ số m_1/m_2 .



Lời giải:

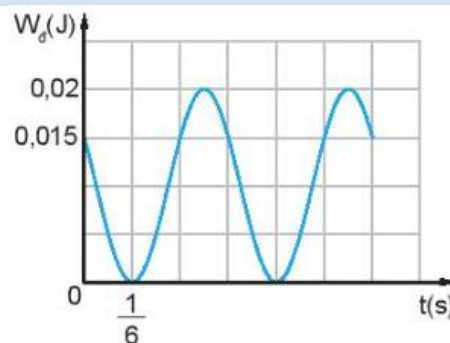
Từ đồ thị ta thấy rằng cơ năng của hai vật là như nhau: $E_1 = E_2$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m_1\omega^2A_1^2 = \frac{1}{2}m_2\omega^2A_2^2 \Leftrightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{A_2^2}{A_1^2}$$

Mặt khác:

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{9}{4}$$

Bài 15: Hình 7.5 là đồ thị động năng theo thời gian của một vật khối lượng 0,4 kg dao động điều hòa. Tại thời điểm ban đầu vật đang chuyển động theo chiều dương. Lấy $\pi^2 = 10$. Viết phương trình dao động của vật.



Hình 7.5. Đồ thị động năng theo thời gian.

Lời giải:

Từ đồ thị ta có:

Tại thời điểm ban đầu $t = 0$: $W_d = 0,015\text{J}$

$$\Rightarrow W_t = 0,02 - 0,015 = 0,005\text{J}$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{W}{4} \Rightarrow x_0 = \pm \frac{A}{2}$$

Tại thời điểm: $t_1 = \frac{1}{6}$: $W_d = 0 \Rightarrow x_1 = \pm A$

Dựa vào đồ thị ta suy ra: $x_0 = \frac{A}{2} \Rightarrow x_1 = A$

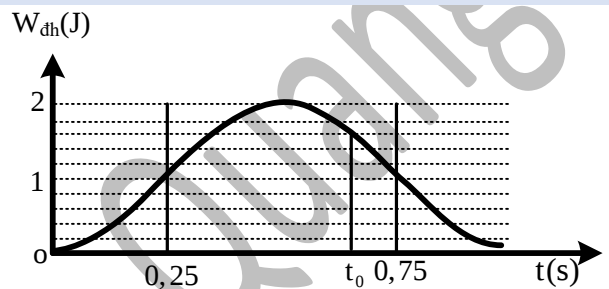
Khoảng thời gian từ x_0 đến x_1 là: $\Delta t = \frac{1}{6} = \frac{T}{6} \Leftrightarrow T = 1(s) \Leftrightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi(\text{rad/s})$

$$W_{d\max} = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 0,02 \Leftrightarrow A = \sqrt{\frac{2W_{d\max}}{m\omega^2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,02}{0,4 \cdot (2\pi)^2}} = 0,05\text{m} = 5(\text{cm})$$

Tại $t = 0$: $\begin{cases} x_0 = A \cos \varphi = \frac{A}{2} \\ v = -A \sin \varphi > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos \varphi = \frac{1}{2} \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{3}$

Phương trình dao động của vật là: $x = 5 \cos(2\pi t - \frac{\pi}{3})(\text{cm})$

Bài 16: Một con lắc lò xo đang dao động điều hòa. Hình bên là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của động năng W_d của con lắc theo thời gian t . Xác định giá trị t_0 ?



Lời giải:

+ Từ đồ thị ta có $W_{d\max} = W = 2\text{J}$

Lúc $t = 0$: $W_d = 0 \rightarrow$ Vật ở vị trí biên

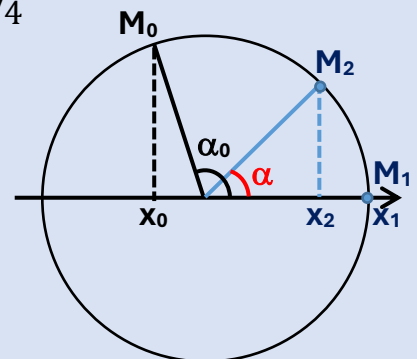
Lúc $t = 0,25\text{ s}$: $W_d = W/2 \Rightarrow W_d = W_t \Rightarrow x = \pm A/\sqrt{2}$

Dựa vào vòng tròn lượng giác, góc quét tương ứng: $\alpha = \pi/4$

$\Rightarrow$ thời gian: $t = \frac{\alpha}{2\pi} T = \frac{T}{8} \Rightarrow T = 2\text{ (s)}$

+ Ở thời điểm t_0 : $W_{d0} = 1,6\text{ J}$

$$\Rightarrow \frac{W_{t0}}{W} = \frac{0,4}{2} = \frac{x_0^2}{A^2} = \frac{1}{5} \Rightarrow x_0 = \pm \frac{A}{\sqrt{5}}$$



Vì động năng tăng đến cực đại (qua VTCB) rồi mới giảm về W_{d0} nên $x_0 = -\frac{A}{\sqrt{5}}$

$$\cos \alpha_0 = \frac{x_0}{A} = -\frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow \alpha_0 = 2,03\text{ rad} \Rightarrow t_0 = \frac{\alpha_0}{2\pi} T = 0,648\text{ s}$$

Chủ đề

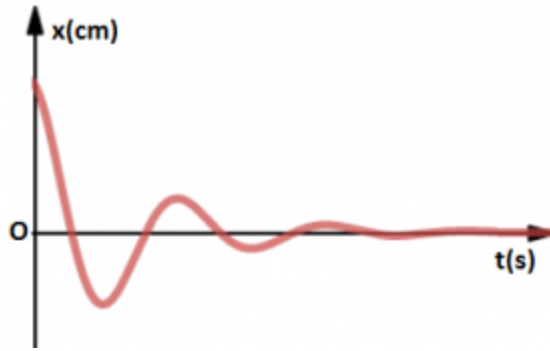
5

DAO ĐỘNG TẮT DẦN VÀ HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG

I Tóm tắt lý thuyết

1 Dao động tắt dần

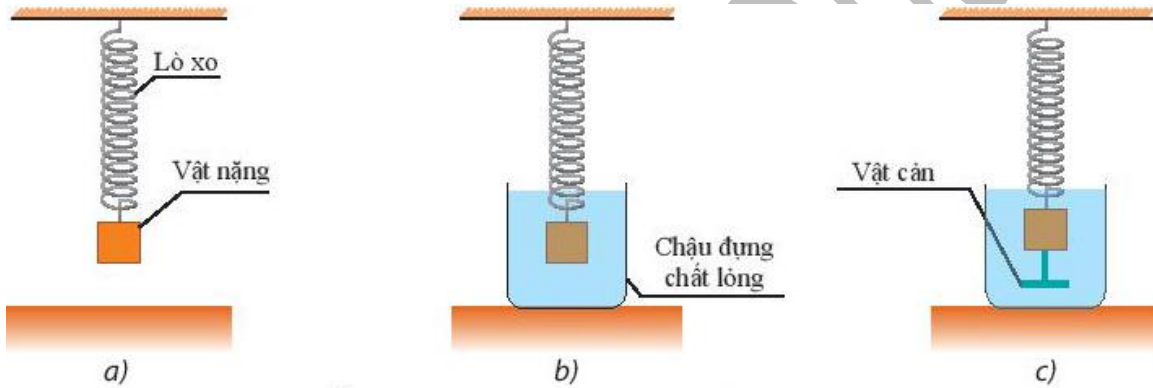
a. Định nghĩa: Dao động có biên độ giảm dần theo thời gian gọi là dao động tắt dần.



b. Nguyên nhân làm tắt dần dao động: là do lực ma sát và lực cản của môi trường làm tiêu hao cơ năng của con lắc, chuyển hóa dần dần cơ năng thành nhiệt năng. Vì thế biên độ của con lắc giảm dần và cuối cùng con lắc dừng lại.

- Ta có: $\Delta W = W' - W = A_{\text{ma sát}}$ trong đó: W : Cơ năng ; $A_{\text{ma sát}}$: Công của lực ma sát

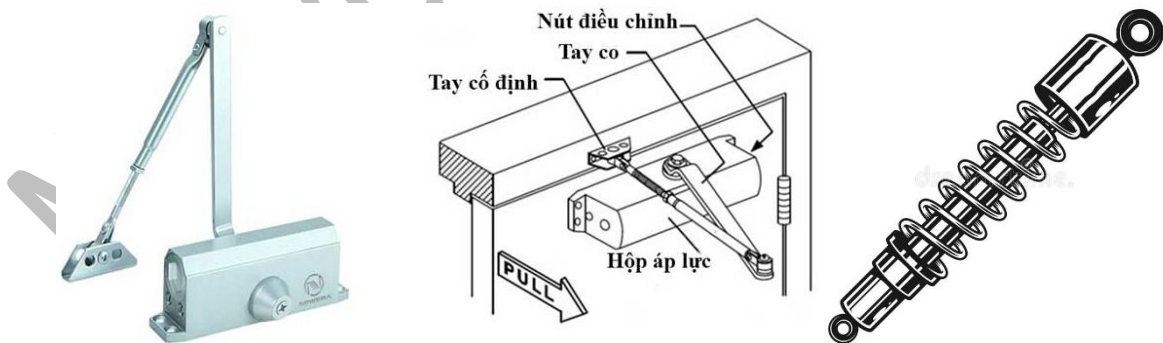
▲ **Lưu ý:** Lực cản môi trường phụ thuộc vào bản chất của môi trường và bản chất của vật dao động.



Hình 4.4. Vật nặng của con lắc lò xo dao động:

a. trong không khí; b. trong chất lỏng; c. trong chất lỏng khi có gắn thêm vật cản

c. Ứng dụng: Các thiết bị đóng cửa tự động hay giảm xóc ô tô, xe máy, ... là những ứng dụng của dao động tắt dần.



2 Dao động duy trì

- Nếu ta cung cấp thêm năng lượng cho vật dao động có ma sát để bù lại sự tiêu hao vì ma sát mà không làm thay đổi chu kì riêng của nó thì dao động kéo dài mãi và gọi là dao động duy trì.

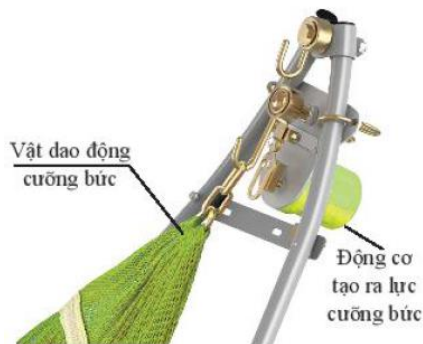
- Năng lượng bù đắp trong dao động duy trì:

$$A = -\Delta W = W_1 - W_n$$

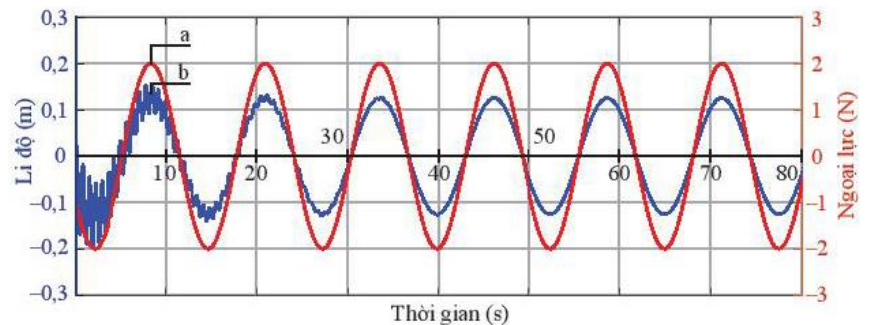


3 Dao động cưỡng bức

a. Định nghĩa: Dao động chịu tác dụng của một ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn gọi là dao động cưỡng bức.



Hình 4.7. Vẽ máy tự động sử dụng điện



Hình 4.6. Đồ thị:

- a.** ngoại lực điều hòa – thời gian (đường màu đỏ)
b. Li độ - thời gian của vật (đường màu xanh)

b. Đặc điểm của dao động cưỡng bức:

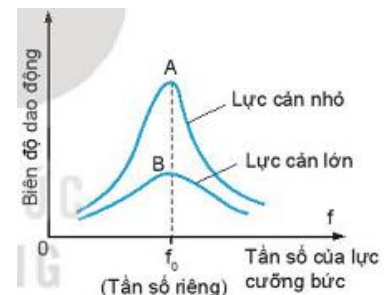
- **Về tần số:** Dao động cưỡng bức có tần số **bằng tần số lực** cưỡng bức
- **Về biên độ:**
 - Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi.
 - Biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào
 - + **biên độ của lực cưỡng bức,**
 - + **lực cản trong hệ:** Biên độ của lực cưỡng bức càng lớn khi lực cản càng nhỏ.
 - + **sự chênh lệch giữa tần số cưỡng bức f và tần số riêng f_0 của hệ:** sự chênh lệch càng ít thì biên độ của dao động cưỡng bức càng lớn.

4 Hiện tượng cộng hưởng

a. Định nghĩa: Hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng dần lên đến giá trị cực đại khi tần số f của lực cưỡng bức tiến đến bằng tần số riêng f_0 của hệ dao động gọi là hiện tượng cộng hưởng.

b. Điều kiện để xảy ra cộng hưởng:

$$\omega = \omega_0 \text{ hoặc } f = f_0 \text{ hoặc } T = T_0.$$



c. Đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của biên độ vào tần số cưỡng bức gọi là đồ thị cộng hưởng. Nó càng nhọn khi lực cản của môi trường càng nhỏ.

d. Tầm quan trọng của hiện tượng cộng hưởng:

Những hệ dao động như tòa nhà, cầu, bệ máy, khung xe,... đều có tần số riêng. Phải cẩn thận không để cho các hệ ấy	Hộp đàn của đàn ghi ta, viôlon, ... là những hộp cộng hưởng với nhiều tần số	Nguyên tắc hoạt động của lò vi sóng dựa trên cộng hưởng. Ở các lò vi sóng này, sóng được sử dụng có tần số phù	Máy đo địa chấn: Bên trong bình có một con lắc với các thanh gắn ở đầu. Kết quả của một cú sốc dưới lòng đất, con lắc
--	--	--	---

chịu tác dụng của các lực cưỡng bức mạnh, có tần số bằng tần số riêng để tránh sự cộng hưởng, gây dao động mạnh làm gãy, đổ.



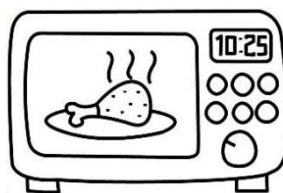
**Cầu Millennium
(Anh)**

khác nhau của dây đàn làm cho tiếng đàn nghe to, rõ.



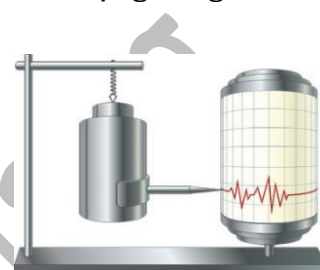
Hộp đàn

hợp với tần số dao động riêng của các phân tử nước trong thực phẩm. Các phân tử nước đóng vai trò là hệ cộng hưởng cùng dao động cưỡng bức, nên hấp thụ năng lượng của sóng được sử dụng và nóng lên.



Lò vi sóng

bắt đầu chuyển động, tác động lên đầu bút ghi. Một băng giấy quay được sử dụng để ghi lại các dao động của tải. Đẩy càng mạnh thì lông càng lệch và lò xo dao động càng dài.



Máy đo địa chấn

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống

- Dao động có giảm dần theo thời gian gọi là dao động tắt dần.
- Nguyên nhân làm tắt dần dao động: là do và lực cản của môi trường làm tiêu hao cơ năng của con lắc, chuyển hóa dần dần cơ năng thành.....
- Các thiết bị đóng cửa tự động hay giảm xóc ô tô, xe máy, ... là những ứng dụng của
- Nếu ta cung cấp thêm năng lượng cho vật dao động có ma sát để bù lại sự tiêu hao vì ma sát mà không làm thay đổi của nó thì dao động kéo dài mãi và gọi là
- Dao động chịu tác dụng của một gọi là dao động cưỡng bức.
- Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng.....
- Biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào của lực cưỡng bức, vào lực cản trong hệ và vào giữa tần số cưỡng bức f và tần số riêng f_0 của hệ.
- Biên độ của lực cưỡng bức càng lớn khi lực cản và sự chênh lệch giữa f và f_0
- Hiện tượng biên độ của dao động cưỡng bức tăng dần lên đến khi tần số f của lực cưỡng bức tiến đến f_0 của hệ dao động gọi là hiện tượng cộng hưởng.
- Hộp đàn của đàn ghi ta, violon, ... là những với nhiều tần số khác nhau của dây đàn làm cho tiếng đàn nghe to, rõ.

Lời giải:

a. biên độ

b. lực ma sát - nhiệt năng

- | | |
|--|-------------------------------------|
| c. dao động tắt dần. | d. chu kì riêng - dao động duy trì. |
| e. ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn | f. tần số lực cưỡng bức |
| g. biên độ - sự chênh lệch | h. càng nhỏ - càng ít |
| i. giá trị cực đại - bằng tần số riêng | j. hộp cộng hưởng. |

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những kí hiệu tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

	CỘT A		CỘT B
1	Dao động tắt dần	a	Là dao động được bù lại sự tiêu hao vì ma sát mà không làm thay đổi chu kì riêng
2	Dao động duy trì	b	Dao động trong đó li độ của vật là một hàm côsin (hay sin) theo thời gian.
3	Dao động cưỡng bức	c	Dao động có biên độ giảm dần theo thời gian.
4	Dao động điều hòa	d	Dao động chịu tác dụng của một ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn.

Lời giải:

1 - c; 2 - a; 3 - d; 4 - b.

III Bài tập phân dạng

Dạng

1

Bài tập áp dụng công thức

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Bài toán dao động tắt dần:

- Ta có:

$$\Delta W = W' - W = A_{\text{ma sát}}$$

trong đó: W: Cơ năng ; $A_{\text{ma sát}}$: Công của lực ma sát

Độ giảm biên độ trong 1 chu kì:	Số dao động thực hiện đến khi dừng lại:	Quãng đường vật đi đến khi dừng lại:	Quãng đường vật đi trong n chu kì (*):
$\Delta A = \frac{4F_{ms}}{m\omega^2}$	$N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{m\omega^2 A}{4F_{ms}}$ $\Rightarrow$ Thời gian dao động: $t = N.T$	ADCT: $\Delta W = 0 - W$ $= A_{\text{ma sát}} = -F_{ms}.S$ $\Rightarrow S = \frac{W}{F_{ms}}$	- Biên độ của vật sau n chu kì: $A_n = A - n.\Delta A$ - ADCT: $\Delta W = W_n - W_1$ $= A_{\text{ma sát}} = -F_{ms}.S$

$$\Rightarrow s = \frac{W - W_n}{F_{ms}}$$

Với: $F_{ms} = \mu N = \mu mg$ (Nếu con lắc nằm ngang)

$F_{ms} = \mu N = \mu mg \cdot \cos \alpha$ (Nếu con lắc đặt trên mặt phẳng nghiêng góc α so với phương ngang)

2. Bài toán dao động duy trì:

Năng lượng bù đắp trong dao động duy trì:

$$A = -\Delta W = W_1 - W_n$$

3. Bài toán dao động cưỡng bức:

- Là dao động gây bởi ngoại lực biến đổi điều hòa $\mathbf{F} = F_0 \cos(\omega t + \varphi)$

☞ Khi vật chịu tác dụng của lực F điều hòa vật sẽ thu gia tốc: $a = \frac{F}{m} = \frac{F_0}{m} \cos(\omega t + \varphi)$

4. Bài toán cộng hưởng:

- ▲ **Lưu ý:**
- + Điều kiện để xảy ra cộng hưởng là: $\omega = \omega_0$ hoặc $f = f_0$ hoặc $T = T_0$.
 - + Công thức quãng đường trong chuyển động thẳng đều: $s = v \cdot t$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: Một em bé đang chơi xích đu trong sân (Hình 6.1).

- Tại sao để xích đu tiếp tục dao động, người mẹ thỉnh thoảng lại đẩy nhẹ vào em bé?
- Hãy giải thích tại sao dao động của em bé chơi xích đu lại tắt dần nếu không có người mẹ thỉnh thoảng đẩy nhẹ vào em bé.



Hình 6.1. Em bé đang chơi xích đu trong sân.

Lời giải:

a. Vì trong quá trình xích đu chuyển động có một phần động năng của xích đu chuyển thành dạng năng lượng khác (thế năng) khi cọ xát với không khí nên động năng nhỏ dần. Do vậy người mẹ cần đẩy vào xích đu để lại bù cho phần năng lượng động năng đã bị chuyển hóa này.

b. Vì trong quá trình đu chuyển động có một phần động năng của xích đu chuyển thành dạng năng lượng khác (thế năng) khi cọ xát với không khí nên động năng giảm dần. Nên nếu không có người mẹ đẩy nhẹ vào ghế thì xích đu sẽ chậm dần và dừng lại.

Bài 2: Hãy tìm trong thực tế ví dụ về dao động tắt dần và cho biết trong mỗi trường hợp thì dao động tắt dần có lợi hay có hại.

Lời giải:

- Nếu sự tắt dần có hại thì ta phải chống lại sự tắt dần bằng cách cung cấp thêm năng lượng cho hệ dao động. Ví dụ: con lắc đồng hồ...

- Nếu sự tắt dần có lợi thì ta phải tăng cường ma sát để dao động tắt dần nhanh. Ví dụ: bộ giảm xóc của ô tô, xe máy...



Bài 3: Tìm một số ví dụ về dao động cưỡng bức.

Lời giải:

➤ Khi đến bến xe buýt, xe chỉ tạm dừng nên không tắt máy, thân xe dao động. Dao động đó dao động cưỡng bức dưới tác dụng của lực cưỡng bức tuần hoàn gây ra bởi chuyển động của pit tông trong xi lanh của máy nổ.



➤ Vỡng máy tự động sử dụng điện cho vỡng dao động cưỡng bức.



➤ Kéo một con lắc lò xo rồi thả ra. Con lắc lò xo sẽ dao động tắt dần, bây giờ ta đặt một lực do tay ta tạo ra lên con lắc. Khi đó dao động này gọi là dao động cưỡng bức, do vật dao động phụ thuộc vào lực do tay ta tạo nên, tần số bằng tần số ngoại lực cưỡng bức

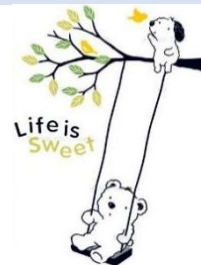


Bài 4: Giải thích tại sao, trong môi trường có lực cản, dao động của các vật lại tắt dần?

Lời giải:

Trong môi trường có lực cản, sẽ sinh ra ma sát từ đó phát sinh năng lượng hao phí dẫn đến năng lượng ban đầu của dao động chuyển hoá dần thành các dạng năng lượng khác (nhiệt, âm thanh,...). Từ đó biên độ dao động giảm dần và tắt hẳn, dẫn đến dao động của các vật sẽ tắt dần theo thời gian.

Bài 5: Vì sao nếu chỉ đẩy một lần, xích đu sẽ dao động một vài chu kì rồi dừng lại? Lấy ví dụ về dao động tắt dần trong thực tế.



Lời giải:

Vì trong quá trình xích đu chuyển động có một phần động năng của xích đu chuyển thành dạng năng lượng khác (thế năng) khi cọ xát với không khí nên động năng nhỏ dần. Do vậy xích đu sẽ dao động một vài chu kì rồi dừng lại.

Ví dụ về dao động tắt dần: bộ giảm xóc của ô tô, xe máy, xích đu, ...

Bài 6: Tìm tần số dao động riêng của con lắc lò xo trong Hình 6.1. Cho độ cứng của lò xo $k = 150 \text{ N/m}$, khối lượng của thú nhún $m = 0,15 \text{ kg}$. Tần số này phụ thuộc những yếu tố nào?



Hình 6.1. Thú nhún lò xo

Lời giải:

Từ công thức chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow$ tần số: $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{150}{0,15}} \approx 5,033\text{Hz}$

Như vậy, tần số dao động riêng của con lắc lò xo phụ thuộc vào hai yếu tố chính là hệ số đàn hồi (độ cứng) của lò xo và khối lượng của vật đang dao động.

Bài 7: Tìm ví dụ về hiện tượng cộng hưởng xảy ra trong cuộc sống. Đánh giá sự có lợi hay có hại của cộng hưởng trong trường hợp đó.

Lời giải:

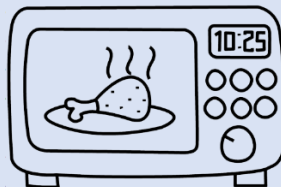
Chiếc cầu bị rung lắc do hiện tượng cộng hưởng



Hộp đàn của đàn ghi ta, violon, ... là những hộp cộng hưởng với nhiều tần số khác nhau của dây đàn làm cho tiếng đàn nghe to, rõ.



Nguyên tắc hoạt động của lò vi sóng dựa trên cộng hưởng.



Chiếc li thủy tinh đặt gần một chiếc loa công suất lớn, li thủy tinh bị vỡ khi loa phát ra âm thanh tương đối lớn



Bài 8: Quan sát Hình 4.2, mô tả chuyển động của xích đu, ván nhảy cầu sau khi ngừng tác dụng lực.



a)



b)

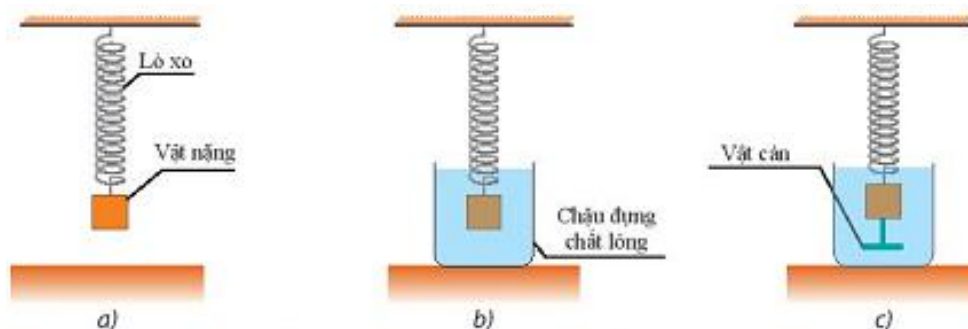
Hình 4.2. Xích đu (a), ván nhảy cầu (b)

Lời giải:

Sau khi ngừng tác dụng lực vật vẫn sẽ chuyển động nữa nhưng với biên độ nhỏ dần rồi từ từ dừng lại.

Bài 9: Bố trí sơ đồ thí nghiệm như hình 4.4. kéo vật nặng của con lắc lò xo khỏi vị trí cân bằng theo phương thẳng đứng một đoạn xác định và thả nhẹ để vật dao động không vận tốc ban đầu. Dự đoán và thực hiện thí nghiệm kiểm chứng (nếu có điều kiện) về dao động của con lắc trong các trường hợp khi vật nặng thực

hiện dao động trong: a) không khí; b) chất lỏng (nước/dầu); c) chất lỏng (nước/dầu) khi có gắn thêm vật cản.



Hình 4.4. Vật nặng của con lắc lò xo dao động trong: a) không khí; b) chất lỏng; c) chất lỏng khi có gắn thêm vật cản.

Lời giải:

Dự đoán về dao động của con lắc trong các trường hợp vật nặng thực hiện dao động trong:

a) không khí: vật chuyển động nhanh với biên độ lớn và dừng lâu hơn hai trường hợp còn lại;

b) chất lỏng (nước/dầu): vật chuyển động chậm với biên độ nhỏ và dừng nhanh hơn so với không khí;

c) chất lỏng (nước/dầu) khi có gắn thêm vật cản: vật sẽ dừng lại nhanh nhất.

Bài 10: Trên thực tế, sau khi được kích thích để dao động, xích đu (Hình 4.1a) hoặc võng sẽ dao động tắt dần. Làm cách nào để chúng có thể dao động với biên độ không đổi?



Lời giải:

Chúng ta sẽ bổ sung năng lượng để bù lại sự tiêu hao năng lượng do lực cản môi trường, chúng ta bổ sung năng lượng cho vật dao động bằng hai cách như truyền năng lượng bổ sung bằng đúng phần năng lượng tiêu hao ở cuối mỗi chu kì dao động của hệ bằng lực cùng chiều chuyển động hoặc sử dụng ngoại lực biến thiên điều hòa theo thời gian.

Bài 11: Bố trí thí nghiệm hệ con lắc Barton như Hình 4.10. Mô hình gồm nhiều con lắc đơn có chiều dài dây treo khác nhau được gắn trên cùng một sợi dây đàn hồi. Khi con lắc số 1 được kích thích để dao động, nhưng con lắc còn lại (từ số 2 đến số 7) sẽ bắt đầu dao động. Giải thích vì sao chúng dao động và dự đoán về biên độ dao động của chúng.



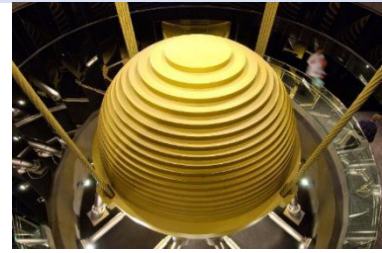
Hình 4.10. Thí nghiệm hệ con lắc Barton.

Lời giải:

Những con lắc khác cũng dao động do con lắc 1 cưỡng bức.

Con lắc dao động mạnh nhất là con lắc có chiều dài bằng với chiều dài của con lắc 1, đó là con lắc 4. Vì lúc đó chu kỳ dao động riêng T_4 bằng với chu kỳ dao động cưỡng bức T_1 nên con lắc 4 xảy ra cộng hưởng và sẽ dao động với biên độ lớn nhất

Bài 12: Tìm hiểu và trình bày hoạt động của bộ giảm chấn khối lượng, là một con lắc được treo trên tòa nhà Taipei 101 tại Thành phố Đài Bắc, Đài Loan.



Hình 4.1. Con lắc giảm chấn được treo trên tòa nhà Taipei 101

Lời giải:

➤ Khi có tác động ngoại lực (gió, bão, động đất...) lên tòa nhà thì cả tòa nhà sẽ bị dao động theo (rung lắc), nhờ có con lắc giảm chấn này mà nó sẽ triệt tiêu được đáng kể ngoại lực tác dụng. Hay cụ thể là con lắc giảm chấn có vai trò hạn chế dao động của tòa nhà bằng cách làm cho dao động này tắt dần nhanh chóng.

➤ Nguyên tắc là làm thay đổi tần số dao động của tòa nhà để nó không có tần số dao động bằng tần số dao động riêng của hệ.

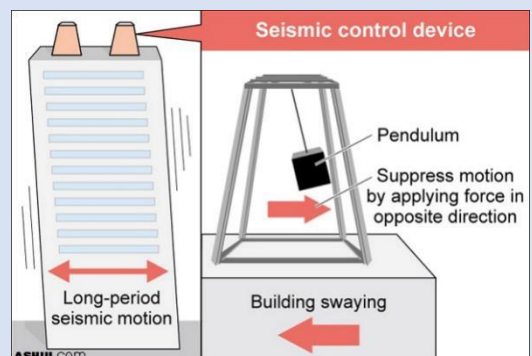
Bài 13: Tìm hiểu và trình bày ngắn gọn phương án kỹ thuật để hạn chế thiệt hại cho các tòa nhà, đặc biệt là các tòa nhà cao tầng, tại những nơi thường xảy ra động đất như Nhật Bản.

Lời giải:

➤ **Công nghệ “Con lắc thép khổng lồ” cho công trình Shinjuku Mitsui:** là công nghệ mới nhất hiện nay. Hệ thống chống động đất bằng cách đặt sáu con lắc thép khổng lồ, mỗi con lắc nặng 300 tấn trên nóc một tòa nhà cao 55 tầng tại Tokyo, với tổng chi phí 5 tỷ Yên Nhật tương đương khoảng (51 triệu USD). Theo thiết kế, những con lắc này không những làm giảm chấn động tới 60%, mà còn rút ngắn thời gian chịu tác động từ dư chấn của tòa nhà. Ngoài ra, công nghệ mới này còn cho phép thi công mà không hề ảnh hưởng tới cấu trúc.

➤ **Công nghệ “Con nhún” cho công trình Bệnh viện Chữ thập đỏ Ishinomaki:** Toàn bộ tòa nhà chính của bệnh viện được đặt trên một hệ thống gồm 126 thiết bị chống động đất gọi là thiết bị cách ly động đất do Tập đoàn Nikkei Seikei xây dựng. Thiết bị này giống như những “con nhún” đặt dưới móng của tòa nhà.

Khi động đất xảy ra, toàn bộ tòa nhà cao 7 tầng, rộng 9.455m² này sẽ được 126 “con nhún”



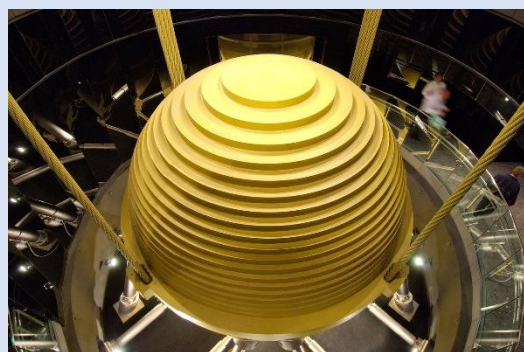
đẩy đưa “nhún” lên xuống và qua lại trên nền móng vững chãi của tòa nhà.

➤ **Công nghệ Piston cho các tòa nhà tháp:**

Mục đích là để hấp thụ lực tác động và giảm thiểu tối đa những chuyển động rung lắc giữa các tầng lầu. Khi có động đất cường độ mạnh, tòa nhà có thể đứng đưa qua lại với biên độ lớn như một đồng hồ quả lắc và chúng ta có thể nhìn thấy bằng mắt thường nhưng những rung lắc nội tại của tòa nhà đã bị triệt tiêu. Một kỹ thuật khác rất phổ biến tại Tokyo là triệt tiêu lực tác động bằng chất lỏng - một dạng cấu trúc công nghệ như những piston lớn được ứng dụng. Một dẫn chứng là tòa tháp Mori cao 238m với 53 tầng và 6 tầng hầm của khu phức hợp Roppongi Hills tại Tokyo đã ứng dụng công nghệ này.

➤ **Công nghệ chống động đất khác cho các tòa nhà trên thế giới:**

Hàng trăm tòa nhà trên khắp thế giới đang sử dụng một hệ thống tên gọi là van điều tiết khối lượng (TMD). Một thiết bị cực nặng, gọi là quả nặng thứ hai, được gắn vào một tòa nhà để chống lại chuyển động của nó. Một trong những tòa nhà chọc trời cao nhất thế giới, Taipei 101 tại Đài Loan, có một quả cầu thép nặng 730 tấn cố định bởi cáp thép.



Bài 14: Máy đo địa chấn được sử dụng để phát hiện và đo đạc những rung động địa chấn được tạo ra bởi sự dịch chuyển của lớp vỏ Trái Đất. Năng lượng từ các cơn địa chấn có khả năng kích thích con lắc lò xo bên trong máy đo làm đầu bút di chuyển để vẽ lên giấy (Hình 4P.1)



Hình 4P.1. Máy đo địa chấn.

- a. Dao động của con lắc lò xo trong máy đo địa chấn khi cơn địa chấn xuất hiện là loại dao động gì? Giải thích.

- b. Tần số của những cơn địa chấn thường nằm trong khoảng 30Hz – 40Hz. Để kết quả ghi nhận là tốt nhất, hệ con lắc lò xo trong máy đo địa chấn cần được thiết kế để có tần số dao động riêng trong khoảng nào?

Lời giải:

a) Máy đo địa chấn đơn giản hoạt động theo nguyên tắc sau đây: Khi xảy ra động đất thì hệ gồm lò xo và vật nặng của máy đo sẽ dao động theo tần số của địa chấn đây là ứng dụng của hiện tượng dao động cưỡng bức.

b) Tần số riêng của hệ (vật nặng + lò xo) trong máy địa chấn phải có giá trị nhỏ hơn tần số sóng địa chấn vì để tránh xảy ra hiện tượng cộng hưởng dao động quá mức gây hỏng máy không đo được tần số của sóng địa chấn.

Bài 15: Một con lắc dao động tắt dần. Cứ sau mỗi chu kì, biên độ giảm 3%. Tính phần năng lượng của con lắc bị mất đi trong một dao động toàn phần.

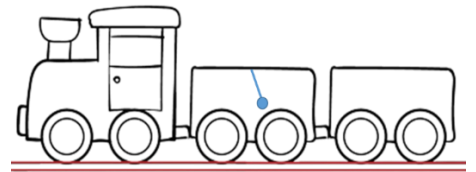
Lời giải:

Biên độ giảm 3%: $A' = 97\%A = 0,97A$

$$\frac{W'}{W} = \frac{\frac{1}{2}kA'^2}{\frac{1}{2}kA^2} = \left(\frac{A'}{A}\right)^2 = 0,97^2 = 0,94 \Rightarrow W' = 94\%W$$

Phần năng lượng của con lắc mất đi trong một dao động toàn phần là 6%

Bài 16: Một con lắc dài 44 cm được treo vào trần của một toa xe lửa. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh của toa xe gặp chỗ nối nhau của đường ray. Hỏi tàu chạy thẳng đều với tốc độ bằng bao nhiêu thì biên độ dao động của con lắc sẽ lớn nhất? Cho biết chiều dài của mỗi đường ray là 12,5 m. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



Lời giải:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,44}{9,8}} \approx 1,33\text{s}$$

Chu kì dao động riêng của con lắc là:

Để con lắc dao động với biên độ lớn nhất thì phải xảy ra hiện tượng cộng hưởng, do đó:

$$T_{\text{xe lửa}} = T = 1,33\text{s}.$$

Chu kì của xe lửa là thời gian xe đi hết quãng đường 12,5m

$$\Rightarrow v = \frac{s}{T} = \frac{12,5}{1,33} \approx 9,4(\text{m/s})$$

Bài 17: Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng 100 N/m và vật nhỏ có khối lượng m. Tác dụng lên vật ngoại lực $F = 20\cos 10\pi t$ (N) (t tính bằng s) dọc theo trục lò xo thì xảy ra hiện tượng cộng hưởng. Lấy $\pi^2 = 10$. Giá trị của m là?

Lời giải:

$$\text{Khi cộng hưởng } \omega_F = \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Leftrightarrow 10\pi = \sqrt{\frac{100}{m}} \Rightarrow m = 0,1(\text{kg})$$

Bài 18: Một hành khách dùng dây cao su treo một chiếc ba lô lên trần toa tàu, ngay phía trên một trục bánh xe của toa tàu. Khối lượng của ba lô 16 (kg), hệ số cứng của dây cao su 900 (N/m), chiều dài mỗi thanh ray là 12,5 (m), ở chỗ nối hai thanh ray có một khe nhỏ. Hỏi tàu chạy với tốc độ bao nhiêu thì ba lô dao động mạnh nhất?



Lời giải:

Để ba lô dao động với biên độ lớn nhất thì phải xảy ra hiện tượng cộng hưởng, do đó:

$$T_{cb} = T_0 \Rightarrow \frac{\Delta S}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{12,5}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{16}{900}} \Rightarrow v = 15 \text{ (m/s)}.$$

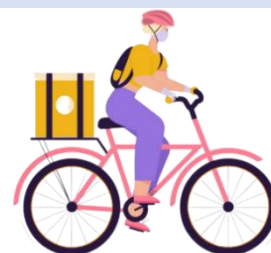
Bài 19: Một con lắc đơn dài 0,3 m được treo vào trần của một toa xe lửa. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh xe của toa xe gặp chỗ nối nhau của các đoạn đường ray. Biết chiều dài mỗi thanh ray là 12,5 (m) và lấy gia tốc trọng trường 9,8 m/s². Hỏi tàu chạy với tốc độ bao nhiêu thì biên độ của con lắc lớn nhất?

Lời giải:

Để con lắc dao động với biên độ lớn nhất thì phải xảy ra hiện tượng cộng hưởng, do đó:

$$T_{cb} = T_0 \Rightarrow \frac{\Delta S}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow \frac{12,5}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{0,3}{9,8}} \Rightarrow v = 11,4 \text{ (m/s)} = 41 \text{ (km/h)}$$

Bài 20: Một người đeo hai thùng nước ở phía sau xe đạp và đạp xe trên con đường lát bê tông. Cứ cách 3 m, trên đường lại có một rãnh nhỏ. Đối với người đó tốc độ nào là không có lợi? Biết chu kỳ dao động của nước trong thùng là 0,6 s.



Lời giải:

Khi chu kỳ dao động riêng của nước bằng chu kỳ dao động cưỡng bức thì nước trong thùng dao động mạnh nhất (dễ té ra ngoài nhất! nên không có lợi).

$$T_{cb} = T_0 \Rightarrow \frac{\Delta S}{v} = T \Rightarrow v = \frac{\Delta S}{T} = 5 \text{ (m/s)}$$

Bài 21: Một con lắc dao động tắt dần trong môi trường với lực ma sát rất nhỏ. Cứ sau mỗi chu kỳ, phần năng lượng của con lắc bị mất đi 8%. Trong một dao động toàn phần biên độ giảm đi bao nhiêu phần trăm?

Lời giải:

Năng lượng mất đi 8% nên: $W' = 92\%W = 0,92W$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 A'^2 = 0,92 \cdot \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \Leftrightarrow A' = \sqrt{0,92}A = 0,96A = 96\%A$$

$\Rightarrow$ Trong một dao động toàn phần biên độ giảm đi 4% phần trăm

Bài 22: Một con lắc lò xo đang dao động tắt dần, sau ba chu kỳ đầu tiên biên độ của nó giảm đi 10%. Phần trăm cơ năng còn lại sau khoảng thời gian đó là:

Lời giải:

Biên độ của nó giảm đi 10% nên: $A' = 90\%A = 0,9A$

$$\frac{W'}{W} = \frac{\frac{1}{2}kA'^2}{\frac{1}{2}kA^2} = \left(\frac{A'}{A}\right)^2 = 0,9^2 = 0,81 \Rightarrow W' = 81\%W$$

Bài 23: Một con lắc lò xo dao động tắt dần trên mặt phẳng nằm ngang. Cứ sau mỗi chu kỳ biên độ giảm 2%. Gốc thế năng tại vị trí của vật mà lò xo không biến dạng. Phần trăm cơ năng của con lắc bị mất đi trong hai dao động toàn phần liên tiếp có giá trị gần nhất với giá trị nào sau đây?

Lời giải:

*Ban đầu biên độ là A thì sau T và 2T biên độ lần lượt là: $A_1 = 0,98A$ và $A_2 = 0,98^2A$.

*Phần trăm còn lại: $\frac{W_2}{W} = \frac{0,5kA_2^2}{0,5kA^2} = 0,98^4 = 0,92 = 92\%$

$\Rightarrow$ Phần trăm bị mất 8%

Bài 24: Một con lắc lò xo đang dao động tắt dần, cơ năng ban đầu của nó là 5J. Sau ba chu kỳ kể từ lúc bắt đầu dao động thì biên độ của nó giảm đi 18%. Phần cơ năng của con lắc chuyển hoá thành nhiệt năng tính trung bình trong mỗi chu kỳ dao động của nó là:

Lời giải:

Biên độ của nó giảm đi 18% nên: $A' = 82\%A = 0,82A$

$$\frac{W'}{W} = \frac{\frac{1}{2}kA'^2}{\frac{1}{2}kA^2} = \left(\frac{A'}{A}\right)^2 = 0,82^2 \Rightarrow W' = 0,82^2 \cdot 5 = 3,362J$$

Phần cơ năng của con lắc chuyển hoá thành nhiệt năng tính trung bình trong mỗi chu kỳ dao động của nó là: $\Delta W = \frac{5 - 3,362}{3} = 0,546(J)$

Vận dụng cao

Bài 25: Một lò xo nhẹ một đầu lò xo gắn với vật nặng dao động có khối lượng m, treo đầu còn lại lò xo lên trần xe tàu lửa. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh xe của toa xe gặp chỗ nối nhau của các đoạn đường ray (các chỗ nối cách đều nhau). Con lắc dao động mạnh nhất khi tàu có tốc độ v. Nếu tăng khối lượng vật dao động của con lắc lò xo thêm 0,45 kg thì con lắc dao động mạnh nhất khi tốc độ của tàu là 0,8v. Giá trị m là

Lời giải:

Điều kiện cộng hưởng đối với con lắc lò xo: $T_{cb} = T_0 \Rightarrow \frac{\Delta S}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{\Delta S}{v_1} = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} \\ \frac{\Delta S}{v_2} = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \Rightarrow 0,8 = \sqrt{\frac{m}{m + 0,45}} \Rightarrow m = 0,8(kg)$$

Bài 26: Một con lắc đơn có chiều dài 16 cm dao động trong không khí. Cho $g = 10 \text{ m/s}^2$ và $\pi^2 = 10$. Tác dụng lên con lắc một ngoại lực biến thiên tuần hoàn với biên độ có giá trị không đổi, nhưng tần số f có thể thay đổi được. Khi tần số của ngoại lực lần lượt có giá trị $f_1 = 0,7 \text{ Hz}$ và $f_2 = 1,5 \text{ Hz}$ thì biên độ dao động của vật tương ứng là A_1 và A_2 . So sánh A_1 và A_2 ?

Lời giải:

Tần số dao động riêng (tần số cộng hưởng): $f = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g}} = 1,25 \text{ Hz}$

Vì f_2 gần f hơn nên $\Rightarrow A_1 < A_2$.

Bài 27: Một con lắc đơn dao động tắt dần, biên độ ban đầu con lắc là 1 rad. Trong quá trình dao động vật luôn chịu tác dụng một lực cản không đổi có độ lớn bằng $1/1000$ trọng lực. Sau một chu kì dao động, biên độ của con lắc còn lại là bao nhiêu?

Lời giải:

$$\alpha_0 = 1 \text{ rad} \Rightarrow \alpha'_0 = \alpha_0 - \Delta\alpha$$

$$\Delta A = 4 \frac{F_c}{m\omega^2} = 4 \frac{P}{1000.m.g} \ell = \frac{\ell}{250}$$

$$\Rightarrow \Delta\alpha = \frac{\Delta A}{\ell} = \frac{1}{250} 0,04 \text{ rad} \Rightarrow \alpha'_0 = 1 - 0,04 = 0,996 \text{ rad}.$$

Bài 28: Cho con lắc gồm một lò xo có độ cứng bằng 100 N/m gắn với một vật nhỏ có khối lượng bằng 100 g , dao động trên mặt ngang. Biết hệ số ma sát giữa vật và mặt ngang bằng $0,2$ và gia tốc trọng trường là $g = 10 \text{ m/s}^2$, lấy $\pi^2 = 10$. Kéo vật lệch khỏi vị trí lò xo không biến dạng 12 cm , dọc theo trục của lò xo, rồi thả nhẹ cho vật dao động. Tính

- độ giảm biên độ sau mỗi nửa chu kì?
- số lần vật đi qua vị trí lò xo không biến dạng?
- thời gian vật dao động đến khi dừng hẳn lại?
- quãng đường vật đi được kể từ khi bắt đầu dao động đến khi dừng hẳn?
- tốc độ trung bình của vật từ lúc dao động đến khi dừng hẳn?
- tốc độ lớn nhất vật đạt được trong quá trình dao động?

Lời giải:

a) Độ giảm biên độ sau mỗi nửa chu kì:

$$\frac{\Delta A}{2} = \frac{2F}{k} = \frac{2\mu mg}{k} = \frac{2.0,2.0,1.10}{100} = 4.10^{-3} \text{ m} = 0,4 \text{ cm}.$$

b) Số dao động thực hiện được đến khi dừng lại: $N = \frac{A}{\Delta A} = \frac{12}{2.0,4} = 15$ dao động.

Số lần vật đi qua vị trí lò xo không biến dạng: $n_{cb} = 2N = 2.15 = 30$ lần.

c) Chu kì dao động: $T = 2\pi \sqrt{\frac{0,1}{100}} \approx 0,2 \text{ s}$

Thời gian dao động đến khi dừng lại: $t = NT = 15.0,2 = 3 \text{ s}.$

d) Quãng đường vật đi được đến khi dừng hẳn: $S = \frac{kA^2}{2F} = \frac{100.0,12^2}{2.0,2.0,1.10} = 3,6 \text{ m}.$

e) Tốc độ trung bình của vật từ lúc dao động đến khi dừng hẳn: $v = \frac{S}{t} = \frac{3,6}{3} = 1,2 \text{ m/s}.$

f) Tốc độ lớn nhất vật đạt được trong quá trình dao động là tốc độ vật qua vị trí cân bằng lần đầu tiên:

Lúc này, vật đi được $\frac{1}{4}$ chu kì nên độ giảm biên là:

$$\frac{\Delta A}{4} = \frac{F}{k} = \frac{\mu mg}{k} = \frac{0,2 \cdot 0,1 \cdot 10}{100} = 2 \cdot 10^{-3} m = 0,2 cm.$$

$$v_{\max 1} = \omega A' = \sqrt{\frac{100}{0,1}} (0,12 - 2 \cdot 10^{-3}) \approx 3,7 m/s.$$

Dạng

2

Bài toán sử dụng đồ thị

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

▲ Lưu ý:

+ Tần số cưỡng bức càng gần với tần số riêng thì biên độ dao động càng lớn. Khi $f = f_0$, xảy ra hiện tượng cộng hưởng: $A_{\max}$.

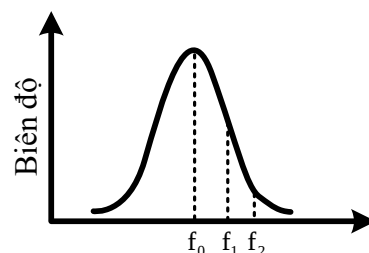
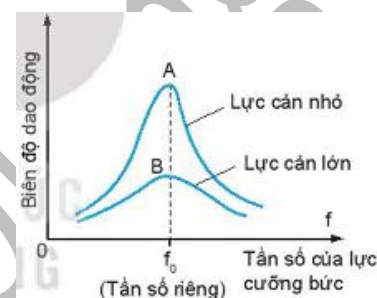
+ Đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của biên độ vào tần số cưỡng bức gọi là đồ thị cộng hưởng. Nó càng nhọn khi lực cản của môi trường càng nhỏ.

▲ Để so sánh biên độ dao động cưỡng bức:

B1: Xác định vị trí cộng hưởng.

B2: Vẽ đường cong biểu diễn sự phụ thuộc biên độ dao động cưỡng bức vào tần số dao động cưỡng bức.

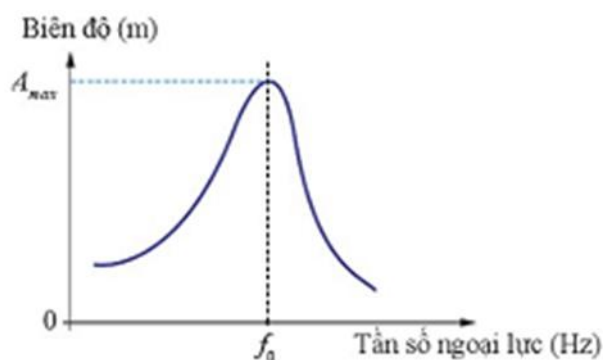
B3: So sánh biên độ và lưu ý: càng gần vị trí cộng hưởng biên độ càng lớn, càng xa vị trí cộng hưởng biên độ càng bé.



B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: Dựa vào đồ thị Hình 6.2, mô tả sự thay đổi của biên độ dao động cưỡng bức theo tần số của ngoại lực tuần hoàn.



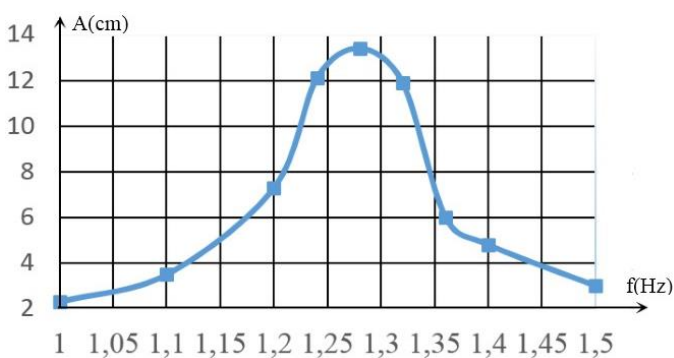
Hình 6.2. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của biên độ dao động cưỡng bức vào tần số của ngoại lực.

Lời giải:

Biên độ của dao động cưỡng bức tăng dần khi tần số tăng dần đến giá trị f_0 .

Biên độ đạt cực đại tại giá trị f_0 và sau đó giảm dần khi tần số lớn hơn f_0 .

Bài 2: Khảo sát thực nghiệm một con lắc lò xo gồm vật nhỏ có khối lượng 216 g và lò xo có độ cứng k , dao động dưới tác dụng của ngoại lực $F = F_0 \cos 2\pi f t$, với F_0 không đổi và f thay đổi được. Kết quả khảo sát ta được đường biểu diễn biên độ A của con lắc theo tần số f có đồ thị như hình vẽ. Xác định giá trị của k ?



Lời giải:

* Từ đồ thị ta thấy: $1,25 < f < 1,3 \Leftrightarrow 1,25 < \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}} < 1,3 \Leftrightarrow 13,32 < k < 14,41$

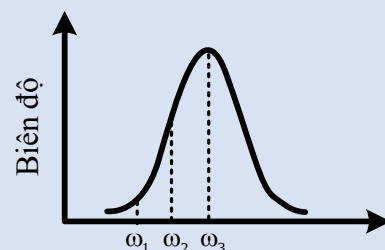
Bài 3: Một con lắc lò xo gồm viên bi nhỏ khối lượng $m = 250$ g và lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng 100 N/m. Con lắc dao động cưỡng bức theo phương trùng với trục của lò xo dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn $F = F_0 \cos \omega t$ (N). Khi thay đổi ω thì biên độ dao động của viên bi thay đổi. Khi ω lần lượt là 10 rad/s và 15 rad/s thì biên độ dao động của viên bi tương ứng là A_1 và A_2 . So sánh A_1 và A_2 .

Lời giải:

Tại vị trí cộng hưởng:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,25}} = 20 \text{ (rad/s)}$$

Vì ω_1 xa vị trí cộng hưởng hơn ω_2 ($\omega_1 < \omega < \omega_2$) nên $A_1 < A_2$.



Chuyên đề 2

SÓNG

Chủ đề

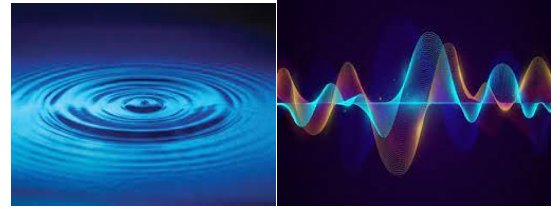
1

MÔ TẢ SÓNG

I Tóm tắt lý thuyết

1 Sóng cơ

- Sóng cơ là những biến dạng cơ lan truyền trong một môi trường đàn hồi.



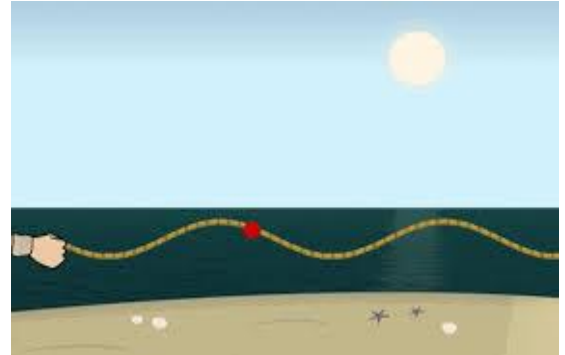
- Nguyên nhân tạo nên sóng truyền trong một môi trường:

+ Nguồn dao động từ bên ngoài tác dụng lên môi trường tại điểm O.

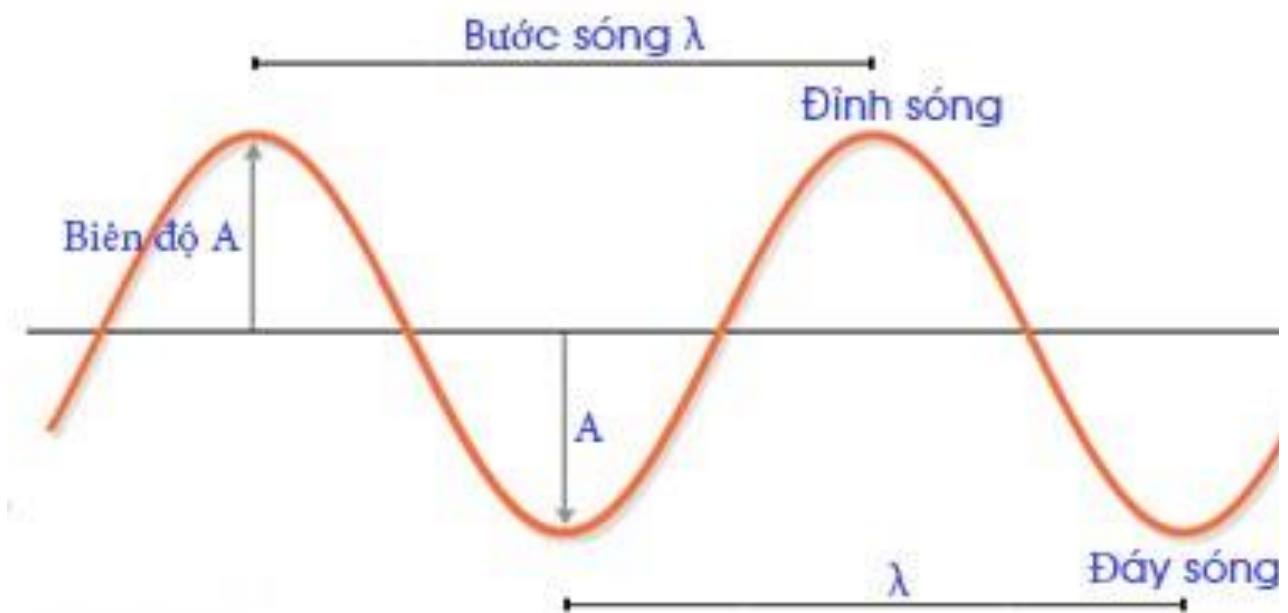
+ Lực liên kết giữa các phần tử của môi trường.

=> Năng lượng sóng được truyền đi theo phương truyền sóng. Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

- Sự lệch pha giữa các phần tử dao động trên phương truyền sóng tạo nên hình ảnh của sóng.



2 Các đại lượng đặc trưng của sóng



Đại lượng	Khái niệm	Đặc điểm	Kí hiệu	Công thức	Đơn vị
Biên độ sóng	Là độ lệch lớn nhất của phần tử sóng khỏi vị trí cân bằng.	Sóng có biên độ càng lớn thì phần tử sóng dao động càng mạnh.	A		mét
Chu kì sóng	Là khoảng thời gian để hai ngọn sóng liên tiếp chạy qua một điểm	Bằng chu kì dao động của phần tử sóng.	T	$T = \frac{1}{f}$	giây

	đang xét.				
Tần số sóng	Là số các ngọn sóng đi qua một điểm đang xét trong một đơn vị thời gian.	Bằng tần số dao động của nguồn sóng.	f	$f = \frac{1}{T}$	Hz
Bước sóng	Là khoảng cách giữa hai ngọn sóng liên tiếp.	Bằng quãng đường mà sóng truyền được trong một chu kì.	λ	$\lambda = v.T = \frac{v}{f}$	mét
Tốc độ truyền sóng	Là tốc độ lan truyền biến dạng.		v	$v = \lambda.f$	m/s
Cường độ sóng	Là năng lượng sóng được truyền qua một đơn vị diện tích vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian.		I	$I = \frac{E}{S.\Delta t}$	W/m²

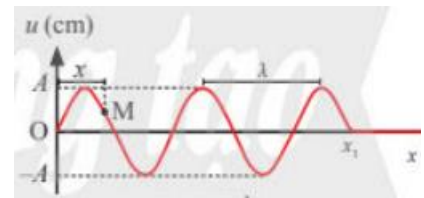
3 Phương trình sóng

Giả sử nguồn sóng O dao động điều hòa theo phương vuông góc với trục Ox, có li độ được mô tả bởi phương trình:

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

Phương trình sóng truyền theo trục Ox là:

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



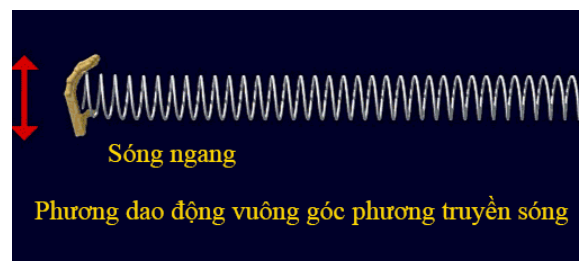
4 Phân loại sóng

a. Sóng ngang là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng.

Trừ trường hợp sóng mặt nước, còn sóng ngang chỉ truyền được trong chất rắn.

Ví dụ: sóng trên mặt nước, sóng trên sợi dây cao su.

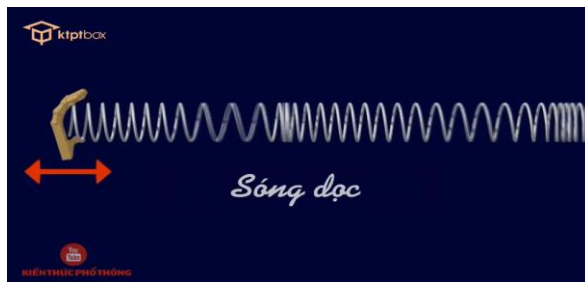
b. Sóng dọc: là sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng.



Sóng dọc truyền được cả trong chất khí, chất lỏng và chất rắn

Ví dụ: sóng âm, sóng trên lò xo.

Sóng cơ không truyền được trong chân không.



II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Biên độ sóng là độ lệch của phần tử sóng khỏi
- Sóng cơ là những lan truyền trong một môi trường
- Bước sóng là khoảng cách giữa
- Tốc độ truyền sóng là
- Cường độ sóng là được truyền qua một vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian.

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những kí hiệu tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A		CỘT B	
1	v	a	Tần số (Hz)
2	A	b	Bước sóng (m hoặc cm)
3	f	c	Tốc độ truyền sóng (m/s hoặc cm/s)
4	λ	d	Biên độ (m hoặc cm)

III Bài tập phân dạng

Dạng

1

Xác định các đặc trưng của sóng cơ

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Chu kì (T), vận tốc (v), tần số (f), bước sóng (λ) liên hệ với nhau:

$$f = \frac{1}{T}; \lambda = v.T = \frac{v}{f}; v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ với } \Delta s \text{ là quãng đường sóng truyền trong thời gian } \Delta t$$

- Quan sát hình ảnh sóng có n ngọn sóng liên tiếp thì có n - 1 bước sóng.

- Số lần nhô lên trên mặt nước là N trong khoảng thời gian t giây thì chu kì $T = \frac{t}{N - 1}$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 10: (SGK - KNTT)

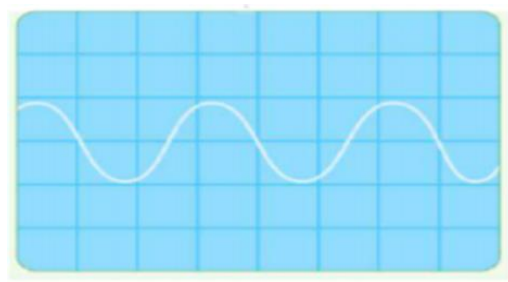
Trên mặt hồ yên lặng, một người làm cho con thuyền dao động tạo ra sóng trên mặt nước. Thuyền thực hiện được 24 dao động trong 40s, mỗi dao động tạo ra một ngọn sóng cao 12cm so với mặt hồ yên lặng và ngọn sóng tới bờ cách thuyền 10m sau 5s. Với số liệu này, hãy xác định:



- Chu kì dao động của thuyền.
- Tốc độ lan truyền của sóng.
- Bước sóng.
- Biên độ sóng.

Bài 11: (SGK - KNTT)

Hình bên là đồ thị (u - t) của một sóng âm trên màn hình của một dao động kí. Biết mỗi cạnh của ô vuông theo phương ngang trên hình tương ứng với 1ms. Tính tần số của sóng.



Bài 12: (SGK - CTST)

Một sóng truyền trên một dây rất dài có phương trình: $u = 10\cos(2\pi t + 0,01\pi x)$. Trong đó u và x được tính bằng cm và t được tính bằng s. Hãy xác định:

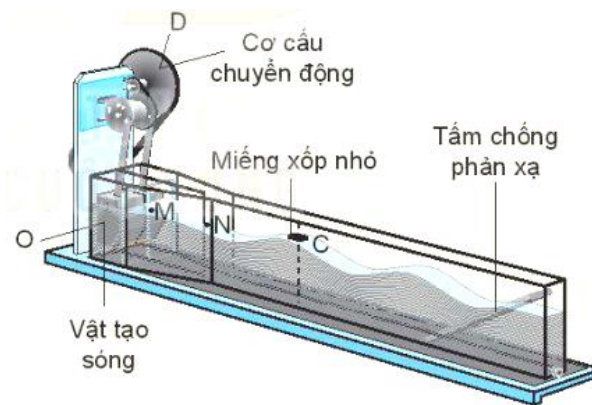
- Chu kì, tần số và biên độ sóng.
- Bước sóng và tốc độ truyền sóng.
- Giá trị của li độ u, tại điểm có x = 50 cm vào thời điểm t = 4 s.

Bài 13: (SGK - KNTT) Một sóng âm có tần số 192Hz và truyền đi được quãng đường 91,4m trong 0,27s. Hãy tính:

- Tốc độ truyền sóng.
- Bước sóng.
- Nếu tần số sóng là 442Hz thì bước sóng và chu kì là bao nhiêu?

Bài 14: (SGK - KNTT)

Trong thí nghiệm hình 8.1, cần rung dao động với tần số 50 Hz. Người ta đo được bán kính của 2 gợn sóng hình tròn liên tiếp lần lượt bằng 12,4cm và 14,3cm. Tính tốc độ truyền sóng.

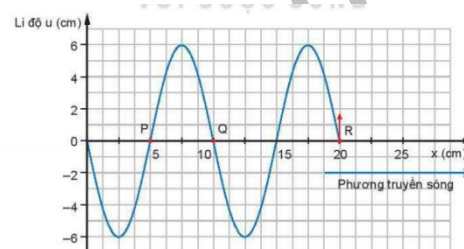


Hình 8.1

Bài 15: (SGK - KNTT)

Một sóng hình sin đang lan truyền từ trái sang phải trên một dây dài (như hình vẽ). Cho biết tốc độ truyền sóng $v = 1\text{ m/s}$.

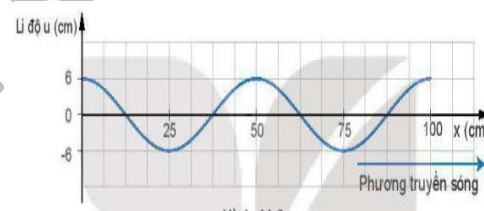
- Tính tần số của sóng.
- Hỏi điểm Q, P và O đang chuyển động lên hay xuống?



Bài 16: (SGK - KNTT)

Một sóng hình sin được mô tả (như hình vẽ).

- Xác định bước sóng của sóng.
- Nếu chu kỳ của sóng là 1s thì tần số và tốc độ truyền sóng bằng bao nhiêu?
- Bước sóng sẽ bằng bao nhiêu nếu tần số tăng lên 5Hz và tốc độ truyền sóng không đổi? Vẽ đồ thị ($u - x$) trong trường hợp này và đánh dấu rõ bước sóng trên đồ thị.



Bài 17: (SGK - CTST) Một bạn học sinh đang câu cá trên hồ nước. Khi có sóng đi qua, bạn quan sát thấy phao câu cá nhô lên cao 6 lần trong 4 s. Biết tốc độ truyền sóng là 0,5 m/s. Tính khoảng cách giữa hai đỉnh sóng liên tiếp.

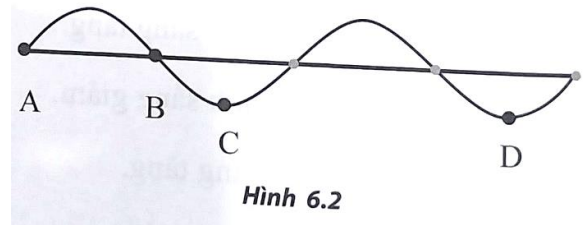
Bài 18: Một người ngồi ở bờ biển trông thấy có 10 ngọn sóng qua mặt trong 36 giây, khoảng cách giữa hai ngọn sóng là 10m. Tính tần số sóng biển và vận tốc truyền sóng biển.

Bài 19: (SBT – CTST) Một tín hiệu của sóng siêu âm được gửi đi từ một chiếc tàu xuống đáy biển theo phương thẳng đứng. Sau 0,8 giây, tàu nhận được tín hiệu phản xạ từ đáy biển. Cho biết tốc độ truyền của sóng siêu âm trong nước biển bằng $1,6 \cdot 10^3 \text{ m/s}$. Độ sâu của đáy biển tại nơi khảo sát bằng bao nhiêu?

Bài 20: (SBT – CTST) Sóng nước truyền trên một mặt hồ có phương trình: $u = 3,2\cos(8,5t - 0,5x)$ (x được tính bằng cm, t được tính bằng s). Tính tốc độ của sóng truyền trên mặt hồ.

Bài 21: (SBT – CTST)

Hình 6.2 là hình ảnh của một sóng trên dây đàn hồi tại một thời điểm xác định. Cho biết thời gian ngắn nhất để điểm A từ vị trí cân bằng dao động theo phương thẳng đứng và trở lại vị trí này là 0,25s và khoảng cách AB bằng 40cm.

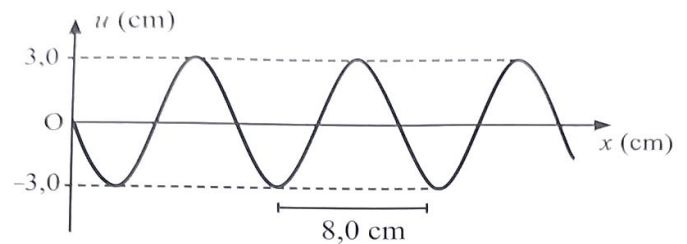


Hình 6.2

- Tính tốc độ truyền sóng trên dây.
- Khoảng cách CD bằng bao nhiêu?

Bài 22: (BT 6.4 – SBT trang 25 – CTST)

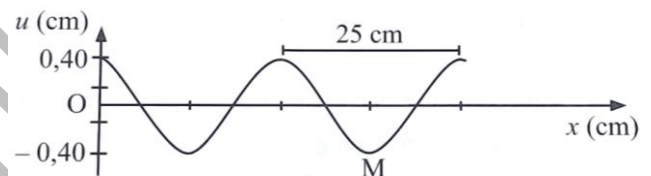
Hình 6.3 là đồ thị li độ - khoảng cách của một sóng truyền dọc theo phương Ox tại một thời điểm xác định. Cho biết khoảng cách giữa 2 đỉnh sóng liên tiếp bằng 8,0cm và thời gian sóng truyền giữa hai đỉnh này bằng 0,02s. Thiết lập phương trình truyền sóng của sóng này.



Hình 6.3

Bài 23: (SBT – CTST)

Hình 6.4 là đồ thị li độ - khoảng cách của một sóng truyền dọc trên một sợi dây tại một thời điểm xác định. Cho biết biên độ sóng bằng 0,4cm và khoảng cách giữa 2 đỉnh sóng liên tiếp trên dây bằng 25,0 cm. Tốc độ truyền sóng trên dây bằng 80,0 cm/s.



Hình 6.4

- Sau khoảng thời gian ngắn nhất bằng bao nhiêu thì điểm M lại hạ xuống thấp nhất một lần nữa?
- Tính thời gian ngắn nhất kể từ lúc điểm M hạ xuống thấp nhất đến khi điểm M có li độ bằng 0,20 cm.

Bài 24: (SBT – CTST) Một sóng ngang truyền dọc trên một dây đàn hồi dài AB = 25 cm, hai điểm gần nhất trên dây dao động cùng pha nhau, cách nhau 4cm. Dọc theo dây này, có bao nhiêu điểm dao động cùng pha và bao nhiêu điểm dao động ngược pha với đầu A của dây?

Bài 25: (SBT – CTST) Một sóng có tần số 50 Hz truyền trong một môi trường đồng chất. Tại một thời điểm, hai điểm gần nhất trên cùng phương truyền sóng dao động lệch pha nhau $\pi/2$ cách nhau 60cm. Tính độ lệch pha

- giữa hai điểm cách nhau 480cm tại cùng một thời điểm.
- tại một điểm trong môi trường sau khoảng thời gian 0,01s.

Bài 26: (SBT – CTST) Một dây AB rất dài căng ngang (có khối lượng dây là không đáng kể) có đầu A dao động điều hòa thẳng đứng với biên độ 2,0cm và tần số 0,5 Hz. Sau 5,0s kể từ khi A bắt đầu dao động, điểm M trên dây cách A một đoạn 5,0cm cũng bắt đầu dao động.

- Viết phương trình dao động của A. Chọn gốc thời gian là khi A bắt đầu dao động từ vị trí cân bằng theo chiều dương.
- Suy ra phương trình dao động của M.
- Vẽ hình dạng của dây vào thời điểm 6,0s kể từ khi A bắt đầu dao động.

Bài 27: Dao động âm có tần số $f = 500\text{Hz}$, biên độ $A = 0,25\text{mm}$, được truyền trong không khí với bước sóng $\lambda = 70\text{cm}$. Tìm:

- Vận tốc truyền sóng âm.
- Vận tốc dao động cực đại của các phân tử không khí.

Bài 28: Cho sơ đồ một số phân tử không khí khi có một sóng âm truyền qua như hình



- Vẽ lại sơ đồ trên vào vở và đánh dấu một vùng sóng cho thấy khí bị nén (đánh dấu bằng điểm N)
- Đánh dấu một vùng sóng cho thấy khí giãn (đánh dấu bằng điểm G).
- Sóng âm có tần số 240 Hz. Điều này có ý nghĩa gì đối với mỗi phần tử không khí?
- Tốc độ sóng âm là 320 m/s. Tính bước sóng của sóng âm.

Bài 29: Tại một điểm trên mặt chất lỏng có một nguồn dao động với tần số 120 Hz, tạo ra sóng ổn định trên mặt chất lỏng. Xét 5 gợn lồi liên tiếp trên một phương truyền sóng, ở về một phía so với nguồn, gợn thứ nhất cách gợn thứ năm 0,5 m. Tốc độ truyền sóng là bao nhiêu?

Bài 30: Một điểm A trên mặt nước dao động với tần số 100Hz. Trên mặt nước người ta đo được khoảng cách giữa 7 gợn lồi liên tiếp là 3cm. Khi đó tốc độ truyền sóng trên mặt nước là bao nhiêu?

Bài 31: Một người quan sát thấy một cánh hoa trên hồ nước nhô lên 10 lần trong khoảng thời gian 36 (s). Khoảng cách giữa hai đỉnh sóng kế tiếp là 12 m. Tính

- Chu kì của dao động.
- Tốc độ truyền sóng trên mặt hồ.

Bài 32: Một người quan sát trên mặt biển thấy khoảng cách giữa 5 ngọn sóng liên tiếp bằng 12 m và có 9 ngọn sóng truyền qua trước mắt trong 5 (s).

- Xác định bước sóng của dao động.
- Tính chu kì sóng.
- Tính tốc độ truyền sóng trên mặt biển.

Bài 33: Đầu A của một sợi dây cao su căng thẳng nằm ngang, được làm cho dao động điều hòa theo phương thẳng đứng với tần số $f = 0,5\text{ Hz}$. Trong thời gian 8 (s) sóng đã đi được 4 cm dọc theo dây. Tốc độ truyền sóng v và bước sóng λ có giá trị là bao nhiêu?

Bài 34: Người ta gây một dao động ở đầu O một dây cao su căng thẳng làm tạo nên một dao động theo phương vuông góc với vị trí bình thường của dây, với biên độ $a = 3\text{ cm}$ và chu kỳ $T = 1,8\text{ (s)}$. Sau 3 giây chuyển động truyền được 15 m dọc theo dây. Tìm bước sóng của sóng tạo thành truyền trên dây.

Bài 35: Một sóng cơ truyền dọc theo trục Ox. Phương trình dao động của phần tử tại một điểm trên phương truyền sóng là $u = 4\cos(20\pi t - \pi)$ (u tính bằng mm, t tính bằng s). Biết tốc độ truyền sóng bằng 60 cm/s. Bước sóng của sóng này là bao nhiêu?

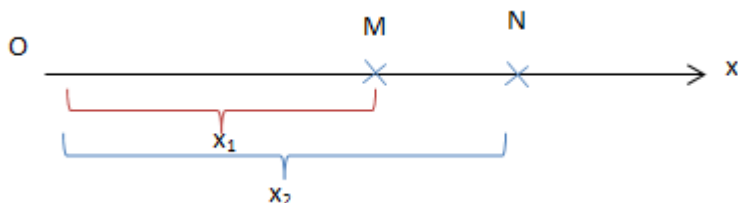
Dạng

3

Độ lệch pha giữa hai điểm trên cùng phương truyền sóng

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Xét 2 điểm M, N cách nguồn O các đoạn x_1, x_2 trên cùng phương truyền sóng



- Độ lệch pha giữa 2 điểm nằm trên phương truyền sóng cách nhau khoảng d là:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi x_2}{\lambda} - \frac{2\pi x_1}{\lambda} = \frac{2\pi}{\lambda}(x_2 - x_1) = \frac{2\pi x}{\lambda}$$

+ Nếu 2 dao động cùng pha thì $\Delta\varphi = 2k\pi \Rightarrow x = k\lambda$

+ Nếu 2 dao động ngược pha thì $\Delta\varphi = (2k + 1)\pi \Rightarrow x = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$

+ Nếu 2 dao động vuông pha thì $\Delta\varphi = (2k + 1)\frac{\pi}{2} \Rightarrow x = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{4}$

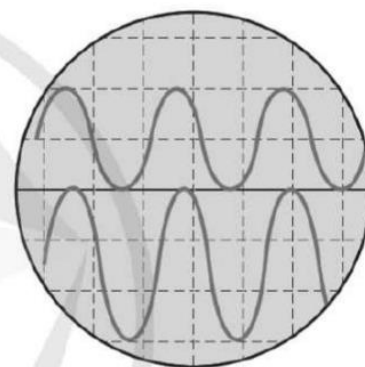
với $k = 0; \pm 1; \pm 2, \dots$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 8: (SGK - CD)

Hình 2 cho thấy hai sóng được hiển thị trên một màn hình máy hiện sóng.

- Các sóng có cùng pha hay không? Giải thích.
- Núm điều chỉnh thời gian của màn hình được đặt ở chế độ 500 μs /độ chia. Xác định chu kỳ của mỗi sóng.
- So sánh bước sóng của chúng.
- Tính tỉ lệ cường độ của hai sóng với cùng hệ số khuếch đại.

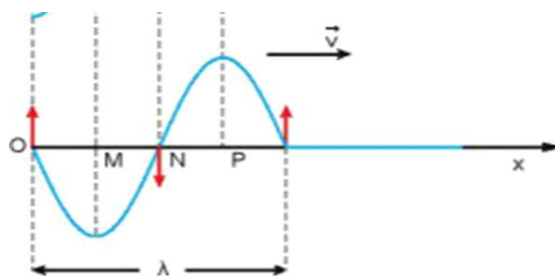


Hình 2

Bài 9: (SBT- KNTT) Một mũi nhọn S chạm nhẹ vào mặt nước dao động điều hòa với tần số $f = 40\text{Hz}$. Người ta thấy rằng hai điểm A và B trên mặt nước cùng nằm trên phương truyền sóng cách nhau một khoảng $d = 20\text{ cm}$ luôn dao động ngược pha nhau. Biết tốc độ

giá trị nào nhất sau đây ?

Bài 19: Trong đồ thị của sóng trên hình, các điểm nào trong các điểm M, N, P trên phương Ox dao động lệch pha $\pi/2$, ngược pha, đồng pha với nhau?



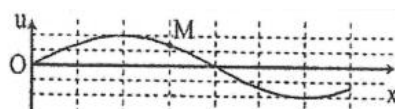
Bài 20: Một sóng hình sin truyền từ nguồn O dọc theo trục Ox với tần số 20Hz. Hai điểm M, N nằm trên Ox cùng phía O cách nhau 10cm luôn dao động ngược pha. Biết tốc độ truyền sóng nằm trong khoảng từ 0,7 m/s đến 1m/s. Tìm bước sóng λ ?

Bài 21: Một sóng ngang truyền trên sợi dây đàn hồi rất dài với tần số 500Hz. Người ta thấy hai điểm A,B trên sợi dây cách nhau 200cm dao động cùng pha và trên đoạn dây AB có hai điểm khác dao động ngược pha với A. Tốc độ truyền sóng trên dây là bao nhiêu?

Bài 22: Một sóng ngang có chu kì $T=0,2s$ truyền trong môi trường đàn hồi có tốc độ 1m/s. Xét trên phương truyền sóng Ox, vào một thời điểm nào đó một điểm M nằm tại đỉnh sóng thì ở sau M theo chiều truyền sóng, cách M một khoảng từ 42cm đến 60cm có điểm N đang từ vị trí cân bằng đi lên đỉnh sóng. Khoảng cách MN là bao nhiêu?

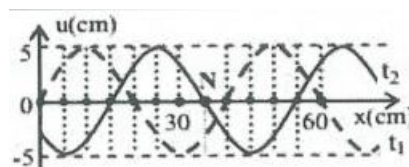
Bài 23:

Trên một sợi dây dài đang có sóng ngang hình sin truyền qua theo chiều dương của trục Ox. Tại thời điểm một đoạn của sợi dây có dạng như hình bên. Hai phần tử tại M và O dao động lệch pha nhau bao nhiêu?



Bài 24:

Một sóng hình sin đang truyền trên một sợi dây theo chiều dương của trục Ox. Hình vẽ mô tả hình dạng của sợi dây tại thời điểm t_1 (đường nét đứt) và $t_2 = t_1 + 0,3$ (s) (đường nét liền). Tại thời điểm t_2 , vận tốc của điểm N trên dây là bao nhiêu?



Dạng

4

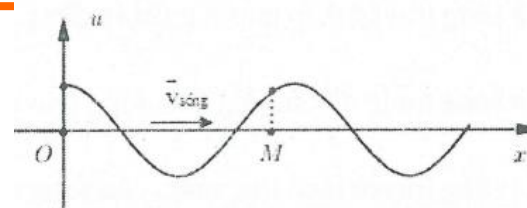
Bài tập liên quan đến phương trình truyền sóng

(BÀI TẬP ĐIỀNG CHO SÁCH CTST)

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Nếu phương trình sóng tại nguồn O là $u_o = A\cos(\omega t)$ thì phương trình dao động tại M là

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



(u_o là li độ tại O vào thời điểm t, còn t là thời gian dao động của nguồn.)

- Thay $\Delta t = \frac{x}{v}$ và $\lambda = vT$ ta được phương trình sóng tại M là

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

Phương trình (*) trên là **phương trình sóng hình sin truyền theo trục x**. Nó cho biết li độ u của phần tử có toạ độ x vào thời điểm t.

Nhận xét:

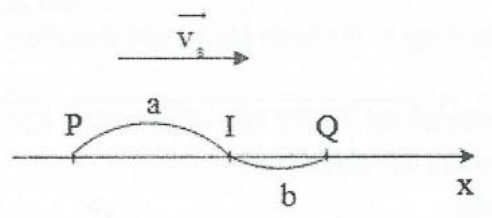
+) Từ (*) $\Rightarrow$ dao động tại M trễ pha hơn dao động tại nguồn O góc $2\pi x / \lambda$

+) Từ $\frac{2\pi x}{\lambda} \Rightarrow x$ và λ cùng đơn vị.

+) Nếu cho phương trình sóng tại I là $u_I(t) = a \cos(\omega t + \varphi)$. Ta có thể suy ra phương trình sóng tại P và Q (điểm đứng trước và đứng sau I):

P đứng trước: $u_P(x, t) = a \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{2\pi a}{\lambda}\right)$

Q đứng sau: $u_Q(x, t) = a \cos\left(\omega t + \varphi - \frac{2\pi b}{\lambda}\right)$



B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: Một sợi dây đàn hồi nằm ngang có điểm đầu O dao động theo phương đứng với biên độ $A=5\text{cm}$, $T=0,5\text{s}$. Vận tốc truyền sóng là 40cm/s . Viết phương trình sóng tại M cách O một khoảng 50 cm .

Bài 2: Một sóng cơ học truyền theo phương Ox với biên độ coi như không đổi. Tại O, dao động có dạng $u = a \cos \omega t$ (cm). Tại thời điểm M cách xa tâm dao động O là $\frac{1}{3}$ bước sóng ở thời điểm bằng $0,5$ chu kì thì li độ sóng có giá trị là 5 cm ?. Viết phương trình dao động ở M.

Bài 3: Một sóng cơ học truyền dọc theo trục Ox có phương trình $u=28\cos(20x - 2000t)$ (cm), trong đó x là toạ độ được tính bằng mét, t là thời gian được tính bằng giây. Vận tốc truyền sóng là bao nhiêu?

Bài 4: Một sóng cơ ngang truyền trên một sợi dây rất dài có phương trình

$u = 6\cos(4\pi t - 0,02\pi x)$; trong đó u và x có đơn vị là cm, t có đơn vị là giây. Hãy xác định vận tốc dao động của một điểm trên dây có toạ độ $x = 25\text{ cm}$ tại thời điểm $t = 4\text{ s}$.

Bài 5: Một sóng cơ học lan truyền trên một phương truyền sóng với vận tốc 5m/s . Phương trình sóng của một điểm O trên phương truyền đó là: $u_o = 6\cos(5\pi t + \frac{\pi}{2})\text{cm}$.

Phương trình sóng tại M nằm trước O và cách O một khoảng 50cm là gì?

Bài 6: Một sóng cơ học lan truyền trên mặt nước với tốc độ 25cm/s. Phương trình sóng tại nguồn là $u = 3\cos\pi t(\text{cm})$. Vận tốc của phần tử vật chất tại điểm M cách O một khoảng 25cm tại thời điểm $t = 2,5\text{s}$ là bao nhiêu?

Bài 7: Một sóng cơ học lan truyền dọc theo một đường thẳng có phương trình sóng tại nguồn O là: $u = 4.\sin\frac{\pi}{2}t(\text{cm})$. Biết lúc t thì li độ của phần tử M là 3cm, vậy lúc $t + 6$ (s) li độ của M là bao nhiêu?

Bài 8: Một sóng cơ học lan truyền dọc theo một đường thẳng có phương trình sóng tại nguồn O là: $u = 4.\sin\frac{\pi}{2}t(\text{cm})$. Biết lúc t thì li độ của phần tử M là 3cm, vậy lúc $t + 6$ (s) li độ của M là bao nhiêu?

Bài 9: Một sóng cơ lan truyền từ nguồn O, dọc theo trục Ox với biên độ sóng không đổi, chu kì sóng T và bước sóng λ . Biết rằng tại thời điểm $t = 0$, phần tử tại O qua vị trí cân bằng theo chiều dương và tại thời điểm $t = 5T/6$ phần tử tại điểm M cách O một đoạn $d = \lambda/6$ có li độ là -2 cm. Biên độ sóng là bao nhiêu?

Chủ đề

2

SÓNG NGANG. SÓNG DỌC. SỰ TRUYỀN NĂNG LƯỢNG CỦA SÓNG CƠ

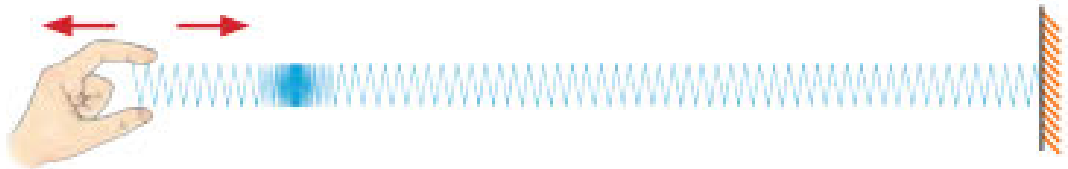
I Tóm tắt lý thuyết

1 Sóng ngang và sóng dọc

- Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng gọi là **sóng ngang**.



- Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng gọi là **sóng dọc**.

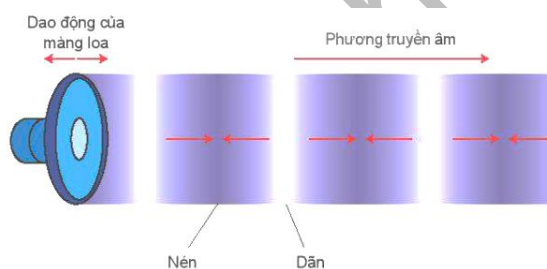


- So sánh sóng dọc và sóng ngang

	Sóng dọc	Sóng ngang
Giống nhau	Đều là sự lan truyền dao động trong môi trường vật chất.	
Khác nhau	Có phương dao động của các phần tử môi trường trùng với phương truyền sóng.	Có phương dao động của các phần tử môi trường vuông góc với phương truyền sóng.

- Ví dụ về sóng dọc và sóng ngang trong thực tiễn:

+ Sóng âm khi truyền trong không khí hay trong chất lỏng là sóng dọc. Biên độ của sóng âm càng lớn thì biên độ dao động của màng nhĩ càng lớn, âm nghe càng to. Tần số của sóng âm càng lớn thì tần số dao động của màng nhĩ càng lớn, âm nghe càng cao.



+ Sóng truyền trên mặt nước là sóng ngang.



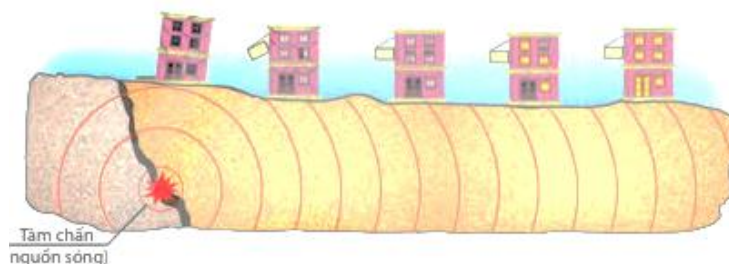
2 Quá trình truyền năng lượng bởi sóng

- Nguồn sóng là nguồn năng lượng. Sóng mang năng lượng của nguồn đến mọi nơi trên phương truyền sóng.

- Mọi sóng mang năng lượng đi xa mà không mang các phần tử vật chất đi cùng. Đó là điểm khác biệt căn bản giữa chuyển động của sóng và chuyển động của hạt.

- Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.

- Ví dụ trong thực tế sóng truyền năng lượng: Sóng địa chấn (động đất).



- Ánh sáng là sóng, mang năng lượng và truyền được trong chân không. Ánh sáng cũng có những đại lượng đặc trưng như chu kì, tần số, bước sóng và tốc độ truyền sóng. Trong chân không, ánh sáng nhìn thấy có bước sóng nằm trong khoảng từ $0,38 \mu\text{m}$ đến $0,76 \mu\text{m}$.

- Sóng âm nghe được có tần số nằm trong khoảng từ 16 Hz đến 20 000 Hz.

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương với phương truyền sóng gọi là sóng ngang.
- Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương với phương truyền sóng gọi là sóng dọc.
- Sóng âm khi truyền trong không khí hay trong chất lỏng là
- Sóng truyền trên mặt nước là.....
- Quá trình truyền sóng là quá trình.....

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những ý ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B.

CỘT A

- 1 Âm nghe được có tần số nằm trong khoảng từ
- 2 Sóng ánh sáng truyền được trong
- 3 Nguồn sóng là

CỘT B

- a phương dao động và phương truyền sóng.
- b chân không.
- c 16 Hz - 20 000 Hz
- d nguồn năng lượng.

III Bài tập phân dạng

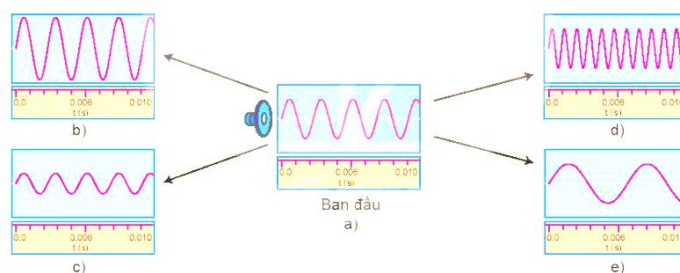
A BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: (SGK -Vật lý 11 KNTT) Quan sát hình 9.4 mô tả biên độ và tần số của âm qua dao động kí để trả lời các câu hỏi sau:

- Ở hình 9.4a loa phát ra âm có chu kì bằng bao nhiêu?

So với hình 9.4a:

- Ở hình nào biên độ âm lớn hơn nhưng tần số không thay đổi?
- Ở hình nào tần số âm giảm nhưng không giảm biên độ?
- Ở hình nào biên độ âm giảm nhưng không giảm tần số?

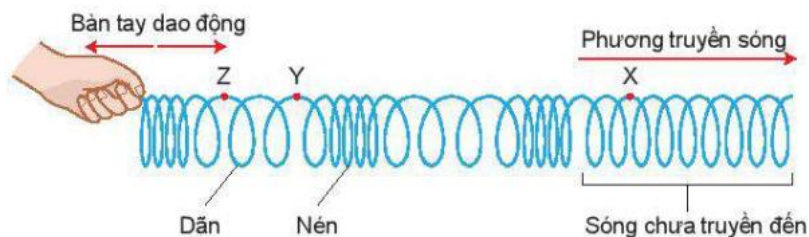


Hình 9.4

Bài 2: (SGK -Vật lý 11 KNTT) Hình 9.2 cho thấy hình ảnh sóng truyền trên lò xo

a) Sóng đã truyền được bao nhiêu bước sóng?

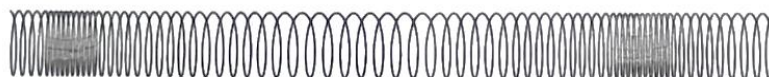
b) Trong các điểm X, Y, Z điểm nào là điểm chưa dao động?



Hình 9.2. Một sóng dọc truyền trên lò xo

Bài 3: (SGK - KNTT) Dải tần số mà một học sinh có thể nghe thấy từ 30 Hz đến 16000 Hz. Tốc độ truyền âm trong không khí là 330 m/s. Tính bước sóng ngắn nhất của âm thanh trong không khí mà bạn học sinh đó nghe được.

Bài 4: (SBT - KNTT) Hình dưới mô tả một phần của sóng dọc truyền trên một sợi dây lò xo. Hãy nêu cách xác định bước sóng của của sóng này và chỉ ra điểm tương đồng của nó với sóng âm truyền trong không khí.



Bài 5: (SBT - KNTT) P và Q là hai điểm trên mặt nước cách nhau một khoảng 20 cm. Tại một điểm O trên đường thẳng PQ và nằm ngoài đoạn PQ, người ta đặt nguồn dao động điều hòa theo phương vuông góc với mặt nước với phương trình: $u = 5\cos\omega t$

(cm), tạo ra sóng trên mặt nước với bước sóng $\lambda = 15$ cm. Khoảng cách xa nhất và gần nhất giữa hai phần tử môi trường tại P và Q khi có bước sóng truyền qua là bao nhiêu?

Bài 6: (SBT - KNTT) Một sóng dọc truyền trong môi trường với bước sóng 15 cm, biên độ không đổi $A = 5\sqrt{3}$ cm. Gọi P và Q là hai điểm cùng nằm trên một phương truyền sóng. Khi chưa có sóng truyền đến hai điểm P và Q nằm cách nguồn các khoảng lần lượt là 20 cm và 30 cm. Khoảng cách xa nhất và gần nhất giữa hai phần tử môi trường tại P và Q khi có sóng truyền qua là bao nhiêu?

Chủ đề

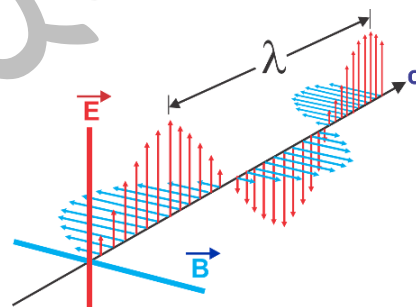
3

SÓNG ĐIỆN TỪ

I Tóm tắt lý thuyết

1 Sóng điện từ

- Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.
- Tốc độ lan truyền của sóng điện từ trong chân không bằng 3.10^8 (m/s). Đúng bằng tốc độ ánh sáng trong chân không.
- Ánh sáng là sóng điện từ.
- Sóng điện từ là sóng ngang, phương truyền sóng vuông góc với phương dao động của điện trường và từ trường.
- Các thành phần vector đặc trưng cho điện trường và từ trường dao động cùng pha, vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng điện từ.



2 Thang sóng điện từ

- Toàn bộ thang sóng điện từ, từ sóng dài nhất (hàng chục km) đến sóng ngắn nhất (cỡ 10^{12} m đến 10^{-15} m) đã được khám phá và sử dụng.
- Bức xạ có bước sóng càng ngắn, thì tần số càng lớn, mang năng lượng càng lớn và ngược lại.

Bảng 1. So sánh các bức xạ trong thang sóng điện từ

Loại bức xạ	Bước sóng	Nguồn phát	Ứng dụng	Bức xạ khả kiến
Hồng ngoại	Nằm trong khoảng từ $0,76 \mu\text{m}$ đến 1 mm	Vật có nhiệt độ cao hơn môi trường xung quanh. Ví dụ: Bóng đèn	- Công nghiệp: sấy khô các sản phẩm. - Y học: sưởi ấm chữa các bệnh ngoài da, bệnh về xương khớp, giúp máu lưu	Không nhìn thấy

		dây tóc, bếp ga, bếp than,...	thông. - Quân sự: đèn hồng ngoại, tên lửa dẫn đường ban đêm	
Ánh sáng nhìn thấy	Nằm trong khoảng từ 0,38 nm đến 0,76 μm , ánh sáng đỏ 0,76 μm , ánh sáng tím khoảng 0,38 nm.	Mặt trời, tia sét, bóng đèn, bếp lửa...	- Tác dụng nhiệt: làm nóng vật - Tác dụng sinh học: gây ra các biến đổi sinh học trong cơ thể sinh vật - Tác dụng quang điện: tác dụng lên pin quang điện.	Nhìn thấy. Quang phổ là một dải màu biến thiên liên tục từ tím đến đỏ.
Tử ngoại	Nằm trong khoảng từ 10 nm đến 400 nm	Vật có nhiệt độ trên 2000°C	- Đời sống: Chụp ảnh - Công nghiệp: Phát hiện các vết nứt, trầy xước trên bề mặt sản phẩm - Y tế: Khử trùng, chữa còi xương..	Không nhìn thấy
Sóng vô tuyến	Nằm trong khoảng từ 1 mm đến 100 km	Phát ra từ anten	Sử dụng để "mang" các thông tin như âm thanh, hình ảnh đi rất xa. - Sử dụng trong đài phát thanh, truyền hình địa phương - Sử dụng trong viễn thông quốc tế, truyền hình qua vệ tinh	Không nhìn thấy
Tia X	Bước sóng nhỏ hơn tia tử ngoại (khoảng từ 30 pm đến 3 nm)	Tia X được tạo ra khi các electron chuyển động với tốc độ cao tới đập vào tấm kim loại có nguyên tử lượng lớn trong ống tia X	- Y học: chẩn đoán hình ảnh, chữa trị - Công nghiệp: phát hiện các khuyết tật của vật liệu đúc - Giao thông: kiểm tra hành lý của khách hàng...	Không nhìn thấy
Tia gamma	Khoảng từ 10^{-5} nm đến	Sinh ra chủ yếu từ các phản ứng	- Y học: dùng trong phẫu thuật, điều trị các căn bệnh liên quan đến khối u, dị dạng	Không nhìn thấy

	0,1 nm.	hạt nhân.	mạch máu, các bệnh chức năng của não. - Công nghiệp: phát hiện các khuyết tật của một cách rõ nét	
--	---------	-----------	--	--

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Sóng điện từ làlan truyền trong.....
- Tốc độ lan truyền của sóng điện từ trong chân không bằngbằng tốc độ ánh sáng trong chân không
- Bản chất ánh sáng là.....
- Sóng điện từ là....., phương truyền sóng vuông góc với phương dao động của điện trường và từ trường.
- Ánh sáng nhìn thấy có quang phổ là một dải màu biến thiên liên tục từ.....
- Sóng điện từ có thể lan truyền trong các môi trường.....

Lời giải:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| b. điện từ trường - không gian | b. $3 \cdot 10^8$ (m/s) |
| d. sóng điện từ | d. sóng ngang. |
| f. tím đến đỏ | f. rắn, lỏng, khí, chân không |

Câu 2. Hãy xác định phạm vi của tần số tương ứng với các dải bước sóng trong bảng sau:

Loại bức xạ	Phạm vi bước sóng	Phạm vi tần số (Hz)
Sóng vô tuyến	Từ 1 mm đến 100 km	
Sóng vi ba	Từ 1 mm đến 1m	
Tia hồng ngoại	Từ 0,76 μm đến 1mm	
Ánh sáng nhìn thấy	Từ 0,38 μm đến 0,76 μm	
Tia tử ngoại	Từ 10 nm đến 400 nm	
Tia X	Từ 30 pm đến 3 nm	

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 3. Hãy nối những kí hiệu tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

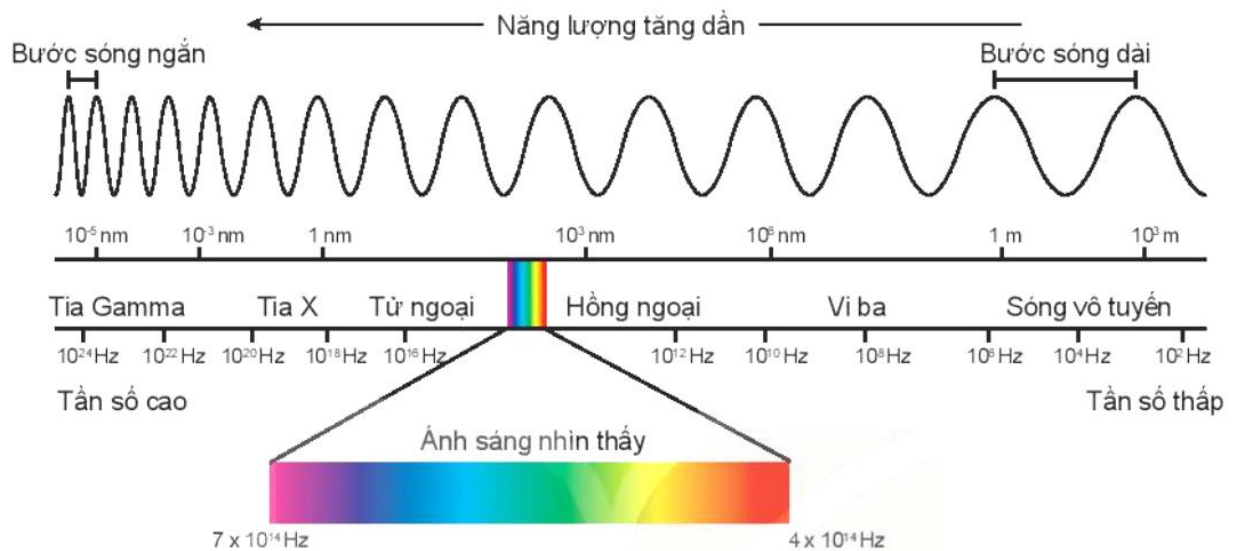
CỘT A	CỘT B
1 Bước sóng 1km	a Sóng vi ba
2 Bước sóng 10^{-8} m	b Sóng vô tuyến
3 Bước sóng 5 μ m	c Tia X
4 Bước sóng	d Ánh sáng nhìn thấy

III Bài tập phân dạng

Dạng 1 Xác định loại bức xạ dựa vào tần số hoặc bước sóng

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Dựa vào tần số (bước sóng) của các bức xạ trong thang sóng điện từ



- Tốc độ truyền sóng của sóng điện từ trong chân không là $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.
- Trong mọi môi trường vật chất, tốc độ truyền của sóng điện từ đều nhỏ hơn c .

Công thức xác định tần số của bức xạ: $f = c/\lambda$

Với: f : Tần số (Hz)

c: Tốc độ ánh sáng $c = 3.10^8$ m/s

λ : Bước sóng (m)

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: (SGK - KNTT) Cho nêu loại sóng điện từ ứng với mỗi tần số sau:

- a) 200 kHz;
- b) 100 MHz;
- c) 5.10^{14} Hz;
- d) 10^{18} Hz.

Bài 2: (SGK - KNTT) Vào nêu tên sóng điện từ trong chân không ứng với mỗi bước sóng.

- a) 1 km;
- b) 3 cm;
- c) 5 μ m;
- d) 500 nm;
- e) 50 nm;
- g) 10^{-12} m.

Bài 3: Cho biết tần số của ánh sáng đỏ và tần số của ánh sáng tím lần lượt là 760 nm và 380 nm. Hãy xác định tần số của vùng ánh sáng nhìn thấy?

Bài 4: (SGK - CTST) Vào thời điểm năm 2022, điện thoại di động ở Việt Nam sử dụng sóng điện từ có tần số trong khoảng từ 850 MHz đến 2 600 MHz. Tính bước sóng của sóng điện từ tương ứng với dải tần số này. Mắt chúng ta có thể thấy được các sóng này không? Vì sao?

Dạng

2

Bài tập về tính địa tĩnh

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Thông tin được đài phát phát đi, vệ tinh thu nhận tín hiệu đó và phát trở lại trái đất. Các điểm trên mặt đất sẽ nhận được thông tin đó thông qua đầu thu tín hiệu.

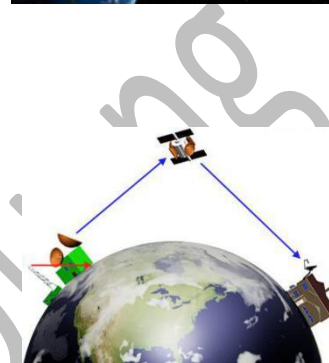
- Cường độ sóng mà máy thu vô tuyến ở mặt đất ngay phía dưới vệ tinh thu được:

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

Bài 1: Một vệ tinh nhân tạo chuyển động ở độ cao 575 km so với mặt đất phát sóng vô tuyến có tần số 92,4 MHz với công suất bằng 25,0 kW về phía mặt đất. Hãy tính cường độ sóng nhận được bởi một máy thu vô tuyến ở mặt đất ngay phía dưới vệ tinh. Bỏ qua sự hấp thụ sóng của khí quyển.



Bài 2: Một vệ tinh thông tin (vệ tinh địa tĩnh) chuyển động trên quỹ đạo tròn ngay phía trên xích đạo của Trái Đất, quay cùng hướng và cùng chu kỳ tự quay của Trái Đất ở độ cao 36600 km so với đài phát trên mặt đất. Đài phát nằm trên đường thẳng nối vệ tinh và tâm Trái Đất. Coi Trái Đất là một hình cầu có bán kính $R = 6400$ km. Vệ tinh nhận sóng truyền hình từ đài phát rồi phát lại tức thời tín hiệu đó về Trái Đất. Biết sóng có bước sóng $\lambda = 0,5$ m; tốc độ truyền sóng $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Tính khoảng thời gian lớn nhất mà sóng truyền hình đi từ đài phát đến một điểm trên mặt Trái Đất, vẽ hình minh họa?



Bài 3: (SBT -Vật lý 11 CTST) Biết tốc độ ánh sáng trong chân không là $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

a) Tính bước sóng của một ánh sáng có tần số $f = 6 \cdot 10^{14}$ Hz.

b) Bước sóng của ánh sáng này bằng bao nhiêu khi truyền trong nước có chiết suất bằng $4/3$?

Bài 4: (SBT -Vật lý 11 CTST) Biết cường độ của vi sóng tối đa không gây nguy hiểm cho cơ thể người khi bị phơi nhiễm là $1,5$ W/m². Một radar phát vi sóng có công suất 10 W, xác định khoảng cách tối thiểu từ người đến radar để đảm bảo an toàn cho người?

Bài 5: (SBT -Vật lý 11 CTST) Một trạm không gian đo được cường độ của bức xạ điện từ phát ra từ một ngôi sao bằng $5,0 \cdot 10^3$ W/m². Cho biết công suất bức xạ trung bình của ngôi sao này bằng $2,5 \cdot 10^{25}$ W. Giả sử ngôi sao này phát bức xạ đẳng hướng, tính khoảng cách từ ngôi sao này đến trạm không gian.

Bài 6: (SBT -Vật lý 11 CTST) Một máy phát sóng vô tuyến AM đẳng hướng trong không gian. Ở khoảng cách 30,0 km từ máy phát này, ta nhận được sóng có cường độ bằng $4,42 \cdot 10^{-6}$ W/m². Tính công suất của máy phát này.

Bài 7: (SBT -Vật lý 11 CTST) Hệ thống định vị toàn cầu (GPS - Global Positioning System) gồm 24 vệ tinh nhân tạo. Mỗi vệ tinh thực hiện hai vòng quay quanh Trái Đất trong một ngày ở độ $2,02 \cdot 10^7$ m đối với mặt đất và phát tín hiệu điện từ đẳng hướng có công suất 25 W về phía mặt đất. Một trong các tín hiệu điện từ này có tần số 1575,42 MHz.

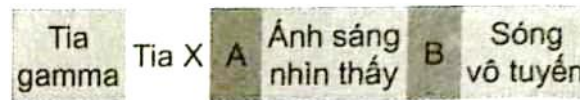
a) Tính cường độ tín hiệu điện từ nhận được ở trạm thu sóng tại một vị trí trên mặt đất ngay ở phía dưới một vệ tinh.

b) Trạm thu sóng nhận được tín hiệu có bước sóng bằng bao nhiêu?

Bài 8: Thang của sóng điện từ được biểu diễn theo bước sóng tăng dần như Hình 11.1

a) Xác định các loại bức xạ được đánh dấu A, B.

b) Mô tả ngắn gọn một ứng dụng của tia X trong thực tiễn.



c) Chỉ ra hai đặc điểm khác nhau giữa sóng điện từ và sóng âm

Bài 9: (SBT - KNTT) Sóng vô tuyến ngắn có thể được sử dụng để đo khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trăng, bằng cách phát một tín hiệu từ Trái Đất tới Mặt Trăng và thu tín hiệu trở lại, đo khoảng thời gian từ khi phát đến khi nhận tín hiệu. Khoảng thời gian từ khi phát tới khi nhận được tín hiệu trở lại là 2,5 s. Biết tốc độ của sóng vô tuyến này là $3 \cdot 10^8$ m/s và có tần số 10^7 Hz. Tính:

a) Khoảng cách từ Mặt Trăng tới Trái Đất.

b) Bước sóng của sóng vô tuyến đã sử dụng.

Bài 10: (SBT - KNTT) Một vệ tinh địa tĩnh ở độ cao 36 600 km so với một đài phát hình trên mặt đất, nằm trên đường thẳng nối vệ tinh và tâm Trái Đất. Coi Trái Đất là một hình cầu có bán kính 6 400 km. Vệ tinh nhận sóng truyền hình từ đài phát rồi phát lại tức thời tín hiệu đó về Trái Đất. Biết tốc độ truyền sóng $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Tính khoảng thời gian lớn nhất mà sóng truyền hình đi từ đài phát đến Trái Đất.

Bài 11: (SBT - KNTT) Một anten radar phát ra những sóng điện từ đến vật đang chuyển động về phía radar. Thời gian từ lúc anten phát sóng đến lúc nhận sóng phản xạ từ vật trở lại là $80 \mu\text{s}$. Sau hai phút, đo lần thứ hai, thời gian từ lúc phát đến lúc nhận lần này là $76 \mu\text{s}$. Tính tốc độ trung bình của vật. Coi tốc độ của sóng điện từ trong không khí bằng $3 \cdot 10^8$ m/s.

Bài 12: (SBT - KNTT) Giả sử một vệ tinh truyền thông đang đứng yên so với mặt đất ở một độ cao xác định trong mặt phẳng xích đạo Trái Đất đường thẳng nối vệ tinh với tâm trái đất đi qua kinh tuyến số 0 hoặc kinh tuyến gốc. Coi trái đất như một quả cầu bán kính 6400km khối lượng là $6 \cdot 10^{24}$ kg và chu kỳ quay quanh trục của nó là 24h hằng số hấp dẫn $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$. Sóng cực ngắn $f > 30\text{MHz}$ phát vệ tinh chuyển thẳng đến các điểm nằm trên xích đạo trái đất trong khoảng kinh độ nào?

I Tóm tắt lý thuyết

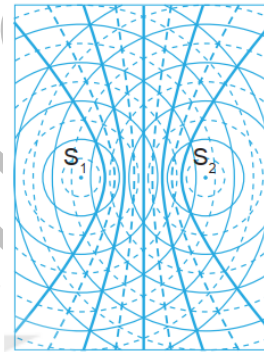
1 Hiện tượng giao thoa của hai sóng mặt nước

- Hiện tượng hai sóng gặp nhau tạo nên các gợn sóng ổn định gọi là hiện tượng giao thoa của hai sóng.
- Các gợn sóng ổn định gọi là các vân giao thoa.

2 Điều kiện giao thoa

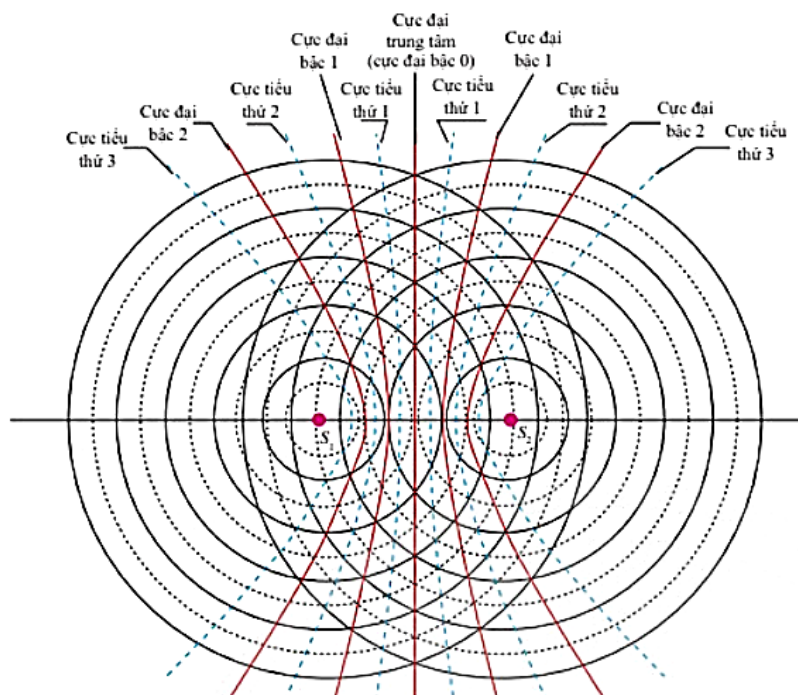
Để xảy ra hiện tượng giao thoa, 2 nguồn sóng phải là 2 nguồn kết hợp:

- Dao động cùng phương, cùng tần số.
- Có độ lệch pha không đổi theo thời gian.



3 Vị trí vân giao thoa

Vị trí của các điểm cực đại, cực tiểu trong giao thoa sóng nước



- Những điểm dao động với biên độ cực đại: $d_2 - d_1 = k\lambda$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$
- Những điểm dao động với biên độ cực tiểu: $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Để xảy ra hiện tượng giao thoa, 2 nguồn sóng phải là
- Hai nguồn kết hợp là hai nguồn sóng dao động cùng, cùng và không đổi theo thời gian.
- Hiện tượng hai sóng gặp nhau tạo nên các gợn sóng ổn định gọi là
- Các gợn sóng ổn định gọi là.....

III Bài tập phân dạng

A

PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Những điểm dao động với biên độ cực đại: $d_2 - d_1 = k\lambda$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$
- Những điểm dao động với biên độ cực tiểu: $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$ với $k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$

B

BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: (SGK - KNTT) Trong thí nghiệm ở hình 12.1, tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 20 cm/s, cần rung có tần số 40 Hz. Tính khoảng cách giữa hai điểm cực đại giao thoa cạnh nhau trên đoạn thẳng S_1S_2 .

Bài 2: (SGK - CTST) Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước với hai nguồn kết hợp cùng pha, ta thấy tại một điểm cách hai nguồn các khoảng lần lượt là 20 cm và 12 cm, sóng có biên độ cực đại, đồng thời giữa điểm này và đường trung trực của hai nguồn có 4 dãy gồm những điểm dao động với biên độ cực đại. Biết tốc độ truyền sóng là 40 cm/s. Tính tần số của sóng.

A

PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Xét 2 nguồn kết hợp cùng pha $u_1 = u_2 = A \cos(\omega t)$

Xét điểm M trong vùng giao thoa có khoảng cách tới các nguồn là d_1, d_2

Phương trình sóng do u_1, u_2 truyền tới M: $u_{1M} = A \cos(\omega t - 2\pi \frac{d_1}{\lambda})$; $u_{2M} = A \cos(\omega t - 2\pi \frac{d_2}{\lambda})$

Phương trình sóng tổng hợp tại M:

$$u_M = u_{1M} + u_{2M} = 2A \cos\left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda}\right] \cos\left[2\omega t - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda}\right]$$

Độ lệch pha của hai sóng từ hai nguồn đến M: $\Delta\varphi_M = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2)$

Biên độ dao động tổng hợp tại M: $A_M = 2A \left| \cos\left[\pi \frac{(d_2 - d_1)}{\lambda}\right] \right|$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: Cho phương trình dao động của hai nguồn A và B trên mặt nước đều là $u = a \cos \omega t$. Biên độ sóng do A và B truyền đi đều bằng 1mm. Vận tốc truyền sóng là 3 m/s. Điểm M cách A và B lần lượt là $d_1 = 2\text{m}$ và $d_2 = 2,5\text{m}$. Tần số dao động là 40Hz. Viết phương trình dao động tại M do hai nguồn A và B truyền tới.

Bài 2: Tại S_1, S_2 trên mặt chất lỏng ta tạo ra hai dao động điều hòa giống nhau với phương trình $u_1 = u_2 = 2 \cos(100\pi t) \text{ cm}$. Cho rằng sóng truyền đi với biên độ không đổi và bước sóng là 12 cm. M là một điểm trên mặt chất lỏng ấy cách S_1, S_2 lần lượt $S_1M = 14\text{cm}$ và $S_2M = 16\text{cm}$. Biên độ sóng tổng hợp tại M do hai sóng truyền tới là bao nhiêu?

Bài 3: Trên mặt thoáng chất lỏng có hai nguồn kết hợp A, B có phương trình dao động là $u_A = u_B = 2 \cos 10\pi t (\text{cm})$. Vận tốc truyền sóng là 3 m/s. Xác định biên độ và pha ban đầu của sóng tại điểm N cách A 45cm và cách B 60cm.

Bài 4: Tại mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp và dao động theo phương vuông góc với mặt chất lỏng có cùng phương trình (trong đó u tính bằng cm, t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80cm/s. Gọi M là điểm trên mặt chất lỏng cách , lần lượt là 12cm và 9cm. Coi biên độ của sóng truyền từ hai nguồn trên đến điểm M là không đổi. Phần tử chất lỏng tại M dao động với biên độ là bao nhiêu?

Dạng

3

Số điểm cực đại và cực tiểu

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Trên đoạn S_1S_2 : $-S_1S_2 \leq d_2 - d_1 \leq S_1S_2$

+ Số cực đại: $-\frac{S_1S_2}{\lambda} \leq k \leq \frac{S_1S_2}{\lambda}$

+ Số cực tiểu: $-\frac{S_1S_2}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{S_1S_2}{\lambda} - \frac{1}{2}$

- Trên đoạn MN bất kì: $d_{2M} - d_{1M} \leq d_2 - d_1 \leq d_{2N} - d_{1N}$

+ Số cực đại: $\frac{d_{2M} - d_{1M}}{\lambda} \leq k \leq \frac{d_{2N} - d_{1N}}{\lambda}$

+ Số cực tiểu: $\frac{d_{2M} - d_{1M}}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{d_{2N} - d_{1N}}{\lambda} - \frac{1}{2}$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: (SBT – CTST) Trong hiện tượng giao thoa sóng nước do hai nguồn kết hợp A và B dao động cùng pha tạo ra, trên cùng một dây gồm những điểm dao động với biên độ cực đại, xét điểm M cách A và B các khoảng bằng 21 cm; 19 cm và điểm N cách A một khoảng 24 cm. Tính khoảng cách từ N đến B.

Bài 2: (SBT – CTST) Trên mặt nước có sự giao thoa của hai sóng do hai nguồn kết hợp A và B dao động cùng pha, cùng biên độ tạo ra. Gọi λ là bước sóng của sóng do hai nguồn phát ra. Xét một điểm nằm trong vùng giao thoa trên dây đứng yên thứ ba kể từ đường trung trực của đoạn AB, xác định hiệu khoảng cách từ điểm này đến hai nguồn A và B.

Bài 3: (SBT – CTST) Trong hiện tượng giao thoa sóng trên mặt nước do hai nguồn kết hợp A và B cùng pha, cùng tần số bằng 24 Hz gây ra. Tại một điểm M trong vùng giao thoa trên mặt nước, ta quan sát thấy sóng có biên độ cực đại và là dãy cực đại thứ ba kể từ cực đại trung tâm. Phải thay đổi tần số sóng bằng bao nhiêu để tại M có

a. dãy cực đại bậc bốn kể từ cực đại trung tâm?

b. dãy đứng yên thứ ba kể từ cực đại trung tâm?

Lưu ý: Bài tập này có thể giải mà không cần dữ liệu về giá trị của tốc độ truyền sóng.

Bài 4: (SBT – CTST) Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn sóng A và B dao động với phương trình $u_A = u_B = 5\cos 10t$ (cm). Biết tốc độ truyền sóng là 20 cm/s.

a. Viết phương trình dao động của điểm M trên mặt nước cách A, B lần lượt là 7,2 cm và 8,2 cm.

b. Một điểm N trên mặt nước có $AN - BN = 10$ cm. Điểm N nằm trên dãy gồm những điểm dao động với biên độ cực đại hay đứng yên?

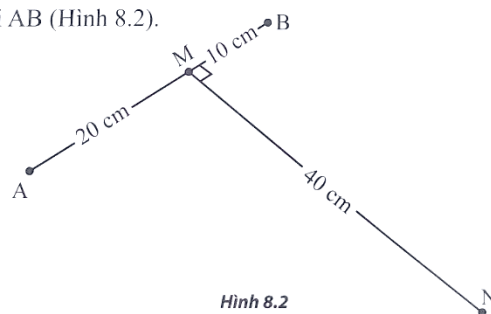
Bài 5: (SBT – CTST)

Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước, hai nguồn sóng kết hợp cùng pha đặt tại hai điểm A và B cách nhau 30 cm. Xét điểm M nằm trên đoạn AB và cách A 20 cm; điểm N nằm trên mặt nước và cách M 40 cm, MN vuông góc với AB (hình 8.2)

a. Với tần số của hai nguồn bằng 10 Hz thì tại N có sóng với biên độ cực đại và giữa N với đường trung trực của AB không có dãy cực đại. Tính tốc độ truyền sóng.

b. Với tốc độ truyền sóng tính được ở câu a, để điểm N đứng yên thì tần số của hai nguồn phải bằng bao nhiêu?

AB (Hình 8.2).



Bài 6: (SBT – CTST) Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước với hai nguồn kết hợp A và B dao động cùng pha, tốc độ truyền sóng là 0,5 m/s với tần số sóng là 25 Hz.

a. Trong vùng không gian giữa 2 nguồn, có bao nhiêu dãy gồm những điểm dao động với biên độ cực đại và bao nhiêu dãy gồm những điểm đứng yên? Cho biết 2 nguồn cách nhau

13 cm.

b. Tính khoảng cách giữa 2 điểm liên tiếp trên đoạn AB dao động với biên độ cực đại và khoảng cách giữa 2 điểm liên tiếp đứng yên.

c. Khoảng cách giữa một điểm dao động với biên độ cực đại và một điểm đứng yên kế cận trên đoạn AB bằng bao nhiêu?

Bài 7: Hai nguồn sóng cơ AB cách nhau dao động chạm nhẹ trên mặt chất lỏng, cùng tần số 80Hz, cùng pha theo phương vuông góc với mặt chất lỏng. Vận tốc truyền sóng 16m/s. Số điểm không dao động trên đoạn AB = 90 cm là bao nhiêu?

Bài 8: Trong một thí nghiệm về giao thoa sóng nước, hai nguồn sóng kết hợp dao động cùng pha đặt tại hai điểm A và B cách nhau 16 cm. Sóng truyền trên mặt nước với bước sóng 3cm. Trên đoạn AB, số điểm mà tại đó phần tử nước dao động với biên độ cực đại là bao nhiêu?

Bài 9: Trên mặt nước nằm ngang, tại hai điểm S_1, S_2 cách nhau 9,6cm, người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng có tần số 15Hz và luôn dao động cùng pha. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước là 45cm/s và coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn S_1S_2 là bao nhiêu?

Bài 10: Hai nguồn S_1 và S_2 trên mặt nước khác nhau 24 cm cùng dao động theo phương trình $u = 4\cos(40\pi t)(mm)$. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 1m/s. Biên độ sóng không đổi. Số điểm dao động với biên độ 8mm trên đoạn S_1S_2 là bao nhiêu?

Bài 11: Hai nguồn sóng cơ S_1 và S_2 trên mặt chất lỏng khác nhau 24 cm dao động theo phương trình $u_1 = u_2 = 5\cos(30\pi t)$, lan truyền trong môi trường với tốc độ $v = 75\text{ cm/s}$. Xét điểm M cách S_1 khoảng 18 cm và vuông góc S_1S_2 với tại S_1 . Xác định số đường cực đại đi qua S_2M .

Bài 12: Trong thí nghiệm giao thoa sóng trên mặt nước. Hai nguồn kết hợp A và B cùng pha cách nhau 10 cm. Tại điểm M mặt nước cách A và B lần lượt là $d_1 = 40\text{ cm}$ và $d_2 = 34\text{ cm}$ dao động có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của AB có một cực đại khác. Trên khoảng MA số điểm dao động không dao động là bao nhiêu?

Bài 13: Trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 24 cm luôn dao động với phương trình $u_1 = u_2 = 4\cos\left(40\pi t + \frac{\pi}{6}\right)(cm)$. Hai điểm CD nằm trên mặt nước mà ABCD là một hình chữ nhật với $AD = 18\text{ cm}$. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là $v = 40\text{ cm/s}$. Số điểm cực đại và đứng yên trên đoạn CD lần lượt là bao nhiêu?

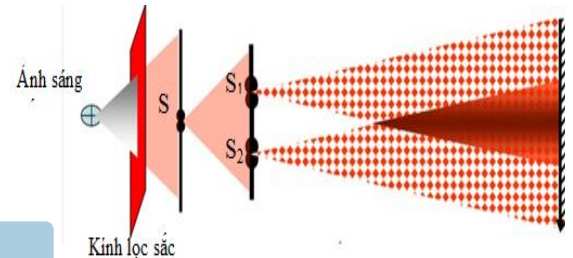
Bài 14: Trên mặt nước có hai nguồn sóng nước A, B giống hệt nhau cách nhau một khoảng . Trên đường tròn nằm trên mặt nước có tâm là trung điểm của O của đoạn AB có bán kính sẽ có số điểm dao động với biên độ cực đại là bao nhiêu?

Bài 15: Hai nguồn kết hợp giống hệt nhau được đặt cách nhau một khoảng x trên đường kính của một vòng tròn bán kính R ($x < 2R$) và đối xứng qua tâm của vòng tròn. Biết rằng mỗi nguồn đều phát sóng có bước sóng λ và . Số điểm dao động cực đại trên vòng tròn là bao nhiêu?

I Tóm tắt lý thuyết

1 Thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng

Trên màn E ta thấy trong vùng 2 ánh sáng gặp nhau có những vạch tối (2 sóng ánh sáng triệt tiêu nhau) và có những vạch sáng (2 sóng ánh sáng tăng cường lẫn nhau) $\Rightarrow$ Ánh sáng có tính chất sóng.



2 Công thức về giao thoa ánh sáng

a. Điều kiện để tại A có vân sáng, vân tối

- Tại A có vân sáng khi $d_2 - d_1 = k\lambda$ với $k = 0, \pm 1; \pm 2; \dots$
- Tại A có vân tối khi $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$ với $k = 0, \pm 1; \pm 2; \dots$

b. Vị trí các vân sáng, các vân tối

- Khoảng cách giữa 2 vân sáng hoặc 2 vân tối liên tiếp được gọi là khoảng vân, kí hiệu là i .

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

- Vị trí các vân sáng: $x_s = ki = k \frac{\lambda D}{a}$

Với $k = 0$, vân sáng trung tâm, vân sáng bậc 1, ứng với $k = \pm 1$; vân sáng bậc 2, ứng với $k = \pm 2 \dots$

- Vị trí các vân tối: $x_t = (k + \frac{1}{2})i = (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda D}{a}$

Vân tối thứ nhất ứng với $k = 0, k = -1$; vân tối thứ hai ứng với $k = 1, k = -2 \dots$

Trong đó a là khoảng cách giữa hai nguồn kết hợp, D là khoảng cách từ hai nguồn kết hợp đến màn quan sát, i là khoảng vân, λ là bước sóng ánh sáng

II Bài tập ôn lý thuyết

A BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 1. Hãy nối những công thức/ kí hiệu tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A		CỘT B	
1	$\frac{ia}{D}$	a	Vị trí vân tối
2	$\frac{\lambda D}{a}$	b	Bước sóng λ
3	$(k + \frac{1}{2})i$	c	Vị trí vân sáng
4	ki	d	Khoảng vân (m hoặc cm)

III > Bài tập phân dạng

Dạng

1

Vị trí vân sáng, vân tối – khoảng vân

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

a. Điều kiện để tại A có vân sáng, vân tối

- Tại A có vân sáng khi $d_2 - d_1 = k\lambda$ với $k = 0, \pm 1; \pm 2; \dots$
- Tại A có vân tối khi $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$ với $k = 0, \pm 1; \pm 2; \dots$

b. Vị trí các vân sáng, các vân tối

- Khoảng cách giữa 2 vân sáng hoặc 2 vân tối liên tiếp được gọi là khoảng vân, kí hiệu là i .

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

- Vị trí các vân sáng: $x_s = ki = k \frac{\lambda D}{a}$

Với $k = 0$, vân sáng trung tâm, vân sáng bậc 1, ứng với $k = \pm 1$; vân sáng bậc 2, ứng với $k = \pm 2$...

- Vị trí các vân tối: $x_t = \left(k + \frac{1}{2}\right)i = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda D}{a}$

Vân tối thứ nhất ứng với $k = 0$, $k = -1$; vân tối thứ hai ứng với $k = 1$, $k = -2$...

Trong đó a là khoảng cách giữa hai nguồn kết hợp, D là khoảng cách từ hai nguồn kết hợp đến màn quan sát, i là khoảng vân, λ là bước sóng ánh sáng

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: (SBT - KNTT) Trong một thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng với $a = 0,2$ mm, $D = 1,2$ m, người ta đo được $i = 0,36$ mm. Tính bước sóng λ và tần số f của bức xạ.

Bài 2: (SBT - KNTT) Trong một thí nghiệm Young, biết $a = 0,15$ mm, $D = 1,20$ m, khoảng cách giữa 12 vân sáng liên tiếp là 5,2 mm. Tính bước sóng ánh sáng.

Bài 3: (SBT - KNTT) Trong một thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc. Khoảng cách giữa hai khe là 0,6 mm. Khoảng vân trên màn quan sát đo được là 1 mm. Từ vị trí ban đầu, nếu tịnh tiến màn quan sát một đoạn 25 cm lại gần mặt phẳng chứa hai khe thì khoảng vân mới trên màn là 0,8 mm. Tính bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm.

Bài 4: (SGK - CTST) Trong một thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, khi nguồn sáng là ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ , người ta đo khoảng cách giữa 9 vân sáng liên tiếp là 25,3 mm. Cho biết khoảng cách giữa hai khe là 0,200 mm và khoảng cách từ hai khe đến màn là 1m.

a. Tính bước sóng λ .

b. Tính khoảng cách từ vân sáng bậc hai đến vân tối thứ tư ở cùng bên so với vân sáng trung tâm (vân sáng cách đều hai khe sáng).

Bài 5: (SGK - CTST) Thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng thường được sử dụng để đo bước sóng của ánh sáng đơn sắc. Khi chiếu hai khe bằng một nguồn phát ánh sáng đơn sắc, ta thấy vân sáng thứ năm cách vân trung tâm là 2,8 cm. Biết hai khe đặt cách nhau 0,2 mm và cách màn một khoảng 1,5 m. Xác định bước sóng của ánh sáng được dùng trong thí nghiệm.

Bài 6: Trong thí nghiệm Young về giao thoa của ánh sáng đơn sắc, hai khe hẹp cách nhau 1 mm, mặt phẳng chứa hai khe cách màn quan sát 1,5 m. Khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp là 3,6 mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm này bằng bao nhiêu?

Bài 7: (SBT - KNTT) Trong thí nghiệm Young về giao thoa với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ , khoảng cách giữa 2 khe là 0,15 mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa 2 khe và màn quan sát là 1m. Hai điểm M và N trên màn quan sát đối xứng nhau qua vân

sáng trung tâm. Trên đoạn MN có 11 vân sáng, tại M và N là hai vân sáng, Biết khoảng cách MN là 30mm. Tính bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm này.

Bài 8: (SBT - CTST) Trong thí nghiệm Young về giao thoa của ánh sáng đơn sắc, hai khe hẹp cách nhau 1,2mm, mặt phẳng chứa 2 khe cách màn quan sát là 1,5m. Khoảng cách giữa 5 vân sáng liên tiếp là 3,6mm. Bước sóng của ánh sáng dùng trong thí nghiệm này bằng bao nhiêu?

Bài 9: (SBT - CTST) Khi thực hiện thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng với ánh sáng đơn sắc có bước sóng 560 nm, ta thấy khoảng cách giữa vân sáng bậc hai và vân tối thứ 5 kể từ vân trung tâm và cùng phía với vân trung tâm là 3 mm. Cho biết khoảng cách từ mặt phẳng chứa 2 khe đến màn quan sát là 1,2 m. Tính khoảng cách giữa hai khe.

Bài 10: (SBT - KNTT) Trong thí nghiệm Young về giao thoa với ánh sáng, nguồn S phát ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ . Màn quan sát cách 2 khe một khoảng không đổi D, khoảng cách giữa 2 khe $S_1S_2 = a$ có thể thay đổi (nhưng S_1, S_2 luôn cách đều S). Xét điểm P trên màn quan sát, lúc đầu là vân sáng bậc 4, nếu lần lượt giảm hoặc tăng khoảng cách S_1S_2 một lượng Δa thì tại đó là vân sáng bậc k và 3k. Nếu tăng khoảng cách S_1S_2 một lượng $2\Delta a$ thì tại đó là vân sáng hay vân tối, bậc hoặc thứ bao nhiêu?

Bài 11: (SBT - CTST) Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng trong khoảng từ 400 nm đến 760 nm. Biết khoảng cách giữa 2 khe là 0,3 mm; khoảng cách từ mặt phẳng chứa 2 khe đến màn quan sát là 2,00m

a. Tính khoảng cách từ vân sáng bậc 1 màu đỏ đến vân sáng bậc một màu tím ở cùng phía so với vân trung tâm. Khoảng cách giữa hai vân sáng này có màu gì?

b. Tính khoảng cách từ vân sáng bậc 2 màu đỏ đến vân sáng bậc 2 màu tím ở cùng phía so với vân trung tâm. Trong khoảng giữa hai vân sáng này có xuất hiện dải màu cầu vồng không?

Bài 12: Trong thí nghiệm Young về giao thoa với ánh sáng đơn sắc có bước sóng , khoảng cách giữa hai khe hẹp là a, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe hẹp đến màn quan sát là 2 m. Trên màn quan sát, tại điểm M cách vân sáng trung tâm 6 mm, có vân sáng bậc 5. Khi thay đổi khoảng cách giữa hai khe hẹp một đoạn bằng 0,2 mm sao cho vị trí vân sáng trung tâm không thay đổi thì tại M có vân sáng bậc 6. Giá trị của λ bằng bao nhiêu?

Bài 13: Trong thí nghiệm Young về giao thoa với ánh sáng đơn sắc xác định, thì tại điểm M trên màn quan sát là vân sáng bậc 5. Sau đó giảm khoảng cách giữa hai khe một đoạn bằng 0,2 mm thì tại M trở thành vân tối thứ 5 so với vân sáng trung tâm. Ban đầu khoảng cách giữa hai khe là bao nhiêu?

Bài 14: Trong thí nghiệm giao thoa Young, khoảng cách hai khe là 1 mm. Giao thoa thực hiện với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ thì tại điểm M có tọa độ 1,2 mm là vị trí vân sáng bậc 4. Nếu dịch màn xa thêm một đoạn 25 cm theo phương vuông góc với mặt phẳng hai khe thì tại M là vị trí vân sáng bậc 3. Xác định bước sóng.

Bài 15: Thực hiện thí nghiệm Young về giao thoa với ánh sáng có bước sóng . Khoảng cách giữa hai khe hẹp là 1 mm. Trên màn quan sát, tại điểm M cách vân trung tâm 4,2 mm có vân sáng bậc 5. Giữ cố định các điều kiện khác, di chuyển dần màn quan sát dọc

theo đường thẳng vuông góc với mặt phẳng chứa hai khe ra xa cho đến khi vân giao thoa tại M chuyển thành vân tối thứ hai thì khoảng dịch màn là 0,6 m. Bước sóng λ bằng bao nhiêu?

Dạng

2

Bài toán tìm số vân sáng, vân tối có trên một miền

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Gọi L: bề rộng của trường giao thoa

$\Rightarrow$ Số vân sáng quan sát được trên màn: $-\frac{L}{2i} \leq k \leq \frac{L}{2i}$

hoặc $N_s = 1 + 2 \left[\frac{L}{2i} \right]$ (chỉ lấy phần nguyên của $\frac{L}{2i}$)

$\Rightarrow$ Số vân tối quan sát được trên màn: $-\frac{L}{2i} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{L}{2i} - \frac{1}{2}$

hoặc $N_t = 2 \left(\frac{L}{2i} \right)$ (thương $\frac{L}{2i}$ được làm tròn)

$\Rightarrow$ Số vân sáng, vân tối giữa hai điểm M, N có tọa độ x_1, x_2 ($x_1 < x_2$):

+ Vân sáng: $x_1 < ki < x_2 \Rightarrow k$

+ Vân tối: $x_1 < (k + 0,5)i < x_2 \Rightarrow k$

Lưu ý: M, N cùng phía thì x_1, x_2 cùng dấu; khác phía thì x_1, x_2 trái dấu

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: (SBT - CTST) Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bởi ánh sáng đơn sắc có bước sóng là 600 nm. Biết khoảng cách giữa 2 khe là 1,20mm và khoảng cách từ mặt phẳng chứa 2 khe đến màn quan sát là 2,00m.

a. Tại các điểm M và N trên màn, M, N cùng phía so với vân trung tâm cách vân trung tâm các khoảng lần lượt là 6,00 mm và 9,5 mm có vân sáng hay vân tối?

b. Không kể các vân tại M và N, trong khoảng giữa M, N có bao nhiêu vân sáng và bao nhiêu vân tối?

Bài 2: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng đơn sắc có bước sóng 0,6. Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2,5 m, bề rộng miền giao thoa là 1,25 cm. Tổng số vân sáng và vân tối có trong miền giao thoa là bao nhiêu?

Bài 3: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, các khe hẹp được chiếu sáng bởi ánh sáng đơn sắc. Khoảng vân trên màn là 1,2 mm. Trong khoảng giữa hai điểm M và N trên màn ở cùng một phía so với vân sáng trung tâm, cách vân trung tâm lần lượt 2 mm và 4,5 mm, quan sát được bao nhiêu vân sáng, vân tối?

Bài 4: Trong một thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Young, hai khe cách nhau 2 mm, khoảng cách từ hai khe tới màn quan sát là 2 m. Ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda = 0,5$. Cho M và N là hai điểm nằm trong trường giao thoa, chúng nằm khác phía nhau so với

vân chính giữa, có $OM = 12,3 \text{ mm}$, $ON = 5,2 \text{ mm}$. Số vân sáng và số vân tối trong đoạn MN là bao nhiêu?

Dạng

4

Bài toán trùng vân

A

PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Vị trí vân sáng trùng nhau $x_1 = x_2$: $k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2$

B

BÀI TẬP TỰ LUYỆN

Bài 1: (SBT - CTST) Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, biết khoảng cách giữa 2 khe là $0,4 \text{ mm}$ và khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là $1,00 \text{ m}$. Khi ta dùng ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 thì quan sát thấy trên một khoảng trong vùng giao thoa có chứa 7 vân sáng với khoảng cách giữa 2 vân sáng ngoài cùng bằng $9,00 \text{ mm}$.

a. Tính bước sóng λ_1

b. Sử dụng nguồn sáng gồm 2 ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ_1 và λ_2 với $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$. Xác định vị trí trên màn có vân sáng cùng màu với vân sáng trung tâm và gần vân trung tâm nhất.

Bài 2: (SBT - KNTT) Trong một thí nghiệm về giao thoa ánh sáng với 2 khe Young, khoảng cách giữa hai khe hẹp là $a = 2 \text{ mm}$, khoảng cách giữa 2 mặt phẳng chứa hai khe với màn quan sát là $D = 1,2 \text{ m}$. Khe sáng hẹp phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc màu đỏ $\lambda_1 = 0,66 \mu\text{m}$ và màu lục $\lambda_2 = 0,55 \mu\text{m}$.

a. Tính khoảng vân của hai ánh sáng màu đỏ và màu lục.

b. Tính khoảng cách ngắn nhất giữa hai vân sáng cùng màu với vân sáng trung tâm.

Bài 3: Trong thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Young khoảng cách giữa hai khe là 2 mm , khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là $1,2 \text{ m}$. Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng hỗn hợp gồm hai ánh sáng đơn sắc có bước sóng 500 nm và 660 nm thì thu được hệ vân giao thoa trên màn. Biết vân sáng chính giữa (trung tâm) ứng với hai bức xạ trên trùng nhau. Khoảng cách từ vân chính giữa đến vân gần nhất cùng màu với vân chính giữa là bao nhiêu?

Bài 4: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe là $0,5 \text{ mm}$, khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát là 2 m . Nguồn sáng dùng trong thí nghiệm gồm hai bức xạ có bước sóng $\lambda_1 = 450 \text{ nm}$ và $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$. Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm ở cùng một phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là $5,5 \text{ mm}$ và 22 mm . Trên đoạn MN, số vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ là:

Bài 5: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai ánh sáng đơn sắc gồm ánh sáng đỏ có bước sóng 684 nm và ánh sáng lam có bước sóng

456 nm. Trong khoảng giữa hai vân sáng có màu cùng màu với vân sáng trung tâm, nếu đếm được 6 vân sáng màu lam thì số vân sáng màu đỏ là bao nhiêu?

Bài 6: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, nguồn sáng phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc, trong đó bức xạ màu đỏ có bước sóng $\lambda_D = 720 \text{ nm}$ và bức xạ màu lục có bước sóng $\lambda_{\text{lục}}$ (có giá trị trong khoảng từ 500 nm đến 575 nm). Trên màn quan sát, giữa hai vân sáng gần nhau nhất và cùng màu với vân sáng trung tâm có 8 vân sáng màu lục. Giá trị của $\lambda_{\text{lục}}$ là

Bài 7: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, khe hẹp S phát ra đồng thời hai bức xạ đơn sắc có bước sóng là $\lambda_1 = 0,42 \mu\text{m}$ (màu tím), $\lambda_2 = 0,56 \mu\text{m}$ (màu lục). Biết $a = 1 \text{ mm}$, $D = 2 \text{ m}$.

a) Khoảng cách gần nhất từ vị trí trên màn có hai vân sáng trùng nhau đến vân trung tâm là bao nhiêu?

b) Xét một vùng giao thoa rộng 3 cm trên màn quan sát đối xứng với vân trung tâm, có mấy vạch sáng là kết quả trùng nhau của hai hệ vân, số vân sáng màu tím trong vùng này là bao nhiêu?

c) Trên màn quan sát, gọi M, N là hai điểm khác phía so với vân trung tâm và cách vân trung tâm lần lượt là 5,5 mm và 16,8 mm. Trên đoạn MN, số vị trí vân sáng trùng nhau của hai bức xạ là bao nhiêu?

Bài 8: Trong thí nghiệm giao thoa khe Young, cho giao thoa đồng thời ba ánh sáng đơn sắc có bước sóng $\lambda_1 = 0,4 \mu\text{m}$; $\lambda_2 = 0,5 \mu\text{m}$; $\lambda_3 = 0,6 \mu\text{m}$. Biết khoảng cách giữa hai khe là 0,8 mm và khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe tới màn bằng 1,2 m. Khoảng cách giữa hai vân sáng gần nhau nhất có cùng màu với vân sáng trung tâm là bao nhiêu?

Bài 9: Trong thí nghiệm khe Young về giao thoa ánh sáng, nguồn S phát ra đồng thời ba ánh sáng đơn sắc có bước sóng lần lượt: $0,4 \mu\text{m}$ (màu tím), $0,48 \mu\text{m}$ (màu lam) và $0,72 \mu\text{m}$ (màu đỏ). Giữa 2 vân sáng liên tiếp có màu giống như màu của vân trung tâm có số vân có màu đơn sắc lam và vân có màu đơn sắc đỏ là bao nhiêu?

Bài 10: Trong thí nghiệm Young, cho 3 bức xạ $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 500 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 600 \text{ nm}$. Trên màn quan sát ta hứng được hệ vân giao thoa trong khoảng giữa 3 vân sáng gần nhau nhất cùng màu với vân sáng trung tâm, ta quan sát được số vân sáng là bao nhiêu?

Dạng

5

Giao thoa với ánh sáng trắng

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Điều kiện ánh sáng trắng: $0,38 \mu\text{m} \text{ (tím)} \leq \lambda \leq 0,76 \mu\text{m} \text{ (đỏ)}$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: (SBT - KNTT) Thực hiện thí nghiệm Young về giao thoa với ánh sáng, khoảng cách giữa 2 khe là 2 mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa 2 khe và màn quan sát là

2m. Người ta chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng trắng có bước sóng nằm trong khoảng từ $0,4\mu\text{m}$ đến $0,76\mu\text{m}$. Hỏi tại điểm M trên màn ảnh cách vân trung tâm $3,3\text{mm}$ sẽ cho vân tối có bước sóng ngắn nhất bằng bao nhiêu?

Bài 2: (SBT - CTST) Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng trong khoảng từ 400 nm đến 750 nm . Những ánh sáng đơn sắc nào cho vân sáng tại vị trí vân sáng bậc bốn của ánh sáng đỏ?

Bài 3: Trong thí nghiệm giao thoa Young, khoảng cách giữa hai khe là 1mm , khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn 1m . Nguồn sáng S phát ánh sáng trắng có bước sóng nằm trong khoảng từ $0,38\mu\text{m}$ đến $0,76\mu\text{m}$. Thí nghiệm thực hiện trong không khí.

a) Tính độ rộng của quang phổ bậc 4 quan sát được trên màn.

b) Tính bề rộng khoảng chồng chập của quang phổ bậc 3 và bậc 5.

c) Hỏi tại điểm M trên màn cách vân sáng trung tâm $3,5\text{ mm}$ những bức xạ nào cho vân sáng? Cho vân tối?

d) Trên màn M là vị trí gần vân trung tâm nhất có đúng 3 bức xạ cho vân sáng. Tìm khoảng cách từ M đến vân trung tâm.

Bài 4: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,38\mu\text{m}$ đến $0,76\mu\text{m}$. Khoảng cách giữa hai khe là $0,8\text{mm}$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là $1,2\text{m}$. Độ rộng quang phổ bậc 3 (nằm về một phía so với vân sáng trung tâm) là bao nhiêu?

Bài 5: Trong thí nghiệm Young dùng ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,4\mu\text{m}$ đến $0,75\mu\text{m}$. Bề rộng quang phổ bậc 1 là $0,7\text{mm}$. Khi dịch màn ra xa khe thêm 40 cm thì bề rộng quang phổ bậc 1 là $0,84\text{mm}$. Khoảng cách giữa hai khe S_1, S_2 là bao nhiêu?

Bài 6: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ 380 nm đến 760 nm . Khoảng cách giữa hai khe là $0,8\text{mm}$, khoảng cách từ mặt phẳng chứa hai khe đến màn quan sát là 2m . Trên màn, tại vị trí cách vân trung tâm 3 mm có vân sáng của các bức xạ với bước sóng bao nhiêu?

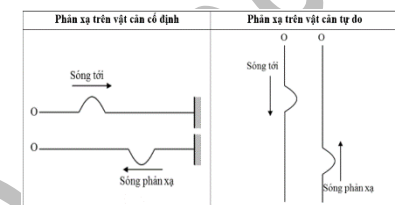
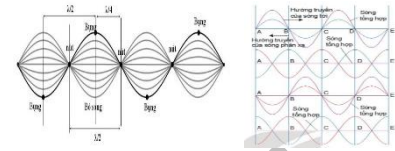
Bài 7: Trong thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, hai khe được chiếu bằng ánh sáng trắng có bước sóng từ $0,38\mu\text{m}$ đến $0,76\mu\text{m}$. Tại vị trí vân sáng bậc 4 của ánh sáng đơn sắc có bước sóng $0,76\mu\text{m}$ còn có bao nhiêu vân sáng nữa của các ánh sáng đơn sắc khác?

Bài 8: Thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng. Khoảng cách giữa hai khe là 1 mm , màn quan sát đặt song song với mặt phẳng chứa hai khe và cách hai khe 2m . Chiếu sáng hai khe bằng ánh sáng trắng có bước sóng $0,400\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,750\mu\text{m}$. Bước sóng lớn nhất của các bức xạ cho vân tối tại điểm N trên màn, cách vân trung tâm 12 mm là bao nhiêu?

I Tóm tắt lý thuyết

1 Sóng dừng

- Hai sóng cùng biên độ, cùng bước sóng lan truyền theo hai hướng ngược nhau. Hai sóng gặp nhau và giao thoa với nhau tạo nên một sóng tổng hợp gọi là sóng dừng.
- Nút sóng: là những điểm tại đó hai sóng ngược pha nhau $\rightarrow$ không dao động.
- Bụng sóng: là những điểm tại đó hai sóng đồng pha nhau $\rightarrow$ dao động với biên độ cực đại.
- Sóng dừng là tổng hợp của nhiều sóng tới và sóng phản xạ.



2 Điều kiện để có sóng dừng

- Trường hợp 1: Hai đầu cố định (hai đầu là nút):

Điều kiện: chiều dài của sợi dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng.

$$L = n \frac{\lambda}{2} \text{ với } n = 1, 2, 3, \dots$$

Lưu ý: Trên dây có:

Số bụng sóng = số bó sóng (nguyên) = n

Số nút sóng: $n + 1$

- Trường hợp 2: Một đầu cố định, một đầu tự do (một đầu là nút, một đầu là bụng):

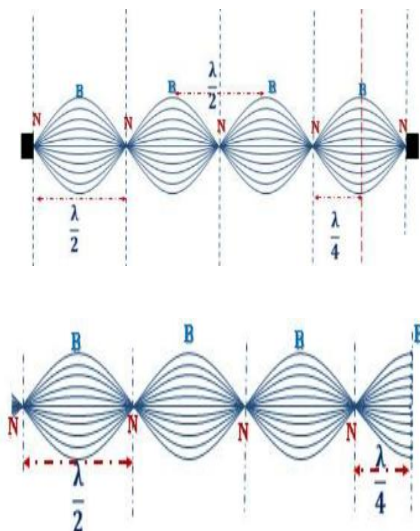
Điều kiện: chiều dài của sợi dây phải bằng một số lẻ lần một phần tư bước sóng ($\frac{\lambda}{4}$)

$$L = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} \text{ với } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Lưu ý: Trên dây có:

Số bó sóng (nguyên) = n

Số bụng sóng = số nút sóng: $n + 1$.



3 Sóng sừng trong các nhạc cụ

- Sóng dừng đối với nhạc cụ dây như: ghita, violon, đàn tính, đàn cò,... Hai đầu dây cố định.
Nên âm phát ra có:

+ Bước sóng: $\lambda = 2L$

+ Tần số: $f = \frac{v}{2L}$.

- Sóng dừng đối với nhạc cụ khí như: sáo, kèn, cột không khí dao động tạo ra sóng dừng khi ta thổi.



II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Hai sóng cùng, cùng bước sóng lan truyền theo hai Hai sóng gặp nhau và với nhau tạo nên một sóng gọi là sóng dừng.
- Điều kiện để có trên một sợi dây có hai đầu cố định là của sợi dây phải bằng một số lần bước sóng.
- Điều kiện để có trên một sợi dây có một đầu cố định, một đầu tự do là của sợi dây phải bằng một số lần bước sóng.
- Những điểm tại đó hai sóng nhau thì dao động và được gọi là nút sóng.
- Những điểm tại đó hai sóng với nhau thì dao động với biên độ và được gọi là bụng sóng.
- Đối với nhạc cụ dây như: ghita, violon, đàn tính, đàn cò,... nó phát ra một âm có bước sóng là.....
- Khoảng cách giữa bụng sóng và nút sóng liên tiếp là.....

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những kí hiệu tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A

CỘT B

1	λ	a	Tần số rung của sợi dây (Hz)
2	L	b	Khoảng cách giữa hai nút sóng liên tiếp
3	$\lambda/2$	c	Bước sóng của sóng trên dây (m hoặc
4	f	d	Chiều dài sợi dây đàn hồi (m hoặc cm)

III Bài tập phân dạng

Dạng 1 Xác định chiều dài, bước sóng, tốc độ, tần số, số nút, số bụng khi xảy ra sóng dừng

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

ÁP DỤNG ĐIỀU KIỆN ĐỂ CÓ SÓNG DỪNG TRÊN DÂY

- Trường hợp 1: Hai đầu cố định hoặc một đầu cố định một đầu dao động (hai đầu là nút):

Điều kiện: chiều dài của sợi dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng.

$$L = n \frac{\lambda}{2} \text{ với } n = 1, 2, 3, \dots$$

Trên dây có:

Số bụng sóng = số bó sóng (nguyên) = n

Số nút sóng: n + 1

- Trường hợp 2: Một đầu cố định, một đầu tự do (một đầu là nút, một đầu là bụng):

Điều kiện: chiều dài của sợi dây phải bằng một số lẻ lần một phần tư bước sóng ($\frac{\lambda}{4}$)

$$L = (2n+1) \frac{\lambda}{4} = \left(n + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{2} \text{ với } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Số bó sóng (nguyên) = n

Số bụng sóng = số nút sóng: n + 1.

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

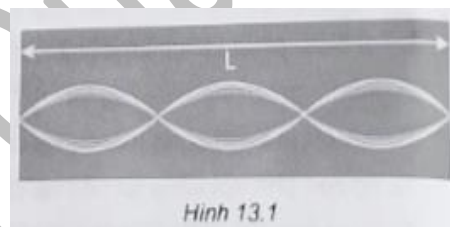
Bài 1: (SBT- KNTT) Sóng dừng trên một dây đàn dài 6 m, hai đầu cố định có một bụng sóng duy nhất (ở giữa dây).

- Tính bước sóng λ của sóng trên dây.
- Nếu dây dao động với ba bụng sóng thì bước sóng là bao nhiêu?

Bài 2: (SBT- KNTT) Trên một sợi dây dài 1,2 m có một hệ sóng dừng kể cả hai đầu dây thì trên dây có tất cả 4 nút sóng. Biết tốc độ truyền sóng trên dây là 80 m/s. Tính tần số dao động của dây.

Bài 3: Trên dây đàn hồi AB dài 100 cm, với đầu B cố định. Tại đầu A thực hiện một dđdh có tần số $f = 40$ Hz. Tốc độ truyền sóng trên dây là $v = 20$ m/s. Xác định số nút sóng, số bụng sóng trên dây.

Bài 4: (SBT- KNTT) Hình 3.1 mô tả sóng dừng trên một sợi dây có chiều dài 0,9 m hai đầu cố định.

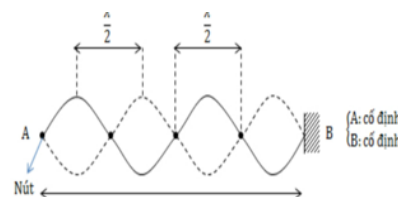


- Tính bước sóng λ của sóng trên dây.
- Nếu tần số là 180 Hz. Tính tốc độ của sóng.
- Thay đổi tần số đến 360 Hz thì bước sóng trên dây giờ bằng bao nhiêu?

Bài 5: Một sợi dây đàn hồi dài 1,05 m một đầu cố định, một đầu tự do dao động với bốn bụng sóng. Hãy xác định:

- Bước sóng của sóng trên dây.
- Nếu dây dao động với hai bụng sóng thì bước sóng là bao nhiêu?

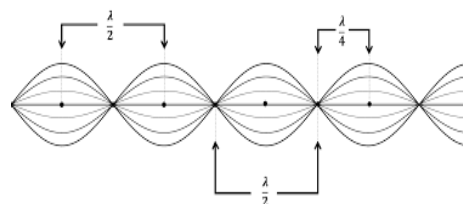
Bài 6: Trên một sợi dây đàn hồi có chiều dài $AB = L = 2$ m người ta tạo ra sóng dừng được mô tả như Hình bên, với tần số 100 Hz. Hãy xác định tốc độ truyền sóng trên dây.



Bài 7: Trên một sợi dây đàn hồi có chiều dài 1,2 m người ta tạo ra sóng dừng được mô tả như Hình bên, với tốc độ truyền sóng trên dây là 10,64 m/s. Hãy xác định tần số của sóng trên dây.



Bài 8: Trên một sợi dây đàn hồi có chiều dài L người ta tạo ra sóng dừng được mô tả như Hình bên, với bước sóng của sóng trên dây là 0,8 m. Hãy xác định chiều dài của sợi dây.



Bài 9: Trong thí nghiệm sóng dừng trên sợi dây AB dài 120 cm với đầu B tự do, đầu A được kích thích để thực hiện dao động với biên độ nhỏ. Ngoài đầu A, trên dây xuất hiện thêm một nút. Biết tần số sóng là 12,5 Hz. Hãy xác định

a. Tốc độ truyền sóng.

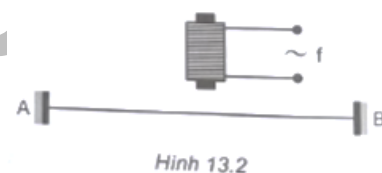
b. Để có thêm một nút sóng trên dây thì tần số sóng khi này phải bằng bao nhiêu?

Bài 10: Trên dây đàn hồi AB dài 40 cm căng ngang, 2 đầu cố định, khi có sóng dừng người ta đo được $BM = 14$ cm. Biết tại M là bụng thứ 4 (kể từ B). Xác định số bụng sóng trên dây AB.

Bài 11: Một dây AB đàn hồi có đầu A gắn vào một âm thoa rung với tần số $f = 100$ Hz, đầu B để lơ lửng. Tốc độ truyền sóng là 4 m/s. Cắt bớt để dây chỉ còn 21 cm. Bây giờ có sóng dừng trên dây. Hãy tính số bụng và số nút:

Bài 12: Một sợi dây có chiều dài 1,5 m một đầu cố định, một đầu tự do. Kích thích cho sợi dây dao động với tần số 100 Hz thì trên dây xuất hiện sóng dừng. Tốc độ truyền sóng trên dây nằm trong khoảng từ 150 m/s đến 400 m/s. Hãy xác định bước sóng của sóng trên dây.

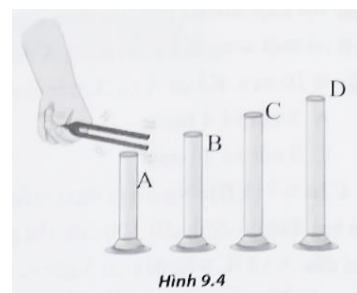
Bài 13: (SBT- KNTT) Một nam châm điện có dòng điện xoay chiều tần số 50 Hz chạy qua. Đặt nam châm điện phía trên một dây thép AB căng ngang với hai đầu cố định. Chiều dài Sợi dây là 0,6 m (Hình 3.2). Người ta thấy trên dây có sóng dừng với hai bụng sóng. Tính tốc độ truyền sóng trên dây.



Hình 3.2

Bài 14: (SBT- KNTT) Một sợi dây AB dài 1 m đầu A cố định đầu B gắn với cần rung có tần số thay đổi được. B coi là nút sóng Ban đầu trên dây có sóng dừng. Khi tần số tăng thêm 20 Hz thì số nút sóng trên dây tăng thêm 7 nút. Sau khoảng thời gian bằng bao nhiêu thì sóng phản xạ từ A truyền hết một lần chiều dài sợi dây?

Bài 15: (SBT- CTST) Một học sinh thực hiện thí nghiệm khảo sát sóng dừng với sóng âm hình thành trong các ống A, B, C, D đặt thẳng đứng, có đầu dưới kín, sóng âm được tạo ra bằng cách dùng một âm thoa đặt vào đầu trên để hơ như Hình 9.4. Giả sử có sóng dừng trong ống tương ứng với chiều dài cực tiểu của sóng.

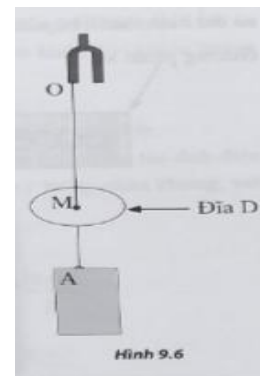


Hình 9.4

Hãy điền các chỗ trống trong bảng số liệu mà học sinh này thu nhận được

Ống	Chiều dài cột khí (cm)	Bước sóng (cm)	Tần số (Hz)	Tốc độ sóng (m/s)
A	6,00	24,00	1 418,0	
B	12,00	48,00	708,0	
C		64,00		340,0
D	20,00		425,0	

Bài 16: (SBT- CTST) Thực hiện thí nghiệm khảo sát sóng dừng như Hình 9.6, OA là một dây đàn hồi với đầu O được gắn vào một nhánh của âm thoa dao động với biên độ đủ nhỏ để có thể xem như là một nút sóng. Sóng được tạo ra trên dây có tần số bằng 0,50 Hz. Dây xuyên qua đĩa tròn D tại điểm M, đĩa D có thể dịch chuyển lên hoặc xuống.



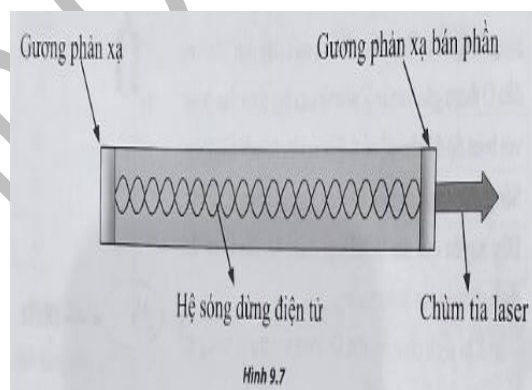
a. Khi dịch chuyển đĩa D đóng vai trò gì trong sự hình thành sóng dừng?

b. Khi $OM = 50,0$ cm ta quan sát thấy có một bụng sóng trên dây. Tính tốc độ truyền sóng.

c. Với tốc độ truyền sóng như ở câu b, đĩa D phải dịch chuyển một khoảng nhỏ nhất bằng bao nhiêu để lại có sóng dừng xuất hiện trên dây?

Bài 17: (SBT- CTST) Trong một lò vi sóng khi hệ sóng dừng của một sóng điện từ hình thành người ta đo được khoảng cách giữa hai vị trí nóng nhất trên đĩa đặt trong lò là 6,40 cm. Cho biết tốc độ của sóng điện từ trong chân không là $3 \cdot 10^8$ m/s. Tính tần số của sóng điện từ sử dụng trong lò và giải thích cụm từ “vi sóng”

Bài 18: (SBT- CTST) Để chế tạo tia laser người ta sử dụng hốc qua quang học (optical cavity): sóng điện từ được phản xạ qua lại nhiều lần giữa hai gương (trong đó có một gương phản xạ bán phần để chùm tia laser lọt ra ngoài). Hai gương này được xem là hai đầu phản xạ cố định. Trong hốc quang học xuất hiện hiện tượng sóng dừng có sóng điện từ (Hình 9.7). Biết tia laser helium – neon có bước sóng 632,992 nm (màu đỏ) và khoảng cách giữa hai gương là 310,372 nm.



a. Có bao nhiêu nút sóng hình thành trong hốc quang học?

b. Tìm giá trị lớn nhất của bước sóng λ và gần nhất với giá trị 632,992 nm để có thể hình thành hệ sóng dừng trong hốc quang học này.

Bài 19: Người ta thực hiện thí nghiệm sóng dừng trên một dây đàn hồi có hai đầu cố định dài 75,0 cm để đo tốc độ truyền sóng trên dây. Khi tần số sóng bằng 120 Hz thì trên dây xuất hiện 6 bụng sóng.

a. Tính tốc độ truyền sóng trên dây.

b. Tăng lực căng dây để tăng tốc độ truyền sóng gấp hai lần. Với những giá trị nào của tần số thì sóng dừng có thể được hình thành trên dây?

Bài 20: Một sợi dây đàn hồi một đầu cố định, một đầu tự do. Tần số dao động bé nhất để sợi dây có sóng dừng là f_1 . Nếu tăng chiều dài sợi dây thêm 1 m thì tần số dao động nhỏ nhất để sợi dây có sóng dừng là 5 Hz. Nếu giảm chiều dài sợi dây thêm 1 m thì tần số dao động nhỏ nhất để sợi dây có sóng dừng là 20 Hz. Giá trị của f_1 là

A

PHƯƠNG PHÁP GIẢI

1. Dây có hai đầu cố định (hai đầu là nút sóng):

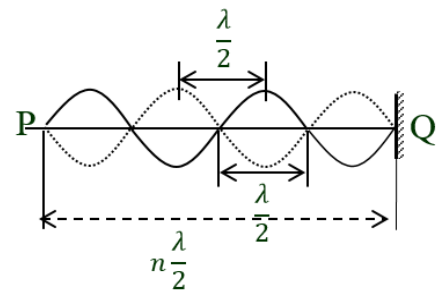
- Nhạc cụ dây hai đầu dây cố định khi ta gảy đàn trên dây sẽ dao động và xuất hiện sóng dừng thoả mãn điều kiện:

$$L = n \frac{\lambda}{2} = n \frac{v}{2f} \rightarrow f = n \frac{v}{2L} \quad \text{Với } (n = 1, 2, 3, \dots)$$

- Xét sóng âm

+ Nếu trên dây chỉ có 1 bó sóng thì $n = 1 \rightarrow \lambda_{\max} = 2L \rightarrow f_{\min} = \frac{v}{2L}$. Được gọi là họa âm bậc 1 (âm cơ bản).

+ Tổng quát $f_n = n f_1$ Được gọi là họa âm bậc n

**2. Sợi dây một đầu cố định và một đầu tự do hoặc trong ống khí một đầu kín một đầu hở (một đầu là nút, một đầu là bụng)**

- Là chiều dài của dây hoặc của cột không khí phải bằng một số lẻ lần phần tư bước sóng

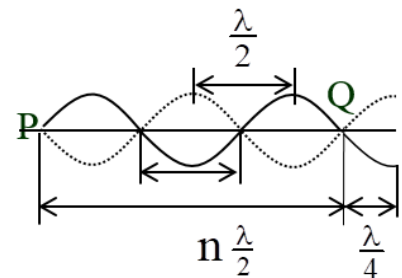
$$L = (2n + 1) \frac{\lambda}{4} = (n + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2}. \quad \text{Với } (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

$$\leftrightarrow L = m \frac{v}{4f} \rightarrow f = m \frac{v}{4L}. \quad \text{Với } (m = 1, 3, 5, \dots)$$

- Xét sóng âm

+ Khi $m = 1 \rightarrow \lambda_{\max} = 4L \rightarrow f_{\min} = \frac{v}{4L}$. Được gọi là họa âm bậc 1 (âm cơ bản).

+ Tổng quát $f_m = m f_1$ Được gọi là họa âm bậc m



A

PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Xét điểm M trên một sợi dây đàn hồi AB, đầu A dao động, đầu B cố định, biên độ sóng dừng tại M

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

- Biên độ dao động tại M: $A_M = 2A \left| \cos\left(\frac{2\pi d}{\lambda} + \frac{\pi}{2}\right) \right| = 2A \left| \sin\left(\frac{2\pi d}{\lambda}\right) \right|$

d: khoảng cách từ M đến điểm gây ra phản xạ (điểm nút)

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Bài 1: (SBT- CTST) Xét một sóng dừng trên dây có hai đầu cố định được hình thành từ dao động của sóng âm ở họa âm bậc 3. Tốc độ truyền sóng trên dây là 192 m/s và tần số sóng là 240 Hz. Biên độ dao động Tại bụng sóng là 0,40 cm. Tính biên độ dao động của điểm M và N trên dây. Biết khoảng cách từ điểm M, N đến một đầu dây lần lượt là 40,0 cm và 20,0 cm.

Bài 2: (SBT- CTST) Cho biết phương trình dao động của một điểm M trên dây có hai đầu cố định khi có sóng dừng là $u_M = \cos(0,5\pi t - 0,20\pi x)$ (cm) (x được tính theo đơn vị cm và t được tính theo đơn vị s).

a. Tính tần số và bước sóng.

b. Tìm số bụng sóng và số nút sóng trên dây kể cả hai đầu dây cho biết dây có chiều dài bằng 50 cm.

Bài 3: (SBT- CTST) Quan sát một hệ sóng dừng trên dây đàn hồi, ta thấy với M là một nút sóng và N là một bụng sóng kế cận thì khoảng cách $MN = 10$ cm cho biết bề rộng của một bụng sóng là 4 cm. Tìm biên độ dao động của sóng và biên độ dao động của điểm I là trung điểm MN.

I Tóm tắt lý thuyết

1 Lực hút và lực đẩy giữa hai điện tích

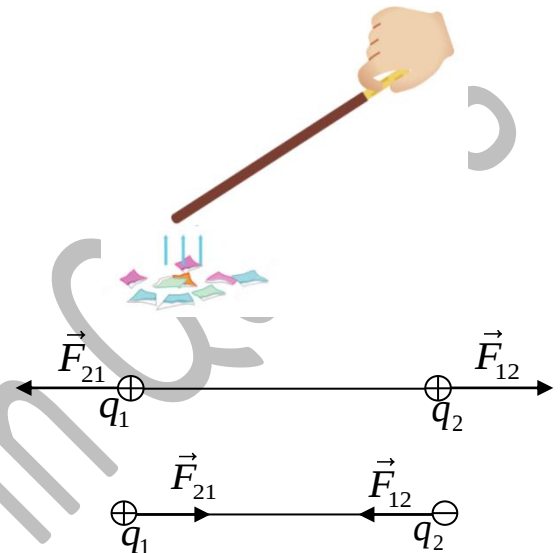
+ Vật bị nhiễm điện gọi là **vật mang điện, vật tích điện hay là một điện tích**.

+ Vật nhiễm điện có khả năng hút các vật nhẹ

+ Có hai loại điện tích trái dấu, điện tích **dương** và điện tích **âm**.

+ **Điện tích điểm** là một vật tích điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách tới điểm mà ta khảo sát.

+ Các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau, trái dấu thì hút nhau. Lực hút hay đẩy giữa hai điện tích điểm được gọi chung là lực tương tác giữa các điện tích.



2 Thuyết electron

a. Đ/n: Là thuyết dựa vào sự cư trú và di chuyển của electron để giải thích các hiện tượng điện và các tính chất điện.

b. Nội dung:

- Nguyên tử mất electron → hạt mang điện dương gọi là ion dương.
- Nguyên tử nhận thêm electron → hạt mang điện âm gọi là ion âm.
- Vật nhiễm điện âm khi số electron lớn hơn số proton
- Vật nhiễm điện dương khi số proton lớn hơn số electron.

*** Điện tích q của một vật tích điện: $|q| = n \cdot e$**

+ Vật thiếu electron (tích điện dương): $q = + n \cdot e$

+ Vật thừa electron (tích điện âm): $q = - n \cdot e$

Với: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$: là điện tích nguyên tố.

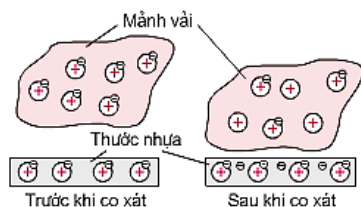
n: số hạt electron bị thừa hoặc thiếu.

c. Ba cách nhiễm điện:

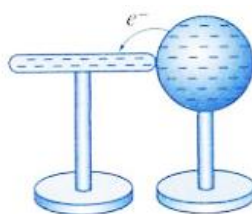
Do cọ sát:	Do tiếp xúc:	Do hưởng ứng:
▪ Khi thanh thủy tinh cọ xát với dạ, chỗ tiếp xúc có các electron tự do dịch chuyển từ thanh thủy tinh sang dạ. Vì vậy, thanh	▪ Là sự nhiễm điện khi ta đưa một vật chưa nhiễm điện tiếp xúc với 1 vật nhiễm điện thì nó sẽ bị nhiễm điện cùng dấu với	▪ Là hiện tượng khi đưa 1 quả cầu A nhiễm điện lại gần đầu M của một thanh kim loại MN trung hoà về điện ta thấy đầu

thủy tinh thiếu electron nên nhiễm điện dương, còn dạ thừa electron nên nhiễm điện âm.

⇒ Trong hiện tượng nhiễm điện do cọ xát, các vật trong **hệ nhiễm điện trái dấu**



vật đó.

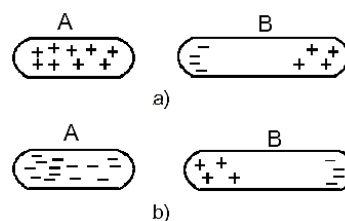
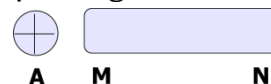


▪ **Chú ý:** Tổng đại số điện tích của 2 vật sau khi tiếp xúc bằng tổng đại số điện tích của 2 vật trước khi tiếp xúc: $q = q_1 + q_2$.

+ Nếu hai quả cầu có kích thước và bản chất giống nhau, điện tích lúc sau của mỗi quả cầu là:

$$q_1 = q_2 = \frac{q}{2} = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

M nhiễm điện khác dấu với A còn đầu N nhiễm điện cùng dấu với A.



▪ Khi đưa A ra xa thành kim loại MN lại trở lại trạng thái ban đầu.

* **Lưu ý:**

- + Một vật nhiễm điện có khả năng hút các vật nhẹ.
- + Khi chạm tay vào quả cầu nhỏ dẫn điện đã tích điện thì quả cầu mất điện tích và trở về trung hòa.

d. Định luật bảo toàn điện tích: Trong một hệ kín (cô lập), tổng điện tích của hệ được bảo toàn.

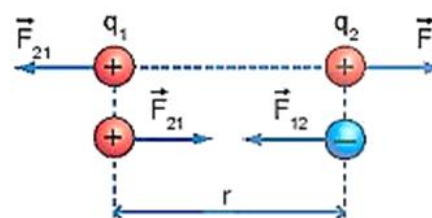
3

Định luật Coulomb

Lực tương tác giữa hai điện tích điểm đặt trong chân không có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích đó, có độ lớn tỉ lệ thuận với tích độ lớn của hai điện tích và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

$$F = k \cdot \frac{|q_1 q_2|}{r^2}; \quad k = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right)$$

$$\text{Hay } F = \frac{|q_1 q_2|}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \text{với } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



Lực tương tác giữa hai điện tích điểm.

+ Trong môi trường có hằng số điện môi ϵ thì: $F' = \frac{F}{\epsilon}$

+ Hằng số điện môi ϵ là một đặc trưng quan trọng cho tính chất điện của một chất cách điện. Nó cho biết, khi đặt các điện tích trong chất đó thì lực tác dụng giữa chúng sẽ nhỏ đi bao nhiêu lần so với khi đặt chúng trong chân không.

+ Đơn vị điện tích là Cu-lông (C).

II Bài tập ôn lý thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Vật bị nhiễm điện gọi là, vật tích điện hay là một điện tích.
- Có điện tích trái dấu, điện tích dương và điện tích âm.
- Điện tích điểm là một vật tích điện có kích thước so với tới điểm mà ta khảo sát.
- Các điện tích cùng dấu thì, trái dấu thì.....
- Lực hút hay đẩy giữa hai điện tích điểm được gọi chung là giữa các điện tích.
- Lực tương tác giữa hai điện tích điểm đặt trong chân không có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích đó, có độ lớn với tích độ lớn của hai điện tích và tỉ lệ nghịch với giữa chúng.
- Vật nhiễm điện có khả năng
- Vật nhiễm điện âm khi số electron số proton
- Vật nhiễm điện dương khi số proton số electron.
- Trong hiện tượng nhiễm điện do cọ xát, các vật trong hệ nhiễm điện
- Khi ta đưa một vật chưa nhiễm điện **tiếp xúc** với 1 vật nhiễm điện thì nó sẽ bị nhiễm điện với vật đó.
- Khi đưa 1 quả cầu A nhiễm điện **lại gần** đầu M của một thanh kim loại MN trung hoà về điện ta thấy đầu M nhiễm điện với A còn đầu N nhiễm điện với A.

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A		CỘT B	
1	Điện tích điểm	a	đẩy nhau
2	Các điện tích cùng dấu	b	điện tích dương và điện tích âm.
3	Hằng số điện môi	c	một vật tích điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách tới điểm mà ta
4	Có hai loại điện tích	d	một đặc trưng quan trọng cho tính chất điện của một chất cách điện.

III Bài tập phân dạng

Dạng

1

Giải thích sự nhiễm điện

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Vật nhiễm điện âm khi số electron lớn hơn số proton

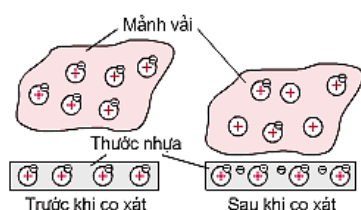
- Vật nhiễm điện dương khi số proton lớn hơn số electron.

* Ba cách nhiễm điện:

Do cọ sát:

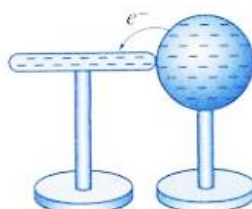
- Khi thanh thủy tinh cọ xát với dạ, chỗ tiếp xúc có các electron tự do dịch chuyển từ thanh thủy tinh sang dạ. Vì vậy, thanh thủy tinh thiếu electron nên nhiễm điện dương, còn dạ thừa electron nên nhiễm điện âm.

⇒ Trong hiện tượng nhiễm điện do cọ xát, các vật trong **hệ nhiễm điện trái dấu**



Do tiếp xúc:

- Là sự nhiễm điện khi ta đưa một vật chưa nhiễm điện tiếp xúc với 1 vật nhiễm điện thì nó sẽ bị nhiễm điện cùng dấu với vật đó.



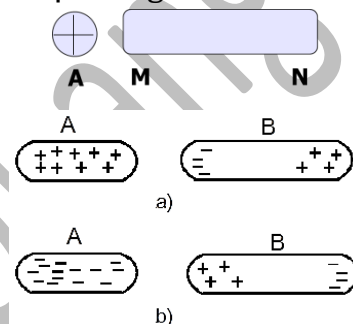
- **Chú ý:** Tổng đại số điện tích của 2 vật sau khi tiếp xúc bằng tổng đại số điện tích của 2 vật trước khi tiếp xúc: $q = q_1 + q_2$.

+ Nếu hai quả cầu có kích thước và bản chất giống nhau, điện tích lúc sau của mỗi quả cầu là:

$$q_1 = q_2 = \frac{q}{2} = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

Do hưởng ứng:

- Là hiện tượng khi đưa 1 quả cầu A nhiễm điện lại gần đầu M của một thanh kim loại MN trung hoà về điện ta thấy đầu M nhiễm điện khác dấu với A còn đầu N nhiễm điện cùng dấu với A.



- Khi đưa A ra xa thanh kim loại MN lại trở lại trạng thái ban đầu.

* Lưu ý:

- + Một vật nhiễm điện có khả năng hút các vật nhẹ.
- + Khi chạm tay vào quả cầu nhỏ dẫn điện đã tích điện thì quả cầu mất điện tích và trở về trung hòa.

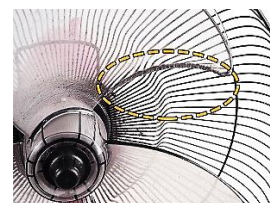
d. Định luật bảo toàn điện tích: Trong một hệ kín (cô lập), tổng điện tích của hệ được bảo toàn.

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Nhận biết

Bài 1: (SBT CTST) Hãy nêu các cách làm một vật nhiễm điện và đưa ra ví dụ minh họa cho từng cách

Bài 2: (SBT KNTT) Giải thích tại sao bụi bám chặt vào các cánh quạt máy bằng nhựa mặc dù các cánh quạt này thường xuyên quay rất nhanh.



Bài 3: (CD) Thế nào là một vật nhiễm điện?

Bài 4: (CD) Nêu ví dụ về một vật nhiễm điện hút hoặc đẩy một vật khác?

Thông hiểu

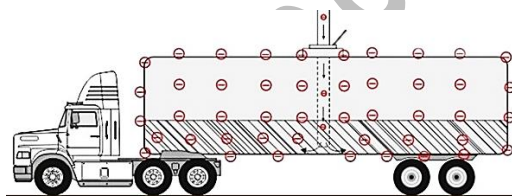
Bài 5: (SBT CTST) Khi đưa một đầu của thanh nhiễm điện âm lại gần một quả cầu không tích điện thì thanh và quả cầu có tương tác hút hoặc đẩy nhau hay không? Tại sao?



Bài 6: (SBT CTST) Trong giờ học Vật Lí, một bạn học sinh phát biểu rằng khi đưa một vật A nhiễm điện lại gần một vật B không nhiễm điện, thì vật B bị nhiễm điện do hưởng ứng và tổng điện tích của vật B khác 0. Hãy nhận xét về phát biểu trên của bạn học sinh này.



Bài 7: (SBT CTST) Các xe bồn chở xăng/dầu thường được treo một sợi dây xích dài làm bằng sắt dưới gầm xe. Trong quá trình di chuyển, sẽ có những lúc dây xích được chạm nhẹ xuống mặt đường. Hãy giải thích vì sao người ta phải làm như vậy?



Bài 8: (CTST) Vào những ngày thời tiết lạnh, đặc biệt là vào mùa đông, ta thường hay gặp một số hiện tượng như: bị “điện giật” khi chạm tay vào tay nắm cửa kim loại (Hình 11.1) hay nghe tiếng lách tách khi thay quần áo. Vậy nguyên nhân của hiện tượng này là gì?



Hình 11.1. Hiện tượng bị điện giật khi chạm tay vào nắm cửa kim loại.

Bài 9: (CTST) Giải thích hiện tượng bị điện giật trong các trường hợp:

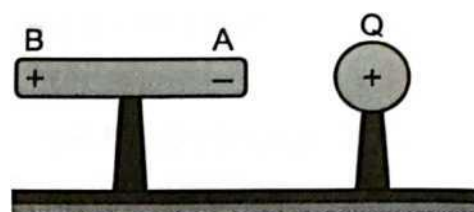
- Khi chạm tay vào nắm cửa kim loại trong thời tiết hanh khô (Hình 11.1).
- Khi chạm tay vào vỏ kim loại của máy tính đang hoạt động.

Bài 10: (CTST) Một mẫu sắt nhỏ 6g có thể chứa ta khoảng 10^{24} electron. Vậy vì sao các electron này không bay ra khỏi mẫu sắt, mặc dù giữa chúng luôn tồn tại lực đẩy?

Vận dụng

Bài 11: (SBT KNTT) a) Hãy giải thích tại sao đưa một quả cầu Q tích điện dương lại gần đầu A của thanh kim loại AB thì đầu A của thanh kim loại bị nhiễm điện âm, đầu B bị nhiễm điện dương (Hình 16.2).

b) Nếu thay thanh kim loại bằng thanh nhựa thì hai đầu của thanh này có bị nhiễm điện không? Tại sao?



Hình 16.2

Bài 12: (CTST) Xét quả cầu kim loại nhỏ có điện tích $-3,2 \cdot 10^{-7}$ C. Quả cầu này thừa hay thiếu bao nhiêu electron?

Bài 13: (CTST) Sử dụng một số dụng cụ đơn giản như: vải khô, thước nhựa, mảnh lụa, miếng thủy tinh, vụn giấy nhỏ, lược nhựa, quả bóng bay, vỏ lon,... em hãy thực hiện thí nghiệm:

- Làm nhiễm điện cho các vật.
- Về tương tác giữa các vật nhiễm điện.

Bài 14: (CTST) Sau khi cọ xát thanh thủy tinh (trung hoà về điện) với mảnh lụa, thanh thủy tinh tích điện dương và có giá trị 13 nC. Hãy giải thích quá trình tích điện cho thanh thủy tinh và xác định số electron đã bị bứt ra khỏi thanh thủy tinh.



Bài 15: (CD) Một vật dẫn A cô lập không tích điện đang được nối đất. Đưa một điện tích dương B lại rất gần vật dẫn này. Vật dẫn A được tích điện dương, âm hay không tích điện khi:

- Đưa B ra xa rồi mới thôi nối đất vật dẫn A?
- Thôi nối đất vật dẫn A rồi mới đưa B ra xa.



Dạng 2 Bài toán liên quan đến tương tác giữa hai điện tích

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

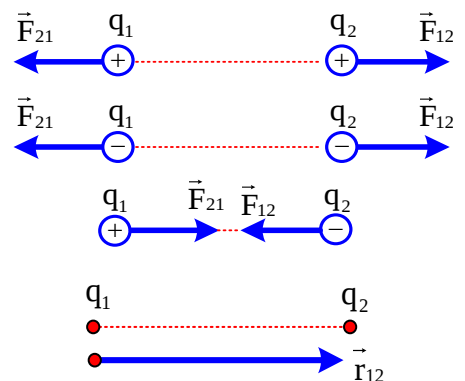
- + Điện tích của electron $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.
- + Điện tích của proton $+1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.
- + Điện tích $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ gọi là điện tích nguyên tố.
- + Độ lớn điện tích của một vật tích điện bao giờ cũng bằng một số nguyên lần điện tích nguyên tố.
- + Khi cho hai vật tích điện q_1 và q_2 tiếp xúc với nhau rồi tách chúng ra thì điện tích của chúng sẽ bằng nhau

$$\text{và bằng } q_1' = q_2' = \frac{q}{2} = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

+ Lực tương tác giữa hai điện tích điểm:

- Điểm đặt: lên mỗi điện tích.
- Phương: trùng với đường thẳng nối hai điện tích.
- Chiều: đẩy nhau nếu cùng dấu, hút nhau nếu trái dấu.
- Độ lớn: $F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$ với $k = 9 \cdot 10^9 \text{ (N.m}^2/\text{C}^2)$

ϵ là hằng số điện môi của môi trường (trong chân không hoặc gần đúng là không khí thì $\epsilon = 1$).



B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Nhận biết

Bài 1: (CD) Lực mà hai điện tích tác dụng lên nhau tuân theo quy luật nào?

Bài 2: (SBT CTST) Lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm đặt trong chân không phụ thuộc vào những yếu tố nào?

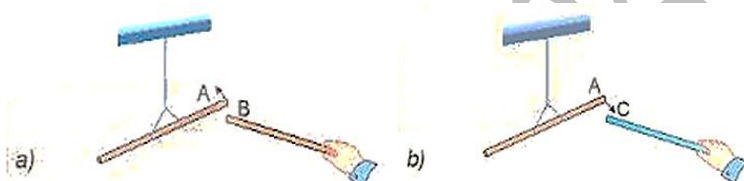
Thông hiểu

Bài 3: (SBT CTST) Hãy so sánh định tính độ lớn lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm trong trường hợp hai điện tích được đặt trong một chất điện môi và đặt trong chân không?

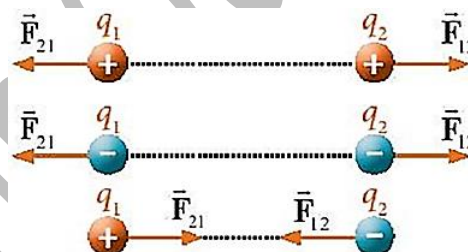
Bài 4: (SGK_KN) Người ta có thể dùng lực tĩnh điện để tách các trang sách bị dính vào nhau mà không làm chúng hỏng. Hãy mô tả cách làm này.



Bài 5: (SGK_KN) Có thể dùng định luật Coulomb để xác định độ lớn của lực tương tác giữa các điện tích trong các thí nghiệm ở Hình 16.1 không? Tại sao?



Bài 6: (CTST) Các cặp lực $\vec{F}_{12}$ và $\vec{F}_{21}$, trong Hình 11.5 có phải là các cặp lực cân bằng không? Vì sao?



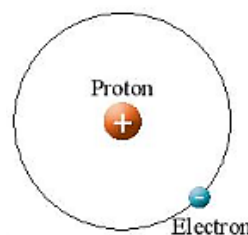
Hình 11.5. Phương và chiều của lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm

Bài 7: (CTST) Hai vật nhỏ tích điện cùng dấu, ban đầu được giữ ở vị trí rất gần nhau. Dựa vào công thức (11.1), em hãy mô tả đặc điểm chuyển động của hai vật ngay thời điểm khi chúng được thả tự do. Giả sử hai vật chỉ chịu tác dụng của lực tương tác tĩnh điện giữa chúng.

$$F = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2} \quad (11.1)$$

Bài 8: (CTST) Theo mô hình nguyên tử của nhà vật lý Ernest Rutherford (1871- 1937), nguyên tử gồm hạt nhân (tập trung hầu hết khối lượng của nguyên tử và có kích thước rất nhỏ so với bán kính nguyên tử) mang điện tích dương và các electron mang điện tích âm chuyển động trên các quỹ đạo tròn xung quanh hạt nhân.

Xét mô hình nguyên tử Rutherford cho nguyên tử hydrogen (Hình 11.6), em hãy cho biết lực giữ cho electron chuyển động tròn quanh hạt nhân là lực gì? Xác định phương, chiều của lực đó.



Hình 11.6. Mô hình nguyên tử Rutherford cho nguyên tử Hydrogen.

Bài 9: (SBT CTST) Độ lớn lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm q_1 và q_2 sẽ thay đổi như thế nào nếu ta tăng khoảng cách giữa hai điện tích lên gấp đôi và giảm độ lớn q_1 xuống một nửa

Bài 10: (SBT CTST) Ban đầu khi hai điện tích điểm được đặt trong chân không thì độ lớn lực tĩnh điện giữa chúng là F . Sau đó, hai điện tích điểm được đặt trong môi trường điện môi A sao cho giá trị 2 điện tích và khoảng cách giữa chúng giữ không đổi. Khi đó, độ lớn lực tĩnh điện giữa chúng là $F/4,5$. Hãy xác định giá trị hằng số điện môi của môi trường A .

Vận dụng

Bài 11: (SGK_KN) Nếu khoảng cách giữa hai điện tích điểm tăng lên hai lần và giá trị của mỗi điện tích điểm tăng lên 3 lần thì lực tương tác giữa chúng tăng hay giảm bao nhiêu lần?

Bài 12: (SGK_KN) Hãy vẽ các vector lực điện tương tác giữa hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-5}$ C và $q_2 = 10^{-7}$ C, đặt cách nhau 10cm trong chân không theo tỉ lệ 1cm ứng với khoảng cách 2cm và lực 0,4N. Lấy $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

Bài 13: (SGK_KN) Xác định lực điện tương tác giữa electron và proton của nguyên tử hydrogen. Biết khoảng cách từ electron trong nguyên tử hydrogen đến hạt nhân nguyên tử này là $5 \cdot 10^{-11}$ m; điện tích của electron và của proton có độ lớn bằng nhau $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Lấy $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$

Bài 14: (CD) Tính lực tương tác giữa hai electron ở cách nhau $1,0 \cdot 10^{-10}$ m trong chân không. (Điện tích của electron $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C).

Bài 15: (SBT CD) Độ lớn lực tương tác điện giữa hai điện tích $-2,4 \mu\text{C}$ và điện tích $5,3 \mu\text{C}$ đặt cách nhau 58 cm trong chân không.

Bài 16: (SBT CD) Lực tương tác điện giữa điện tích $4 \mu\text{C}$ và điện tích $-3 \mu\text{C}$ là $1,7 \cdot 10^{-1}$ N tính khoảng cách giữa hai điện tích.

Bài 17: (SBT CD) Hai vật tích điện giống hệt nhau tác dụng lên nhau một lực $2 \cdot 10^{-2}$ N khi được đặt cách nhau 34 cm. Tính độ lớn điện tích của mỗi vật.

Bài 18: (SBT CD) Hai điện tích trái dấu tác dụng lên nhau một lực hút có độ lớn 8 N. Độ lớn lực sẽ là bao nhiêu nếu dịch chuyển để khoảng cách giữa chúng bằng 4 lần khoảng cách ban đầu?

Bài 19: Xác định lực tương tác điện giữa hai điện tích $q_1 = 3 \cdot 10^{-6}$ C và $q_2 = 3 \cdot 10^{-6}$ C cách nhau một khoảng $r = 3$ cm trong hai trường hợp

a. Đặt trong chân không

b. Đặt trong dầu hỏa ($\epsilon = 2$)

Bài 20: Hai quả cầu nhỏ tích điện, độ lớn bằng nhau, đặt cách nhau 5 cm trong chân không thì hút nhau bằng một lực 0,9 N. Xác định điện tích của hai quả cầu đó.

Bài 21: Hai điện tích điểm bằng nhau đặt trong chân không, cách nhau 4 cm. Lực đẩy tĩnh điện giữa chúng là $F = 10^{-5}$ N. Tìm độ lớn của mỗi điện tích.

Bài 22: Hai quả cầu nhỏ mang điện tích có độ lớn bằng nhau, đặt cách nhau 10 cm trong chân không thì tác dụng lên nhau một lực $9 \cdot 10^{-3}$ N. Xác định độ lớn điện tích của hai quả cầu đó.

Bài 23: Trong không khí, khi hai điện tích điểm đặt cách nhau lần lượt là d và $d + 10$ cm thì lực tương tác điện giữa chúng có độ lớn tương ứng là $2 \cdot 10^{-6}$ N và $5 \cdot 10^{-7}$ N. Giá trị của d là?

Bài 24: Hai điện tích điểm có độ lớn bằng nhau được đặt trong không khí cách nhau 12 cm. Lực tương tác giữa hai điện tích đó bằng F . Đặt hai điện tích đó trong dầu và đưa chúng cách nhau 8 cm thì lực tương tác giữa chúng vẫn bằng F . Hằng số điện môi của dầu là?

Bài 25: (SBT KNTT) a) Tính lực tĩnh điện tương tác giữa hạt nhân nguyên tử helium với electron nằm trong lớp vỏ của nguyên tử này. Biết khoảng cách từ electron đến hạt nhân của nguyên tử helium là $2,94 \cdot 10^{-11}$ m, điện tích của electron là $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

b) Nếu coi electron chuyển động tròn đều dưới tác dụng của lực hút tĩnh điện với bán kính quỹ đạo đã cho ở trên thì tốc độ góc và tốc độ của nó bằng bao nhiêu? Biết khối lượng của electron là $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Bài 26: (SBT CD) Khoảng cách trung bình giữa electron và proton trong nguyên tử hiđrô là $5,3 \cdot 10^{-11}$ m

a. Tìm độ lớn của lực điện F_e giữa electron và proton

b. Lực hấp dẫn giữa electron và proton được xác định bằng biểu thức $F_g = G \frac{m_e m_p}{r^2}$

trong đó $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N.m²/kg²; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Tìm độ lớn của lực hấp dẫn F_g giữa electron và proton.

c. Tìm tỉ số giữa lực điện F_e và lực hấp dẫn F_g .

d. Tìm gia tốc gây ra bởi lực điện của proton lên electron và gia tốc gây ra bởi lực hấp dẫn của proton lên electron.

Vận dụng cao

Bài 27: (SBT CD) Hai vật giống nhau có điện tích lần lượt là $6 \mu\text{C}$ và $-2 \mu\text{C}$. Khi đặt cách nhau một khoảng r thì chúng hút nhau với lực có độ lớn 2 N. Nếu cho hai vật chạm vào nhau rồi dịch chuyển ra xa nhau $2r$ thì chúng hút hay đẩy nhau và với lực có độ lớn bằng bao nhiêu?

Bài 28: (CTST) Một phân tử DNA bao gồm hai nhánh xoắn kép được liên kết với nhau có chiều dài $0,459 \cdot 10^{-6}$ m. Phần đuôi của phân tử có thể bị ion hoá mang điện tích âm $q_1 = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C đầu còn lại mang điện tích dương $q_2 = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Phân tử xoắn ốc này hoạt động như một lò xo và bị nén 1% sau khi bị tích điện. Xác định “độ cứng k ” của phân tử. Biết phân tử DNA trong nhân tế bào và môi trường xung quanh là nước; hằng số điện môi của nước là 81.

Bài 29: (CTST) Hai quả cầu A, B có kích thước nhỏ được đặt cách nhau một khoảng 12 cm trong chân không. Biết quả cầu A có điện tích $-3,2 \cdot 10^{-7}$ C và quả cầu B có điện tích $2,4 \cdot 10^{-7}$ C.

a. Tính lực tương tác giữa hai quả cầu.

b. Cho hai quả cầu tiếp xúc với nhau, sau đó đặt cách nhau một khoảng như lúc đầu. Biết rằng, sau khi tiếp xúc, hai quả cầu có điện tích bằng nhau. Tính lực tương tác giữa hai quả cầu lúc này.

Bài 30: Hai điện tích điểm đặt cách nhau 1 m trong không khí thì đẩy nhau một lực $F = 1,8\text{N}$. Độ lớn điện tích tổng cộng là 3.10^{-5}C . Tính điện tích mỗi vật.

Bài 31: Hai vật nhỏ mang điện tích đặt trong không khí cách nhau đoạn 1m, hút nhau bằng 1 lực 1,8N. Điện tích tổng cộng của 2 vật là -3.10^{-5}C . Tính điện tích mỗi vật.

Bài 32: Hai điện tích q_1 và q_2 đặt cách nhau 20 cm trong không khí, chúng đẩy nhau với một lực $F = 1,8\text{N}$. Biết $q_1 + q_2 = -6.10^{-6}\text{C}$ và $|q_1| > |q_2|$.

a. Xác định loại điện tích của q_1 và q_2 .

b. Tính q_1 và q_2 .

Bài 33: Cho hai quả cầu kim loại nhỏ, giống nhau, tích điện và cách nhau 10 cm thì chúng hút nhau một lực bằng 5,4 N. Cho chúng tiếp xúc với nhau rồi tách chúng ra đến khoảng cách như cũ thì chúng đẩy nhau một lực bằng 5,625 N. Điện tích lúc đầu của quả cầu thứ nhất không thể là

Bài 34: (SBT CTST) Xét hai quả cầu kim loại nhỏ giống nhau mang các điện tích q_1 và q_2 đặt trong không khí cách nhau 2cm đẩy nhau bằng một lực có độ lớn $2,7.10^{-4}\text{N}$ cho hai quả cầu tiếp xúc với nhau rồi lại đưa về vị trí ban đầu thì lực đẩy giữa chúng có độ lớn $3,6.10^{-4}\text{N}$. Tính q_1 và q_2 .

Dạng

3

Bài toán liên quan đến tương tác giữa nhiều điện tích

A

PHƯƠNG PHÁP GIẢI

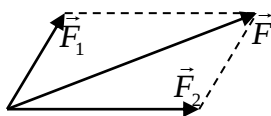
Các bước tìm hợp lực $\vec{F}$ do các điện tích $q_1; q_2; \dots$ tác dụng lên điện tích q_0 :

Bước 1: Xác định vị trí điểm đặt các điện tích (vẽ hình).

Bước 2: Tính độ lớn các lực $F_{10}, F_{20}, \dots, F_{n0}$ lần lượt do q_1 và q_2 tác dụng lên q_0 .

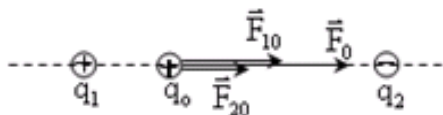
Bước 3: Vẽ hình các vector lực $\vec{F}_{10}, \vec{F}_{20}, \dots, \vec{F}_{n0}$.

Bước 4: Từ hình vẽ xác định phương, chiều, độ lớn của hợp lực $\vec{F}_0$ theo quy tắc hình bình hành.

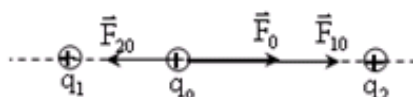


Các trường hợp đặc biệt:

- Nếu $\vec{F}_1 \uparrow \uparrow \vec{F}_2$:
$$\begin{cases} \vec{F}_0 \uparrow \uparrow \vec{F}_1 \uparrow \uparrow \vec{F}_2 \\ F_0 = F_1 + F_2 \end{cases}$$



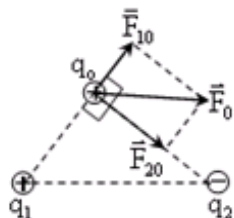
- Nếu $\vec{F}_1 \uparrow \downarrow \vec{F}_2$:
$$\begin{cases} \vec{F}_0 \uparrow \uparrow \vec{F}_1 \text{ khi } F_1 > F_2 \\ \vec{F}_0 \uparrow \uparrow \vec{F}_2 \text{ khi } F_2 > F_1 \\ F_0 = |F_1 - F_2| \end{cases}$$



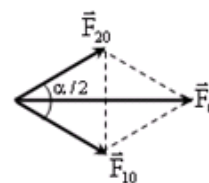
- Nếu $\vec{F}_1 \perp \vec{F}_2$: $F_0 = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

- Nếu $F_1 = F_2$: HBH tạo bởi $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ là hình thoi

$\Rightarrow \vec{F}_0$ là đường chéo cũng là



phân giác: $F_0 = 2F_1 \cos \frac{\alpha}{2}$



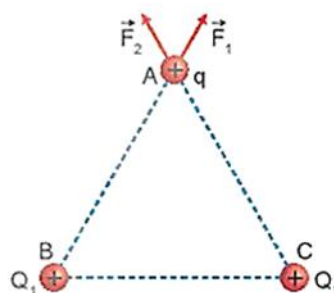
Góc α bất kì: α là góc hợp bởi hai vector lực ta có:

$$F_0^2 = F_{10}^2 + F_{20}^2 + 2F_{10}F_{20} \cdot \cos \alpha$$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Thông hiểu

Bài 1: (SGK_KN) Nếu trong không gian có hai điện tích điểm dương $Q_1 = Q_2$ được đặt ở hai điểm B và C, một điện tích thử q được đặt tại một điểm A như Hình 17.4. Hãy mô tả bằng hình vẽ lực điện tổng hợp do Q_1 và Q_2 tác dụng lên điện tích thử q .



Hình 17.4. Lực điện tác dụng lên điện tích thử q tại điểm A.

Vận dụng

Bài 2: (SBT CTST) Hai điện tích điểm $q_1 = 8 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ và $q_2 = -3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ đặt trong không khí tại hai điểm A và B cách nhau 3 cm. Đặt điện tích điểm $q_0 = 10^{-8} \text{ C}$ tại điểm M là trung điểm của AB biết $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$. Tính lực tĩnh điện tổng hợp do q_1 và q_2 tác dụng lên q_0 .

Bài 3: Hai điện tích $q_1 = 3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ và $q_2 = -6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ đặt tại hai điểm A, B trong chân không cách nhau một khoảng 6cm. Xác định lực tác dụng lên điện tích điểm $q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ khi:

- q đặt tại trung điểm O của AB.
- q đặt tại M sao cho $AM = 6 \text{ cm}$, $BM = 12 \text{ cm}$.
- q đặt tại N sao cho $NA = 3,6 \text{ cm}$, $NB = 4,8 \text{ cm}$.

Bài 4: Hai điện tích điểm $q_1 = 4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ và $q_2 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, đặt tại hai điểm A, B trong không khí cách nhau một đoạn 5cm. Xác định lực tác dụng lên $q_3 = 5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, nếu:

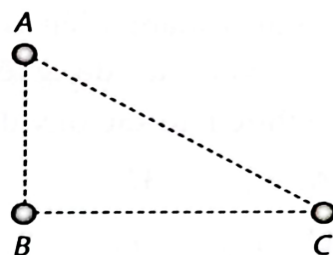
- M đặt tại trung điểm của AB.
- N sao cho $AN = 3 \text{ cm}$ và $NB = 8 \text{ cm}$.
- C sao cho $AC = 4 \text{ cm}$ và $BC = 3 \text{ cm}$.

Bài 5: Tại hai điểm cách nhau 10 cm trong không khí, đặt hai điện tích. Đặt tại một điện tích. Biết $AB = BC = 15 \text{ cm}$. Lực điện trường do hai điện tích này tác dụng lên điện tích q_3 có độ lớn bao nhiêu?

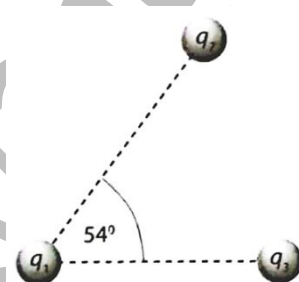
Bài 6: Tại hai điểm A, B cách nhau 20 cm trong không khí, đặt hai điện tích điểm $q_1 = -3.10^{-6}C$, $q_2 = 8.10^{-6}C$. Đặt tại C một điện tích $q_3 = 2.10^{-6}C$. Biết AC = 12cm; BC = 16cm. Lực điện trường do hai điện tích này tác dụng lên điện tích q_3 có độ lớn là?

Vận dụng cao

Bài 7: (SBT CD) Ba điện tích được đặt tại 3 điểm cố định trong mặt phẳng tạo thành một tam giác vuông ABC như hình vẽ. Chiều dài hai cạnh góc vuông là AB = 4 m và BC = 5 m, điện tích tại A là $q_A = 5 \mu C$, tại B là $q_B = -5 \mu C$, tại C là $q_C = 4 \mu C$. Tìm lực điện tổng hợp tác dụng lên mỗi điện tích.



Bài 8: (SBT CD) Ba điện tích nằm trong một mặt phẳng $q_1 = 3q_2 = -5q_3 = 6 \mu C$, khoảng cách giữa q_1 và q_2 là 0,2m, giữa q_1 và q_3 là 0,16 m. Tìm lực điện tổng hợp do q_2 và q_3 tác dụng lên q_1 .



Bài 9: (SBT CD) Ba điện tích được đặt ở ba đỉnh của một hình vuông có cạnh là 20 cm. Tìm hợp lực do điện tích $-3 \mu C$ và điện tích $5 \mu C$ tác dụng lên điện tích $4 \mu C$.

Bài 10: Hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-8}C$ và $q_2 = -3.10^{-8}C$ đặt trong không khí tại hai điểm A và B cách nhau 8cm. Đặt điện tích điểm $q = 10^{-8}C$ tại điểm M trên đường trung trực của đoạn thẳng AB và cách AB một khoảng 3cm. Lấy $k = 9.10^9 N.m^2 / C^2$. Lực điện tổng hợp do q_1 và q_2 tác dụng lên q có độ lớn là?

Bài 11: (CTST) Tại 3 điểm A, B, C cố định trong chân không, đặt 3 điện tích điểm có giá trị lần lượt là $q_1 = 6.10^{-6}C$, $q_2 = -6.10^{-6}C$, $q_3 = 3.10^{-6}C$. Biết AB = 3 cm, AC = 4cm và BC = 5cm. Tính độ lớn lực tác dụng lên điện tích điểm đặt tại C.

Dạng

4

BÀI TOÁN CÂN BẰNG ĐIỆN TÍCH

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

* Cân bằng giữa 3 điện tích:

$$\text{Để } q_0 \text{ cân bằng: } \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ hay } \begin{cases} \vec{F}_1 \uparrow \downarrow \vec{F}_2 \\ F_1 = F_2 \end{cases} \quad (1)$$

q_0 nằm trên đường thẳng chứa q_1, q_2 và nằm trong khoảng q_1, q_2 vì q_1, q_2 cùng dấu. Ta có: $r_1 + r_2 = AB$ (*)

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_1 \updownarrow \vec{F}_2 \Rightarrow \\ F_1 = F_2 \Leftrightarrow \frac{|q_1|}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{r_2^2} \Leftrightarrow \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} \Leftrightarrow r_1 - r_2 \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} = 0 \quad (**) \end{array} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} + |q_1| > |q_2| \text{ nên: } r_1 - r_2 = AB \quad (*) \end{array} \right.$$

- Giải hệ 2 pt (*) và (**) để tìm AC và BC.

*** Nhận xét:**

- Biểu thức (**) không chứa q_0 nên vị trí của điểm C cần xác định không phụ thuộc vào dấu và độ lớn của q_0 .

*** Cân bằng giữa 4 điện tích:**

- Điều kiện cân bằng của q_0 khi chịu tác dụng bởi q_1, q_2, q_3 :

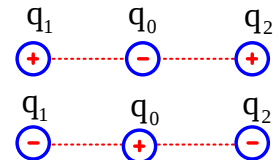
+ Gọi $\vec{F}_0$ là tổng hợp lực do q_1, q_2, q_3 tác dụng lên q_0 : $\vec{F}_0 = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} = \vec{0}$

+ Do q_0 cân bằng: $\vec{F}_0 = \vec{0} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} = \vec{0} \\ \vec{F} = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} \end{array} \right\} \Rightarrow \vec{F} + \vec{F}_{30} = \vec{0} \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \vec{F} \updownarrow \vec{F}_{30} \\ F = F_{30} \end{array} \right.$

*** Lưu ý:**

+ Trọng lực tác dụng lên vật đặt tại trọng tâm của vật và hướng thẳng đứng từ trên xuống: $\vec{P} = m\vec{g}$

+ Khi có ba điện tích đặt tự do, ở trong trạng thái cân bằng thì lực điện tác dụng lên mỗi điện tích cân bằng nhau. Điều đó có nghĩa là tất cả các lực phải có cùng một giá trị hay ba điện tích phải nằm trên cùng một đường thẳng và chỉ có thể xảy ra một trong hai trường hợp như hình vẽ.



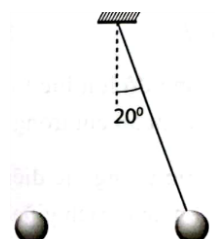
B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: (SBT CTST) Xét 3 quả cầu nhỏ A, B, C được đặt trên một mặt bàn nằm ngang nhẵn và cách điện trong không khí. Biết rằng quả cầu A mang điện tích dương, quả cầu B và quả cầu C mang điện tích âm. Cho quả cầu B di chuyển trên đoạn thẳng nối tâm. Quả cầu A và quả cầu C trong quá trình di chuyển đó có bao nhiêu vị trí để quả cầu B nằm cân bằng dưới tác dụng của lực tĩnh điện?

Bài 2: (SBT CD) Một proton cô lập được đặt cố định trên một bề mặt nằm ngang, một proton khác phải được đặt ở đâu so với proton đầu tiên để lực điện cân bằng trọng lượng của nó?

Bài 3: (SBT CD) Hai quả cầu nhỏ được tích điện như nhau mỗi quả cầu có khối lượng 1,5 g một quả cầu được treo bằng một sợi chỉ, quả kia được đưa lại gần ở trạng thái cân bằng hai quả cầu cách nhau 2,6 cm và sợi chỉ tạo với phương thẳng đứng một góc 20° . Tính điện tích của mỗi quả cầu.



Bài 4: (SBT CD) Hai quả cầu, mỗi quả có khối lượng 2,0 gam được gắn vào mỗi đầu sợi dây mềm cách điện dài 1,2 m. Các quả cầu được tích điện tích giống hệt nhau và sau đó, điểm giữa của sợi dây được treo. Các quả cầu nằm yên ở trạng thái cân bằng, tâm của chúng cách nhau 15 cm. Tìm độ lớn điện tích ở mỗi quả cầu.

Bài 5: (SBT KNTT) Hai quả cầu kim loại nhỏ có cùng kích thước, cùng khối lượng 90 g, được treo vào cùng một điểm bằng hai sợi dây mảnh cách điện có cùng chiều dài 1,5 m. Truyền cho mỗi quả cầu một điện tích $2,4 \cdot 10^{-7} \text{C}$ thì chúng đẩy nhau ra xa tới lúc cân bằng thì hai điện tích cách nhau một đoạn a. Coi góc lệch của hai sợi dây so với phương thẳng đứng là rất nhỏ. Tính độ lớn của a. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Bài 6: (SBT CTST) Cho Hai điện tích điểm $q_1 = 6 \mu\text{C}$ và $q_2 = 54 \mu\text{C}$ đặt tại hai điểm A và B trong không khí cách nhau 6 cm. Sau đó người ta đặt một điện tích q_3 tại điểm C.

a. Xác định vị trí điểm C để điện tích q_3 nằm cân bằng

b. Xác định dấu và độ lớn của q_3 để cả hệ cân bằng

Bài 7: (SGK KN) Hai điện tích điểm $q_1 = 15 \mu\text{C}$; $q_2 = -6 \mu\text{C}$ đặt cách nhau 0,2m trong không khí. Phải đặt một điện tích q_3 ở vị trí nào để lực điện tác dụng lên điện tích này bằng 0?

Bài 8: Hai điện tích $q_1 = -2 \cdot 10^{-8} \text{C}$, $q_2 = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{C}$ đặt trong không khí tại A và B, $AB = l = 8 \text{cm}$. Một điện tích q_3 đặt tại C. Hỏi:

a) C ở đâu để q_3 nằm cân bằng? b) Dấu và độ lớn của q_3 để q_1, q_2 cũng cân bằng.

Bài 9: Có hai điện tích điểm $q_1 = 9 \cdot 10^{-9} \text{C}$ và $q_2 = -10^{-9} \text{C}$ đặt cố định tại hai điểm A và B cách nhau 10cm trong không khí. Hỏi phải đặt một điện tích thứ ba q_0 tại vị trí nào để điện tích này nằm cân bằng.

Bài 10: Trong không khí, ba điện tích điểm q_1, q_2, q_3 lần lượt được đặt tại ba điểm A, B, C nằm trên cùng một đường thẳng. Biết $AC = 60 \text{cm}$, $q_1 = 4q_3$, lực điện do q_1 và q_3 tác dụng lên q_2 cân bằng nhau. B cách A và C lần lượt là ?

Bài 11: Hai điện tích điểm $q_1 = 2 \mu\text{C}$ và $q_2 = -8 \mu\text{C}$ đặt tự do tại hai điểm tương ứng A, B cách nhau 60cm, trong chân không. Phải đặt điện tích q_3 ở đâu, có dấu và độ lớn như thế nào để cả hệ nằm cân bằng?

Chủ đề

2

KHÁI NIỆM ĐIỆN TRƯỜNG

I Tóm tắt lý thuyết

1 Khái niệm điện trường

- Là một dạng vật chất bao quanh điện tích và gắn liền với điện tích.
- Điện trường tác dụng lực điện lên các điện tích khác đặt trong nó.

2 Cường độ điện trường

a. Định nghĩa: Cường độ điện trường tại một điểm Là đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của điện trường tại điểm đó về phương diện tác dụng lực.

Được xác định: $E = \frac{F}{|q|}$. Đơn vị: V/m.

b. Vectơ cường độ điện trường có:

- Phương: trùng với phương của lực điện tác dụng lên điện tích thử q .
- Chiều: Nếu $q > 0$ thì $\vec{E} \uparrow \uparrow \vec{F}$; Nếu $q < 0$ thì $\vec{E} \uparrow \downarrow \vec{F}$.
- Chiều dài: Biểu diễn độ lớn của cường độ điện trường E theo 1 tỉ xích nào đó.

c. Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ do một điện tích điểm q gây ra tại một điểm cách điện tích khoảng r :



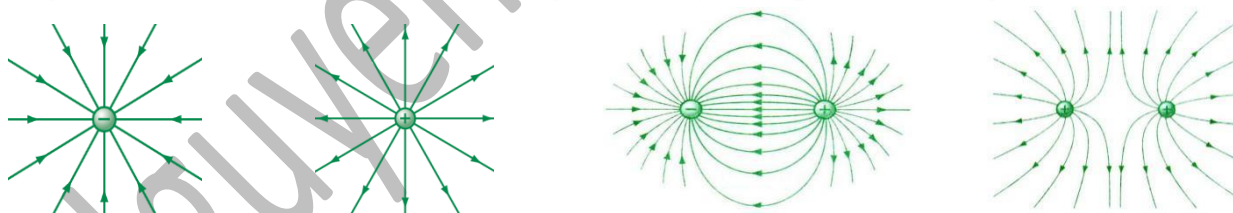
- Điểm đặt: tại điểm ta xét.
- Phương: đường thẳng nối điểm ta xét với điện tích
- Chiều: **ra** xa điện tích **dương**, hướng **vào** điện tích **âm**
- Độ lớn: Trong chân không: $E = k \frac{|q|}{r^2}$; Trong điện môi: $E = k \frac{|q|}{\epsilon r^2}$
- **Chú ý:** Kết quả trên vẫn đúng với điện trường ở một điểm bên ngoài hình cầu tích điện q , khi đó ta coi q là một điện tích điểm đặt tại tâm cầu.

3

Đường sức điện

a. Định nghĩa: Là đường mà tiếp tuyến tại mỗi điểm là giá của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó. Nói cách khác, đường sức điện là đường mà lực điện tác dụng dọc theo đó.

b. Một số hình ảnh đường sức của điện trường bao quanh các điện tích:



c. Các đặc điểm của đường sức điện:

- Qua mỗi điểm trong điện trường có một đường sức điện và chỉ một mà thôi.
- Đường sức điện là những đường có hướng.
- Đường sức điện của điện trường tĩnh là đường cong không khép kín.
- **Quy ước:** Nơi nào điện trường lớn vẽ đường sức điện mau và ngược lại nơi điện trường nhỏ vẽ đường sức điện thưa.

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1. Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Điện trường là một dạng vật chất bao quanh và gắn liền với điện tích. Điện trường tác dụng lên các điện tích khác đặt trong nó.
- Cường độ điện trường tại một điểm Là đại lượng đặc trưng cho của điện trường tại điểm đó về phương diện tác dụng lực.
- Vectơ cường độ điện trường có Phương của lực điện tác dụng lên điện tích thử q .
- Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ do một điện tích điểm q gây ra tại một điểm có chiều: điện tích dương, điện tích âm
- Đường sức điện Là đường mà tại mỗi điểm là giá của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó.
- Qua mỗi điểm trong điện trường có một và chỉ một mà thôi.
- Đường sức điện của điện trường tĩnh là đường
- Quy ước: Nơi nào điện trường lớn vẽ đường sức điện và ngược lại nơi điện trường nhỏ vẽ đường sức điện.....

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A	CỘT B
1 Vectơ cường độ điện trường	a Là đường mà tiếp tuyến tại mỗi điểm là giá của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó
2 Đường sức điện	b Là đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của điện trường tại điểm đó về phương diện tác dụng lực
3 Điện trường	c Có phương trùng với phương của lực điện tác dụng lên điện tích thử q .
4 Cường độ điện trường	d Là một dạng vật chất bao quanh điện tích và gắn liền với điện tích.

III Bài tập phân dạng

Dạng 1 BÀI TOÁN VẬN DỤNG CÔNG THỨC

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

a. Vectơ cường độ điện trường có:

- Phương: trùng với phương của lực điện tác dụng lên điện tích thử q .
- Chiều: Nếu $q > 0$ thì $\vec{E} \uparrow \uparrow \vec{F}$; Nếu $q < 0$ thì $\vec{E} \uparrow \downarrow \vec{F}$.
- Độ lớn $E = \frac{F}{|q|}$

b. Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ do một điện tích điểm q gây ra tại một điểm cách điện tích khoảng r :

- Điểm đặt: tại điểm ta xét.
- Phương: đường thẳng nối điểm ta xét với điện tích
- Chiều: **ra** xa điện tích **dương**, hướng **vào** điện tích **âm**
- Độ lớn: Trong chân không: $E = k \frac{|q|}{r^2}$; Trong điện môi: $E = k \frac{|q|}{\epsilon r^2}$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Nhận biết

Bài 1: (CTST) Làm thế nào để biết trong một vùng không gian nào đó có sự xuất hiện của điện trường?

Bài 2: (CTST) Làm thế nào để xác định được độ mạnh yếu của điện trường tại một điểm?

Bài 3: (CTST) Trong một vùng không gian có điện trường mà các đường sức điện trường có phương nằm ngang, song song với nhau và chiều như Hình 12.3.

Hãy xác định hướng của lực điện trường tác dụng lên điện tích q trong các trường hợp:

- a) $q > 0$.
- b) $q < 0$.

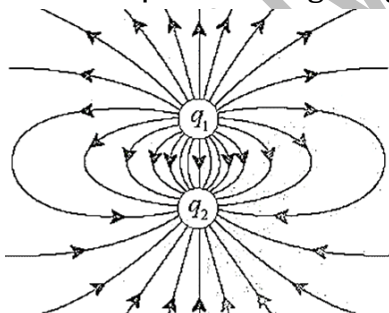


Hình 12.3. Điện tích điểm q đặt trong điện trường.

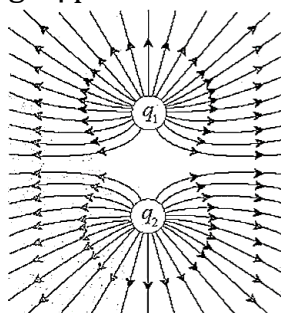
Bài 4: (SBT KN) Hãy vẽ hệ đường sức điện của điện trường xung quanh một điện tích âm đặt trong chân không và nhận xét vị trí có điện trường mạnh.

Bài 5: (SBT KN) Hãy vẽ hệ đường sức điện của điện trường xung quanh hệ hai điện tích âm bằng nhau và xác định những vị trí có điện trường yếu.

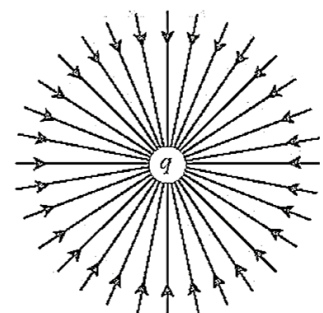
Bài 6: (SBT CTST) Hình 12.1 mô tả đường sức điện của các điện tích. Hãy xác định dấu của các điện tích trong từng trường hợp.



a.



b.



c.

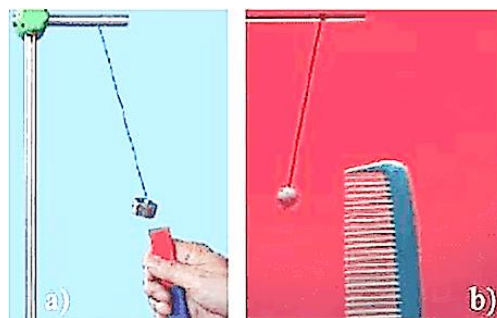
Bài 7: (CTST) Trong điều kiện thời tiết bình thường, bên ngoài bề mặt Trái Đất được bao phủ bởi một điện trường. Biết rằng điện trường này có các đường sức điện luôn hướng vào tâm Trái Đất. Hãy xác định dấu của điện tích trên bề mặt Trái Đất trong tình huống này.

Bài 8: (CD) Trong Hình 2.1, thanh nam châm tác dụng lực lên vật bằng sắt mà không tiếp xúc với vật. Tương tự như vậy, chiếc lược tích điện tác dụng lực lên quả cầu tích điện cũng không tiếp xúc với quả cầu.

Ở trung học cơ sở, ta đã biết, giống như lực hấp dẫn giữa các vật có khối lượng được thực hiện thông qua trường hấp dẫn, lực tác dụng của nam châm lên vật có tính chất từ được thực hiện thông qua từ trường của nam châm.

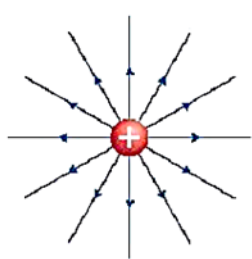
Lực tác dụng giữa các vật tích điện có thông qua một trường nào không?

Trường đó được đặc trưng bởi đại lượng nào?

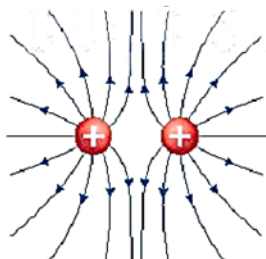


Hình 2.1. a) Thanh nam châm hút vật bằng sắt; b) Chiếc lược tích điện đẩy quả cầu mang điện.

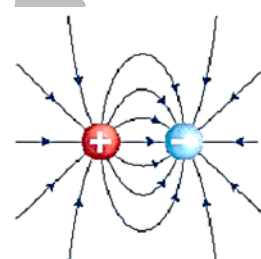
Bài 9: (SGK_KN) Quan sát Hình 17.7 và các nhận xét trên (bài 10), em hãy vẽ các đường sức điện của một điện tích âm; các đường sức điện của hai điện tích âm $Q_1 = Q_2 < 0$ đặt gần nhau.



a) Các đường sức điện của một điện tích dương



b) Hệ các đường sức điện của hai điện tích dương $Q_1 = Q_2 > 0$ đặt gần nhau



c) Hệ các đường sức điện của hai điện tích trái dấu $Q_1 = -Q_2$ đặt gần nhau

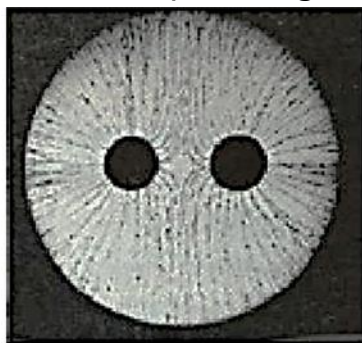
Hình 17.7. Các đường sức điện.

Bài 10: (SGK_KN) Em hãy quan sát Hình 17.6 và đưa ra nhận xét về đặc điểm của điện phổ:

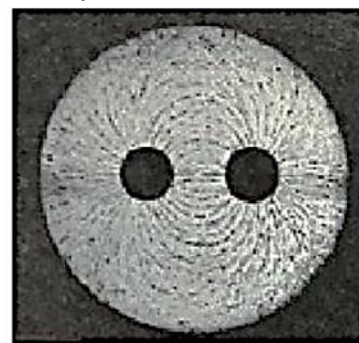
- Ở những vùng có điện trường mạnh hơn tức là ở gần điện tích hơn.
- Ở những vùng có điện trường yếu hơn tức là ở xa điện tích hơn.
- Ở điện trường có một điện tích và điện trường có nhiều điện tích.



a) Điện phổ của một điện tích



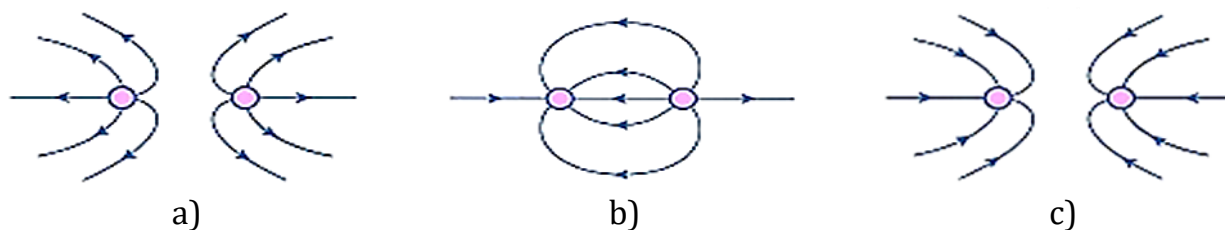
b) Điện phổ của hai điện tích cùng dấu



c) Điện phổ của hai điện tích trái dấu

Hình 17.6. Ảnh chụp điện phổ.

Bài 11: (CD) Hình 2.8 là hình dạng đường sức điện trường giữa hai điện tích. Xác định dấu của các điện tích ở mỗi hình a), b), c).

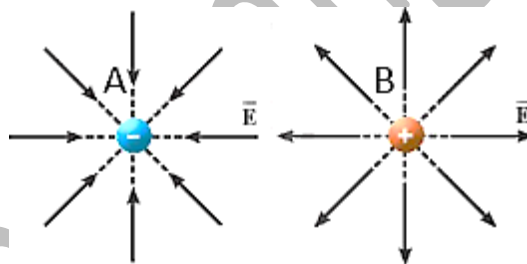


Hình 2.8. Một số đường sức điện.

Thông hiểu

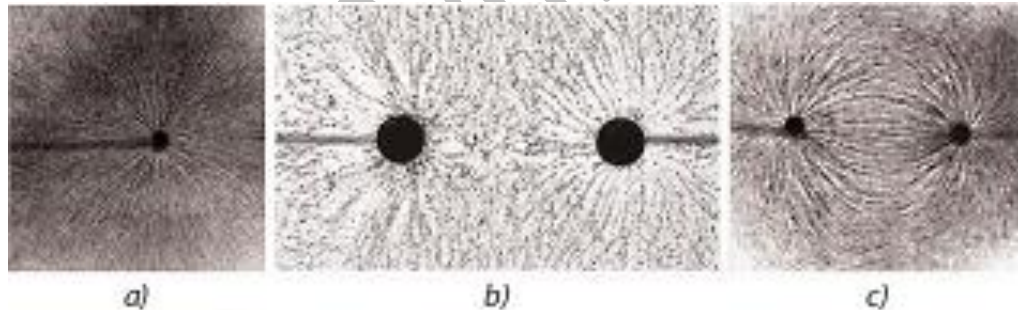
Bài 12: (SGK_KN) Hãy chứng tỏ rằng: Độ lớn cường độ điện trường tại một điểm trong công thức (17.1) bằng độ lớn của lực điện tác dụng lên một đơn vị điện tích đặt tại điểm đó.

Bài 13: (CTST) Tại hai điểm A và B trong chân không, người ta đặt hai điện tích trái dấu q_1 và q_2 . Tìm những điểm sao cho hai vectơ cường độ điện trường do hai điện tích q_1 và q_2 gây ra tại đó có đặc điểm:



- a) Cùng phương, cùng chiều.
- b) Cùng phương, ngược chiều.

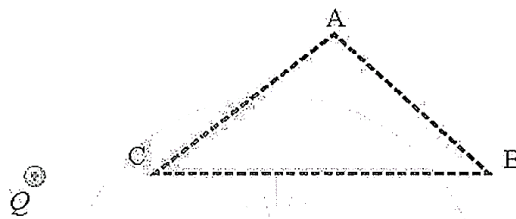
Bài 14: (CTST) Dựa vào hình ảnh điện phổ quan sát được ở Hình 12.6, ta có thể kết luận được dấu của mỗi điện tích không? Vì sao?



Hình 12.6. Điện phổ của: a) điện tích điểm; b) Hai điện tích cùng dấu; c) Hai điện tích trái dấu.

Bài 15: (SBT CTST) Có thể dùng điện tích thử âm để khảo sát cường độ điện trường do điện tích điểm gây ra được không? Giải thích?

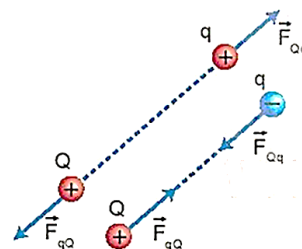
Bài 16: (SBT CTST) Sắp xếp độ lớn cường độ điện trường do điện tích điểm Q lớn gây ra tại các điểm A, B, C ở hình 12.2 theo thứ tự tăng dần:



Bài 17: (SGK_KN) Đặt điện tích q cách điện tích Q một khoảng r (Hình 17.1):

a) Có phải không khí đã truyền tương tác điện từ từ điện tích Q tới điện tích q?

b) Vùng không gian bao quanh một nam châm có từ trường. Tương tự như vậy, vùng không gian bao quanh một điện tích có điện trường. Ta có thể phát hiện sự tồn tại của điện trường bằng cách nào?



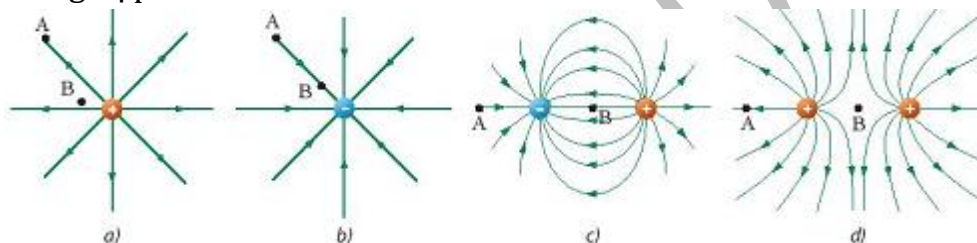
Hình 17.1. Tương tác giữa hai điện tích

Bài 18: (SGK_KN) Xác định được phương, chiều, độ lớn của vector cường độ điện trường tại một điểm bất kì trong điện trường.

Bài 19: (SGK_KN) Dùng hình ảnh điện phổ để qua đó giải thích được ngay sát bề mặt của Trái Đất có điện trường theo phương thẳng đứng hướng từ trên xuống.

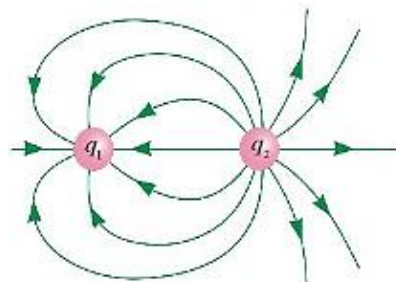
Bài 20: (CTST) Thiết kế phương án và thực hiện thí nghiệm để quan sát hình ảnh điện phổ của một vật tích điện.

Bài 21: (CTST) Quan sát Hình 12.7, em hãy mô tả hình dạng, điểm xuất phát, điểm kết thúc của đường sức điện và so sánh độ mạnh yếu của điện trường tại hai vị trí A và B cho mỗi trường hợp.



Hình 12.7. Các đường sức điện của: a) Điện tích dương; b) Điện tích âm; c) Hai điện tích cùng độ lớn nhưng trái dấu; d) Hai điện tích dương cùng độ lớn.

Bài 22: (CTST) Xét đường sức điện của hai điện tích điểm q_1 và q_2 như hình 12.10. Em hãy xác định dấu của hai điện tích q_1 , q_2 và so sánh độ lớn điện tích của chúng.



Hình 12.10. Đường sức điện của hệ hai điện tích q_1 và q_2 .

Bài 23: (CTST) Đặt lần lượt một electron và một proton vào cùng một điện trường đều. Hạt nào sẽ chịu tác dụng của lực tĩnh điện có độ lớn lớn hơn? Giả sử chỉ xét tương tác tĩnh điện, các tương tác khác được bỏ qua. So sánh gia tốc hai hạt thu được.

Bài 24: (SGK_KN) Hãy chứng tỏ rằng vector cường độ điện trường $\vec{E}$ có

- + Phương trùng với phương của lực điện tác dụng lên điện tích.
- + Chiều cùng với chiều của lực điện khi $q > 0$, ngược chiều với chiều của lực điện khi $q < 0$.
- + Độ lớn của vector cường độ điện trường E bằng độ lớn của lực điện tác dụng lên điện tích 1C đặt tại điểm ta xét.

Vận dụng

Bài 25: (SBT KN) Khi làm thực nghiệm xác định điện trường tại một điểm M gần mặt đất, người ta dùng điện tích thử $q = 4 \cdot 10^{-16} \text{C}$, xác định được lực điện tác dụng lên điện tích q có giá trị bằng $5 \cdot 10^{-14} \text{N}$, có phương thẳng đứng hướng từ trên xuống dưới. Hãy tính độ lớn cường độ điện trường tại điểm M.

Bài 26: (SBT KN) Khi phát hiện một đám mây dông có kích thước nhỏ, một trạm quan sát thời tiết đã đo được khoảng cách từ đám mây đó đến trạm cỡ bằng 6350 m, người ta cũng xác định được cường độ điện trường do nó gây ra tại trạm cỡ bằng 450 V/m. Hãy ước lượng độ lớn điện tích của đám mây dông đó. Coi đám mây như một điện tích điểm.



Bài 27: (SBT KN) Cường độ điện trường của Trái Đất tại điểm M có giá trị bằng 120 V/m. Một electron có điện tích bằng $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ và khối lượng bằng $9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$. Chứng minh rằng, trọng lực có thể được bỏ qua so với lực điện mà Trái Đất tác dụng lên electron. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Bài 28: (SBT CTST) Đặt một điện tích $-3 \cdot 10^{-6} \text{C}$ tại điểm A trong chân không. Xác định cường độ điện trường tại B biết $AB = 15 \text{ cm}$.

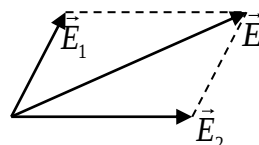
Bài 29: (SBT CTST) Một điện tích q lớn đặt trong chân không cường độ điện trường tại điểm M cách Q là 20 cm có độ lớn 450 V/m. Tính độ lớn của điện tích q lớn.

Dạng 2 Bài toán điện trường tổng hợp tác dụng lên điện tích

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Tuân theo nguyên lí chồng chất điện trường: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ (quy tắc hình bình hành)

- Nếu $\vec{E}_1 \uparrow \uparrow \vec{E}_2$:
$$\begin{cases} \vec{E} \uparrow \uparrow \vec{E}_1 \uparrow \uparrow \vec{E}_2 \\ E = E_1 + E_2 \end{cases}$$



- Nếu $\vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2$:
$$\begin{cases} \vec{E} \uparrow \uparrow \vec{E}_1 \text{ khi } E_1 > E_2 \\ \vec{E} \uparrow \uparrow \vec{E}_2 \text{ khi } E_1 < E_2 \\ E = |E_1 - E_2| \end{cases}$$

- Nếu $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2$: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$; $(\vec{E}_1, \vec{E}_2 = \alpha)$ sao cho: $\tan \alpha = \frac{E_2}{E_1} \Rightarrow \alpha = \dots$

- Nếu $E_1 = E_2$: HBH tạo bởi $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ là hình thoi

$\Rightarrow \vec{E}$ là đường chéo cũng là phân giác: $E = 2E_1 \cos \frac{\alpha}{2}$

- Tổng quát: $E^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha$ Với $(\vec{E}_1, \vec{E}_2) = \alpha$

Vận dụng

Bài 1: Tại hai điểm A, B cách nhau 15 cm trong không khí có hai điện tích $q_1 = -12 \cdot 10^{-6} \text{C}$, $q_2 = 3 \cdot 10^{-6} \text{C}$. Xác định độ lớn cường độ điện trường do hai điện tích này gây ra tại điểm C. Biết $AC = 20 \text{cm}$, $BC = 5 \text{cm}$.

Bài 2: Tại hai điểm A và B cách nhau 5 cm trong chân không có hai điện tích điểm $q_1 = 16 \cdot 10^{-8} \text{C}$ và $q_2 = 9 \cdot 10^{-8} \text{C}$. Tính độ lớn cường độ điện trường tổng hợp tại điểm C cách A và cách B lần lượt là 4 cm và 3 cm

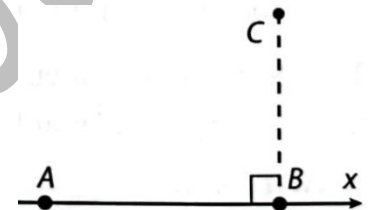
Bài 3: (SGK_KN) Cho tam giác ABC vuông tại A có $AB = 3 \text{ cm}$ và $AC = 4 \text{ cm}$. Tại điểm B ta đặt điện tích $Q_1 = 4,5 \cdot 10^{-8} \text{C}$, tại điểm C ta đặt điện tích $Q_2 = 2 \cdot 10^{-8} \text{C}$.

a) Tính độ lớn của cường độ điện trường do mỗi điện tích trên gây ra tại A.

b) Tính cường độ điện trường tổng hợp tại A.

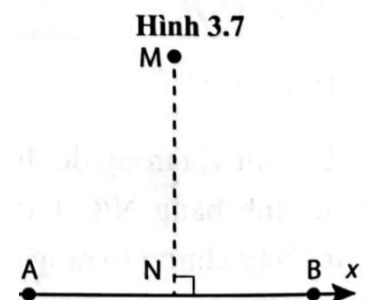
Bài 4: (SBT_CD) Hai điện tích điểm $-40,0 \mu\text{C}$ và $50,0 \mu\text{C}$ đặt cách nhau 12,0 cm. Tìm cường độ điện trường tại điểm ở chính giữa đoạn thẳng nối hai điện tích này.

Bài 5: (SBT_CD) Hai điểm A và B cách nhau 5,0 cm điện tích tại A là $46 \mu\text{C}$, tại B là $82 \mu\text{C}$. Tìm cường độ điện trường tại điểm C cách B một đoạn 4,0 cm. Biết AB vuông góc với BC như hình 3.7.



Hình 3.7

Bài 6: (SBT_CD) Hai điện tích được đặt tại hai điểm A và B như hình 3.8. Điện tích tại A là 14 nC , tại B là 12 nC . Biết $NB = 6,0 \text{ cm}$; $MN = 8,0 \text{ cm}$; MN vuông góc với AB. Tìm cường độ điện trường tại điểm M.



Hình 3.8

Bài 7: Cho hai điện tích $q_1 = 4 \cdot 10^{-10} \text{C}$, $q_2 = -4 \cdot 10^{-10} \text{C}$ đặt ở A, B trong không khí, $AB = a = 2 \text{cm}$. Xác định vector cường độ điện trường $\vec{E}$ tại:

a) H, trung điểm AB.

b) M cách A 1 cm, cách B 3 cm.

c) N hợp với A, B thành tam giác đều.

Bài 8: Cho hai điện tích $q_1 = q_2 = 4 \cdot 10^{-10} \text{C}$ đặt ở A, B trong không khí, $AB = a = 2 \text{cm}$. Xác định vector cường độ điện trường $\vec{E}$ tại:

a) H trung điểm AB.

b) M cách A 1 cm, cách B 3 cm.

c) N hợp với A, B thành tam giác đều.

Bài 9: Hai điện tích $q_1 = 8 \cdot 10^{-8} \text{C}$, $q_2 = -8 \cdot 10^{-8} \text{C}$ đặt tại A, B trong không khí, $AB = 4 \text{cm}$. Tìm vector cường độ điện trường tại C trên trung trực AB, cách AB một đoạn 2 cm, suy ra lực tác dụng lên $q = 2 \cdot 10^{-9} \text{C}$ đặt ở C.

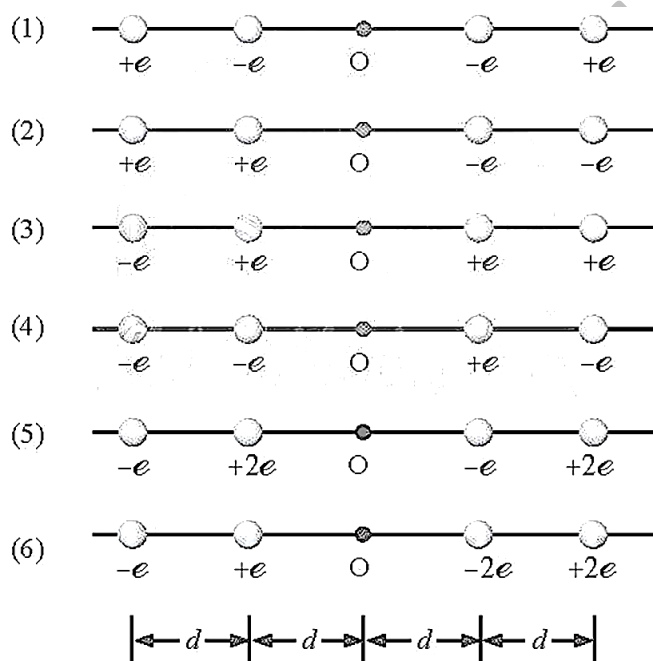
Bài 10: Hai điện tích $q_1 = -10^{-8}\text{C}$, $q_2 = 10^{-8}\text{C}$ đặt tại A, B trong không khí, $AB = 6\text{cm}$. Xác định vector $\vec{E}$ tại M trên trung trực AB, cách AB = 4cm.

Bài 11: Tại hai điểm A và B cách nhau 8 cm trong chân không có hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = 16 \cdot 10^{-8}\text{C}$. Xác định độ lớn cường độ điện trường do hai điện tích này gây ra tại điểm C biết $AB = AC = 8\text{cm}$.

Bài 12: Tại hai điểm A và B cách nhau 10cm trong không khí có đặt hai điện tích $q_1 = 16 \cdot 10^{-8}\text{C}$ và $q_2 = 9 \cdot 10^{-8}\text{C}$. Xác định độ lớn cường độ điện trường do hai điện tích này gây ra tại điểm C biết $AC = 6\text{cm}$ và $BC = 9\text{cm}$.

Vận dụng cao

Bài 13: (SBT CTST) Hình 12.3 mô tả 6 trường hợp sắp xếp bốn điện tích điểm phẩy trong đó các điện tích được đặt cách đều nhau bên trái và bên phải so với điểm o chấm hãy sắp xếp độ lớn cường độ điện trường tại điểm O theo thứ tự tăng dần



Hình 12.3

Bài 14: Hai điện tích $q_1 = q_2 = q > 0$ đặt tại hai điểm A và B trong không khí cách nhau một khoảng $AB = 2a$. Xác định véc tơ cường độ điện trường tại điểm M nằm trên đường trung trực của đoạn AB và cách trung điểm H của đoạn AB một đoạn x.

Bài 15: Hai điện tích $q_1 = -q_2 = q > 0$ đặt tại hai điểm A và B trong không khí cách nhau một khoảng $AB = a$. Xác định véc tơ cường độ điện trường tại điểm M nằm trên đường trung trực của AB và cách trung điểm H của đoạn AB một khoảng x.

Bài 16: Tại 3 đỉnh tam giác ABC vuông tại A cạnh $a = 50\text{cm}$, $b = 40\text{cm}$, $c = 30\text{cm}$. Ta đặt các điện tích $q_1 = q_2 = q_3 = 10^{-9}\text{C}$. Xác định cường độ điện trường E tại H, H là chân đường cao kẻ từ A.

Bài 17: Tại ba đỉnh A, B, C của hình vuông ABCD cạnh a đặt 3 điện tích q giống nhau ($q > 0$). Tính E tại:

a) Tâm O hình vuông.

b) Đỉnh D.

Bài 18: Đặt trong không khí bốn điện tích có cùng độ lớn 10^{-9}C tại bốn đỉnh của một hình vuông ABCD cạnh 2 cm với điện tích dương đặt tại A và D, điện tích âm đặt tại B và C. Tính cường độ điện trường tổng hợp tại giao điểm hai đường chéo của hình vuông?

Bài 19: Trong không khí tại ba đỉnh của một hình vuông cạnh a đặt ba điện tích dương cùng độ lớn q. Tính độ lớn cường độ điện trường tổng hợp do ba điện tích gây ra tại đỉnh thứ tư của hình vuông

Dạng

3

ĐIỆN TRƯỜNG TRIỆT TIÊU

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

* **Điện trường triệt tiêu:** $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{0} \Rightarrow \vec{E}_1 = -\vec{E}_2$ hay $\begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2 \\ E_1 = E_2 \end{cases} \quad (1)$

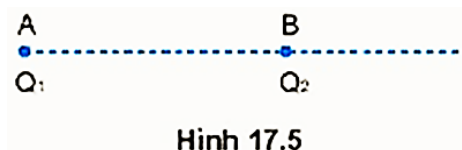
$$\Leftrightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2 \Rightarrow \begin{cases} q_0 \text{ nằm trên đường thẳng chứa } q_1, q_2 \text{ và nằm trong khoảng } q_1, q_2 \text{ vì } q_1, q_2 \text{ cùng dấu. Ta có: } r_1 + r_2 = AB \quad (*) \\ q_0 \text{ nằm trên đường thẳng chứa } q_1, q_2 \text{ và nằm ngoài khoảng } q_1, q_2 \text{ vì } q_1, q_2 \text{ trái dấu. Ta có:} \\ \left[+ |q_1| > |q_2| \text{ nên: } r_1 - r_2 = AB \quad (q_0 \text{ giữa } q_1 \text{ và } q_2) \right. \\ \left. \left[- |q_1| < |q_2| \text{ nên: } r_2 - r_1 = AB \quad (q_0 \text{ ngoài khoảng } q_1, q_2) \right] \right. \end{cases} \\ E_1 = E_2 \Leftrightarrow \frac{|q_1|}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{r_2^2} \Leftrightarrow \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} \Leftrightarrow r_1 - r_2 \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_2|}} = 0 \quad (**) \end{cases}$$

- Giải hệ 2 pt (*) và (**) để tìm AC và BC.

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: (SGK_KN) Đặt điện tích điểm $Q_1 = 6 \cdot 10^{-8}\text{C}$ tại điểm A và điện tích điểm $Q_2 = -2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ tại điểm B cách A một khoảng bằng 3 cm (Hình 17.5). Hãy xác định những điểm mà cường độ điện trường tại đó bằng 0.



Bài 2: (SBT_KN) Đặt điện tích $Q_1 = +6 \cdot 10^{-8}\text{C}$ tại điểm A và điện tích $Q_2 = -2 \cdot 10^{-8}\text{C}$ tại điểm B cách A một khoảng bằng 3 cm. Hãy xác định những điểm mà cường độ điện trường tại đó bằng 0.

Bài 3: (SBT_KN) Hai điểm A và B cách nhau 6 cm. Tại A, đặt điện tích $Q_1 = +8 \cdot 10^{-10}\text{C}$. Tại B, đặt điện tích $Q_2 = +2 \cdot 10^{-10}\text{C}$. Hãy xác định những điểm mà cường độ điện trường tại đó bằng 0.

Bài 4: (CTST) Đặt hai quả cầu nhỏ có điện tích lần lượt là $3,0 \mu\text{C}$ và $-3,5 \mu\text{C}$ tại 2 điểm A và B cách nhau một khoảng 0,6 m. Xác định vị trí điểm C sao cho vectơ cường độ điện trường tại đó bằng không.

Bài 5: (SBT CTST) Hai điện tích điểm có giá trị điện tích lần lượt là $+3,0 \mu\text{C}$ và $-5,0 \mu\text{C}$ được đặt tại hai điểm M và N trong chân không. Khoảng cách giữa M và N là $0,2 \text{ m}$. Gọi P là điểm mà cường độ điện trường tổng hợp tại đó bằng 0 hãy xác định vị trí điểm P.

Bài 6: Cho hai điện tích điểm q_1 và q_2 đặt ở A, B trong không khí, $AB = 100\text{cm}$. Tìm điểm C tại đó cường độ điện trường tổng hợp bằng 0 với:

a) $q_1 = 36 \cdot 10^{-6}\text{C}$; $q_2 = 4 \cdot 10^{-6}\text{C}$.

b) $q_1 = -36 \cdot 10^{-6}\text{C}$; $q_2 = 4 \cdot 10^{-6}\text{C}$.

Chủ đề

3

ĐIỆN TRƯỜNG ĐỀU

I Tóm tắt lý thuyết

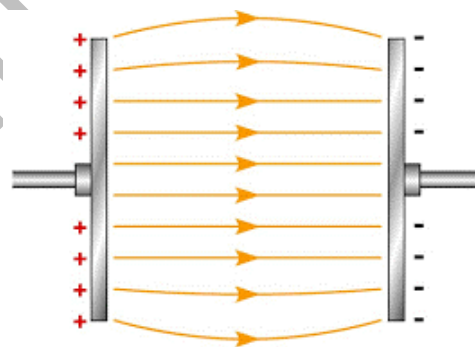
1 Điện trường đều

a. Khái niệm

- Là điện trường mà vectơ cường độ điện trường tại mọi điểm đều có cùng phương, chiều, độ lớn.
- Đường sức điện là những đường thẳng song song cách đều nhau.

b. Điện trường đều giữa hai bản phẳng nhiễm điện đặt song song

- Các đường sức của điện trường giữa hai bản phẳng song song cách đều và vuông góc với các bản phẳng, chúng xuất phát từ bản tích điện dương và kết thúc ở bản tích điện âm.
- Cường độ điện trường giữa hai bản phẳng nhiễm điện trái dấu đặt song song có độ lớn bằng tỉ số giữa hiệu điện thế giữa hai bản phẳng và khoảng cách giữa chúng: $E = \frac{U}{d}$



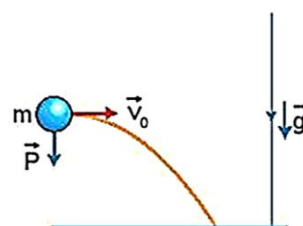
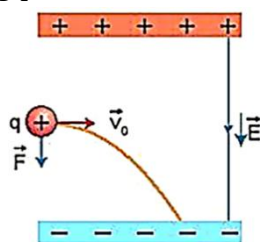
Trong đó: U là hiệu điện thế giữa hai bản phẳng, đơn vị là vôn (V).

d là khoảng cách giữa hai bản phẳng, đơn vị là mét (m).

E là cường độ điện trường giữa hai bản phẳng, đơn vị là vôn/mét (V/m).

2 Tác dụng của điện trường đều lên điện tích chuyển động

Khi một điện tích bay vào điện trường đều theo phương vuông góc với đường sức, dưới tác dụng của lực điện trường: vận tốc theo phương song song với đường sức bị biến đổi; vận tốc theo phương vuông góc với đường sức không thay đổi. Kết quả là vận tốc của điện tích liên tục đổi phương và tăng dần độ lớn, quỹ đạo chuyển động trở thành đường parabol.



Hình 18.3. Chuyển động của điện tích q

vào trong điện trường đều theo phương vuông góc với đường sức điện.

Hình 18.4. Chuyển động ném ngang của vật khối lượng m trong trường trọng lực.

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1. (SBT CTST) Chọn từ cụm từ thích hợp trong bảng dưới đây để điền vào chỗ trống

chỉ có một	độ mạnh	âm	dương	khép kín
không kín	có nhiều	song song	độ mạnh yếu	bằng nhau

Đường sức điện có các đặc điểm sau:

- Tại một điểm trong điện trường ...(1)... đường sức điện đi qua. Số lượng đường sức điện qua một đơn vị diện tích vuông góc với đường sức tại một điểm trong không gian đặc trưng cho ...(2)... của điện trường tại điểm đó.
- Các đường sức điện là những đường cong ...(3)... Đường sức điện phải bắt đầu từ một điện tích ...(4)... (hoặc ở vô cực) và kết thúc ở điện tích ...(5)... (hoặc ở vô cực)

Điện trường đều có các đường sức điện ...(6)... và cách đều nhau.

Câu 2. Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Điện trường đều là điện trường mà vectơ cường độ điện trường tại mọi điểm đều có
- Trong điện trường đều đường sức điện là những đường thẳng, cách đều nhau.
- Các đường sức của điện trường giữa hai bản phẳng song song cách đều và vuông góc với các bản phẳng, chúng xuất phát từ và kết thúc ở
- Cường độ điện trường giữa hai bản phẳng nhiễm điện trái dấu đặt song song có độ lớn bằng tỉ số giữa hai bản phẳng và giữa chúng.
- Tác dụng của điện trường đều lên điện tích chuyển động làm vận tốc của điện tích liên tục và tăng dần độ lớn, quỹ đạo chuyển động trở thành đường.....

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 3. Hãy nối những tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A

Đường sức điện của điện trường tĩnh

CỘT B

là những đường thẳng song song cách đều nhau

1

a

2	Đường sức điện của điện trường đều	b	Có độ lớn bằng tỉ số giữa hiệu điện thế giữa hai bản phẳng và khoảng cách giữa chúng.
3	Cường độ điện trường giữa hai bản phẳng nhiễm điện trái dấu đặt song song	c	là đường cong không khép kín.
4	Cường độ điện trường tại một điểm	d	Có độ lớn tỉ lệ thuận với điện tích và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách đến điểm xét.

III Bài tập phân dạng

Dạng 1 Điện tích chuyển động cùng phương với điện trường

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Một điện tích điểm q dương, khối lượng m bay vào điện trường với vận tốc ban đầu v_0 vuông góc với 2 bản tụ đặt nằm ngang (tức song song với đường sức).

* Gia tốc chuyển động: $a = \frac{F}{m}$

(Với $P = mg$ và $F = qE = qU/d$)

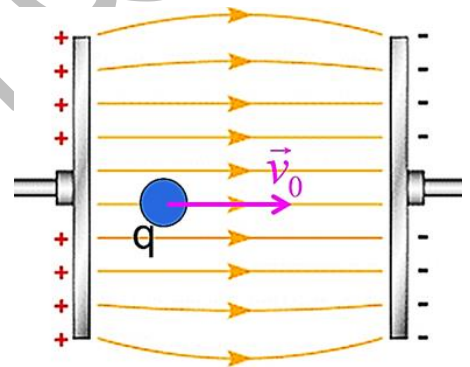
Với electron có khối lượng rất nhỏ nên thường bỏ qua trọng lực.

Lưu ý: Các công thức của chuyển động biến đổi:

+ Vận tốc: $v = v_0 + a.t$

+ Độ dịch chuyển: $d = v_0 t + \frac{1}{2} a.t^2$.

+ CT độc lập thời gian: $v^2 - v_0^2 = 2ad$



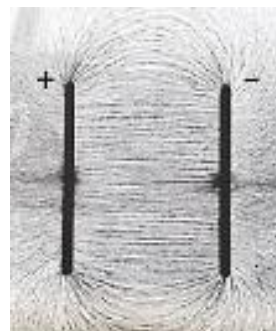
B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Nhận biết

Bài 1: (SBT CTST) 13.1 Khi thả một electron không có vận tốc ban đầu trong một điện trường đều thì electron chuyển động như thế nào bỏ qua tác dụng của trọng lực.

Bài 2: (SBT CTST) 13.2 Cho hai bản kim loại phẳng đặt song song tích điện trái dấu thả một electron không vận tốc ban đầu vào điện trường giữa hai bản kim loại trên bỏ qua tác dụng của trọng lực mô tả quỹ đạo chuyển động của electron

Bài 3: (CTST). Quan sát hình 12.9, vẽ đường sức điện trường trong vùng không gian giữa hai tấm kim loại phẳng.



Hình 12.9. Điện phổ ở hai tấm kim loại phẳng tích điện trái dấu, cùng độ lớn.

Thông hiểu

Bài 4: (SBT CD) Đơn vị cường độ điện trường có thể được tính bằng N/C hoặc V/m. Hãy chứng tỏ rằng các đơn vị này là tương đương.

Bài 5: (CTST) Từ các dụng cụ: pin, dây nối, 2 thanh kim loại, dầu cách điện (như dầu máy), thuốc tím (KMnO_4), em hãy thiết kế và thực hiện thí nghiệm để quan sát đường sức điện trường giữa hai thanh kim loại.

Bài 6: (SBT KN) Hãy cho ví dụ về ứng dụng thực tiễn tác dụng của điện trường đối với chuyển động của điện tích bay vào điện trường đều theo phương vuông góc với đường sức.

Vận dụng

Bài 7: (SBT KN) Ion âm OH^- được phát ra từ một máy lọc không khí ở nơi có điện trường trái đất bằng 120 V/m hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới. Hãy xác định lực điện của Trái Đất tác dụng lên ion âm nói trên và vẽ hình minh họa.

Bài 8: (SBT KN) Trong cơ thể sống, có nhiều loại tế bào, màng tế bào có nhiệm vụ kiểm soát các chất và ion ra vào tế bào đảm bảo cho quá trình trao đổi chất và bảo vệ tế bào trước các tác nhân có hại của môi trường. Một tế bào có màng dày khoảng $8 \cdot 10^{-9}$ m, mặt trong của màng tế bào mang điện tích âm, mặt ngoài mang điện tích dương. Hiệu điện thế giữa hai mặt này bằng 0,07 V.

a. Hãy tính cường độ điện trường trong màng tế bào trên.

b. Một ion âm có điện tích $-3,2 \cdot 10^{-19}$ C đi vào trong màng tế bào. Hãy xác định xem ion âm sẽ bị đẩy ra khỏi tế bào hay đẩy vào trong tế bào và lực điện tác dụng lên ion âm bằng bao nhiêu.

Bài 9: (SBT KN) Vào một ngày đẹp trời, đo đạc thực nghiệm cho thấy gần bề mặt Trái Đất ở một khu vực tại Hà Nội, tồn tại điện trường theo phương thẳng đứng, hướng từ trên xuống dưới, có độ lớn cường độ điện trường không đổi trong khu vực khảo sát và bằng 114 V/m.

a) Hãy vẽ hệ đường sức điện của điện trường trái đất ở khu vực đó.

b) Một hạt bụi mịn có điện tích $6,4 \cdot 10^{-19}$ C sẽ chịu tác dụng của lực điện có phương, chiều và độ lớn như thế nào?

Bài 10: (CD) Khoảng cách giữa hai bản phẳng song song là 15 mm, hiệu điện thế giữa chúng là 750 V. Lực tác dụng lên một quả cầu nhỏ tích điện ở trong khoảng không gian giữa hai bản là $1,2 \cdot 10^{-7}$ N. Tính:

a) Độ lớn cường độ điện trường giữa hai bản.

b) Điện tích của quả cầu nhỏ.

Bài 11: Prôtôn được đặt vào điện trường đều $E = 1,7 \cdot 10^6 (\text{V/m})$.

a) Tính gia tốc của prôtôn, biết $m_p = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{kg}$.

b) Tính vận tốc prôtôn sau khi đi được đoạn đường 20cm (vận tốc đầu bằng 0).

Bài 12: Electron đang chuyển động với vận tốc $v_0 = 4 \cdot 10^6 (\text{m/s})$ thì đi vào một điện trường đều, cường độ điện trường $E = 910 (\text{V/m})$, $\vec{v}_0$ cùng chiều đường sức điện trường. Tính gia tốc và quãng đường electron chuyển động chậm dần đều cùng chiều đường sức. Mô tả chuyển động của electron sau đó.

Bài 13: Hai bản phẳng kim loại đặt song song, cách nhau một khoảng $d = 20 \text{ cm}$. Đặt vào hai bản này một hiệu điện thế một chiều $U = 1000 \text{ V}$. Một hạt bụi mịn pm 2.5 có điện tích $q = 16 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ bay vào điện trường giữa hai bản phẳng. Hãy xác định phương, chiều và độ lớn của lực điện tác dụng lên hạt bụi đó.

Bài 14: Một electron ở trong một điện trường đều thu gia tốc $a = 10^{12} \text{ m/s}^2$. Độ lớn của cường độ điện trường có giá trị bao nhiêu?

Bài 15: Một quả cầu nhỏ khối lượng $3,06 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$, mang điện tích $4,8 \cdot 10^{-18} \text{ C}$ nằm lơ lửng giữa hai tấm kim loại song song nằm ngang, nhiễm điện trái dấu, cách nhau 2cm. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Xác định giá trị Hiệu điện thế giữa hai tấm kim loại.

Dạng

2

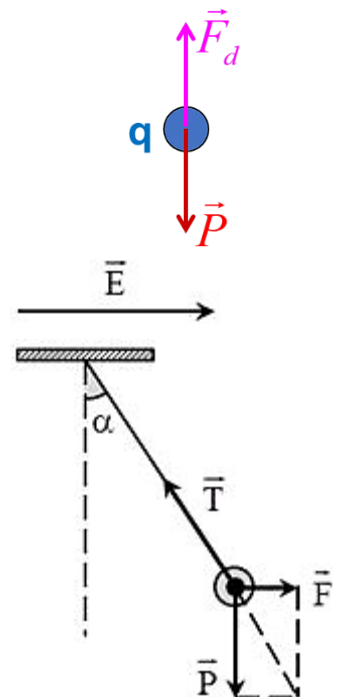
Cân bằng của hạt mang điện trong điện trường đều

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Khi hạt mang điện nằm cân bằng trong điện trường vì chỉ chịu tác dụng của trọng lực và lực điện: $\vec{F}_d + \vec{P} = 0$
- Nếu điện tích đặt trong điện môi, sẽ chịu thêm tác dụng của lực đẩy Archimedes: $F_A = \rho g V$
Với: ρ là khối lượng riêng của chất lỏng.
 V là thể tích phần chất lỏng bị vật chiếm chỗ.
- Khi hạt mang điện được treo vào sợi dây không dẫn và nằm cân bằng trong điện trường: $\vec{F}_d + \vec{P} + \vec{T} = 0$

$$\text{Với } \tan \alpha = \frac{F}{mg} = \frac{|q|E}{mg}$$

$$\cos \alpha = \frac{P}{T} = \frac{mg}{T}$$

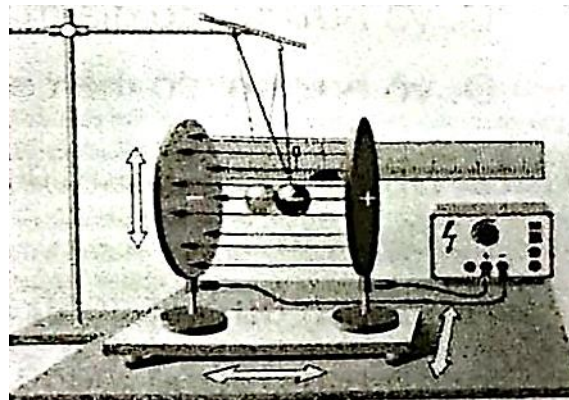


B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: (SGK_KN) Một hạt bụi mịn loại pm2,5 có điện tích bằng $1,6 \cdot 10^{-19}$ C lơ lửng trong không khí nơi có điện trường của Trái Đất bằng 120 V/m. Bỏ qua trọng lực, tính lực điện của Trái Đất tác dụng lên hạt bụi mịn và từ đó giải thích lí do hạt bụi loại này thường lơ lửng trong không khí.

Bài 2: (SBT_KN) Trong thí nghiệm về điện trường (Hình 17.1), người ta tạo ra một điện trường giống nhau tại mọi điểm giữa hai bản kim loại hình tròn với $E = 10^5$ V/m, có phương nằm ngang và hướng từ tấm bên phải (+) sang tấm bên trái (-). Một viên bi nhỏ khối lượng 0,1 g, tích điện âm $q = -10^{-8}$ C được móc bằng hai dây chỉ và treo vào giá như hình. Hãy tính góc lệch của mặt phẳng tạo bởi hai dây treo và mặt phẳng thẳng đứng. Lấy $g = 10$ m/s².



Thí nghiệm về điện trường

Bài 3: Một giọt chất lỏng tích điện có khối lượng $2 \cdot 10^{-9}$ g nằm cân bằng trong điện trường đều có phương thẳng đứng, có $E = 1,25 \cdot 10^5$ V/m. Lấy $g = 10$ m/s². Tính điện tích của giọt chất lỏng và số e thừa hoặc thiếu trên giọt chất lỏng đó.

Bài 4: Điện trường giữa 2 bản kim loại đặt nằm ngang trái dấu có cường độ 4900 V/m. Xác định khối lượng của hạt bụi đặt trong điện trường này nếu nó mang điện tích $q = 4 \cdot 10^{-10}$ C và ở trạng thái cân bằng.

Bài 5: Một quả cầu nhỏ tích điện, có khối lượng $m = 0,1$ g, được treo ở đầu một sợi chỉ mảnh, trong một điện trường đều, có phương nằm ngang và có cường độ điện trường $E = 10^3$ V/m. Dây chỉ hợp với phương thẳng đứng một góc 14° . Tính độ lớn điện tích của quả cầu. Lấy $g = 10$ m/s².

Bài 6: Một quả cầu nhỏ, khối lượng $m = 20$ g mang điện tích $q = 10^{-7}$ C được treo bởi dây mảnh trong điện trường đều có vectơ E nằm ngang. Khi quả cầu cân bằng, dây treo hợp với phương đứng một góc 30° . Tính độ lớn của cường độ điện trường; cho $g = 10$ m/s².

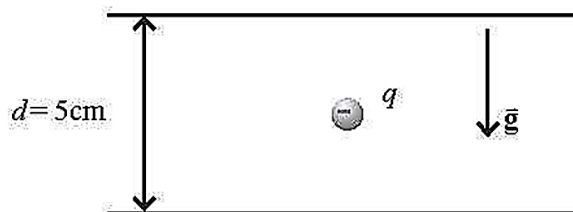
Bài 7: (SBT_CD) Người ta làm thí nghiệm cho những giọt dầu nhỏ mang điện tích âm với độ lớn điện tích khác nhau rơi trong điện trường (đặt trong chân không). Biết cường độ điện trường có độ lớn $5,92 \cdot 10^4$ N/C và có hướng thẳng đứng xuống dưới.

a. Xét một giọt dầu lơ lửng trong vùng có điện trường (lực điện tác dụng lên giọt dầu cân bằng với lực hấp dẫn của trái đất tác dụng lên nó). Biết khối lượng của giọt dầu là $2,93 \cdot 10^{-15}$ kg. Tìm điện tích của giọt dầu.

b. Một giọt dầu khác có cùng khối lượng nhưng rơi với tốc độ ban đầu bằng không và trong 0,250 s rơi được 10,3 cm. Tìm điện tích của giọt dầu này lấy $g = 9,80$ m/s².

Bài 8: (SBT_CTST) 13.4 Một hạt bụi mang điện tích q bằng $1 \mu\text{C}$, có khối lượng m , đang nằm cân bằng trong một điện trường đều giữa hai bản kim loại phẳng nằm ngang tích điện trái dấu và cách nhau 1,5 cm. Khi đó, các đường sức điện hướng theo phương thẳng đứng. Biết hiệu điện thế giữa hai bản là 100 V lấy $g = 9,8$ m/s². Xác định khối lượng của hạt bụi.

Bài 9: (SBT CTST) 13.7 Trong vùng không gian giữa hai tấm kim loại phẳng tích điện trái dấu nhau và cách nhau một đoạn $d = 5 \text{ cm}$ có một hạt bụi kim loại tích điện âm, khối lượng $m = 2 \cdot 10^{-6} \text{ g}$ đang lơ lửng tại vị trí cách đều hai tấm kim loại (như hình 13.5). Biết rằng, hiệu điện thế giữa hai tấm kim loại đó là $U = 1000 \text{ V}$. Nếu hiệu điện thế đột ngột giảm đến $U' = 850 \text{ V}$ hạt bụi kim loại sẽ chuyển động về tấm nào? Sau bao lâu thì hạt bụi này chạm đến một trong hai tấm kim loại nói trên. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.



Vận dụng cao

Bài 10: Một hòn bi nhỏ bằng kim loại được đặt trong dầu. Bi có thể tích $V = 10 \text{ mm}^3$, khối lượng $m = 9 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$. Dầu có khối lượng riêng $D = 800 (\text{kg/m}^3)$. Tất cả được đặt trong một điện trường đều, $\vec{E}$ hướng thẳng đứng từ trên xuống, $E = 4,1 \cdot 10^5 (\text{V/m})$. Tìm điện tích của bi để nó cân bằng lơ lửng trong dầu. Cho $g = 10 (\text{m/s}^2)$.

Bài 11: Một giọt dầu hình cầu, có khối lượng riêng $D_1 = 8 \text{ kg.m}^{-3}$, có bán kính $R = 1 \text{ cm}$, tích điện q , nằm lơ lửng trong không khí trong đó có một điện trường đều. Véc tơ cường độ điện trường hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới và có độ lớn là $E = 500 \text{ V/m}$. Khối lượng riêng của không khí là $D_2 = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$. Gia tốc trọng trường là $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Xác định giá trị của điện tích.

Dạng

3

Điện tích chuyển động vuông góc với điện trường

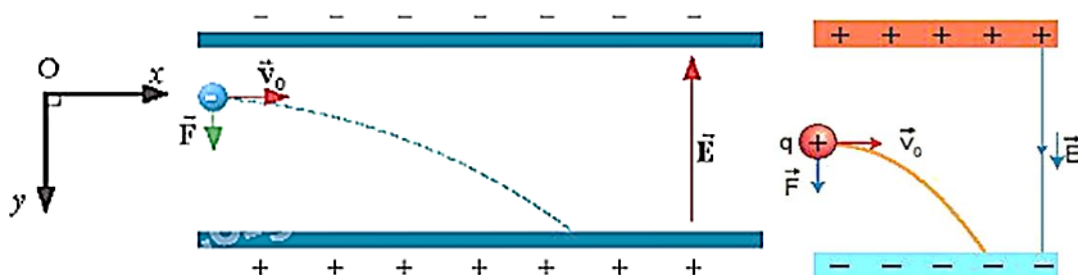
A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Xét một điện tích điểm q , khối lượng m bay vào điện trường đều tại điểm M (Điện trường đều được tạo bởi hai bản kim loại phẳng rộng đặt song song, đối diện nhau, hai bản được tích điện trái dấu và bằng nhau về độ lớn) với vận tốc ban đầu $\vec{v}$ song song với bản tụ. Lập phương trình chuyển động của điện tích q . Viết phương trình quỹ đạo của điện tích q .

*Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình vẽ.

* Lực tác dụng: Lực điện: $\vec{F} = q\vec{E}$ (Trọng lực $\vec{P} = m\vec{g}$ thường bỏ qua)

Phân tích chuyển động của q thành 2 chuyển động thành phần theo 2 trục Ox và Oy .



* **Xét chuyển động của q trên phương 0x:** q không chịu bất kì một lực nào nên q sẽ chuyển động thẳng đều trên trục 0x với vận tốc không đổi:

$$\text{Gia tốc } a_x = 0; \quad v_x = v_0 \quad (1)$$

⇒ Phương trình chuyển động của q trên trục 0x: $x = v_0 \cdot t$ (2)

* **Xét chuyển động của q theo phương 0y:** q chịu tác dụng của các lực không đổi và

thu được gia tốc: $a_y = a = \frac{F}{m} = \frac{|q|E}{m}$ (3)

⇒ Vận tốc của q trên 0y ở thời điểm t là: $v_y = v_{0y} + at = \frac{|q|E}{m} \cdot t$ (4)

⇒ Pt chuyển động của q trên 0y: $y = \frac{1}{2} \frac{|q|E}{m} \cdot t^2$ (5)

* Từ (2) suy ra t thay vào (5) ta được pt quỹ đạo: $y = \frac{1}{2} \frac{|q|E}{mv_0^2} \cdot x^2$ (6)

Vì $E = \frac{U}{d}$ nên pt quỹ đạo được viết: $y = \frac{1}{2} \frac{|q|U}{md} \cdot \left(\frac{x}{v_0}\right)^2$

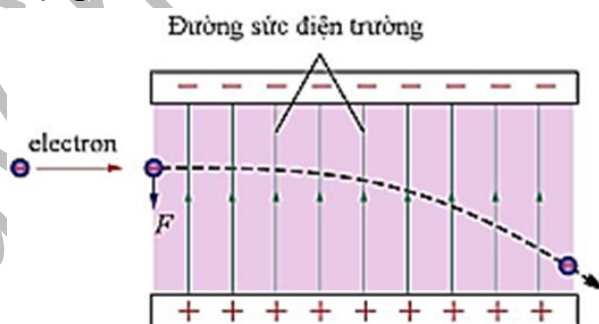
B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Nhận biết

Bài 1: (CD) Ống phóng điện tử có thể được sử dụng ở thiết bị nào?

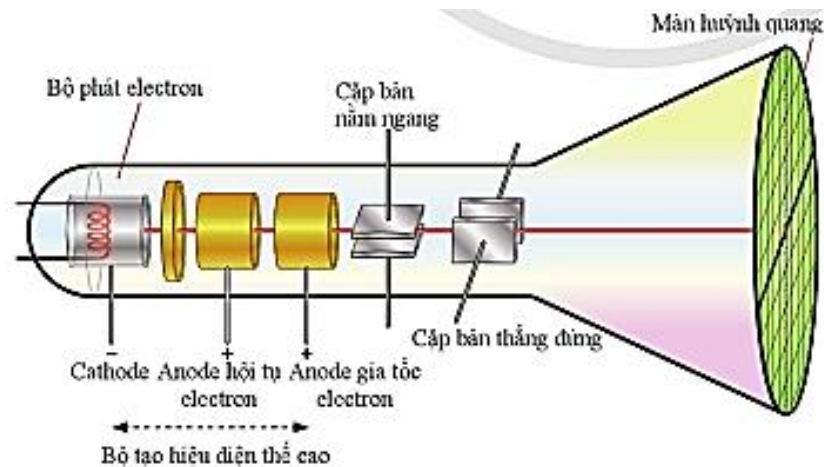
Thông hiểu

Bài 2: (CD) Trong Hình 2.10, nếu tốc độ ban đầu của electron trong điện trường bằng không thì nó sẽ chuyển động như thế nào?



Hình 2.10. Quỹ đạo chuyển động của electron trong điện trường đều.

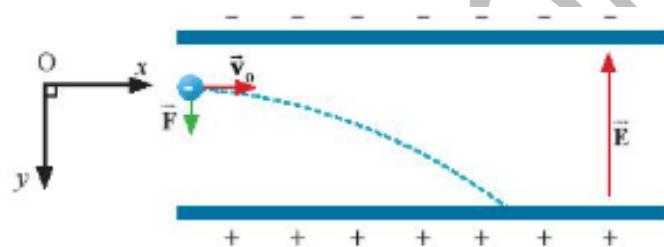
Bài 3: (CD) Trong ống phóng điện tử ở Hình 2.11, hiệu điện thế giữa hai cặp bản nằm ngang và giữa hai cặp bản thẳng đứng sẽ làm chùm electron bị lệch như thế nào?



Hình 2.11. Ống phóng điện tử.

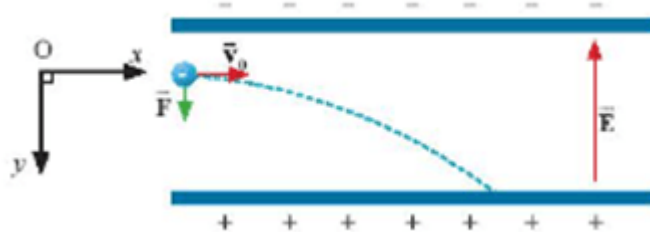
Bài 4: (CD) Vẽ sơ đồ giải thích cách dùng lực điện để tách riêng các ion trong một chùm gồm các ion có khối lượng và điện tích khác nhau.

Bài 5: (CTST) Xác định các lực tác dụng lên electron trong Hình 13.7. Từ đó, dự đoán chuyển động của electron.



Hình 13.7. Chuyển động của electron trong điện trường đều.

Bài 6: (CTST) Mô tả chuyển động của proton chuyển động với vận tốc $v_0 \rightarrow$ vào vùng điện trường đều như Hình 13.7.



Hình 13.7. Chuyển động của electron trong điện trường đều.

Vận dụng

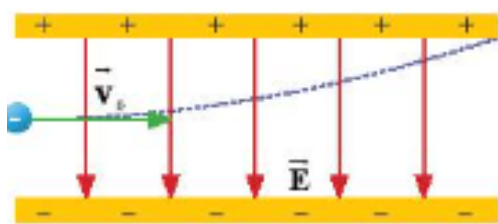
Bài 7: (SBT KN) Một electron bay vào điện trường đều $\vec{E}$ của Trái Đất với vận tốc ban đầu v_0 theo phương vuông góc với đường sức. Chọn gốc toạ độ là điểm bắt đầu chuyển động của electron trong điện trường đều, trục Oy thẳng đứng hướng lên trên, trục Ox lấy theo chiều v_0 . Viết phương trình quỹ đạo của chuyển động trong điện trường đều.

Bài 8: (CTST) Một electron chuyển động với vận tốc đầu $4 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ vào vùng điện trường đều theo phương vuông góc với các đường sức điện. Biết cường độ điện trường là $E = 10^3 \text{ V/m}$. Hãy xác định:

- Gia tốc của electron.
- Vận tốc của electron khi nó chuyển động được $2 \cdot 10^{-7} \text{ s}$ trong điện trường.

Bài 9: (CTST) Neutron là một hạt không mang điện, có khối lượng xấp xỉ proton. Một hạt neutron tự do có thể tồn tại khoảng 10 đến 15 phút, sau đó phân rã thành electron, proton và phản neutrino (là một hạt không mang điện, có khối lượng rất bé, chuyển động với tốc độ gần bằng tốc độ ánh sáng trong chân không). Em hãy đề xuất phương án để tách hai hạt electron và proton ngay sau khi neutron bị phân rã.

Bài 10: (CTST) Một electron chuyển động với tốc độ ban đầu $v_0 = 1,6 \cdot 10^6$ m/s chuyển động vào vùng điện trường đều theo phương song song với hai bản và ở chính giữa khoảng cách hai bản như Hình 13P.1. Biết chiều dài mỗi bản là 3 cm và khoảng cách giữa hai bản là 1 cm. Giữa hai bản có điện trường hướng từ trên xuống, điện trường bên ngoài hai bản bằng 0. Biết electron di chuyển đến vị trí mép ngoài của tấm bản phía trên, tính độ lớn cường độ điện trường giữa hai bản.

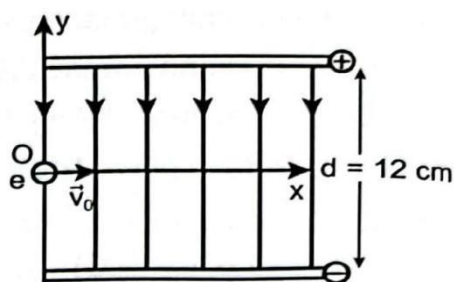


Hình 13P.1

Vận dụng cao

Bài 11: (SBT KN) Hai bản phẳng nhiễm điện trái dấu có kích thước lớn và bằng nhau, đặt song song với nhau, cách nhau một khoảng $d = 12$ cm. Hiệu điện thế giữa hai bản phẳng là 24 V (Hình 18.4). Một electron bay vào chính giữa hai bản phẳng theo phương vuông góc với các đường sức điện trường với vận tốc 20000 m/s. Chọn gốc tọa độ đúng tại điểm electron bắt đầu bay vào điện trường đều. Bỏ qua điện trường của Trái Đất, lực cản môi trường.

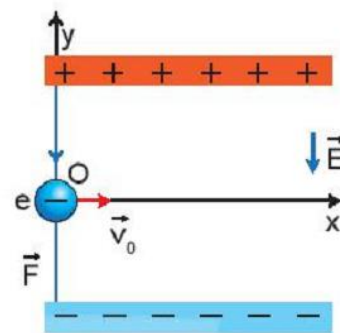
- Hãy tính tầm xa theo phương Ox mà electron chuyển động được.
- Hãy tính vận tốc theo phương Oy và động năng của electron khi va chạm với bản phẳng nhiễm điện dương.



Hình 18.4. Electron bay vào điện trường đều giữa hai bản phẳng nhiễm điện trái dấu

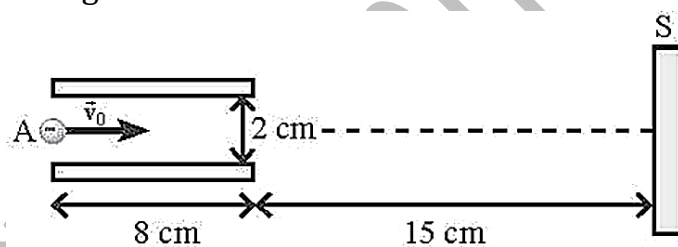
Bài 12: (SBT KN) Đặt vào 2 bản kim loại phẳng song song, cách nhau 2 cm một hiệu điện thế $U = 500$ V. Người ta có thể tạo ra ion bằng cách thổi hơi ẩm vào giữa 2 bản phẳng này. Giả sử hơi ẩm được thổi vào với vận tốc 50 m/s, 1 phân tử H_2O ở vị trí cách đều 2 bản phẳng bị tách thành 1 ion OH^- (khối lượng $m_1 = 2,833 \cdot 10^{-26}$ kg, điện tích $q_1 = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C) và một ion H^+ (khối lượng $m_2 = 0,1678 \cdot 10^{-26}$ kg, điện tích $q_2 = +1,6 \cdot 10^{-19}$ C). Bỏ qua các loại lực cản môi trường, Hãy xác định phương trình quỹ đạo cho chuyển động tiếp theo của hai ion này và vẽ hình minh họa.

Bài 13: Hai bản phẳng có kích thước lớn và bằng nhau, đặt song song với nhau, cách nhau một khoảng $d = 40 \text{ cm}$. Hiệu điện thế giữa hai bản phẳng là 50 V . Một electron ($q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$) bay vào chính giữa hai bản phẳng theo phương vuông góc với các đường sức điện trường với vận tốc $2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Bỏ qua điện trường Trái Đất, lực cản môi trường, trọng lực tác dụng lên electron. Hãy viết phương trình quỹ đạo của chuyển động.



Hình 18.5. Electron bay vào điện trường đều giữa hai bản phẳng nhiễm điện trái dấu.

Bài 14: (SBT CTST) Ống tia âm cực (CRT) là 1 thiết bị thường được thấy trong dao động ký điện tử cũng như màn hình tivi, máy tính (CRT)... Hình 13.6 cho thấy mô hình của 1 ống tia âm cực, bao gồm hai bản kim loại phẳng có chiều dài 8 cm , tích điện trái dấu, đặt song song và cách nhau 2 cm . Hiệu điện thế giữa hai bản kim loại là $U = 12 \text{ V}$. Một electron được phóng ra từ điểm A cách đều hai bản kim loại với vận tốc ban đầu có độ lớn v_0 bằng $7 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ và hướng dọc theo trục của ống cho rằng bản kim loại bên dưới có điện thế lớn hơn. Xem tác dụng của trọng lực là không đáng kể lấy khối lượng của electron là $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.



- Xác định tốc độ của electron khi vừa ra khỏi vùng không gian giữa hai bản kim loại.
- Sau khi ra khỏi vùng không gian nói trên hoặc chuyển động thẳng đều đến đập vào màn hình quang S. Biết S cách hai bản kim loại một đoạn 15 cm . Xác định vị trí trên màn s mà electron này đập vào.

Bài 15: Một tụ điện phẳng không khí có khoảng cách $d = 1 \text{ cm}$, chiều dài bản tụ là $l = 5 \text{ cm}$, hiệu điện thế giữa hai bản tụ là 91 V . Một electron bay vào tụ điện theo phương song song với các bản với vận tốc ban đầu $v_0 = 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ và bay ra khỏi tụ điện. Bỏ qua trọng lực.

- Viết phương trình quỹ đạo của electron.
- Tính quãng đường electron đi được theo phương Ox khi nó ra khỏi tụ.
- Tính vận tốc electron khi rời khỏi tụ.

Bài 16: Một tụ điện có các bản nằm ngang cách nhau 4 cm , chiều dài các bản là 10 cm , hiệu điện thế giữa hai bản là 20 V . Một electron bay vào điện trường của tụ điện từ điểm O cách đều hai bản với vận tốc ban đầu là $\vec{v}_0$ song song với các bản tụ điện. Coi điện trường giữa hai bản tụ là điện trường đều. Để electron có thể ra khỏi tụ điện thì giá trị nhỏ nhất của $\vec{v}_0$?

I Tóm tắt lý thuyết

1 Công của lực điện

Công của lực điện làm dịch chuyển điện tích q từ điểm M đến điểm N trong điện trường đều không phụ thuộc vào hình dạng của đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí của điểm đầu M và vị trí điểm cuối N của độ dịch chuyển trong điện trường.

$$A_{MN} = qEd \quad (19.1)$$

Với điện trường bất kì, người ta cũng chứng minh được rằng công của lực điện làm dịch chuyển của điện tích q không phụ thuộc vào hình dạng của đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí của điểm đầu M và vị trí điểm cuối N của độ dịch chuyển.

→ Đây là tính chất chung của một số trường lực như trường tĩnh điện, trường trọng lực,...

2 Thế năng điện

Thế năng của một điện tích q trong điện trường đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường khi đặt điện tích q tại điểm đang xét.

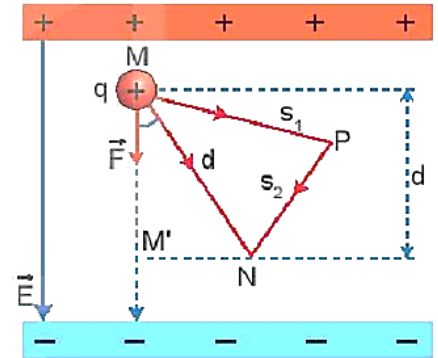
- Trong điện trường đều: $W_M = qEd$
- Trong điện trường bất kì: $W_M = A_{M\infty}$

II Bài tập ôn lý thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1. Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- a. Công của lực điện làm dịch chuyển điện tích q từ điểm M đến điểm N trong điện trường đều không phụ thuộc vào mà chỉ phụ thuộc vào và điểm cuối N của độ dịch chuyển trong điện trường.
- b. Thế năng của một điện tích q trong điện trường đặc trưng cho khả năng của điện trường khi đặt điện tích q tại điểm đang xét.
- c. Thế năng của một điện tích trong điện trường đều:
- d. Thế năng của một điện tích trong điện trường bất kì:
- e. Công của lực điện trường khác 0 trong khi điện tích dịch chuyển giữa 2 điểm khác nhau
- f. Một điện tích chuyển động trong điện trường theo thì công của lực điện trong chuyển động đó bằng 0



Hình 19.1. Chuyển động của điện tích từ điểm M đến điểm N trong điện trường đều.

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 2. Hãy nối những tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A	CỘT B
1 Thế năng của một điện tích Trong điện trường đều	a $A = qEd$
2 Thế năng của một điện tích Trong điện trường bất kì	b $W_M = qEd$
3 Công của lực điện trường khi một điện tích di chuyển từ điểm M đến điểm N trong điện trường đều	c $A = 0$
4 Công khi một điện tích chuyển động trong điện trường theo một đường cong kín	d $W_M = A_{M\infty}$

III Bài tập phân dạng

Dạng 1 Công của lực điện

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

- Công thực hiện khi điện tích q di chuyển trong điện trường đều là:

$$A = qEd$$

với d là độ dài đại số của hình chiếu:

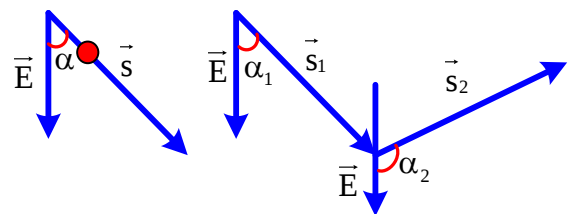
+ $d > 0$ khi hình chiếu đi cùng hướng với đường sức;

+ $d < 0$ khi hình chiếu đi ngược hướng với đường sức.

- Khi điện tích q chuyển động theo độ dời $\vec{s}$ trong điện trường đều thì công của điện trường trong quá trình dịch chuyển đó tính theo công thức:

$$A = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{s} = qE \cos \alpha$$

Tổng quát: $A = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{s}_1 + q \cdot \vec{E} \cdot \vec{s}_2 + \dots = qEs_1 \cos \alpha_1 + qEs_2 \cos \alpha_2 + \dots$



B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Thông hiểu

Bài 1: (SGK_KN) Một điện tích dương q được đặt tại điểm M trong điện trường đều của một tụ điện có độ lớn của cường độ điện trường là E (Hình 19.2).

a) Chứng minh rằng công mà điện trường đều của tụ điện có thể sinh ra khi dịch chuyển điện tích dương q từ điểm M tới bản cực âm là $A = qEd$

b) Hãy nhận xét về công A khi ta thay q bằng một điện tích âm.

Bài 2: (CD) Để dịch chuyển một điện tích dương đến gần điện tích dương khác, cần phải đẩy nó để thắng lực đẩy giữa chúng, Hình 3.1. Trong trường hợp này, ta nói rằng cần phải thực hiện một công để di chuyển một điện tích lại gần một điện tích khác. Năng lượng của một điện tích di chuyển trong điện trường được xác định như thế nào?



Hình 3.1. Để đẩy một điện tích dương này về phía một điện tích dương khác, phải thực hiện công.

Bài 3: (CD) So sánh công của lực điện dịch chuyển một đơn vị điện tích dương từ điểm đang xét ra vô cùng và công thực hiện để dịch chuyển một đơn vị điện tích dương từ vô cùng về điểm đang xét.

Bài 4: (CTST) Liệt kê một số lực thế đã được học. Trình bày đặc điểm về công của lực thế?

Bài 5: (CTST) Áp dụng định lí động năng, em hãy rút ra công thức (13.11): $v = \sqrt{\frac{2qEd}{m}}$

Vận dụng

Bài 6: (SBT_KN) Đối với điện trường của một điện tích điểm Q , người ta tính toán được công để dịch chuyển một điện tích q từ vô cùng về điểm M cách Q một khoảng r có giá trị bằng $A_{\infty M} = q \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$. Hãy tính công của lực điện trong dịch chuyển của điện tích q từ vị trí M cách Q một khoảng 1 m tới vị trí N cách Q một khoảng 2 m.

Bài 7: (SBT_KN) Cho hai tấm kim loại phẳng rộng, đặt nằm ngang, song song với nhau và cách nhau $d = 5$ cm. Hiệu điện thế giữa hai tấm đó bằng 500 V.

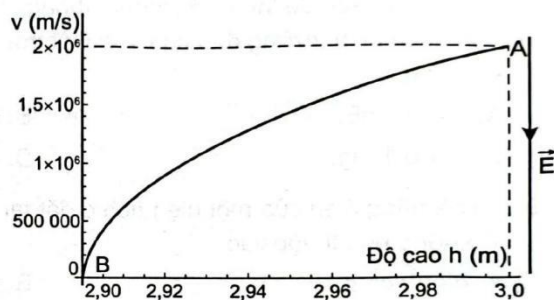
a) Tính cường độ điện trường trong khoảng giữa hai bản phẳng.

b) Khi một electron bật ra khỏi bản nhiễm điện âm và đi vào khoảng giữa hai bản phẳng với tốc độ ban đầu $v_0 \approx 0$, hãy tính động năng của electron trước khi va chạm với bản nhiễm điện dương.

Bài 8: (SBT_KN) Một ion âm OH^- có khối lượng $2,833 \cdot 10^{-26}$ kg được thổi ra từ máy lọc không khí với vận tốc 10 m/s, cách mặt đất 80 cm ở nơi có điện trường của Trái Đất bằng 120 V/m. Dưới tác dụng của lực điện, sau một thời gian, người ta quan sát thấy ion đang chuyển động với vận tốc 0,5 m/s ở vị trí cách mặt đất 1,5 m. Hãy xác định công cản mà môi trường đã thực hiện trong quá trình dịch chuyển của ion nói trên.

Bài 9: (SBT KN) Hình bên là đồ thị tốc độ thay đổi theo độ cao của một electron chuyển động từ điểm A đến điểm B theo phương thẳng đứng trong điện trường của Trái Đất bỏ qua lực cản của không khí.

- a) Hãy cho biết khoảng thay đổi của tốc độ khi electron chuyển động từ A đến B.
b) Tính cường độ điện trường của Trái Đất tại điểm A.

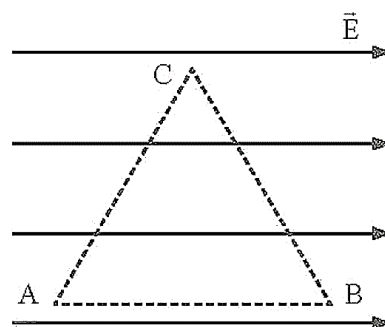


Hình 19.1. Đồ thị tốc độ thay đổi theo độ cao của một electron chuyển động trong điện trường của Trái Đất

Bài 10: (SBT CTST) Cho một hạt nhân nguyên tử helium chuyển động ngược chiều đường sức điện của một điện trường đều có tốc độ ban đầu là $5 \cdot 10^5$ m/s. Sau khi chuyển động được 10 cm trong điện trường thì hạt dừng lại. Một cách gần đúng, có thể xem như hạt chỉ chịu tác dụng của lực điện. Biết rằng hạt nhân nguyên tử helium có 2 proton và khối lượng của hạt nhân này là $6,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Điện tích của proton là $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Cường độ điện trường có độ lớn bằng bao nhiêu?

Bài 11: (SBT CTST) Xét một vùng không gian có điện trường đều. Cho ba điểm A, B, C tạo thành một tam giác đều, có độ dài các cạnh là $a = 6$ cm, AB song song với các đường sức điện như hình 13.3. Biết cường độ điện trường có độ lớn $E = 1000$ V/m.

- a. Tính các hiệu điện thế U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} .
b. Tính công của lực điện trường khi một proton chuyển động từ C đến B. Lấy điện tích của proton là $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.
c. Nếu proton đó bắt đầu chuyển động không vận tốc ban đầu tại A thì tốc độ của proton đó khi đến B là bao nhiêu? Lấy khối lượng của proton là $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.



Hình 13.3

Bài 12: (CTST) Độ chênh lệch điện thế giữa mặt trong và mặt ngoài của màng tế bào trong cơ thể người là 90 mV. Biết mặt trong và mặt ngoài của màng tế bào lần lượt mang điện âm và mang điện dương. Xác định công mà tế bào cần thực hiện để đưa một ion Na^+ chuyển động từ bên trong ra bên ngoài màng tế bào theo cơ chế chủ động qua kênh protein.

Bài 13: Một electron được thả không vận tốc ban đầu ở sát bản âm, trong điện trường đều giữa hai bản kim loại phẳng, tích điện trái dấu. Cường độ điện trường giữa hai bản là 1000 V/m. Khoảng cách giữa hai bản là 1 cm. Bỏ qua tác dụng của trọng trường. Tính động năng của electron khi nó đập vào bản dương.

Bài 14: Một electron di chuyển được một đoạn đường 2 cm (từ trạng thái nghỉ), dọc theo một đường sức điện, dưới tác dụng của lực điện trong một điện trường đều có cường độ điện trường 500 V/m. Bỏ qua tác dụng của trọng trường. Hỏi công của lực điện có giá trị nào sau đây?

Bài 15: Hai bản kim loại phẳng song song mang điện tích trái dấu được đặt cách nhau 2 cm. Cường độ điện trường giữa hai bản bằng 3000 V/m. Sát bề mặt bản mang điện

dương, người ta đặt một hạt mang điện dương $1,2 \cdot 10^{-3} \text{C}$. Tính công của điện trường khi hạt mang điện chuyển động từ bản dương sang bản âm?

Bài 16: Hai bản kim loại phẳng song song mang điện tích trái dấu được đặt cách nhau 2cm. Cường độ điện trường giữa hai bản bằng 3000 V/m. Sắt bề mặt bản mang điện dương, người ta đặt một hạt mang điện dương $1,5 \cdot 10^{-2} \text{C}$, khối lượng $m = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{g}$. Bỏ qua tác dụng của trường hấp dẫn. Tính Vận tốc của hạt khi nó đập vào bản mang điện âm?

Bài 17: Một điện tích điểm $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{C}$, có khối lượng $m = 10^{-29} \text{kg}$ di chuyển được một đoạn đường 3 cm, dọc theo một đường sức điện, dưới tác dụng của lực điện trong một điện trường đều có cường độ điện trường 1000 V/m, tốc độ giảm từ v xuống 0,5v. Bỏ qua tác dụng của trường hấp dẫn. Tìm v .

Bài 18: Một electron di chuyển trong điện trường đều E một đoạn 0,6cm, từ điểm M đến điểm N dọc theo một đường sức điện thì lực điện sinh công $9,6 \cdot 10^{-18} \text{J}$. Tính công mà lực điện sinh ra khi electron di chuyển tiếp 0,4 cm từ điểm N đến điểm P theo phương và chiều nói trên.

Bài 19: Một điện tích q di chuyển trong điện trường đều E một đoạn 0,6cm, từ điểm M đến điểm N dọc theo một đường sức điện thì lực điện sinh công $1,5 \cdot 10^{-18} \text{J}$. Tính công mà lực điện sinh ra khi electron di chuyển tiếp 0,4cm từ điểm N đến điểm P theo phương nói trên nhưng chiều ngược lại.

Bài 20: Một electron di chuyển trong điện trường đều E một đoạn 0,6 cm, từ điểm M đến điểm N dọc theo một đường sức điện thì lực điện sinh công $9,6 \cdot 10^{-18} \text{J}$. Sau đó nó di chuyển tiếp 0,4 cm từ điểm N đến điểm P theo phương và chiều nói trên thì tốc độ của electron tại P là bao nhiêu? Biết rằng tại M, electron không có vận tốc đầu. Bỏ qua tác dụng của trường hấp dẫn. Khối lượng của electron là $9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$.

Bài 21: Một electron bay từ bản dương sang bản âm trong điện trường đều của một tụ điện phẳng, theo một đường thẳng MN dài 2cm, có phương làm với phương đường sức điện một góc 60° . Biết cường độ điện trường trong tụ điện là 1000 V/m. Công của lực điện trong dịch chuyển này là bao nhiêu?

Bài 22: Một điện tích $q = 4 \cdot 10^{-8} \text{C}$, di chuyển trong một điện trường đều có cường độ $E = 100 \text{V/m}$ theo một đường gấp khúc ABC. Đoạn AB dài 40 cm và véc tơ độ dời $\overrightarrow{BC}$ làm với các đường sức điện một góc 120° . Tính công của lực điện.

Bài 23: Một e chuyển động với vận tốc ban đầu 10^4m/s dọc theo đường sức của một điện trường đều được một quãng đường 10 cm thì dừng lại.

a) Xác định cường độ điện trường.

b) Tính gia tốc của e.

Dạng

2

Thế năng điện

A

PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Thế năng của một điện tích q trong điện trường đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường khi đặt điện tích q tại điểm đang xét.

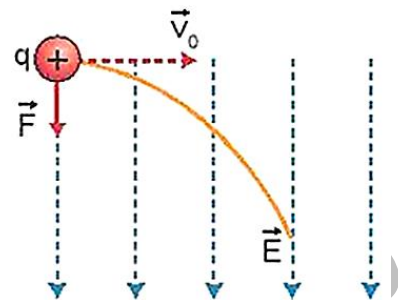
- Trong điện trường đều: $W_M = qEd$

- Trong điện trường bất kì: $W_M = A_{M\infty}$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Thông hiểu

Bài 1: (SGK_KN) Chúng ta đã biết, có sự tương tự giữa chuyển động của một điện tích q trong điện trường đều với chuyển động của một vật khối lượng m trong trường trọng lực. Như vậy thì điện tích q trong điện trường có tồn tại thế năng tương tự như vật khối lượng m trong trọng trường không?



Quỹ đạo chuyển động của điện tích thử $q > 0$ khi bay vào điện trường đều theo phương vuông góc với đường sức.

Bài 2: (SGK_KN) Chứng tỏ rằng, công của lực điện trong sự dịch chuyển của điện tích q từ điểm M đến điểm N sẽ bằng độ giảm thế năng của điện tích q trong điện trường. Hãy mở rộng cho trường hợp M ở xa vô cùng.

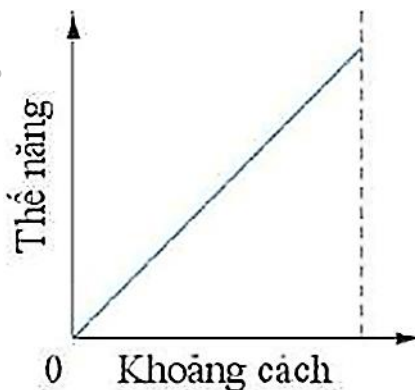
Bài 3: (SGK_KN) Trong điện trường bất kì, khi chọn mốc là ở xa vô cùng có trường hợp mà số đo thế năng sẽ có giá trị âm hay không? Hãy vẽ hình minh họa.

Bài 4: (SGK_KN) Xác định công dịch chuyển một điện tích giữa hai điểm trong điện trường đều của Trái Đất.

Bài 5: (SBT_KN) Trong điện trường của điện tích Q cố định.

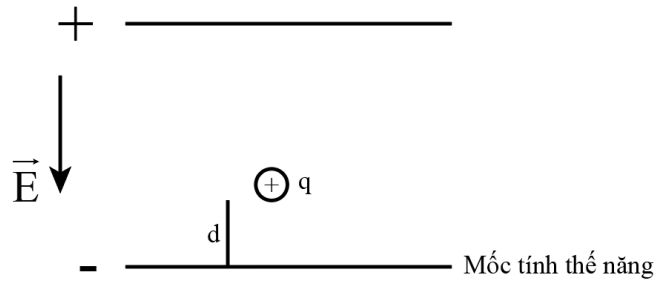
- Xác định thế năng điện của một electron tại điểm M cách Q một khoảng 2 m.
- Dưới tác dụng của lực điện kéo electron từ điểm M và với vận tốc ban đầu bằng 0, dịch chuyển theo đường thẳng về phía điện tích $Q > 0$. Tính tốc độ của electron khi còn cách điện tích Q một khoảng 1 m.

Bài 6: (CD) Vì sao đường biểu diễn sự thay đổi thế năng điện trong điện trường đều ở Hình 3.2 là một đường thẳng?



Hình 3.2. Sự thay đổi thế năng điện trong điện trường đều.

Bài 7: (CD) Vì sao thế năng của điện tích tăng theo chiều ngược với chiều của cường độ điện trường?



Vận dụng

Bài 8: (SBT CD) Một proton được thả cho chuyển động từ trạng thái nghỉ ở vị trí $x = -2,00 \text{ cm}$ trong một điện trường đều có cường độ điện trường với độ lớn $1,50 \cdot 10^3 \text{ N/C}$ và hướng theo chiều x dương.

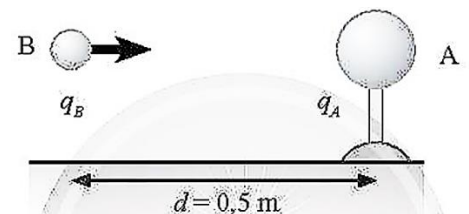
- Tìm độ biến thiên thế năng điện trường và tốc độ của proton khi nó đi đến vị trí $x = 5,00 \text{ cm}$.
- Một electron được bắn theo chiều x dương từ cùng một vị trí thả proton. Tìm độ biến thiên thế năng điện trường và tốc độ ban đầu của electron khi electron đi đến vị trí $x = 12,0 \text{ cm}$. Biết rằng khi đến vị trí đó tốc độ của electron đã giảm một nửa.
- Nếu đổi chiều của điện trường và electron được thả cho chuyển động không vận tốc ban đầu ở $x = 3,00 \text{ cm}$ thì thế năng điện trường đã thay đổi bao nhiêu khi electron đi đến vị trí $x = 7,00 \text{ cm}$?

Vận dụng cao

Bài 9: (SBT CTST) Cho quả cầu kim loại A mang điện tích $q_A = 3 \mu\text{C}$ được giữ cố định trên một giá đỡ cách điện. Một vật nhỏ B có khối lượng $m = 0,5 \text{ g}$ mang điện tích $q_B = 8 \mu\text{C}$ bay từ rất xa tiến lại gần quả cầu A như hình 13.7. Khi tâm 2 quả cầu cách nhau một đoạn $d = 0,5 \text{ m}$ thì tốc độ của quả cầu B là $v = 20 \text{ m/s}$. Bỏ qua lực hấp dẫn giữa hai quả cầu và tác dụng của trọng lực. Xem gần đúng các quả cầu là các điện tích điểm. Biết rằng, thế năng điện của quả cầu B được xác định bằng biểu thức: $W_t = k \frac{q_A q_B}{r}$ với r là khoảng cách giữa hai quả cầu.

Hãy xác định:

- Khoảng cách ngắn nhất giữa hai quả cầu.
- Tốc độ của quả cầu B khi khoảng cách giữa hai quả cầu là $0,8 \text{ m}$ và khi chúng ở rất xa nhau.



I Tóm tắt lý thuyết**1 Điện thế tại một điểm trong điện trường**

+ Điện thế tại một điểm M đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường khi đặt tại đó một điện tích q:

$$V_M = \frac{W_M}{q} = \frac{Q_{M\infty}}{q}.$$

+ Hiệu điện thế giữa hai điểm M, N trong điện trường, đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường trong sự di chuyển của một điện tích từ điểm M đến điểm N:

$$U_{MN} = V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q}$$

+ Đơn vị của điện thế và hiệu điện thế là vôn (V).

2 Mối liên hệ giữa điện thế và cường độ điện trường

+ Hệ thức giữa hiệu điện thế và cường độ điện trường $U = Ed$.

+ Hệ thức giữa cường độ điện trường và điện thế giữa hai điểm M và N trong điện trường đều dọc theo đường sức điện: Cường độ điện trường tại một điểm M có độ lớn bằng thương của hiệu điện thế giữa hai điểm M và n trên một đoạn thẳng nhỏ đường sức chia cho độ dài đại số của đoạn đường sức đó.

$$E_M = E_N = \frac{V_M - V_N}{MN}$$

II Bài tập ôn lý thuyết**A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT**

Câu 1: (SBT CTST) Chọn từ cụm từ thích hợp trong bảng dưới đây để điền vào chỗ trống

điện trường	âm	từ trường	công
đương	lực	thế năng điện	hiệu điện thế

Điện thế tại một điểm trong ...(1)... là đại lượng đặc trưng cho ...(2)... tại vị trí đó và được xác định bằng ...(3)... mà ta cần thực hiện để dịch chuyển một đơn vị điện tích ...(4)... từ vô cực về điểm đó.

Câu 2: Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- a) Điện thế tại một điểm M đặc trưng cho khả năng của điện trường khi đặt tại đó một.....
- b) giữa hai điểm M, N trong điện trường, đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường trong sự di chuyển của từ điểm M đến điểm N.
- c) Đơn vị của và hiệu điện thế là vôn (V).

- d) Hệ thức giữa hiệu điện thế và cường độ điện trường.....
- e) Cường độ điện trường tại một điểm M có độ lớn bằng thương của giữa hai điểm M và N trên một đoạn thẳng nhỏ đường sức chia cho của đoạn đường sức đó.

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 3. Hãy nối những tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

CỘT A		CỘT B	
1	Điện thế tại một điểm M	b	$E_M = E_N = \frac{V_M - V_N}{MN}$
2	Hiệu điện thế giữa hai điểm M, N	a	$U_{MN} = V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q}$
3	Hệ thức giữa hiệu điện thế và cường độ điện trường	c	$V_M = \frac{W_M}{q} = \frac{Q_{M\infty}}{q}$
4	Hệ thức giữa cường độ điện trường và điện thế giữa hai điểm M và N	d	$U = Ed$

C BÀI TẬP TỰ LUẬN

Nhận biết

Bài 1: (CD) Điện thế tại một điểm trong điện trường là gì?

Thông hiểu

Bài 2: (SGK_KN) Để đặt một điện tích q vào điểm M trong điện trường chúng ta cần cung cấp thế năng W_M cho điện tích q . Điều này tương ứng với việc thực hiện một công A dịch chuyển điện tích q từ vô cực về điểm M. Hãy vận dụng công thức (19.4) và (19.5)

để thu được công thức: $V = \frac{A}{q}$

Bài 3: (SGK_KN) Tỉ số $V = \frac{A}{q}$ như trên Bài 1 được gọi là điện thế của điện trường tại điểm M.

a) Hãy dự đoán điện thế V đặc trưng cho đại lượng nào của điện trường.

b) Xác định độ lớn điện tích q khi điện thế V có giá trị bằng công A thực hiện để dịch chuyển điện tích q từ vô cực về điểm M.

Bài 4: (SGK_KN) Hãy vận dụng công thức $V = A/q$ để chứng tỏ rằng công thực hiện để dịch chuyển điện tích q từ điểm N đến điểm M bằng: $A_{MN} = (V_M - V_N)q = U_{MN} \cdot q$ (20.3)

Bài 5: (SGK_KN) Giải thích được ý nghĩa của hiệu điện thế giữa hai điểm.

Bài 6: (CTST) Kết hợp công thức $V_A = \frac{A_{A\infty}}{q}$; $V_B = \frac{A_{B\infty}}{q}$ và $U_{AB} = V_A - V_B$, em hãy rút ra công

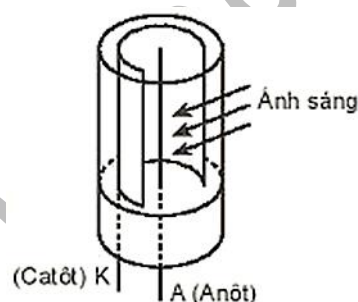
thức $U_{AB} = \frac{A_{AB}}{q}$

Bài 7: (CTST) Xét hai điểm M và N trong điện trường đều. Biết vectơ cường độ điện trường hướng từ M đến N. Hãy so sánh giá trị điện thế tại M và N.

Vận dụng

Bài 8: (SGK_KN) Tế bào quang điện chân không (Hình 20.1) gồm một ống hình trụ có một cửa sổ trong suốt, được hút chân không (áp suất trong khoảng 10^{-8} mmHg đến 10^{-6} mmHg).

Trong ống đặt một catôt (cực âm) có khả năng phát xạ electron khi chiếu và một anôt (cực dương). Electron trong điện trường giữa hai cực sẽ dịch chuyển về phía anôt nếu $U_{AK} > 0$.



Hình 20.1. Cấu tạo của tế bào quang điện chân không.

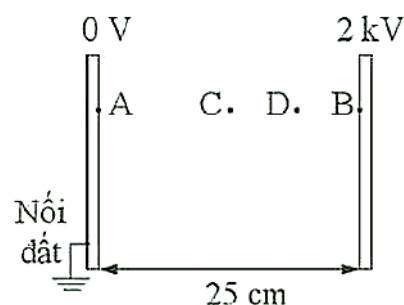
Cho hiệu điện thế $U_{AK} = 45$ V được đặt vào giữa hai cực của tế bào quang điện. Khi chiếu xạ ánh sáng phù hợp để catôt phát xạ electron vào vùng điện trường giữa hai cực. Hãy tính công của điện trường trong dịch chuyển của electron từ catôt tới anôt.

Bài 9: (SGK_KN) Tính thế năng điện của 1 electron đặt tại điểm M có điện thế bằng 1000V

Bài 10: (SGK_KN) Vận dụng mối liên hệ giữa điện thế và cường độ điện trường để xác định điện thế tại một điểm cách mặt đất 5 m ở nơi có điện trường của Trái Đất là 114 V/m.

Bài 11: (CD) Cho hai bản cực song song, cách nhau 25 cm như hình 3.3. Hiệu điện thế giữa hai bản là 2 kV.

- Hiệu điện thế giữa hai điểm A và B là bao nhiêu?
- Cường độ điện trường tại C và tại D là bao nhiêu?
- Tìm lực điện tác dụng lên một điện tích $+5 \mu\text{C}$ đặt tại C.



Hình 3.3

Bài 12: Thế năng của một electron tại điểm M trong điện trường của một điện tích điểm là $-3,2 \cdot 10^{-19}$ J. Xác định Điện thế tại điểm M?

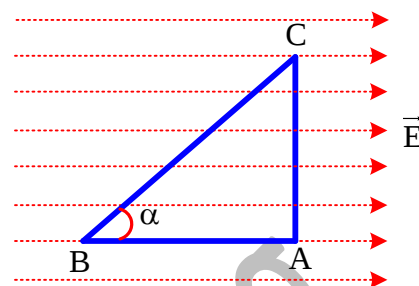
Bài 13: Khi một điện tích $q = -2$ C di chuyển từ điểm M đến N trong điện trường thì công của lực điện -6 J. Hiệu điện thế U_{MN} có giá trị bao nhiêu?

Bài 14: Ở sát mặt Trái Đất, vectơ cường độ điện trường hướng thẳng đứng từ trên xuống dưới và có độ lớn vào khoảng 150 V/m. Hiệu điện thế giữa một điểm ở độ cao 5m so với mặt đất là bao nhiêu?

Bài 15: Có hai bản kim loại phẳng, tích điện trái dấu, nhưng độ lớn bằng nhau đặt song song với nhau và cách nhau 1cm. Hiệu điện thế giữa bản dương và bản âm là 120V. Nếu chọn mốc điện thế ở bản âm thì điện thế tại điểm M cách bản âm 0,6cm có giá trị?

Bài 16: Một proton bay trong điện trường. Lúc proton ở điểm A thì vận tốc của nó bằng $25 \cdot 10^4$ m/s. Khi bay đến B vận tốc của proton bằng không. Điện thế tại A bằng 500V. Tính điện thế tại B. Biết proton có khối lượng $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg và có điện tích $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Bài 17: Ba điểm A, B, C tạo thành tam giác vuông tại A đặt trong điện trường đều có véc tơ cường độ điện trường song song với AB. Cho góc $\alpha = 60^\circ$; $BC = 10$ cm và $U_{BC} = 400$ V.

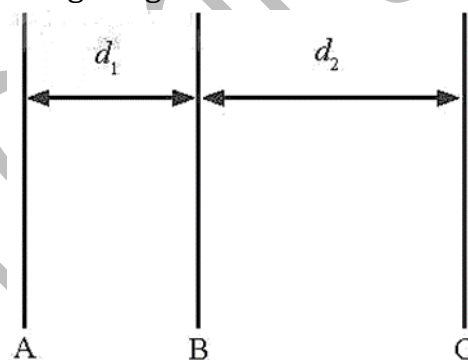


a. Xác định hiệu điện thế U_{BA} .

b. Đặt thêm ở C một điện tích điểm $q = 4,5 \cdot 10^{-9}$ C. Xác định Véc tơ cường độ điện trường tổng hợp tại A?

Bài 18: (SBT CTST) Cho ba bản kim loại phẳng A, B, C mang điện. Với bản A và C tích điện âm còn bản B tích điện dương. Các bản được đặt song song nhau.

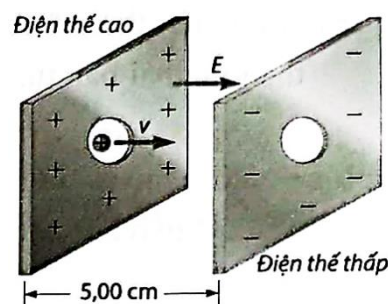
Xem gần đúng điện trường giữa bản kim loại là đều biết rằng khoảng cách giữa hai bản A và B là $d_1 = 3$ cm, còn khoảng cách giữa hai bản B và C là $d_2 = 5$ cm như hình 13.4.



Chọn gốc điện thế tại bản B. Hãy xác định điện thế tại các bản A và C. Nếu cường độ điện trường giữa hai bản A và B, B và C có độ lớn lần lượt là $E_1 = 200$ V/m; $E_2 = 600$ V/m.

Bài 19: (SBT CD) Trong các máy gia tốc hạt (cyclotron), các hạt tích điện được gia tốc giống như cách chúng được gia tốc trong các ống phóng điện tử, tức là thông qua một hiệu điện thế. Giả sử một proton được bơm với tốc độ ban đầu $1,00 \cdot 10^6$ m/s vào giữa hai bản phẳng cách nhau 5,00 cm (hình 3.10).

Sau đó proton tăng tốc và thoát ra ngoài qua lỗ ở bản đối diện. Coi điện trường giữa hai bản là đều, hướng x dương là hướng sang phải.



a. Tìm hiệu điện thế giữa hai bản Nếu tốc độ thoát của proton là 3,00 nhân 10 mũ 6 m/s

b. Tính độ lớn cường độ điện trường giữa hai bản

Bài 20: (SBT KN) Trong điện trường của một điện tích Q cố định, công để dịch chuyển một điện tích q từ vô cùng về điểm M cách Q một khoảng r có giá trị bằng $A_{\infty M} = q \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$. M là một điểm cách Q một khoảng 1 m và N là một điểm cách Q một khoảng 2 m.

a) Hãy tính hiệu điện thế U_{MN} .

b) Áp dụng với $Q = 8 \cdot 10^{-10}$ C. Tính công cần thực hiện để dịch chuyển một electron từ M đến N.

Bài 21: (SBT KN) Một đám mây dông bị phân thành hai tầng, tầng trên mang điện dương cách xa tầng dưới mang điện âm. Đo bằng thực nghiệm, người ta thấy điện trường trong khoảng giữa hai tầng của đám mây dông đó gần đều, hướng từ trên xuống

dưới với $E = 830 \text{ V/m}$, khoảng cách giữa hai tầng là $0,7 \text{ km}$, điện tích của tầng phía trên ước tính được bằng $Q_1 = 1,24\text{C}$. Coi điện thế của tầng mây phía dưới là V_1 .

a) Hãy tính điện thế của tầng mây phía trên.

b) Ước tính thế năng điện của tầng mây phía trên.

c) Tiếp tục đo bằng thực nghiệm tầng mây phía dưới của đám mây dông, người ta thấy nó nằm cách mặt đất khoảng 6450 m . Trong khoảng không gian nằm giữa mặt đất và tầng dưới đám mây có điện trường đều hướng thẳng đứng từ dưới lên trên với $E = 250 \text{ V/m}$. Điện tích của tầng dưới đám mây ước tính được là $Q_2 = -2,03\text{C}$.

+ Chọn mốc điện thế là mặt đất, hãy ước tính điện thế của tầng phía dưới đám mây dông trên.

+ Tính thế năng điện của tầng dưới đám mây dông đó.

Bài 22: (SBT KN) Một viên bi hình cầu bán kính $R = 3 \text{ cm}$ được đặt cách mặt đất $1,2 \text{ m}$. Tích điện dương cho viên bi tới khi mật độ điện tích $\rho = 1,44 \cdot 10^{-8} (\text{C/m}^3)$ được phân bố đều trong viên bi. Thực hiện đo theo phương thẳng đứng từ mặt đất lên viên bi cho thấy cường độ điện trường có phương thẳng đứng, hướng đi xuống mặt đất, độ lớn có giá trị được ghi vào bảng sau:

Độ cao (cm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	117
$E(\text{V/m})$	230	231	234	236	242	249	260	278	300	332	370	440

a) Tính điện tích mà viên bi đã tích được.

b) Hãy ước tính điện thế của viên bi sau khi tích điện.

c) Xác định năng lượng cần dùng để tích điện cho viên bi như trên khi bỏ qua các hao phí.

Chủ đề

6

TỤ ĐIỆN

I Tóm tắt lý thuyết

1 Tụ điện – Điện dung

a. Tụ điện.

- Là 1 hệ gồm 2 vật dẫn đặt gần nhau và ngăn cách nhau bằng 1 lớp cách điện.

- Tụ điện có nhiệm vụ tích điện và phóng điện trong mạch điện. Kí hiệu: 

b. Điện dung của tụ điện.

+ Điện dung của tụ điện đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện ở một hiệu điện thế U vào hai bản tụ điện. Nó được tính bằng tỉ số giữa điện tích Q của tụ điện

và hiệu điện thế đặt vào hai bản tụ điện: $C = \frac{Q}{U}$

+ Đơn vị điện dung là fara (F).

(Fara là điện dung của một tụ điện mà nếu đặt hiệu điện thế 1V vào hai bản tụ thì điện tích của tụ là 1C.)

- 1 Micrô fara (Kí hiệu μF) = 10^{-6} F.
- 1 Nanô fara (Kí hiệu nF) = 10^{-9} F.
- 1 Picô fara (Kí hiệu pF) = 10^{-12} F.

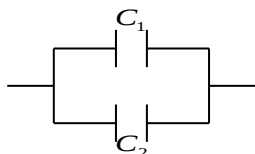
$$1mF = 10^{-3}F ; \quad 1\mu F = 10^{-6}F ; \quad 1nF = 10^{-9}F ; \quad 1pF = 10^{-12}F$$

c. Điện dung của bộ tụ.

Ghép song song: $U = U_1 = U_2 = \dots$

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots$$

$$C = C_1 + C_2 + \dots$$



Ghép nối tiếp: $U = U_1 + U_2 + \dots$

$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



* Lưu ý:

- Khi tụ điện bị đánh thủng, nó trở thành vật dẫn.
- Nếu ban đầu các tụ chưa tích điện, khi ghép nối tiếp thì các tụ điện có cùng điện tích và khi ghép song song các tụ điện có cùng một hiệu điện thế.
- Nếu ban đầu tụ điện (một hoặc một số tụ điện trong bộ) đã được tích điện cần áp dụng định luật bảo toàn điện tích.
- Lưu ý các điều kiện sau:
 - + Nối tụ điện vào nguồn: $U = \text{const.}$
 - + Ngắt tụ điện khỏi nguồn: $Q = \text{const.}$

2 Năng lượng của tụ điện

- Năng lượng của tụ điện cũng chính là năng lượng điện trường trong tụ điện:

$$W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}CU^2$$

- Đơn vị: Jun (J)

3 Ứng dụng tụ điện

Tích trữ năng lượng là chức năng quan trọng của tụ điện và được sử dụng trong rất nhiều thiết bị điện như động cơ xe máy, máy hàn dùng công nghệ phóng điện của tụ, mạch khuếch đại... Ngoài ra, tụ điện còn có một số chức năng khác như lưu trữ điện tích, lọc dòng điện một chiều không cho đi qua mà chỉ cho dòng điện xoay chiều đi qua,...

II Bài tập ôn lí thuyết

A BÀI TẬP TỰ ĐIỀN KHUYẾT

Câu 1. (SBT CTST) 14. 2. Chọn từ cụm từ thích hợp trong bảng dưới đây để điền vào các chỗ trống.

phụ thuộc	không phụ thuộc	cường độ điện trường	hằng số điện môi	diện tích
tích điện	cấu tạo	điện dung	hiệu điện thế	fa ra

- Chất điện môi chứa ít hoặc không có hạt mang điện tự do. Không cho ...(1)... chạy qua. Mỗi chất điện môi được đặc trưng bởi ...(2).... Kí hiệu là ϵ .

- Điện dung của tụ điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng. ...(3)... của tụ phụ thuộc vào ...(4)... của tụ điện, và ...(5)... vào hiệu điện thế giữa 2 bản tụ.

Câu 2. Điền khuyết các từ khóa thích hợp vào chỗ trống:

- Tụ điện là 1 hệ gồm 2 vật dẫn đặt gần nhau và ngăn cách nhau bằng.....
- Tụ điện có nhiệm vụ và phóng điện trong mạch điện.
- Điện dung của tụ điện đặc trưng cho của tụ điện ở một hiệu điện thế U vào hai bản tụ điện.
- Điện dung của tụ điện được tính bằng giữa điện tích của tụ điện và đặt vào hai bản tụ điện.
- Đơn vị điện dung là
- Khi tụ điện bị đánh thủng, nó trở thành
- Nếu ban đầu các tụ chưa tích điện, khi ghép nối tiếp thì các tụ điện có cùng và khi ghép song song các tụ điện có cùng.....
- Năng lượng của tụ điện cũng chính là trong tụ điện.
- là chức năng quan trọng của tụ điện.
- Ngoài ra, tụ điện còn có một số chức năng khác như lưu trữ, lọc dòng điện một chiều không cho đi qua mà chỉ cho đi qua,...

B BÀI TẬP NỐI CÂU

Câu 3. Hãy nối những nội dung tương ứng ở cột A với những khái niệm tương ứng ở cột B

	CỘT A	CỘT B
1	Năng lượng của tụ điện	a $C = \frac{Q}{U}$
2	Điện dung của bộ tụ ghép song song	b $W = \frac{1}{2}QU = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$
3	Điện dung của tụ điện	c $Q = Q_1 = Q_2 = \dots$
4	Điện tích của bộ tụ ghép nối tiếp	d $C = C_1 + C_2 + \dots$

III Bài tập phân dạng

Dạng 1 Bài tập về điện dung của tụ điện

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

+ Điện dung của tụ điện: $C = \frac{Q}{U}$

+ Liên hệ $U = Ed$

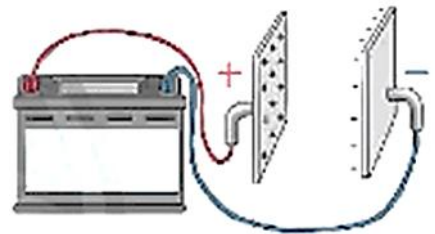
B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Thông hiểu

Bài 1: (KNTT) Đọc hiểu các thông số kĩ thuật cơ bản của tụ điện và xác định được điện dung của tụ điện, hiệu điện thế tối đa cho phép đặt vào tụ điện.

Bài 2: (CTST) Liệt kê một số vật liệu có tính cách điện trong đời sống.

Bài 3: (CTST) Dựa vào cấu tạo của tụ điện ở Hình 14.4, hãy cho biết tụ điện có cho dòng điện một chiều đi qua không?



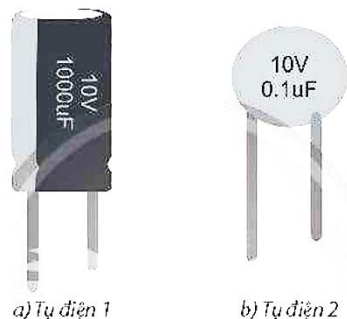
Hình 14.4. Tụ điện nối vào nguồn điện

Bài 4: (CTST) Màn hình cảm ứng (Hình 14.1) được sử dụng ngày càng phổ biến. Trong đó, màn hình cảm ứng điện dung (sử dụng tụ điện) hoạt động dựa vào khả năng nhường hoặc nhận điện tích của cơ thể con người khi có sự tiếp xúc với các thiết bị điện. Vậy, tụ điện là thiết bị có những đặc tính gì



Hình 14.1. Màn hình cảm ứng

Bài 5: (SBT CTST) Các thông số được ghi trên các tụ điện trong hình 14.1 cho biết điều gì?



Hình 14.1

Bài 6: (SBT CTST) Có nhận định cho rằng: “Để giảm điện dung của một tụ điện bất kì thì ta chỉ cần tăng hiệu điện thế giữa 2 bản của tụ điện đó”. Em hãy cho biết nhận định trên là đúng hay sai, vì sao?

Bài 7: (SBT CTST) Một tụ điện phẳng không khí được nối với 2 cực của một nguồn điện không đổi để tích điện. Khi ngắt tụ điện ra khỏi nguồn điện rồi đưa vào giữa 2 bản tụ một lớp điện môi có hằng số điện môi lớn hơn 1 thì điện dung, điện tích trên bản tụ điện và hiệu điện thế giữa 2 bản tụ thay đổi như thế nào?

Bài 8: (SBT CTST) Điện dung của một tụ điện phẳng thay đổi như thế nào nếu tăng điện tích của 2 bản tụ nhưng phần diện tích đối diện S giữa 2 bản vẫn được giữ không đổi?

Vận dụng

Bài 9: (CTST) Xét một tụ điện được tích điện. Khi thay đổi điện dung của tụ, hiệu điện thế và điện tích của tụ có thay đổi không trong các trường hợp sau?

- Tụ vẫn còn được mắc vào nguồn điện một chiều.
- Tụ đã được tháo ra khỏi nguồn điện trước khi thay đổi điện dung.

Bài 10: (CTST) Dựa vào sách, báo, internet, em hãy trình bày ngắn gọn vai trò của tụ điện trong màn hình cảm ứng điện dung của thiết bị điện thoại.

Bài 11: (CTST) Quan sát Hình 14.10 và cho biết:

- giá trị điện dung của tụ điện.
- ý nghĩa các thông số trên tụ điện.
- Tính điện tích cực đại mà tụ có thể tích được.
- Muốn tích cho tụ điện một điện tích là $4,8 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ thì cần phải đặt giữa hai bản tụ một hiệu điện thế là bao nhiêu?



Hình 14.10. Tụ điện

Bài 12: (SBT CD) Một tụ điện gồm hai bản song song khoảng cách giữa hai bản là $d = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ điện dung của tụ điện là $C = 1,77 \text{ pF}$ và hiệu điện thế giữa hai bản của tụ điện là $3,00 \text{ V}$.

- Tính độ lớn điện tích của tụ điện
- Tính độ lớn của cường độ điện trường giữa các bản

Bài 13: (KNTT) Cho một tụ điện trên vỏ có ghi là $2 \mu\text{F} - 200 \text{ V}$.

- Đặt vào hai bản tụ điện một hiệu điện thế 36 V . Hãy tính điện tích mà tụ điện tích được.
- Hãy tính điện tích mà tụ tích được ở hiệu điện thế tối đa cho phép.

Bài 14: (KNTT) Có hai chiếc tụ điện, trên vỏ tụ điện (A) có ghi $2 \mu\text{F} - 350 \text{ V}$, tụ điện (B) có ghi $2,3 \mu\text{F} - 300 \text{ V}$.

- Trong hai tụ điện trên khi tích điện ở cùng một hiệu điện thế, tụ điện nào có khả năng tích điện tốt hơn?
- Khi tích điện lên mức tối đa cho phép thì tụ điện nào sẽ có điện tích lớn hơn?

Bài 15: Trên vỏ một tụ điện có ghi $20 \mu\text{F} - 200 \text{ V}$. Nối hai bản tụ điện với một hiệu điện thế 120 V . Tụ điện tích được điện tích bao nhiêu?

Bài 16: Một tụ điện phẳng không khí có điện dung 1000 pF và khoảng cách giữa hai bản là 1 mm . Tích điện cho tụ điện dưới hiệu điện thế 60 V . Điện tích của tụ điện và cường độ điện trường trong tụ điện lần lượt có giá trị bao nhiêu?

Bài 17: Một tụ điện không khí có điện dung 40pF và khoảng cách giữa hai bản là 1cm . Tính điện tích tối đa có thể tích cho tụ, biết rằng khi cường độ điện trường trong không khí lên đến $3 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ thì không khí sẽ trở thành dẫn điện.

Bài 18: Một tụ điện có điện dung 24nF được tích điện đến hiệu điện thế 450V thì có bao nhiêu electron di chuyển đến bản tích điện âm của tụ điện?

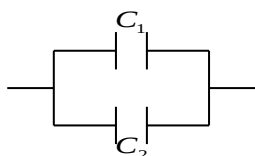
Dạng 2 Ghép tụ điện

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Ghép song song: $U = U_1 = U_2 = \dots$

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots$$

$$C = C_1 + C_2 + \dots$$



Ghép nối tiếp: $U = U_1 + U_2 + \dots$

$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Vận dụng

Bài 1: (CTST) Xét hai tụ điện có cùng điện dung lần lượt được mắc nối tiếp và song song để tạo ra hai bộ tụ điện khác nhau. Hãy so sánh điện dung của hai bộ tụ điện trên với điện dung của mỗi tụ điện thành phần.

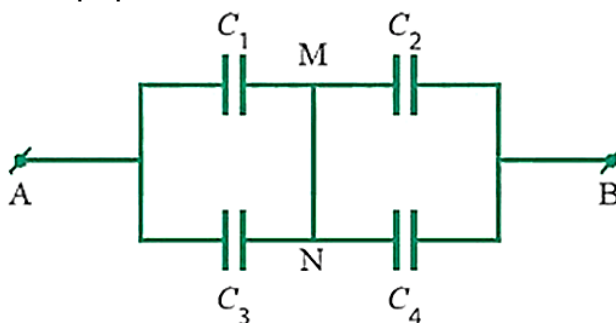
Bài 2: (CTST) Xét mạch điện như Hình 14.9. Biết hiệu điện thế giữa hai điểm A, B bằng 6V và điện dung của hai tụ điện lần lượt là C_1 và C_2 . Xác định hiệu điện thế và điện tích trên mỗi tụ điện. Giả sử ban đầu các tụ chưa tích điện.



Hình 14.9. Hai tụ mắc nối tiếp.

Bài 3: (CTST) Hai tụ điện có điện dung lần lượt là C_1 và C_2 được ghép song song rồi mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế $U < 60\text{V}$ thì một trong hai tụ có điện tích Q . Tính hiệu điện thế U của nguồn và điện tích của tụ còn lại.

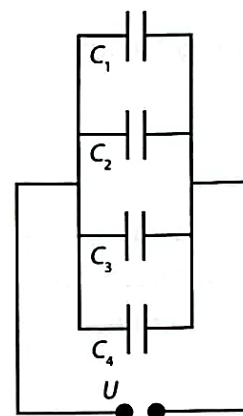
Bài 4: (CTST) Cho các tụ điện được mắc thành mạch như Hình 14P1. Xác định điện dung tương đương của bộ tụ.



Hình 14P.1. Bộ tụ mắc hỗn hợp.

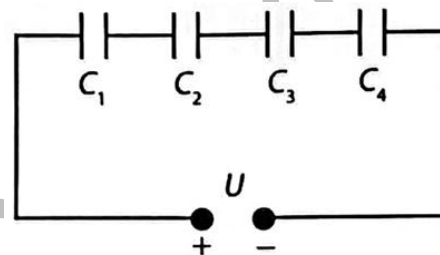
Bài 5: (SBT CD) Bộ tụ điện ghép song song gồm $C_1 = 3,00 \mu\text{F}$; $C_2 = 6,00 \mu\text{F}$; $C_3 = 12,0 \mu\text{F}$; $C_4 = 24,0 \mu\text{F}$; hiệu điện thế $U = 18,0 \text{ V}$.

- Xác định điện dung của tương đương của bộ tụ điện
- Tìm điện tích trên tụ điện có điện dung C_3 .
- Tìm tổng điện tích của bộ tụ điện.



Bài 6: (SBT CD) 3.42 4 Tụ điện được mắc nối tiếp (hình 3.12) $C_1 = 3,0 \mu\text{F}$; $C_2 = 6,0 \mu\text{F}$; $C_3 = 12 \mu\text{F}$; $C_4 = 24 \mu\text{F}$; $U = 18 \text{ V}$

- Tính điện dung tương đương của bộ tụ điện.
- Tính điện tích của tụ điện có điện dung C_3 .
- Tìm hiệu điện thế giữa hai bản của tụ điện có điện dung C_3 .



Hình 3.12

Bài 7: (SBT KN) Có hai chiếc tụ điện giống nhau như Hình 21.4. Tụ điện thứ nhất được tích điện với hiệu điện thế $U = 48 \text{ V}$ rồi bỏ ra khỏi nguồn. Sau đó ghép song song tụ điện thứ nhất với tụ thứ hai chưa được tích điện.

- Khi bỏ qua các sai số, hãy xác định hiệu điện thế đo được giữa hai cực của bộ tụ điện.
- Thay hai tụ điện trong Hình 21.4 bằng hai tụ điện khác nhưng thông số kỹ thuật vẫn giống nhau. Sử dụng nguồn tích điện có hiệu điện thế phù hợp để tích điện cho một tụ rồi lặp lại thí nghiệm như trên. Hiệu điện thế đo được của bộ tụ điện ghép song song sẽ phụ thuộc vào thông số nào?
- Có thể làm thí nghiệm kiểm tra được không?



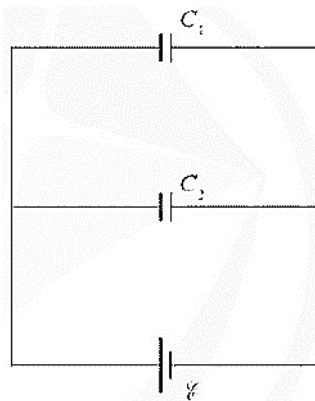
Hình 21.4. Tụ điện dùng cho động cơ xe máy

Bài 8: (KNTT) Có 3 tụ điện với điện dung lần lượt là $C = 2\mu\text{F}$, $C = 3\mu\text{F}$, $C = 4\mu\text{F}$.

- Tính điện dung của bộ tụ điện khi ba tụ ghép nối tiếp?
- Tính điện dung của bộ tụ điện khi ba tụ ghép song song? Hãy so sánh để thấy cách ghép nào cho khả năng tích điện tốt hơn?

Bài 9: (CD) Hai tụ điện có điện dung lần lượt là $C_1 = 100 \mu\text{F}$; $C_2 = 50 \mu\text{F}$ và được mắc vào nguồn điện như hình vẽ. Biết hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện là $U = 12 \text{ V}$. Tính:

- Điện dung của bộ tụ điện,
- Hiệu điện thế giữa hai bản của mỗi tụ điện,
- Điện tích của mỗi tụ điện.



Bài 10: (SBT CTST) Nối 2 bản của tụ điện một với 2 cực của một nguồn điện không đổi thì hiệu điện thế giữa 2 bản tụ là U và điện tích của tụ là Q . Ngắt tụ điện 1 khỏi nguồn, sau đó nối 2 bản của tụ điện 1 với 2 bản của tụ điện 2 giống hệt tụ điện 1. Hãy cho biết hiệu điện thế giữa 2 bản tụ điện 1 thay đổi như thế nào nếu ban đầu tụ điện 2 không tích điện.

Bài 11: (SBT KN) Bạn Nam ra tới cửa hàng đồ điện để mua tụ điện thay thế cho tụ điện quạt trong Hình 21.2 thì cửa hàng đã bán hết loại tụ điện mà Nam dự định mua. Biết rằng giá bán các tụ loại A, B, C, D là bằng nhau, hãy giúp bạn Nam lựa chọn phương án thay thế với chi phí hợp lý nhất.



Hình 21.2. Tụ điện của quạt treo tường

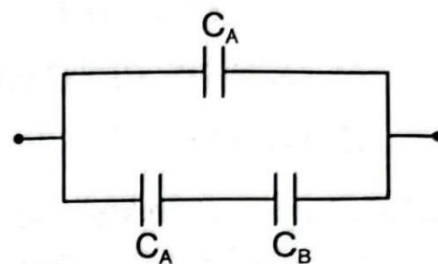
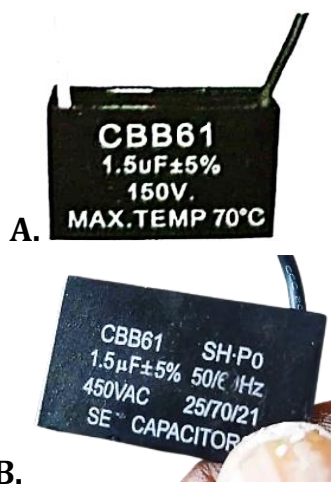


Bài 12: (SBT KN) Chọn mua hai chiếc tụ điện loại A và một chiếc tụ điện loại B về ghép thành bộ như Hình 21.3.

- Tính điện dung của bộ tụ điện.
- Sử dụng bộ tụ điện trong Hình 21.3 có thể thay thế cho tụ điện quạt bị hỏng trong Hình 21.2 không? Giải thích lí do.
- Tính điện tích tối đa mà bộ tụ điện Hình 21.3 có thể tích được trong ngưỡng điện áp theo thông số điện áp ghi trên tụ điện.



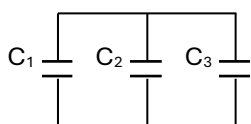
Hình 21.2. Tụ điện của quạt treo tường



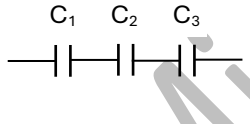
Hình 21.3. Bộ tụ điện

Bài 13: Tính điện dung tương đương, điện tích và hiệu điện thế trong mỗi tụ trong các trường hợp sau:

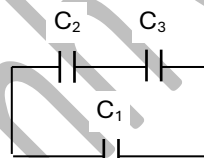
- a) $C_1 = 2\mu\text{F}$, $C_2 = 4\mu\text{F}$, $C_3 = 6\mu\text{F}$; $U = 100\text{V}$.
- b) $C_1 = 1\mu\text{F}$, $C_2 = 1,5\mu\text{F}$, $C_3 = 3\mu\text{F}$; $U = 120\text{V}$.
- c) $C_1 = 0,2\mu\text{F}$, $C_2 = 1\mu\text{F}$, $C_3 = 3\mu\text{F}$; $U = 12\text{V}$.
- d) $C_1 = C_2 = 2\mu\text{F}$, $C_3 = 1\mu\text{F}$; $U = 10\text{V}$.



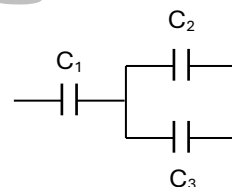
Hình a



Hình b



Hình c



Hình d

Dạng 3 Năng lượng của tụ điện

A PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Áp dụng công thức tính năng lượng: $W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}CU^2$

B BÀI TẬP TỰ LUẬN

Thông hiểu

Bài 1: (CD) Vì sao tụ điện có năng lượng?

Bài 2: (SBT CTST) Đối với một tụ điện xác định, năng lượng của tụ điện phụ thuộc như thế nào vào hiệu điện thế giữa 2 đầu của tụ điện?

Bài 3: (SBT CTST) 15. 2 Đối với một tụ điện xác định, năng lượng của tụ điện giảm 9 lần khi điện tích của tụ điện thay đổi như thế nào?

Nguyễn Minh Quang