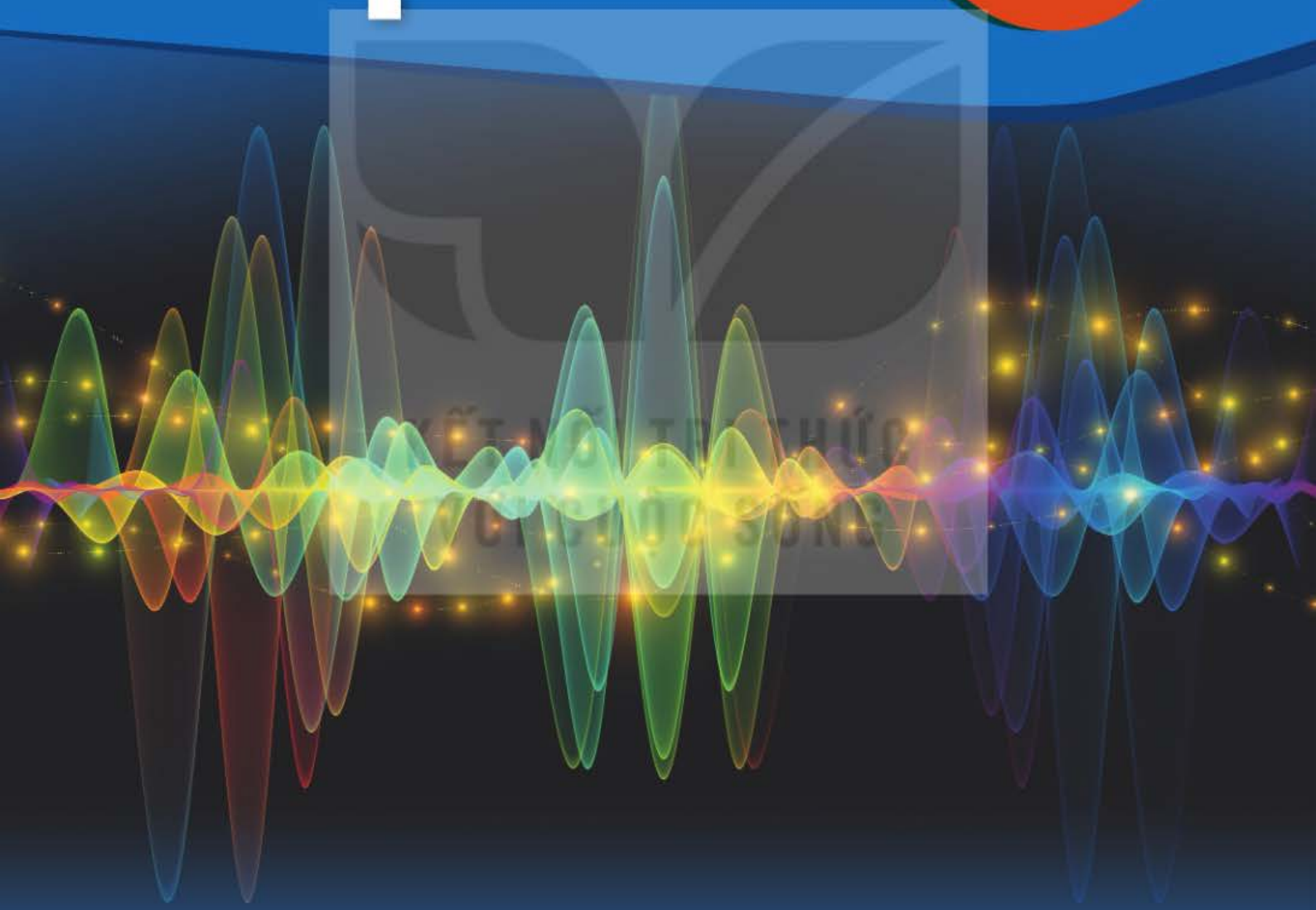
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VẬT LÍ 11



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

VŨ VĂN HÙNG (Tổng Chủ biên)
NGUYỄN VĂN BIÊN (Chủ biên)
PHẠM KIM CHUNG – NGUYỄN CHÍNH CƯƠNG – TÔ GIANG
ĐẶNG THANH HẢI – VŨ THUÝ HẰNG – BÙI GIA THỊNH

VẬT LÍ

(Tái bản lần thứ ba)

11

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH

Sách giáo khoa *Vật lí 11* gồm 4 chương. Mỗi chương gồm một số bài học. Mỗi bài học là một chuỗi các nội dung kiến thức và nhiệm vụ học tập, cụ thể như sau:



Khởi động

Tiếp cận bài mới bằng sự tò mò, hứng thú học tập.

Đọc hiểu

Cung cấp hiện tượng, dữ liệu ban đầu, thuật ngữ cần thiết,... để tiến hành hoạt động tìm tòi, khám phá kiến thức tiếp theo.

?

Câu hỏi

Câu hỏi sẽ giúp học sinh:

Tìm tòi, khám phá kiến thức.



Hoạt động

Tiến hành các hoạt động giúp học sinh giải quyết các vấn đề học tập và đồng thời phát triển các năng lực cần thiết.



Những điều cần lưu ý.

EM ĐÃ HỌC

Tổng kết kiến thức và kĩ năng cơ bản của bài.

EM CÓ THỂ

Yêu cầu về năng lực vận dụng kiến thức vào học tập và thực tiễn cuộc sống.

EM CÓ BIẾT

Mở rộng kiến thức của bài.

Hoạt động trải nghiệm yêu cầu học sinh vận dụng kiến thức, kĩ năng đã học vào một số tình huống của thực tế cuộc sống.

Hãy bảo quản, giữ gìn sách giáo khoa
để dành tặng các em học sinh lớp sau!

LỜI NÓI ĐẦU

Sách giáo khoa *Vật lí 11* với thông điệp *kết nối tri thức với cuộc sống* được biên soạn theo định hướng đổi mới giáo dục phổ thông nhằm phát triển phẩm chất, năng lực của người học. Tư tưởng chủ đạo trong việc biên soạn sách giáo khoa này là tổ chức các hoạt động học tập nhằm coi trọng việc phát triển phẩm chất, năng lực học sinh nhưng không coi nhẹ vai trò của kiến thức. Kiến thức trong sách giáo khoa *Vật lí 11* được coi là chất liệu làm cơ sở giúp học sinh hình thành và phát triển các phẩm chất và năng lực cần có trong cuộc sống hiện tại và tương lai.

Sách giáo khoa *Vật lí 11* không phải là cuốn sách trình bày sẵn các nội dung kiến thức cần học mà là cuốn sách hướng dẫn học sinh hoạt động để tìm tòi, khám phá ra kiến thức mới, vận dụng chúng vào việc giải quyết các vấn đề trong học tập và cuộc sống. Thông qua các hoạt động học tập này, các em không những hình thành và phát triển các năng lực khoa học nói chung và vật lí nói riêng mà còn đồng thời hình thành và phát triển được các năng lực chung như năng lực tự chủ và tự học, giao tiếp và hợp tác, giải quyết vấn đề và sáng tạo,...

Sách giáo khoa *Vật lí 11* coi trọng phương pháp thực nghiệm, phần lớn kiến thức cơ bản của cuốn sách được tổ chức và trình bày theo phương pháp thực nghiệm. Việc coi trọng phương pháp thực nghiệm còn được thể hiện ở hệ thống các bài thí nghiệm thực hành từ đơn giản đến phức tạp, từ cổ điển đến hiện đại, tạo điều kiện cho các em tìm hiểu các thuộc tính của các đối tượng vật lí dưới nhiều góc nhìn khác nhau.

Các tác giả mong muốn sách giáo khoa *Vật lí 11* sẽ mang đến cho các em niềm vui và sự đam mê trong học tập môn Vật lí để có kết quả học tập tốt môn học này, không những giúp các em hiểu rõ hơn về thế giới tự nhiên mà còn góp phần giúp các em thấy được năng lực và sở trường của bản thân để bắt đầu định hướng nghề nghiệp, có kế hoạch học tập nhằm đáp ứng các yêu cầu hướng nghiệp của mình.

CÁC TÁC GIẢ

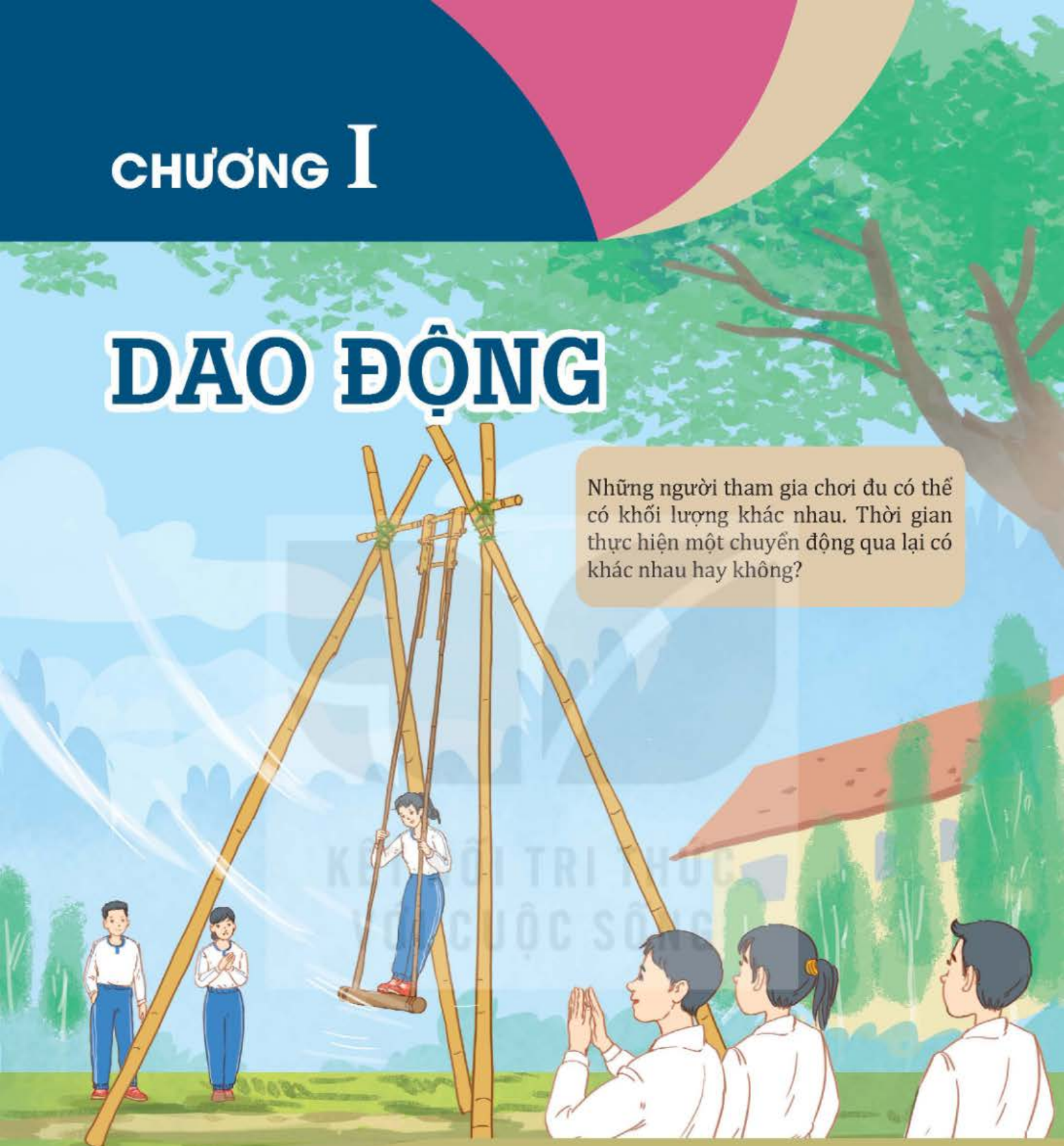
MỤC LỤC

		Trang
Chương I. DAO ĐỘNG		**5**
Bài 1.	Dao động điều hoà	6
Bài 2.	Mô tả dao động điều hoà	10
Bài 3.	Vận tốc, gia tốc trong dao động điều hoà	14
Bài 4.	Bài tập về dao động điều hoà	17
Bài 5.	Động năng. Thế năng. Sự chuyển hoá năng lượng trong dao động điều hoà	20
Bài 6.	Dao động tắt dần. Dao động cưỡng bức. Hiện tượng cộng hưởng	24
Bài 7.	Bài tập về sự chuyển hoá năng lượng trong dao động điều hoà	28
Chương II. SÓNG		**31**
Bài 8.	Mô tả sóng	32
Bài 9.	Sóng ngang. Sóng dọc. Sự truyền năng lượng của sóng cơ	37
Bài 10.	Thực hành: Đo tần số của sóng âm	41
Bài 11.	Sóng điện từ	44
Bài 12.	Giao thoa sóng	48
Bài 13.	Sóng dừng	52
Bài 14.	Bài tập về sóng	55
Bài 15.	Thực hành: Đo tốc độ truyền âm	58
Chương III. ĐIỆN TRƯỜNG		**60**
Bài 16.	Lực tương tác giữa các điện tích	61
Bài 17.	Khái niệm điện trường	65
Bài 18.	Điện trường đều	71
Bài 19.	Thế năng điện	76
Bài 20.	Điện thế	79
Bài 21.	Tụ điện	83
Chương IV. DÒNG ĐIỆN. MẠCH ĐIỆN		**90**
Bài 22.	Cường độ dòng điện	91
Bài 23.	Điện trở. Định luật Ohm	95
Bài 24.	Nguồn điện	102
Bài 25.	Năng lượng và công suất điện	106
Bài 26.	Thực hành: Đo suất điện động và điện trở trong của pin điện hoá	111
Giải thích một số thuật ngữ dùng trong sách		114

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

CHƯƠNG I

DAO ĐỘNG



Những người tham gia chơi đu có thể có khối lượng khác nhau. Thời gian thực hiện một chuyển động qua lại có khác nhau hay không?

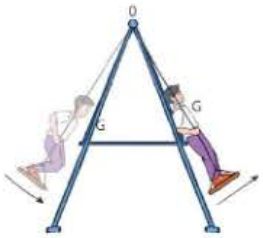
Nội dung

- Dao động điều hoà
- Mô tả dao động điều hoà
- Vận tốc, gia tốc trong dao động điều hoà
- Động năng. Thế năng. Sự chuyển hoá năng lượng trong dao động điều hoà
- Dao động tắt dần. Dao động cưỡng bức. Hiện tượng cộng hưởng

Bài 1 DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Trong cuộc sống hằng ngày và trong kĩ thuật, ta thường gặp những vật dao động, ví dụ như dây đàn ghi ta rung động, chiếc đu đung đưa, pit-tông chuyển động lên xuống trong xilanh của động cơ,... Những chuyển động như vậy được gọi là dao động cơ. Vậy dao động cơ có những đặc điểm gì?







I. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CỦA DAO ĐỘNG CƠ

1. Thí nghiệm

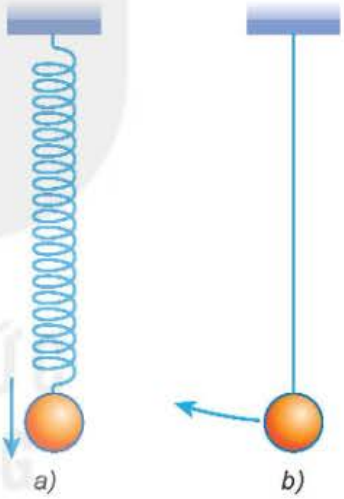
Chuẩn bị:

Sử dụng con lắc lò xo hoặc con lắc đơn.

Tiến hành:

Treo một vật nặng, nhỏ vào đầu tự do của một lò xo nhẹ, ta có con lắc lò xo (Hình 1.1a). Treo một vật nặng, nhỏ vào một dây nhẹ không dãn, ta có con lắc đơn (Hình 1.1b).

1. Xác định vị trí cân bằng của vật.
2. Kéo vật lệch khỏi vị trí cân bằng rồi thả ra cho chuyển động. Quan sát chuyển động của mỗi vật và cho nhận xét về đặc điểm chung của chúng.



Hình 1.1. *Con lắc lò xo và con lắc đơn*

?

Nêu những ví dụ về dao động cơ mà em biết.

2. Dao động cơ

Ở các thí nghiệm trên, ta thấy vật chuyển động qua lại quanh vị trí cân bằng. Chuyển động như vậy được gọi là *dao động cơ*.

Dao động cơ của một vật có thể là *tuần hoàn* hoặc không tuần hoàn. Nếu sau những khoảng thời gian bằng nhau, vật trở lại vị trí cũ theo hướng cũ thì dao động của vật đó là tuần hoàn.

Ví dụ: Dao động của con lắc đồng hồ là tuần hoàn, dao động của cành cây đu đưa khi gió thổi là không tuần hoàn.

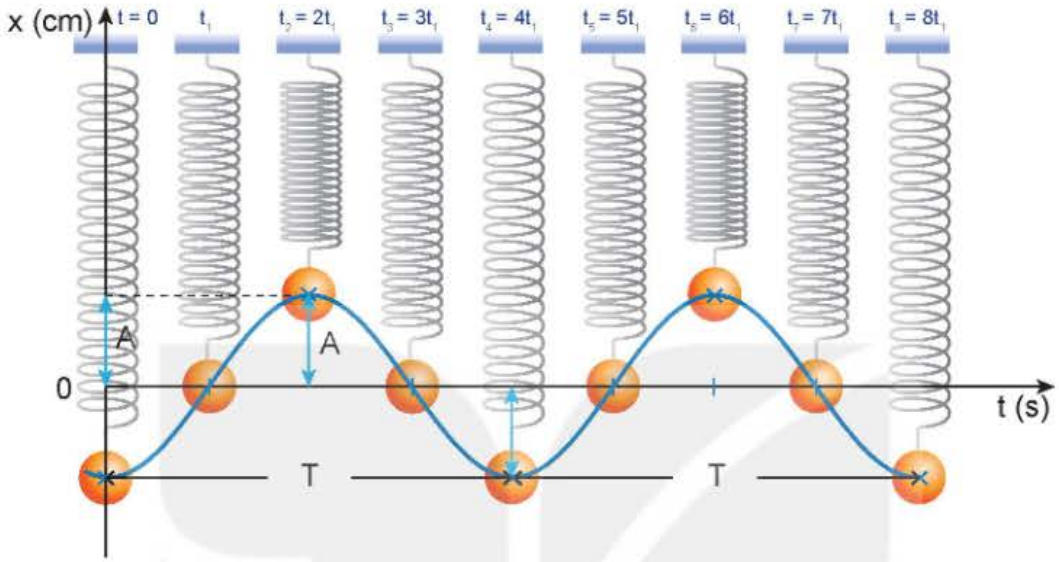
Dao động tuần hoàn có thể có mức độ phức tạp khác nhau. Dao động tuần hoàn đơn giản nhất là *dao động điều hoà*.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II. DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

1. Đồ thị của dao động điều hoà

Ta hãy quan sát dao động của một con lắc lò xo dọc theo trục x thẳng đứng tại các thời điểm khác nhau như Hình 1.2. Gọi t = 0 là thời điểm bắt đầu quan sát, x = 0 là vị trí cân bằng của vật.



Hình 1.2. *Dao động của con lắc lò xo*

Đường cong trên Hình 1.2 là đồ thị dao động của con lắc. Nó cho biết vị trí của vật trên trục x tại những thời điểm khác nhau. Đường cong này có dạng *hình sin*.

2. Phương trình của dao động điều hoà

Tương ứng với đồ thị hình sin trên là hàm sin hoặc cosin.

Ta chọn:

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \qquad (1.1)$$

là hàm tương ứng với đồ thị Hình 1.2, còn được gọi là phương trình của dao động điều hoà.

Trong phương trình này A, ω và φ là các hằng số.

- *x là li độ dao động.*
- *A là biên độ dao động* (A > 0).
- (ωt + φ) *là pha của dao động ở* thời điểm t (đơn vị là rad).
- φ *là pha ban đầu* (đơn vị là rad).

(Trong bài học sau ta sẽ làm rõ ý nghĩa của các đại lượng này).

Dao động được mô tả bằng đồ thị Hình 1.2 hoặc bằng phương trình x = Acos(ωt + φ) được gọi là *dao động điều hoà*. Con lắc là một hệ dao động. Vật nặng của con lắc đang dao động điều hoà được gọi là *vật dao động điều hoà*.

?

Một vật dao động điều hoà có phương trình

$x = 2\cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$ (cm)

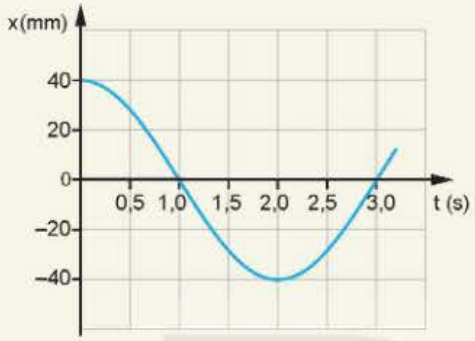
Hãy xác định:

a) Biên độ và pha ban đầu của dao động.

b) Pha và li độ của dao động tại t = 2 s.

Đồ thị li độ – thời gian của một con lắc đơn dao động điều hoà được mô tả trên Hình 1.3.

1. Hãy mô tả dao động điều hoà của con lắc đơn.
2. Xác định li độ của con lắc ở các thời điểm t = 0, t = 0,5 s, t = 2,0 s.



Hình 1.3

?

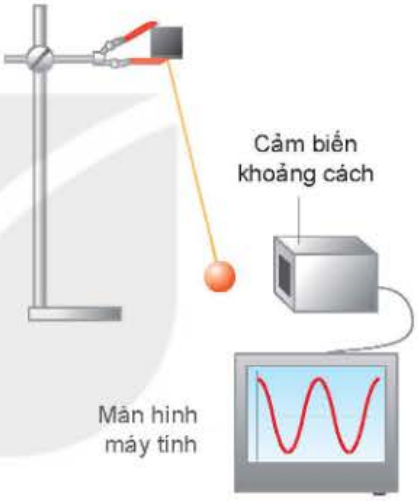
Pit-tông của một động cơ đốt trong dao động trên một đoạn thẳng dài 16 cm và làm cho trục khuỷu của động cơ quay đều (Hình 1.4). Xác định biên độ dao động của một điểm trên mặt pit-tông.



Hình 1.4

EM CÓ BIẾT

Người ta tạo ra dao động điều hoà của một con lắc đơn với biên độ dao động nhỏ (góc lệch cực đại $\alpha_0 \leq 10^o$). Vị trí của vật được xác định bằng cảm biến khoảng cách kết nối với máy tính (Hình 1.5). Trên màn hình máy tính cho đồ thị của dao động có dạng hình sin.



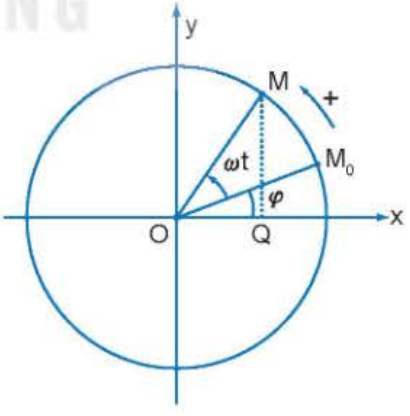
Hình 1.5

EM CÓ BIẾT

Mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều.

Điểm M chuyển động tròn đều quanh O với tốc độ góc ω. Gọi Q là hình chiếu của M trên trục Ox (Hình 1.6). Điểm Q có li độ biến thiên điều hoà với phương trình:

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



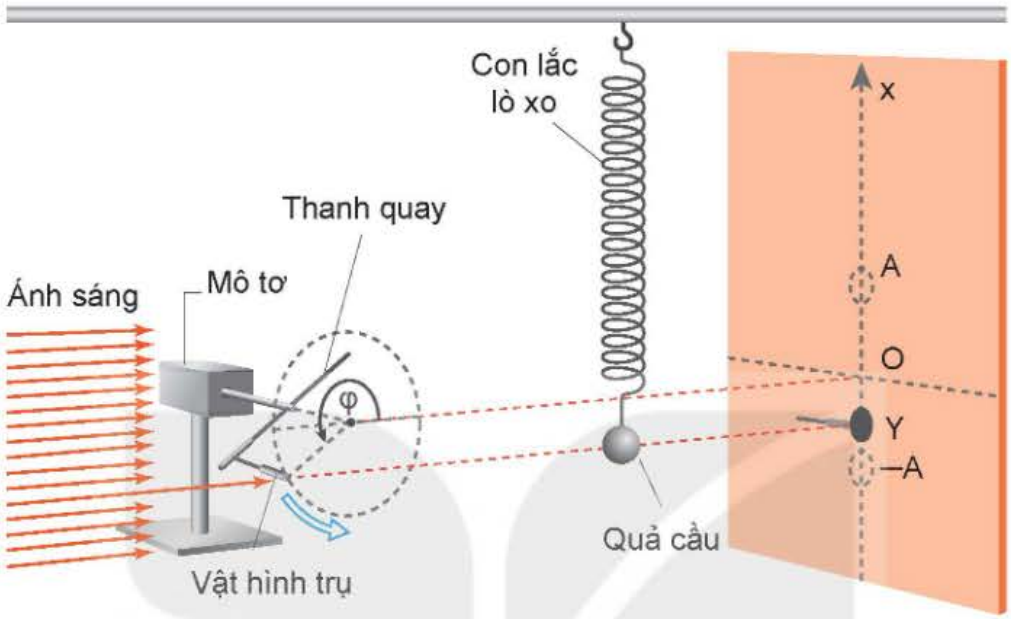
Hình 1.6

Ta có thể làm thí nghiệm như Hình 1.7 để xác nhận mối liên hệ này.

Ban đầu cho con lắc lò xo dao động theo phương thẳng đứng. Tiếp sau, điều chỉnh mô tơ sao cho khi mô tơ bắt đầu quay thì bóng của vật hình trụ trùng với bóng của quả cầu trên màn và khi mô tơ quay được một vòng thì quả cầu cũng thực hiện được một dao động.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Quan sát thí nghiệm cho thấy khi vật hình trụ gắn ở đầu một thanh quay tròn đều thì bóng của đầu vật hình trụ và quả cầu của con lắc trên màn luôn trùng nhau và dao động quanh vị trí cân bằng O.



Hình 1.7. *Thí nghiệm minh hoạ mối liên hệ giữa dao động của con lắc lò xo và chuyển động tròn đều*

EM ĐÃ HỌC

- Dao động điều hoà là dao động trong đó đồ thị li độ – thời gian của vật là một đường hình sin.
- Phương trình của dao động điều hoà là $x = A\cos(\omega t + \varphi)$,
  trong đó: x là li độ; A là biên độ; φ là pha ban đầu.

EM CÓ THỂ

- Xác định được biên độ dao động của một điểm trên mặt pit-tông chuyển động trong xi lanh của động cơ đốt trong.
- Mô tả được dao động điều hoà của con lắc đồng hồ.

Bài 2 MÔ TẢ DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Để vẽ đồ thị hoặc viết phương trình của một dao động điều hoà, cần biết những đại lượng vật lí nào?

I. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Từ đồ thị và phương trình của dao động điều hoà ở Bài 1, ta có thể xác định được các đại lượng dùng để mô tả dao động điều hoà.

- 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 kì: là khoảng thời gian để vật thực hiện được một dao động, kí hiệu là T.

  Đơn vị của chu kì dao động là giây (kí hiệu là s).
- Tần số: là số dao động mà vật thực hiện được trong một giây, kí hiệu là f.

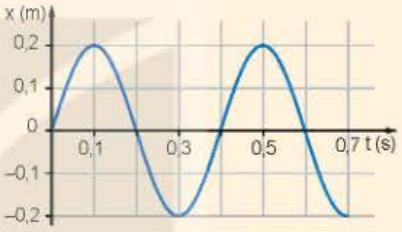
Ta có:

$$f = \frac{1}{T} \qquad (2.1)$$

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

?

Hình 2.1 là đồ thị dao động điều hoà của một vật.



Hình 2.1

Hãy xác định:

- Biên độ, chu kì, tần số của dao động.
- Nêu thời điểm mà vật có li độ x = 0; x = 0,1 m.

- Tần số góc:

Theo đồ thị Hình 2.1, cứ sau mỗi chu kì thì dao động của vật lặp lại như cũ. Như vậy, theo phương trình dao động ta phải có:

$$x = A\cos[\omega(t + T)] = A\cos\omega t$$

Theo tính chất của hàm cosin ta suy ra:

$$\omega T = 2\pi \text{ hay } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ (rad/s)} \qquad (2.2)$$

?

Từ Hình 2.1, hãy xác định tần số góc của dao động của vật.

Đại lượng ω được gọi là *tần số góc*.

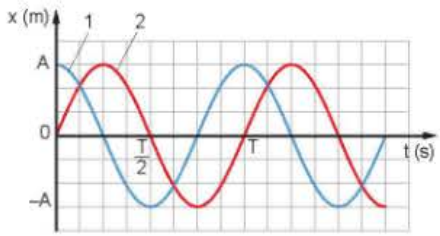
Trong dao động điều hoà của mỗi vật thì bốn đại lượng: biên độ, chu kì, tần số và tần số góc là những đại lượng xác định, *không phụ thuộc vào thời điểm quan sát. Vì thế chúng là những đại lượng đặc trưng cho dao động điều hoà.*

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II. PHA BAN ĐẦU. ĐỘ LỆCH PHA

1. Pha ban đầu

Hình 2.2 là đồ thị của hai vật dao động điều hoà cùng chu kì, cùng biên độ nhưng dao động 1 luôn đạt tới giá trị cực đại sớm hơn dao động 2 một thời gian là $\frac{T}{4}$.



Hình 2.2

Từ đồ thị ta thấy, tại thời điểm ban đầu (t = 0), vật dao động điều hoà 1 đang ở vị trí biên x = A và sẽ dịch chuyển về vị trí cân bằng, còn vật dao động điều hoà 2 đang ở vị trí cân bằng và sẽ dịch chuyển về phía x = A.

Các phương trình dao động tương ứng với đồ thị Hình 2.2 có pha ban đầu φ lần lượt là:

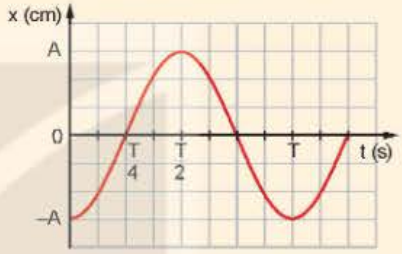
$$x_1 = A\cos(\omega t) \text{ với } \varphi_1 = 0$$

$$x_2 = A\cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \text{ với } \varphi_2 = -\frac{\pi}{2}$$

Như vậy, *pha ban đầu φ cho biết tại thời điểm bắt đầu quan sát, vật dao động điều hoà ở đâu và sẽ đi về phía nào.* Nó có giá trị nằm trong khoảng từ –π đến π (rad).

?

Hình 2.3 là đồ thị dao động điều hoà của một con lắc.



Hình 2.3

Hãy cho biết:

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

2. Độ lệch pha giữa hai dao động cùng chu kì

Đồ thị Hình 2.2 còn cho thấy tại bất kì thời điểm nào thì độ lệch pha giữa hai dao động trên cũng bằng $\frac{\pi}{2}$.

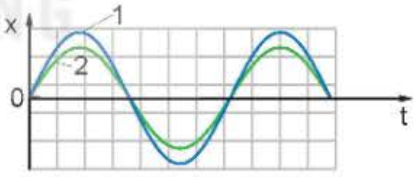
Trong khoa học và trong kĩ thuật, *độ lệch pha quan trọng hơn pha*, vì nó là đại lượng không đổi, không phụ thuộc vào thời điểm quan sát.

Nếu $\varphi_1 > \varphi_2$ thì dao động 1 sớm pha hơn dao động 2.

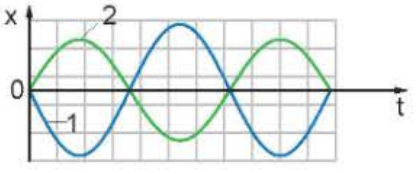
Nếu $\varphi_1 < \varphi_2$ thì dao động 1 trễ pha hơn dao động 2.

Nếu $\varphi_1 = \varphi_2$ thì dao động 1 cùng (đồng) pha với dao động 2 (Hình 2.4a).

Nếu $\varphi_1 = \varphi_2 \pm \pi$ thì dao động 1 ngược pha với dao động 2 (Hình 2.4b).



a) Hai dao động đồng pha

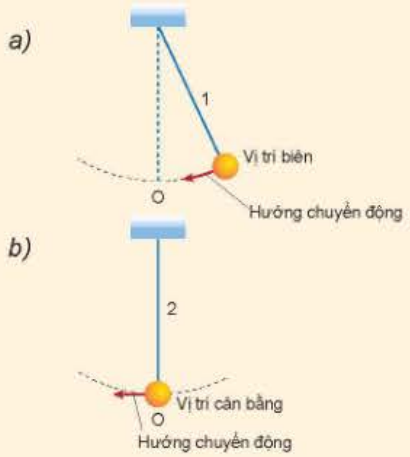


b) Hai dao động ngược pha

Hình 2.4

?

Hai con lắc 1 và 2 dao động điều hoà cùng tần số, tại cùng thời điểm quan sát vị trí của chúng được biểu diễn trên Hình 2.5 a, b. Hỏi dao động của con lắc nào sớm pha hơn và sớm hơn bao nhiêu?



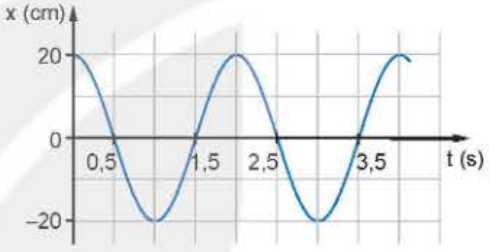
Hình 2.5

III. BÀI TẬP VÍ DỤ

Ví dụ 1: Đồ thị li độ – thời gian của một vật dao động điều hoà được mô tả trên Hình 2.6.

a) Xác định biên độ, chu kì, tần số, tần số góc, pha ban đầu và viết phương trình của dao động.

b) Xác định pha của dao động tại thời điểm t = 2,5 s.



Hình 2.6

Giải:

a) Từ đồ thị, ta xác định được:

Biên độ A = 20 cm; chu kì T = 2,0 s; tần số $f = \frac{1}{T} = 0,5$ Hz

Áp dụng công thức: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \Rightarrow \omega = \pi$ (rad/s).

Khi t = 0, $x = A\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$ (rad).

Do đó phương trình dao động của vật được viết: $x = 20\cos(\pi t)$ (cm).

b) Từ phương trình dao động, ta có: $\phi = \pi t$, thay t = 2,5 s vào ta được $\phi = 2,5\pi$ (rad).

Ví dụ 2: Hai vật A và B dao động điều hoà với cùng tần số nhưng lệch pha nhau. Đồ thị li độ – thời gian như trên Hình 2.7.

a) Xác định li độ của vật B khi vật A có li độ cực đại.

b) Xác định li độ của vật A khi vật B có li độ cực đại.

c) Hãy cho biết vật A hay vật B đạt tới li độ cực đại trước.

d) Xác định độ lệch pha giữa dao động của vật A so với dao động của vật B.

Giải:

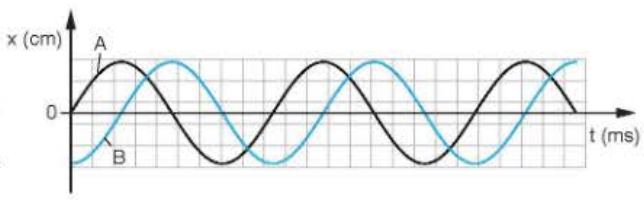
Từ đồ thị, cho thấy:

a) Khi vật A có li độ cực đại thì vật B có li độ $x_B = 0$.

b) Khi vật B có li độ cực đại thì vật A có li độ $x_A = 0$.

c) Vật A có li độ cực đại trước vật B.

d) Dao động của vật A sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với dao động của vật B.



Hình 2.7

1. Một vật dao động điều hoà với biên độ 10 cm, tần số 5 Hz. Tại thời điểm ban đầu (t = 0), vật ở vị trí biên (x = 10 cm).
   - Xác định chu kì, tần số góc, pha ban đầu của dao động.
   - Viết phương trình và vẽ đồ thị (x – t) của dao động.
2. Cho hai con lắc đơn dao động điều hoà. Biết phương trình dao động của con lắc thứ nhất là $x = 20\cos(20\pi t + \frac{\pi}{2})$ (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.

?

1. Đại lượng nào dưới đây đặc trưng cho độ lệch về thời gian giữa hai dao động điều hoà cùng chu kì?
   A. Li độ. B. Pha. C. Pha ban đầu. D. Độ lệch pha.
2. Hãy chứng minh rằng độ lệch pha giữa hai dao động điều hoà cùng tần số là đại lượng không đổi và bằng độ lệch pha ban đầu.

EM ĐÃ HỌC

Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà là:

- Biên độ A là độ dịch chuyển cực đại của vật tính từ vị trí cân bằng.
- Chu kì T là khoảng thời gian để vật thực hiện một dao động.
  Đơn vị của chu kì là giây (s).
- Tần số f là số dao động mà vật thực hiện được trong một giây.
  Đơn vị của tần số là một trên giây (1/s), gọi là héc (kí hiệu là Hz).
- Trong dao động điều hoà, giữa tần số góc ω, chu kì T và tần số f có mối liên hệ:
  $$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f.$$
  Đơn vị của tần số góc là radian trên giây (rad/s).
- Độ lệch pha giữa hai dao động điều hoà cùng chu kì luôn bằng độ lệch pha ban đầu.

EM CÓ THỂ

- Xác định được các đại lượng như biên độ, chu kì, tần số, tần số góc và pha ban đầu của dao động điều hoà từ đồ thị li độ – thời gian hoặc phương trình của dao động đó.
- Biết cách xác định độ lệch pha giữa hai dao động điều hoà cùng chu kì khi biết pha của hai dao động đó tại cùng một thời điểm bất kì.

Bài 3 VẬN TỐC, GIA TỐC TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

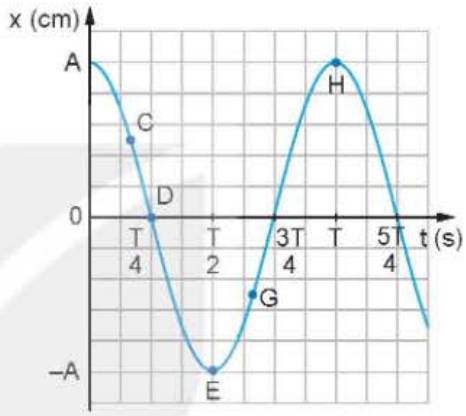
Ta có thể dựa vào đồ thị (x – t) của dao động điều hoà để xác định vận tốc và gia tốc của vật được không?

I. VẬN TỐC CỦA VẬT DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Như đã biết, vận tốc tức thời của một vật được xác định bằng công thức:

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (với Δt rất nhỏ), tức là bằng *độ dốc của đồ thị (x – t) tại điểm đang xét.*

Để đơn giản, ta hãy xét một vật dao động điều hoà có đồ thị (x – t) được chỉ trên Hình 3.1. Ta nhận thấy độ dốc của đồ thị, tức vận tốc của vật có giá trị cực đại khi vật ở vị trí cân bằng rồi giảm dần đến 0 khi vật ra đến vị trí biên. Sau đó độ dốc của đồ thị lại tăng dần đến giá trị cực đại khi vật về đến vị trí cân bằng.



Hình 3.1. *Đồ thị (x – t) của một vật dao động điều hoà (φ = 0)*

1. Phương trình của vận tốc

Trong toán học người ta đã chứng minh được, khi $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì:

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ (Δt rất nhỏ) $= -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$.

Vậy phương trình của vận tốc là:

$$v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \qquad (3.1)$$

Vận tốc của vật dao động điều hoà cũng biến thiên tuần hoàn theo quy luật hàm sin (cosin) cùng chu kì T của li độ.

Công thức (3.1) là phương trình của vận tốc. Độ lớn của vận tốc:

$$|v| = \omega A\sqrt{1 - \cos^2(\omega t + \varphi)}$$

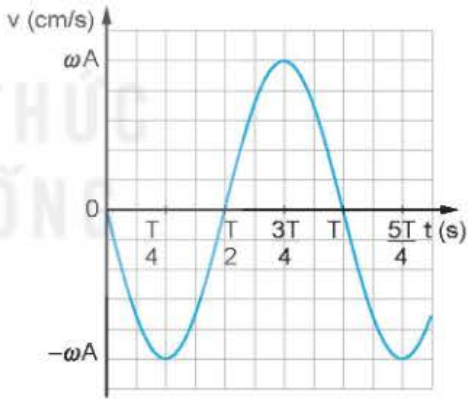
Thay $\cos(\omega t + \varphi) = \frac{x}{A}$, ta được:

$$v = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} \qquad (3.2)$$

- Khi vật ở vị trí cân bằng thì $v = \pm\omega A$.
- Khi vật ở vị trí biên thì $v = 0$.

2. Đồ thị của vận tốc

Hình 3.2 là đồ thị vận tốc của một dao động điều hoà với $\varphi = 0$. Nó cũng là một đường hình sin.



Hình 3.2. *Đồ thị (v – t) của một vật dao động điều hoà (φ = 0)*

Xác định độ dốc của đồ thị trên Hình 3.1 tại các điểm C, D, E, G, H bằng cách đặt một thước kẻ (loại 20 cm) cho mép của thước tiếp xúc với đồ thị li độ – thời gian tại các điểm đó. Từ độ dốc của thước, hãy so sánh độ lớn vận tốc của vật tại các điểm C, E, H.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

?

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.
2. 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 hoà thay đổi như thế nào?

II. GIA TỐC CỦA VẬT DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Tương tự như vận tốc, gia tốc tức thời của một vật được xác định bằng công thức: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (với Δt rất nhỏ), tức là bằng độ dốc của đồ thị vận tốc tại điểm đang xét. Ta nhận thấy độ dốc của đồ thị Hình 3.2, hay gia tốc của vật có giá trị bằng 0 khi vật ở vị trí cân bằng, rồi tăng đến giá trị cực đại khi vật ở vị trí biên.

1. Phương trình của gia tốc

Trong toán học người ta đã chứng minh được, khi $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$ thì:

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (Δt rất nhỏ) $= -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi)$.

Vậy phương trình của gia tốc là:

$$a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \varphi) \qquad (3.3)$$

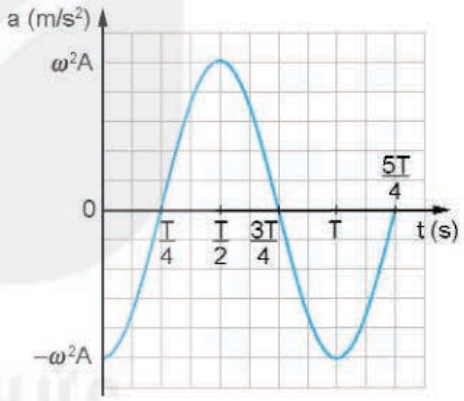
Công thức (3.3) là phương trình của gia tốc.

Thay $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ vào (3.3), ta được:

$$a = -\omega^2 x \qquad (3.4)$$

Từ công thức (3.4), ta thấy:

- Khi vật ở vị trí cân bằng thì $a = 0$.
- Khi vật ở vị trí biên thì gia tốc có giá trị $a = \pm\omega^2 A$.



Hình 3.3. *Đồ thị (a – t) của một vật dao động điều hoà (φ = 0)*

2. Đồ thị của gia tốc

Hình 3.3 là đồ thị của gia tốc (với $\varphi = 0$), nó cũng là một đường hình sin như li độ và vận tốc.

1. Dùng thước kẻ (loại 20 cm) để xác định xem trên đồ thị (v – t) Hình 3.2, tại thời điểm nào độ dốc của đồ thị bằng 0 và tại thời điểm nào độ dốc của đồ thị cực đại. Từ đó, so sánh độ lớn của gia tốc trên đồ thị (a – t) Hình 3.3 ở các thời điểm tương ứng.
2. Phương trình dao động của một vật là $x = 5\cos 4\pi t$ (cm). Hãy viết phương trình vận tốc, gia tốc và vẽ đồ thị li độ, vận tốc, gia tốc theo thời gian của vật.

?

1. So sánh đồ thị Hình 3.3 và Hình 3.1, ta có nhận xét gì về pha của li độ và gia tốc của một dao động.
2. 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?

?

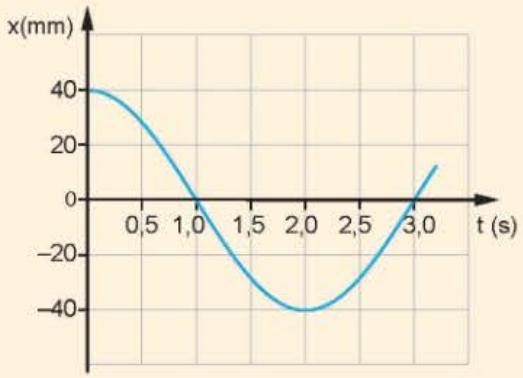
1. Một vật dao động điều hoà trên trục Ox. Khi vật qua vị trí cân bằng thì tốc độ của nó là 20 cm/s. Khi vật có tốc độ là 10 cm/s thì gia tốc của nó có độ lớn là $40\sqrt{3}$ cm/s^2. Tính biên độ dao động của vật.

2. Hình 3.4 là đồ thị li độ – thời gian của một vật dao động điều hoà. Sử dụng đồ thị để tính các đại lượng sau:

   a) Tốc độ của vật ở thời điểm t = 0 s.

   b) Tốc độ cực đại của vật.

   c) Gia tốc của vật tại thời điểm t = 1,0 s.



Hình 3.4

EM ĐÃ HỌC

- Một vật dao động điều hoà có phương trình li độ: x = Acos (ωt + φ), phương trình của vận tốc và gia tốc của vật là:

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

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

- Đồ thị của vận tốc, gia tốc theo thời gian là đường hình sin. Vận tốc của vật dao động sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ, còn gia tốc của vật dao động ngược pha so với li độ.
- Vectơ gia tốc luôn hướng về vị trí cân bằng và có độ lớn tỉ lệ với độ lớn của li độ.
- Tại vị trí biên, vận tốc của vật bằng 0, còn gia tốc của vật có độ lớn cực đại. Tại vị trí cân bằng, gia tốc của vật bằng 0 còn vận tốc của vật có độ lớn cực đại.

EM CÓ THỂ

- Có thể suy ra các đại lượng: vận tốc, gia tốc của vật dao động điều hoà từ đồ thị li độ – thời gian của vật.

Bài 4 BÀI TẬP VỀ DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Khi biết phương trình hoặc đồ thị của vật dao động điều hoà, làm thế nào để xác định được vận tốc và gia tốc của vật?

I. BÀI TẬP VÍ DỤ

Ví dụ 1: Cho phương trình của một vật dao động điều hoà:

$$x = 5\cos(10\pi t + \frac{\pi}{6})\ (cm)$$

Xác định biên độ A, tần số f, pha ban đầu φ và li độ x_1 tại thời điểm $t_1 = 0{,}05$ s.

Giải:

So sánh phương trình dao động của vật với phương trình dạng cơ bản $x = A\cos(\omega t + \varphi)$:

Ta có:

- Biên độ A = 5 cm
- Tần số $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10\pi}{2\pi} = 5\text{Hz}$
- Pha ban đầu $\varphi = \frac{\pi}{6}$ (rad)
- Li độ lúc t_1:

$$x_1 = 5\cos(10\pi \cdot 0{,}05 + \frac{\pi}{6}) = 5\cos(\frac{4\pi}{6}) = -2{,}5\ \text{cm}.$$

?

1. Nếu đề bài cho phương trình dao động không đúng dạng cơ bản $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì ta xác định pha ban đầu như thế nào?
2. Có thể sử dụng mối liên hệ giữa dao động điều hoà và chuyển động tròn đều để xác định pha ban đầu, thời gian để vật đi từ điểm này đến điểm khác trong dao động điều hoà được không?

Ví dụ 2: Một vật dao động điều hoà với tần số 2 Hz. Tại thời điểm ban đầu, vật có li độ x = 5 cm và vận tốc v = −30 cm/s. Xác định:

a) Biên độ và pha ban đầu của dao động.

b) Giá trị cực đại của vận tốc và gia tốc của vật khi dao động.

Giải:

a) Tần số góc của dao động: $\omega = 2\pi f = 4\pi$ (rad/s).

Khi t = 0 ta có: $\begin{cases} x_0 = A\cos\varphi = 5\ \text{cm} \\ v_0 = -\omega A\sin\varphi = -30\ \text{cm/s} \end{cases}$

Biên độ và pha ban đầu của dao động:

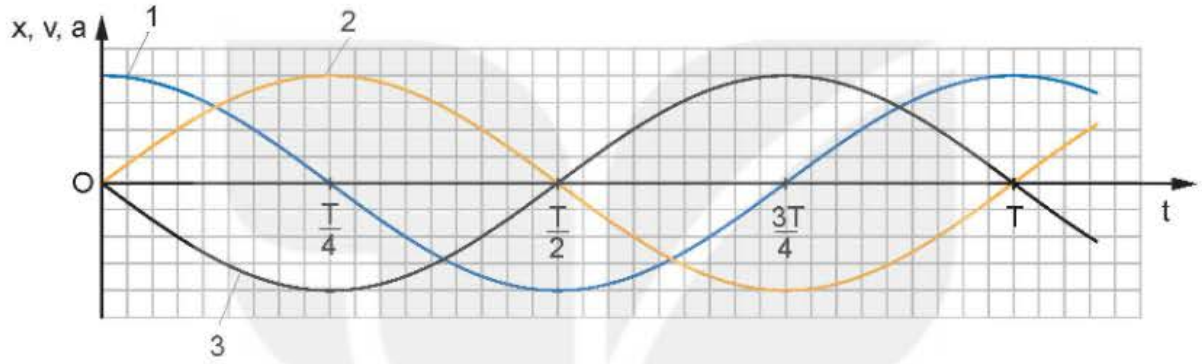
$$A = \sqrt{x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}} = \sqrt{5^2 + \frac{(-30)^2}{(4\pi)^2}} \approx 5{,}54 \text{ cm}.$$

$$\tan\varphi = -\frac{v_0}{\omega x_0} = \frac{30}{4\pi \cdot 5} = \frac{3}{2\pi} \Rightarrow \varphi \approx 0{,}44 \text{ rad}.$$

b) Vận tốc cực đại của vật: $v_{max} = \omega A = 4\pi.5{,}54 \approx 70$ cm/s.

Gia tốc cực đại của vật: $a_{max} = \omega^2 A = (4\pi)^2.5{,}54.10^{-2} \approx 875$ cm/s^2 = 8,75 m/s^2.

Ví dụ 3: Một vật dao động điều hoà với tần số góc ω = 1 rad/s, có đồ thị của li độ x, vận tốc v và gia tốc a theo thời gian t được mô tả trên Hình 4.1.



Hình 4.1

Hãy chỉ đúng đồ thị của li độ (x – t), vận tốc (v – t), gia tốc (a – t) theo thời gian t trên Hình 4.1.

Giải:

Ta đã biết:

– Vận tốc v sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ và trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với gia tốc.

– Gia tốc a ngược pha so với li độ và sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với vận tốc.

Do đó, trên Hình 4.1 đường 2 là đồ thị li độ x(t), đường 1 là đồ thị vận tốc v(t), đường 3 là đồ thị gia tốc a(t).

II. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

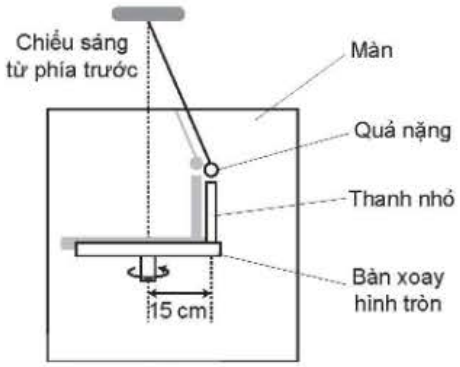
1. Một vật dao động điều hoà có phương trình là $x = 2\cos(4\pi t - \frac{\pi}{6})$ (cm). Hãy cho biết biên độ, tần số góc, chu kì, tần số, pha ban đầu và pha của dao động ở thời điểm t = 1 s.
2. Một vật dao động điều hoà dọc theo trục Ox, quanh điểm gốc O với biên độ A = 10 cm và chu kì T = 2 s. Tại 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 cm.

3. Hình 4.2 là sơ đồ của một bàn xoay hình tròn, có gắn một thanh nhỏ cách tâm bàn 15 cm. Bàn xoay được chiếu sáng bằng nguồn sáng rộng, song song, hướng chiếu sáng từ phía trước màn để bóng đổ lên màn. 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 quay được điều chỉnh là 2π (rad/s). Bóng của thanh nhỏ và quả nặng của con lắc luôn trùng nhau.

a) Tại sao nói dao động của bóng thanh nhỏ và quả nặng là đồng pha?

b) Viết phương trình dao động của con lắc. Chọn gốc thời gian là lúc con lắc ở vị trí hiển thị trong Hình 4.2.

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

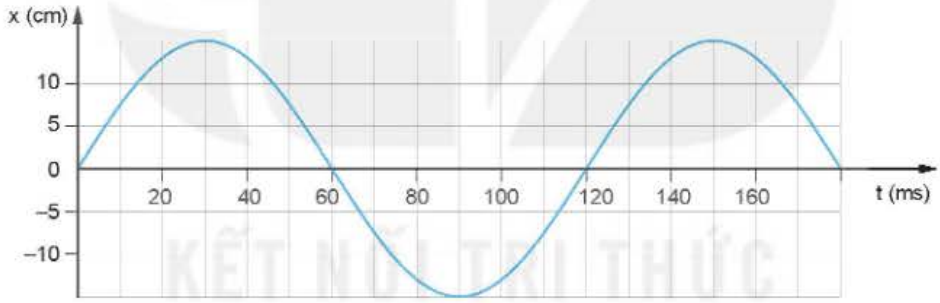


Hình 4.2. *Con lắc đơn dao động điều hoà*

4. Hình 4.3 là đồ thị li độ – thời gian của một vật dao động điều hoà.

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

b) Viết phương trình dao động của vật.



Hình 4.3

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM ĐÃ HỌC

- Cách xác định các đại lượng biên độ, chu kì, tần số, tần số góc, pha,... khi biết phương trình hoặc đồ thị của vật dao động điều hoà và ngược lại.

EM CÓ THỂ

- Xác định được chu kì, tần số, tần số góc và viết phương trình của vật dao động điều hoà (ví dụ, đồng hồ quả lắc).

Bài 5 ĐỘNG NĂNG. THẾ NĂNG. SỰ CHUYỂN HOÁ NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Ở lớp 10, khi học về chuyển động của vật, ta đã biết có sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng của vật. Vậy trong dao động điều hoà, có sự chuyển hoá tương tự không?

I. ĐỘNG NĂNG

– Động năng của vật dao động điều hoà được xác định bởi biểu thức:

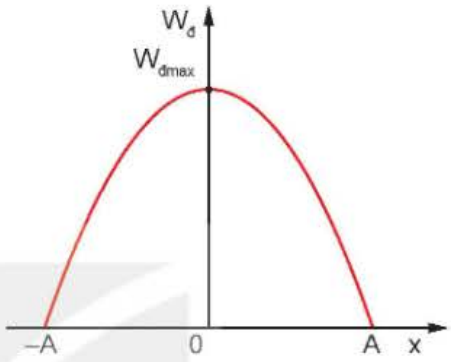
$W_đ = \frac{1}{2}mv^2$. Thay $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$ vào, ta được:

$$W_đ = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

$$W_đ = \frac{1}{2}m\omega^2A^2[1 - \cos^2(\omega t + \varphi)]$$

Thay $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ vào ta được:

$$W_đ = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2) \qquad (5.1)$$



Hình 5.1. *Sự biến thiên của động năng $W_đ$ theo li độ x*

Công thức (5.1) cho biết sự biến thiên của động năng theo li độ x.

– Hình 5.1 là đồ thị chỉ sự biến thiên của động năng theo li độ x. Đó là một đường parabol có bề lõm hướng xuống và có giá trị cực đại: $W_{đmax} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$.

Đồ thị cho thấy, khi vật đi từ vị trí cân bằng tới vị trí biên thì động năng của vật đang từ cực đại giảm đến 0. Khi vật đi từ vị trí biên về vị trí cân bằng thì động năng của vật tăng từ 0 đến giá trị cực đại.

II. THẾ NĂNG

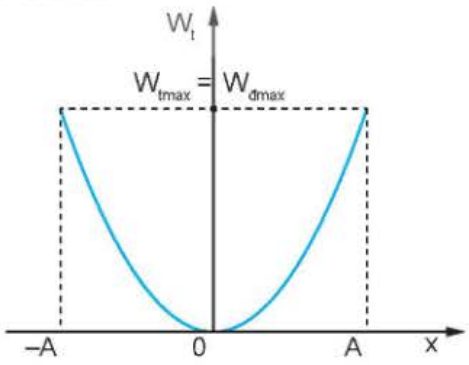
– Theo định luật bảo toàn năng lượng, nếu bỏ qua ma sát thì động năng của vật không mất đi mà chuyển dần thành thế năng của vật và ngược lại. Vì thế ta có thể viết:

$$W_t = W_{đmax} - W_{đ(x)}$$

$$= \frac{1}{2}m\omega^2A^2 - \left[\frac{1}{2}m\omega^2A^2 - \frac{1}{2}m\omega^2x^2\right]$$

$$W_t = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 \qquad (5.2)$$

Công thức (5.2) cho biết sự biến thiên của thế năng theo li độ.



Hình 5.2. *Sự biến thiên của thế năng W_t theo li độ x*

– Đồ thị biến thiên của thế năng theo li độ x cũng là một đường parabol nhưng bề lõm hướng lên như Hình 5.2 và có giá trị cực đại: $W_{tmax} = W_{đmax} = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$.

III. CƠ NĂNG

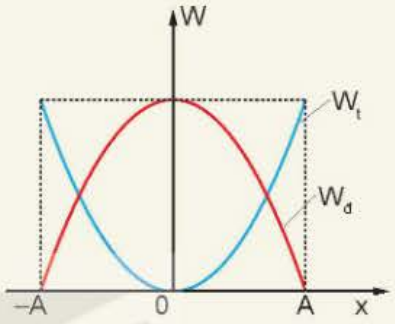
Trong dao động điều hoà, có sự chuyển hoá qua lại giữa động năng và thế năng của vật, còn cơ năng, tức tổng động năng và thế năng thì được bảo toàn.

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \qquad (5.3)$$

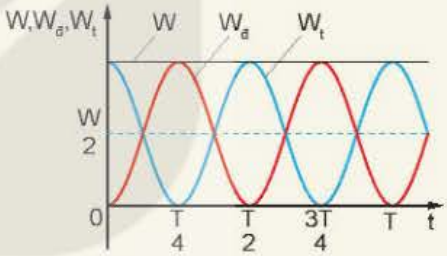
1. Hình 5.3 là đồ thị động năng và thế năng của một vật dao động điều hoà theo li độ. Hãy phân tích sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng bằng đồ thị.
2. Hình 5.4 là đồ thị động năng, thế năng và cơ năng của một vật dao động điều hoà theo thời gian.

   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 các 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 ở mỗi thời điểm đó $W_d + W_t = W$.



Hình 5.3



Hình 5.4

IV. CƠ NĂNG CỦA CON LẮC LÒ XO VÀ CON LẮC ĐƠN

1. Con lắc lò xo

Ta biết nếu bỏ qua ma sát thì dao động của con lắc lò xo là dao động điều hoà.

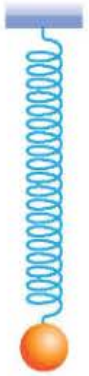
Người ta đã chứng minh được rằng, nếu chọn mốc thế năng ở vị trí cân bằng thì thế năng của con lắc lò xo khi vật ở li độ x là:

$$W_t = \frac{1}{2}kx^2 \qquad (5.4)$$

với k là độ cứng của lò xo.

So sánh (5.4) với (5.2) ta suy ra $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ và chu kì của con lắc lò xo là:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \qquad (5.5)$$



Hình 5.5. *Con lắc lò xo*

Theo công thức 5.3 thì cơ năng của con lắc lò xo là:

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

2. Con lắc đơn

- Vị trí của con lắc đơn được xác định bằng li độ dài s hay li độ góc α (Hình 5.6).
- Thế năng của con lắc đơn là thế năng trọng trường.

Chọn mốc thế năng ở vị trí cân bằng thì thế năng của con lắc ở li độ góc α là :

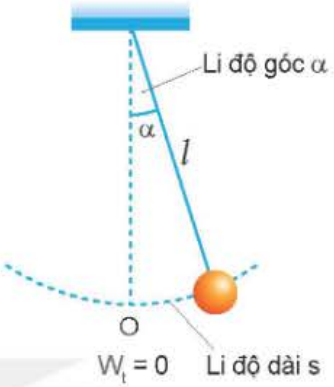
$$W_t = mgl(1 - \cos\alpha) \qquad (5.6)$$

Có thể chứng minh được rằng, khi góc α nhỏ ($\sin\alpha \approx \alpha$ rad) thì $W_t = mgl\frac{\alpha^2}{2}$, thay $\alpha = \frac{s}{l}$ vào ta được:

$$W_t = \frac{1}{2}m\frac{g}{l}s^2 \qquad (5.7)$$

So sánh (5.7) với (5.2) ta suy ra: Khi góc lệch α nhỏ ($\sin\alpha \approx \alpha$), con lắc đơn dao động điều hoà với tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ hay với chu kì:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad (5.8)$$



Hình 5.6. *Con lắc đơn*

Làm thí nghiệm để xác nhận rằng khi góc lệch $\alpha_0 \leq 10^\circ$ thì chu kì của con lắc đơn gần như không phụ thuộc vào biên độ dao động.

? Hãy chứng minh rằng, khi góc lệch α nhỏ ($\sin\alpha \approx \alpha$ rad) thì công thức (5.6) trở thành (5.7).

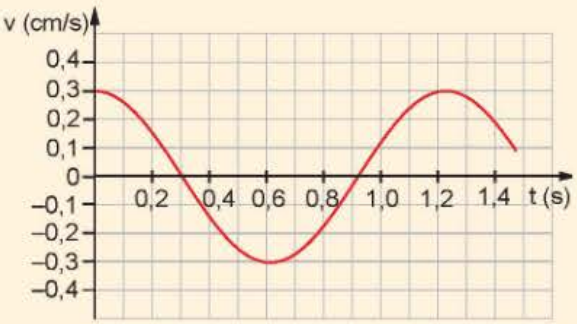
Một con lắc lò xo có độ cứng k và vật nặng có khối lượng m.

1. Tính chu kì T.
2. Đo chu kì T bằng đồng hồ. So sánh kết quả thu được với kết quả tính ở câu 1.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

?

1. Một con lắc lò xo có vật nặng khối lượng 0,4 kg, dao động điều hoà. Đồ thị vận tốc v theo thời gian t như Hình 5.7. Tính:
   a) Vận tốc cực đại của vật.
   b) Động năng cực đại của vật.
   c) Thế năng cực đại của con lắc.
   d) Độ cứng k của lò xo.



Hình 5.7

2. Một con lắc lò xo gồm lò xo có độ cứng k = 100 N/m, vật nặng có khối lượng m = 200 g, dao động điều hoà với biên độ A = 5 cm. Xác định:
   a) Li độ của vật tại thời điểm động năng của vật bằng ba lần thế năng của con lắc.
   b) Tốc độ của vật khi vật qua vị trí cân bằng.
   c) Thế năng của con lắc khi vật có li độ x = –2,5 cm.

EM ĐÃ HỌC

- Một vật có khối lượng m dao động điều hoà với tần số góc ω và biên độ A. Tại li độ x:

  – Động năng của vật là:

$$W_d = \frac{1}{2}mv^2$$

  – Thế năng của vật là:

$$W_t = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$$

- Cơ năng của vật là:

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m\omega^2x^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \text{hằng số}$$

- Con lắc lò xo dao động điều hòa với chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.
- Con lắc đơn với góc lệch nhỏ ($\alpha \le 10^o$) dao động điều hoà với chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

EM CÓ THỂ

- Phân tích được sự chuyển hoá giữa động năng và thế năng trong dao động điều hoà ở một số ví dụ trong đời sống.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 6

DAO ĐỘNG TẮT DẦN. DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC. HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG



Một em bé đang chơi xích đu trong sân. Tại sao để xích đu tiếp tục dao động, người mẹ thỉnh thoảng lại đẩy nhẹ vào ghế xích đu?

I. DAO ĐỘNG TẮT DẦN

1. Dao động tự do

Trong các bài trước, ta đã giả thiết không có lực ma sát tác dụng vào con lắc. Con lắc dao động với biên độ và tần số riêng (kí hiệu là f_0) không đổi. Dao động như vậy gọi là *dao động tự do* vì nó chỉ phụ thuộc vào đặc tính của con lắc.

2. Dao động tắt dần

Trong thực tế, khi kéo con lắc ra khỏi vị trí cân bằng rồi thả cho nó dao động thì biên độ của nó giảm dần (Hình 6.1a). Dao động như vậy được gọi là *dao động tắt dần.*

?

Hãy giải thích tại sao dao động của em bé chơi xích đu trong ví dụ ở đầu bài lại tắt dần, nếu không có người mẹ thỉnh thoảng đẩy nhẹ vào ghế xích đu.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Thí nghiệm

Chuẩn bị:

Con lắc có vật nặng gắn bút dạ; tấm nhựa để ghi đồ thị của dao động; bộ phận tạo chuyển động đều cho tấm nhựa.

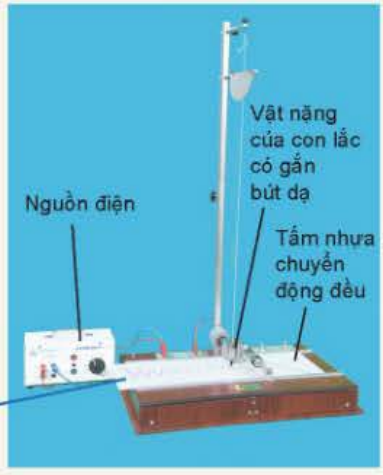
Tiến hành:

- Bố trí thí nghiệm như Hình 6.1b.
- Cho con lắc dao động ổn định và tấm nhựa chuyển động đều, bút dạ gắn ở vật nặng luôn tiếp xúc với tấm ghi đồ thị. Khi con lắc dao động, bút dạ gắn trên quả nặng sẽ ghi lại biên độ dao động của con lắc đơn theo thời gian như Hình 6.1a.

Hãy nhận xét về biên độ và chu kì (hay tần số) dao động của con lắc trong thí nghiệm.



a) Hình ảnh kết quả thí nghiệm của dao động tắt dần



b) Bộ thí nghiệm khảo sát dao động tắt dần của con lắc đơn

Hình 6.1

Kết quả thí nghiệm:

Khi con lắc dao động, nó chịu lực ma sát ở chỗ treo và ở chỗ tiếp xúc giữa bút dạ với tấm nhựa. Ngoài ra, nó còn chịu lực cản của không khí. Lực ma sát và lực cản của không khí đều làm tiêu hao cơ năng của con lắc, chuyển hoá dần cơ năng thành nhiệt năng. Vì thế, biên độ dao động của con lắc giảm dần và cuối cùng, con lắc dừng lại.

3. Ứng dụng

Bộ phận giảm xóc của xe máy Hình 6.2 là ứng dụng của dao động tắt dần.

Khi xe máy đi qua chỗ mấp mô, xe bị nảy lên và dao động. Nếu dao động kéo dài làm người ngồi trên xe khó chịu. Vì thế, người ta lắp thêm một bộ phận giảm xóc để làm tắt nhanh dao động của khung xe.



Hình 6.2. *Bộ phận giảm xóc của xe máy*

?

Hãy tìm trong thực tế ví dụ về dao động tắt dần và cho biết trong mỗi trường hợp thì dao động tắt dần là có lợi hay có hại.

II. DAO ĐỘNG CƯỠNG BỨC

1. Khái niệm dao động cưỡng bức

Dao động cưỡng bức là dao động xảy ra dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn có tần số f bất kì. Khi dao động ổn định, tần số dao động cưỡng bức bằng tần số của ngoại lực.

Ví dụ:

Khi đến bến xe buýt, xe chỉ tạm dừng nên không tắt máy, thân xe vẫn dao động. Dao động đó là dao động cưỡng bức dưới tác dụng của lực cưỡng bức tuần hoàn gây ra bởi chuyển động của pit-tông trong xilanh của máy nổ.

2. Đặc điểm

Dao động cưỡng bức khi ổn định có những đặc điểm sau đây:

- Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.
- Biên độ của dao động cưỡng bức phụ thuộc vào biên độ ngoại lực, độ lớn lực cản của môi trường, độ chênh lệch giữa tần số của ngoại lực và tần số riêng của hệ dao động.

?

Tìm thêm ví dụ về dao động cưỡng bức.

Thí nghiệm

Chuẩn bị:

- Một thanh cứng hình trụ, hai đầu thanh được gắn vào hai ổ trục để thanh có thể xoay dễ dàng quanh trục của nó.
- Một con lắc điều khiển Đ, ba con lắc thử 1, 2 và 3 được treo vào thanh cứng hình trụ.

Tiến hành:

- Bố trí thí nghiệm như Hình 6.3.
- Hãy dự đoán xem, trong thí nghiệm Hình 6.3, nếu con lắc điều khiển Đ được kéo sang một bên theo phương vuông góc với thanh rồi thả ra cho dao động thì các con lắc khác có dao động không? Con lắc nào dao động mạnh nhất? Tại sao?
- Làm thí nghiệm để kiểm tra.

Nhận xét:

So sánh kết quả quan sát được với dự đoán.



Hình 6.3. *Thí nghiệm về dao động cưỡng bức*

III. HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG

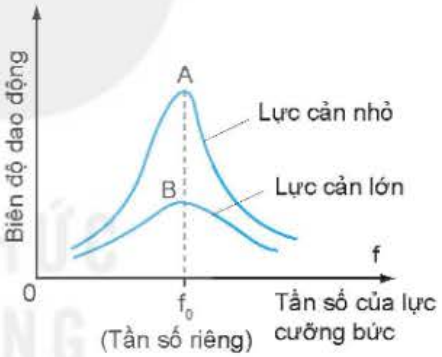
1. Định nghĩa

Từ kết quả thí nghiệm trên, ta có thể rút ra điều kiện để xảy ra hiện tượng cộng hưởng.

Hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng 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.

Đường cong trên đồ thị Hình 6.4 gọi là đồ thị cộng hưởng. Đồ thị càng nhọn khi lực cản của môi trường càng nhỏ (điểm A).

Điều kiện $f = f_0$ gọi là *điều kiện cộng hưởng.*



Hình 6.4

2. Giải thích

Khi tần số của lực cưỡng bức bằng tần số riêng của hệ dao động thì hệ được cung cấp năng lượng một cách nhịp nhàng, đúng lúc, do đó biên độ dao động của hệ tăng dần lên. Biên độ dao động đạt tới giá trị cực đại khi tốc độ tiêu hao năng lượng do ma sát bằng tốc độ cung cấp năng lượng cho hệ.

3. Hiện tượng cộng hưởng trong đời sống

Cộng hưởng là một hiện tượng vật lí quan trọng có thể xuất hiện trong nhiều tình huống khác nhau. Trong một số trường hợp, hiện tượng cộng hưởng có lợi như:

- Hộp đàn của các đàn ghita, violon,... là những hộp cộng hưởng được cấu tạo sao cho không khí trong hộp có thể dao động cộng hưởng với nhiều tần số dao động khác nhau của dây đàn.
- Nguyên tắc hoạt động của lò vi sóng dựa trên hiện tượng cộng hưởng. Ở các lò vi sóng này, vi sóng được sử dụng có tần số phù 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 cũng dao động cưỡng bức, nên hấp thụ năng lượng của vi sóng được sử dụng và nóng lên.

Tuy nhiên, trong một số trường hợp khác hiện tượng cộng hưởng lại có hại.

Nhiều hệ dao động như toà nhà, cầu, bệ máy, khung xe,... đều có một hay nhiều tần số riêng. Do vậy khi thiết kế cần tránh không để cho các hệ ấy chịu tác dụng của những lực cưỡng bức mạnh có tần số bằng các tần số riêng ấy. Nếu không chúng sẽ làm cho các hệ dao động mạnh dẫn đến đổ hoặc gãy. Câu chuyện về một cái cầu bắc ngang qua sông Fontanka (Phô-tan-ca) ở Saint Petersburg (Xanh Pê-téc-bua) ở nước Nga được thiết kế đủ vững chắc cho 300 người đi qua. Nhưng nó đã bị sập khi một trung đội bộ binh gồm 36 người đi đều qua vào năm 1960. Hay câu chuyện về một cây cầu khác được xây dựng năm 1940 qua eo biển Tacoma (Ta-cô-ma) ở nước Mỹ có thể chịu nhiều ô tô có tải trọng lớn đi qua nhưng cũng đã bị đổ sập dưới tác dụng của gió.

(Nguồn: http://www.history.com)

?

1. Hãy đánh giá sự có lợi hay có hại của cộng hưởng trong các ví dụ nêu trên.
2. 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.
3. 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 giữa các thanh 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 thanh ray là 12,5 m. Lấy $g = 9{,}8\ m/s^2$.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM ĐÃ HỌC

- Dao động có biên độ giảm dần theo thời gian gọi là dao động tắt dần.
- Nguyên nhân làm dao động tắt dần là do lực ma sát và lực cản của môi trường.
- Dao động chịu tác dụng của ngoại lực cưỡng bức tuần hoàn gọi là dao động cưỡng bức. Dao động cưỡng bức có biên độ không đổi và có tần số bằng tần số của lực cưỡng bức.
- Hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng 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 được gọi là hiện tượng cộng hưởng.
- Tuỳ từng trường hợp mà hiện tượng cộng hưởng có thể có lợi hoặc có thể có hại.

EM CÓ THỂ

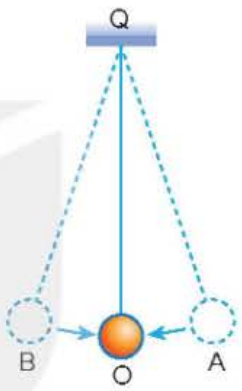
- Lấy được ví dụ thực tế về dao động tắt dần, dao động cưỡng bức và hiện tượng cộng hưởng.
- Nhận biết được sự có lợi hay có hại của cộng hưởng và vận dụng nó vào cuộc sống.

Bài 7 BÀI TẬP VỀ SỰ CHUYỂN HOÁ NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

Ta có thể sử dụng định luật bảo toàn cơ năng để tìm li độ và vận tốc của vật dao động điều hoà được không?

I. CÁC VÍ DỤ

Ví dụ 1: Một con lắc đơn gồm vật nặng có kích thước nhỏ, có khối lượng m, treo ở đầu một sợi dây mềm không dãn có độ dài l và có khối lượng không đáng kể (Hình 7.1). Đưa vật nặng ra khỏi vị trí cân bằng O sao cho dây treo hợp với QO một góc α_0 ($\alpha_0 \leq 10^o$) rồi thả nhẹ cho con lắc dao động điều hoà trên cung tròn $\overset{\frown}{AOB}$.



Hình 7.1

a) Tính thế năng và động năng của vật ở các vị trí A, O, B và vị trí bất kì (li độ góc α).

b) Ở vị trí nào động năng bằng thế năng?

Giải:

a) Chọn mốc để tính thế năng của vật là vị trí cân bằng O thì:

- Thế năng và động năng của vật tại các vị trí A và B là:

$W_t = W_{tmax} = mgl(1 - \cos\alpha_0) = mgl(2\sin^2\frac{\alpha_0}{2}) \approx mgl\frac{\alpha_0^2}{2}$ (với α_0 tính theo rad)

$W_đ = 0$.

- Thế năng và động năng của vật tại vị trí O là:

$W_t = 0$.

$W_đ = W_{tmax} = mgl(1 - \cos\alpha_0) \approx mgl\frac{\alpha_0^2}{2}$

- Thế năng và động năng của vật tại vị trí bất kì (li độ góc α) là:

$W_t = mgl(1 - \cos\alpha) \approx mgl\frac{\alpha^2}{2}$ (với α tính theo rad)

$W_đ = W_{tmax} - W_t \approx mgl\left(\frac{\alpha_0^2}{2} - \frac{\alpha^2}{2}\right)$

b) Khi $W_đ = W_t$, áp dụng định luật bảo toàn cơ năng:

$$W = W_{tmax} = W_đ + W_t = 2W_t \Leftrightarrow mgl\frac{\alpha_0^2}{2} = 2mgl\frac{\alpha^2}{2} \Rightarrow \alpha = \pm\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}.$$

Vậy, ở các vị trí có li độ góc $\alpha = \pm\frac{\alpha_0}{\sqrt{2}}$ thì động năng bằng thế năng.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Ví dụ 2: Một vật có khối lượng m = 200 g dao động điều hoà với tần số góc $\omega = 2\pi$ rad/s, biên độ A = 10 cm. Xác định thế năng của con lắc tại thời điểm vật có tốc độ v = 10 cm/s.

Giải:

Ta đã biết trong dao động điều hoà cơ năng được bảo toàn $W = W_t + W_đ$.

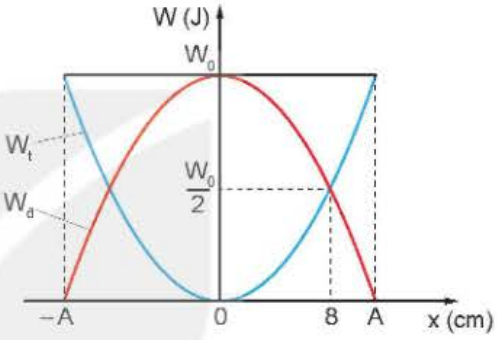
Suy ra thế năng:

$$W_t = W - W_đ$$

$$= \frac{m\omega^2 A^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2}(\omega^2 A^2 - v^2)$$

$$= \frac{0,2}{2}(2^2.\pi^2.0,1^2 - 0,1^2) \approx 0,038 \text{ J}.$$

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo có độ cứng k = 100 N/m dao động điều hoà. Gọi W_t, $W_đ$ lần lượt là thế năng của lò xo và động năng của vật, W_0 là cơ năng của con lắc lò xo. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thế năng W_t và động năng $W_đ$ của con lắc vào li độ x như Hình 7.2. Tính W_0.



Hình 7.2

Giải:

Từ đồ thị, ta xác định được:

Khi x = ± 8 cm = ± 0,08 m thì $W_đ = W_t$.

Mặt khác, vì $W_0 = W_t + W_đ$ nên khi $W_đ = W_t$ ta có:

$$W_0 = 2W_t = 2 \cdot \frac{1}{2} kx^2 = 0,64 \text{ J}.$$

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

1. Hình 7.3 mô tả một 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. Bút dạ gắn với vật nặng sẽ ghi lại đồ thị của địa chấn trên cuộn giấy quay đều. Biết sóng địa chấn có tần số nằm trong khoảng từ 30 Hz đến 40 Hz.

   Hãy giải thích tại sao tần số dao động riêng của hệ (vật nặng + lò xo) trong máy địa chấn phải có giá trị nhỏ hơn tần số này rất nhiều.



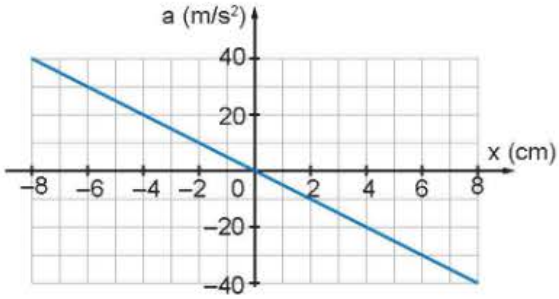
Hình 7.3

2. Đồ thị Hình 7.4 mô tả mối liên hệ giữa gia tốc và li độ của một vật dao động điều hoà.

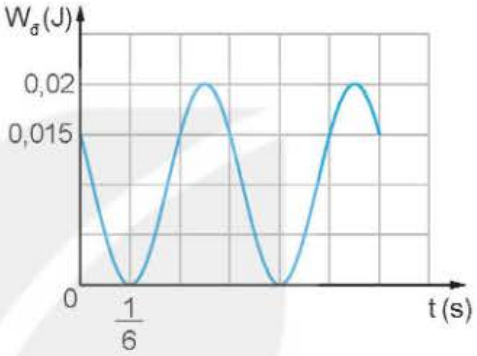
   Sử dụng số liệu trong đồ thị Hình 7.4 để tính tần số của dao động.

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

4. Một vật có khối lượng m dao động điều hoà với tần số góc ω và biên độ A.
   a) Khi vật có li độ bằng một nửa biên độ thì 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?



Hình 7.4



Hình 7.5

EM ĐÃ HỌC

- Cách xác định các đại lượng vận tốc, gia tốc, năng lượng, động năng, thế năng,... khi biết phương trình hoặc đồ thị của vật dao động điều hoà và ngược lại.

EM CÓ THỂ

- Phân tích được sự chuyển hoá năng lượng trong dao động điều hoà trong một số bài tập cụ thể.

CHƯƠNG II

SÓNG

Sóng nước, sóng âm thanh, sóng ánh sáng,... có đặc điểm gì chung?



Nội dung

- Mô tả sóng
- Sóng ngang, sóng dọc, sự truyền năng lượng của sóng cơ
- Sóng điện từ
- Giao thoa sóng
- Sóng dừng

Bài 8 MÔ TẢ SÓNG

Trong cuộc sống hằng ngày, chúng ta thường gặp hay nghe đến nhiều loại sóng như: sóng nước, sóng âm, sóng vô tuyến, sóng địa chấn,... Vậy sóng được hình thành như thế nào và có những đặc điểm gì?



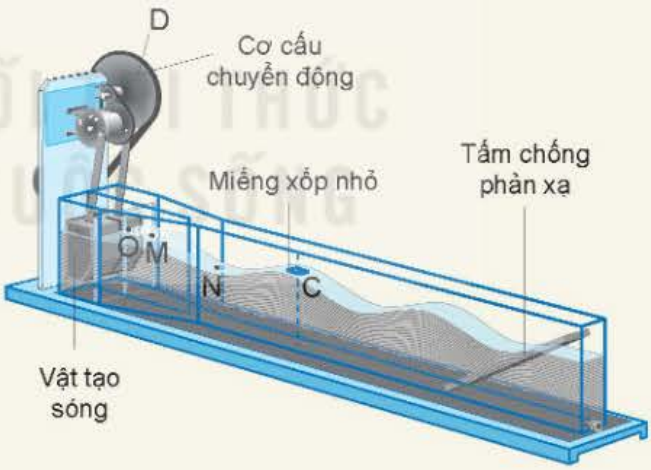
I. THÍ NGHIỆM TẠO SÓNG MẶT NƯỚC

Chuẩn bị:

Thiết bị tạo sóng mặt nước bằng kênh tạo sóng (Hình 8.1).

Tiến hành:

Đặt một miếng xốp nhỏ C trên mặt nước. Khi quay đĩa D làm cho vật tạo sóng O dao động lên xuống, ta thấy mặt nước tại O bị biến dạng thành những gợn sóng lan truyền đi xa. Khi gợn sóng lan truyền đến C thì miếng xốp dao động lên xuống.



Hình 8.1

Quan sát qua thành kênh, ta thấy mặt cắt của nước có dạng hình sin.

Ta nói đã có sóng hình sin truyền trên mặt nước. O là nguồn sóng, nước là môi trường truyền sóng, đường thẳng OC là phương truyền sóng. Những phần tử môi trường tham gia dao động tạo thành sóng.

Hãy quan sát chuyển động của miếng xốp trong thí nghiệm Hình 8.1 và cho biết miếng xốp có chuyển động ra xa nguồn cùng với sóng không.

II. GIẢI THÍCH SỰ TẠO THÀNH SÓNG

1. Trong thí nghiệm Hình 8.1, các phần tử nước sát nguồn O dao động theo phương thẳng đứng. Nhờ có *lực liên kết* giữa các phần tử nước mà các phần tử nước ở điểm M lân cận điểm O dao động theo. Đến lượt các phần tử nước ở điểm N gần điểm M dao động. Ta nói có sự truyền dao động từ điểm này sang điểm khác tạo nên sóng mặt nước.

   Như vậy, có hai nguyên nhân tạo nên sóng truyền trong một môi trường. Đó là nguồn dao động từ bên ngoài tác dụng lên môi trường và có lực liên kết giữa các phần tử của môi trường.

2. Bây giờ ta hãy xét sóng mặt nước có dạng hình sin lan truyền từ nguồn O theo phương Ox (Hình 8.2).

   Tại thời điểm bắt đầu quan sát (t = 0) phần tử nước tại O bắt đầu đi lên, còn các điểm khác chưa dao động.

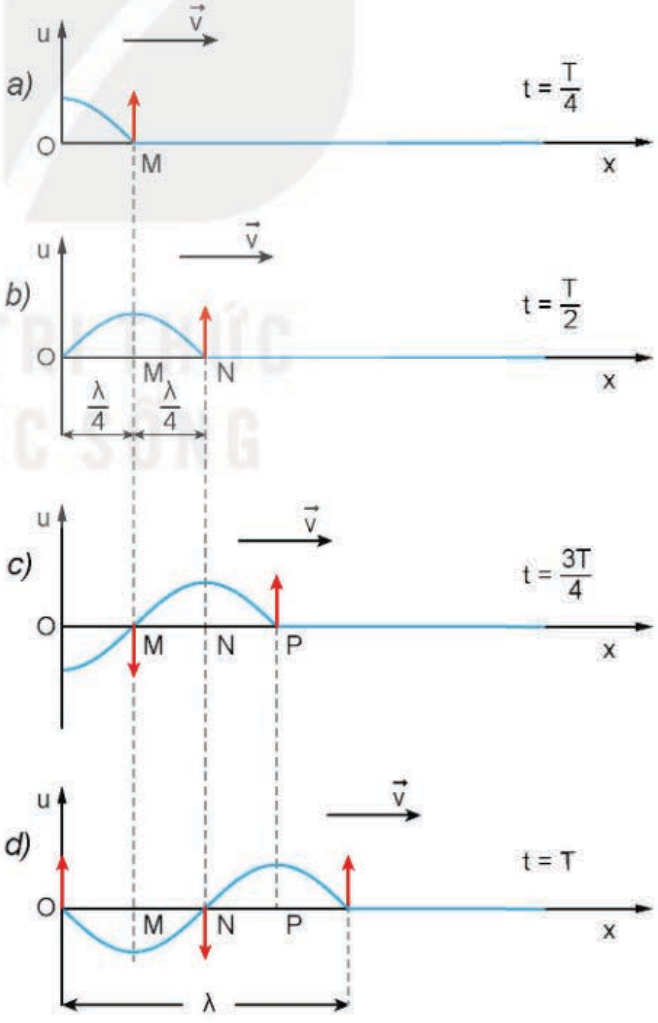
   Tại $t = \frac{T}{4}$ phần tử nước tại O đi lên đến vị trí biên, trong khi đó sóng truyền đến điểm M cách O một đoạn $d = v \cdot \frac{T}{4}$. Phần tử nước tại M trễ pha hơn phần tử nước tại O là $\frac{\pi}{2}$. Hình 8.2a cho biết hình dạng của sóng tại $t = \frac{T}{4}$.

   Tại $t = \frac{T}{2}$, phần tử nước tại O về đến vị trí cân bằng, phần tử nước tại M đi lên đến vị trí biên, còn sóng lan đến điểm N cách O một khoảng bằng $d = v \cdot \frac{T}{2}$. Điểm N trễ pha hơn điểm M là $\frac{\pi}{2}$, hay trễ pha hơn phần tử nước tại O là π. Hình dạng sóng được mô tả ở Hình 8.2b.

   Tại $t = \frac{3T}{4}$, t = T, hình dạng của sóng được mô tả trên Hình 8.2 c, d.

?

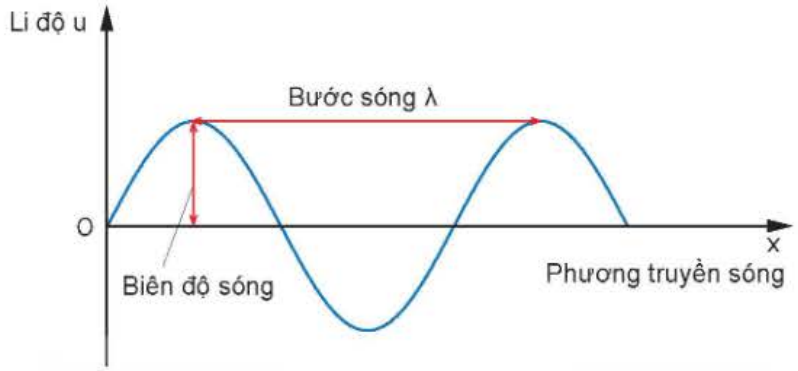
Trong đồ thị của sóng Hình 8.2d, những điểm nào trong các điểm M, N, P trên phương Ox dao động lệch pha $\frac{\pi}{2}$, ngược pha, đồng pha với nhau?



Hình 8.2. *Mô tả quá trình truyền sóng trên mặt nước*

III. CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐẶC TRƯNG CỦA SÓNG

Hình 8.3 là đồ thị một sóng hình sin lan truyền trên mặt nước theo phương Ox.



Hình 8.3. *Đồ thị (u – x) của một sóng hình sin*

u là li độ của các phần tử môi trường ở mỗi vị trí x trên phương truyền sóng tại một thời điểm t.

- Biên độ sóng là độ dịch chuyển lớn nhất của phần tử sóng khỏi vị trí cân bằng.
- Chu kì của sóng chính bằng chu kì dao động của phần tử sóng. Chu kì của sóng kí hiệu là T, đơn vị là giây.
- Tần số sóng: đại lượng $f = \frac{1}{T}$ được gọi là tần số của sóng.
- Tốc độ truyền sóng là tốc độ lan truyền của biến dạng trong môi trường truyền sóng.
- Bước sóng là quãng đường sóng truyền được trong một chu kì. Bước sóng được kí hiệu là λ, đơn vị là mét.
- Giữa các đại lượng λ, T (hay f) có mối liên hệ: $\lambda = vT = \frac{v}{f}$.
- Cường độ sóng I được định nghĩa là năng lượng sóng được truyền qua một đơn vị diện tích vuông góc với phương truyền sóng trong một đơn vị thời gian.

  Biểu thức: $I = \frac{E}{S.\Delta t}$.

  Trong đó E là năng lượng sóng truyền qua một diện tích S vuông góc với phương truyền sóng trong thời gian Δt.

  Trong hệ SI, đơn vị cường độ sóng là $\frac{J}{s \cdot m^2} = W/m^2$.

EM CÓ BIẾT

Tốc độ truyền sóng chỉ phụ thuộc vào tính chất của môi trường truyền sóng, không phụ thuộc vào tần số dao động của nguồn hay của các phần tử môi trường có sóng truyền qua.

Khi quan sát một hồ nước rộng, ta nhìn thấy có những gợn sóng lan truyền qua trước mặt. Hãy đề xuất cách đo các đại lượng đặc trưng của sóng như: chu kì của sóng, bước sóng, tốc độ truyền sóng trên mặt nước.

?

1. 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 40 s, tạo ra sóng cao 12 cm so với mặt hồ khi yên lặng và ngọn sóng tới bờ cách thuyền 10 m sau 5 s. Với số liệu này, hãy xác định:

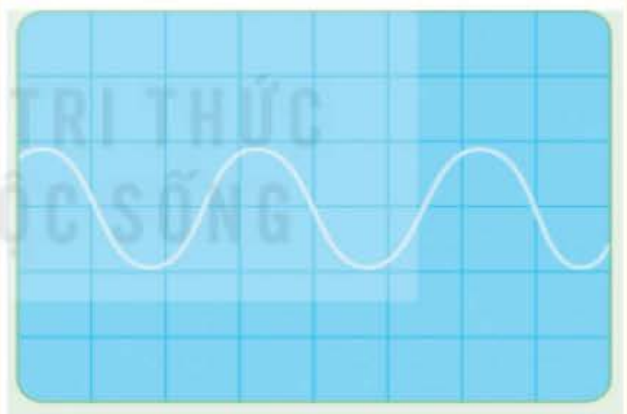
   a) Chu kì dao động của thuyền.

   b) Tốc độ lan truyền sóng trong môi trường.

   c) Bước sóng.

   d) Biên độ sóng.

2. Hình 8.4 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 1 ms. Tính tần số của sóng âm.



Hình 8.4

3. Trong thí nghiệm ở Hình 8.1, nếu ta thay đổi tần số dao động của nguồn sóng thì đại lượng nào sau đây không thay đổi?

   A. Chu kì sóng.

   B. Bước sóng.

   C. Tần số sóng.

   D. Tốc độ truyền sóng.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM ĐÃ HỌC

- Sóng cơ là những biến dạng cơ lan truyền trong môi trường đàn hồi.
- Biên độ sóng là độ dịch chuyển lớn nhất của phần tử sóng khỏi vị trí cân bằng.
- Chu kì sóng bằng chu kì dao động của phần tử sóng. Chu kì kí hiệu là T, đơn vị là giây.
- Tần số sóng: đại lượng $f = \frac{1}{T}$ được gọi là tần số sóng.
- Tốc độ truyền sóng v là tốc độ lan truyền dao động trong không gian.
- Bước sóng λ là quãng đường sóng truyền được trong một chu kì. Bước sóng được kí hiệu là λ, đơn vị là mét.
- Các đại lượng λ, T (hay f) và v có mối liên hệ sau đây: $\lambda = vT = \frac{v}{f}$.
- Sự lệch pha giữa các phần tử dao động trên phương truyền sóng tạo nên hình ảnh của sóng.

EM CÓ THỂ

- Tìm được các đại lượng đặc trưng của sóng từ đồ thị (u – x) của sóng.

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

Bài 9 SÓNG NGANG. SÓNG DỌC. SỰ TRUYỀN NĂNG LƯỢNG CỦA SÓNG CƠ

Sóng mặt nước và sóng âm truyền trong không khí có những đặc điểm gì giống và khác nhau?

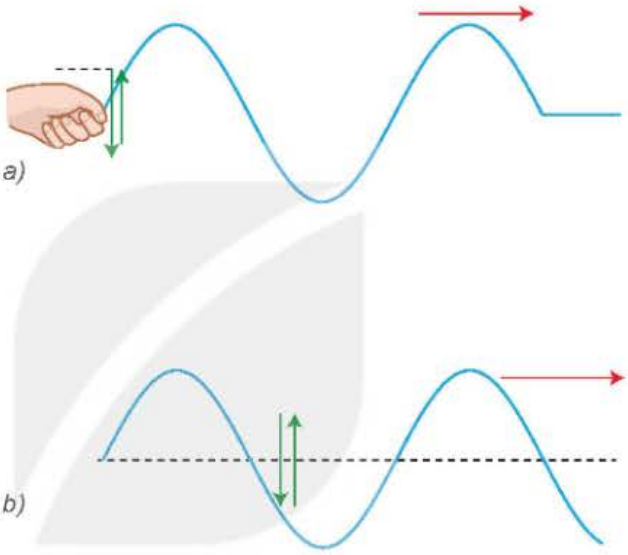
I. SÓNG NGANG

Trong thí nghiệm ở Hình 8.1 ta thấy các phần tử nước tại O, rồi tại M dao động lên, xuống theo phương thẳng đứng, trong khi sóng truyền từ O đến M theo phương ngang.

Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng gọi là sóng ngang.

?

Hình 9.1 mô tả một sóng ngang truyền trên dây đàn hồi. Hãy quan sát các mũi tên, từ đó chỉ ra phương dao động của các phần tử của dây và phương truyền sóng.

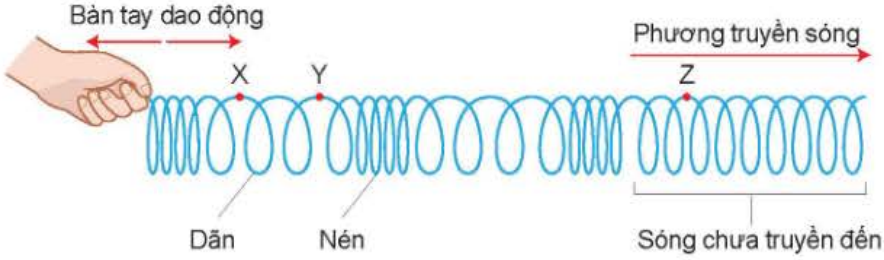


Hình 9.1. *Một sóng ngang truyền trên dây*

II. SÓNG DỌC

Đặt một lò xo ống dài và mềm trên mặt bàn nhẵn. Dùng tay cầm một đầu lò xo và cho bàn tay dao động dọc theo trục của lò xo. Các vòng của lò xo ở sát bàn tay lần lượt bị nén rồi bị dãn. Nhờ có lực đàn hồi giữa các vòng lò xo mà các biến dạng nén – dãn lan truyền đi xa dọc theo trục của lò xo (Hình 9.2).

Sóng trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng gọi là sóng dọc.



Hình 9.2. *Một sóng dọc truyền trên lò xo*

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Dựa vào Hình 9.1 và Hình 9.2, hãy chỉ ra điểm giống và khác nhau giữa sóng dọc và sóng ngang.

III. QUÁ TRÌNH TRUYỀN NĂNG LƯỢNG BỞI SÓNG

Trong thí nghiệm Hình 8.1, khi sóng lan truyền đến đâu thì các phần tử nước ở đó bắt đầu dao động. Năng lượng dao động mà các phần tử nước này có được là do *sóng mang năng lượng* của nguồn đến cho chúng. Các phần tử nước chỉ dao động tại chỗ, quanh vị trí cân bằng của nó chứ không chuyển động theo sóng. Điều đó chứng tỏ sóng mang năng lượng mà không mang các phần tử nước đi theo.

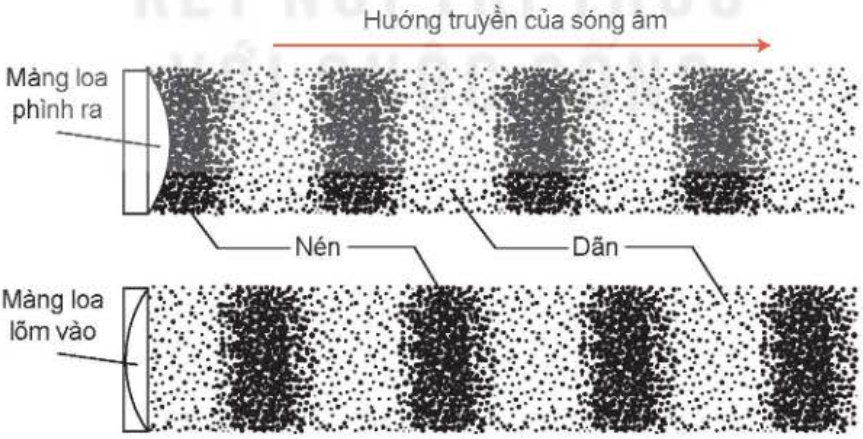
Đối với sóng dọc trên lò xo thì năng lượng được truyền đi bằng sự nén, dãn liên tiếp của các vòng lò xo.

Mọi sóng cơ khác như sóng âm đều mang năng lượng đi xa theo cách như vậy.

IV. SỬ DỤNG MÔ HÌNH SÓNG ĐỂ GIẢI THÍCH MỘT SỐ TÍNH CHẤT CỦA ÂM

Sóng dọc chạy trên lò xo là mô hình giúp ta hiểu được sự lan truyền và một số tính chất của sóng âm.

Nguồn âm dao động làm cho các phần tử không khí tiếp xúc với nguồn âm dao động theo phương truyền âm, các phần tử không khí dao động lệch pha nhau tạo nên các lớp không khí nén, dãn giống như ở lò xo. Các lớp không khí nén, dãn này truyền đi tạo thành *sóng âm* truyền theo mọi hướng trong không khí, Hình 9.3 chỉ xét sóng âm truyền theo hướng Ox. Khi sóng âm truyền đến tai người làm cho màng nhĩ dao động, do đó ta *nghe được* âm thanh.



Hình 9.3. *Các lớp không khí nén, dãn lan truyền tạo thành sóng âm*

Như vậy, dù không nhìn thấy sóng âm nhưng ta lại có thể nghe được âm. 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.

EM CÓ BIẾT

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 μm đến 0,76 μm.

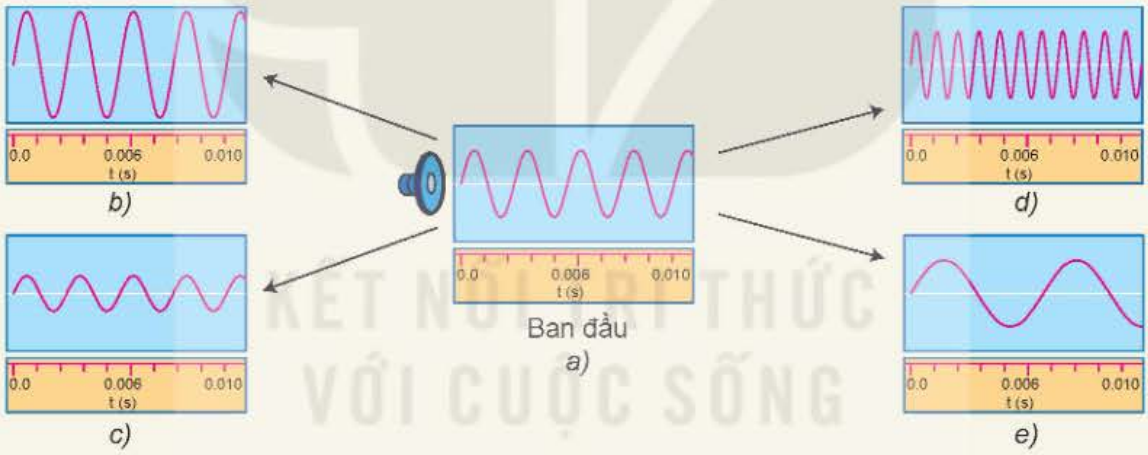
Sóng âm nghe được có tần số nằm trong khoảng từ 20 Hz đến 20 000 Hz.

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

?

1. Tại thời điểm mà sóng trên lò xo được mô tả trên Hình 9.2. Hãy xác định:
   a) Sóng đã truyền được bao nhiêu bước sóng?
   b) Trong các điểm X, Y, Z, điểm nào là điểm chưa dao động?
2. Dải tần số của sóng âm mà một học sinh có thể nghe thấy từ 30 Hz đến 16 000 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.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM ĐÃ HỌC

- 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.
- Quá trình truyền sóng là quá trình truyền năng lượng.
- 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.

EM CÓ THỂ

- Nêu được ví dụ trong thực tế chứng tỏ sóng truyền năng lượng.
- Nêu được ví dụ về sóng dọc và sóng ngang trong thực tiễn.
- Sử dụng mô hình sóng để giải thích được một số tính chất đơn giản của âm.

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

Bài 10 THỰC HÀNH: ĐO TẦN SỐ CỦA SÓNG ÂM

Để chỉnh các dây đàn, có thể so sánh âm do đàn phát ra với âm phát ra từ các âm thoa có tần số xác định. Làm thế nào kiểm tra tần số âm được ghi trên âm thoa bằng dụng cụ thí nghiệm?

I. GIỚI THIỆU DAO ĐỘNG KÍ ĐIỆN TỬ

Dao động kí điện tử là thiết bị dùng để hiển thị trên màn hình dạng tín hiệu đưa vào cần quan sát. Khoảng tần số đo được phụ thuộc vào từng loại dao động kí.

Dao động kí có các tính năng cơ bản sau:

- Đo cường độ của tín hiệu dao động điện.
- Đo tần số, chu kì, khoảng thời gian của tín hiệu dao động điện.

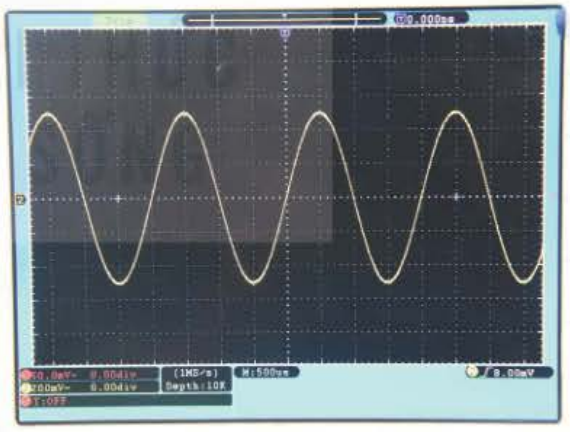
Cách sử dụng dao động kí để đo tín hiệu:

- Nối que đo vào chân cắm tín hiệu vào.
- Chọn dạng tín hiệu đo AC hoặc DC.
- Nối dao động kí với bộ nguồn và bật công tắc.
- Sử dụng dây đo nối với đầu tín hiệu cần đo.
- Nhấn nút TRIGGER để chọn chế độ là Auto.
- Nhấn nút VOLTS/DIV để điều chỉnh độ cao của tín hiệu.
- Nhấn nút SEC/DIV điều chỉnh giá trị tương ứng với một ô hiển thị trên màn hình.
- Sử dụng nút Vertical Position để điều chỉnh lên xuống đồ thị tín hiệu.



Hình 10.1. *Máy dao động kí điện tử*

Mỗi dao động kí điện tử chỉ đo được tín hiệu có hiệu điện thế nhất định, nếu vượt quá có thể làm hỏng thiết bị.



Hình 10.2. *Màn hình hiển thị tín hiệu dao động điện trên dao động kí điện tử*

Quan sát màn hình hiển thị tín hiệu dao động điện trên dao động kí (Hình 10.2), hãy xác định tần số dao động của tín hiệu.

II. THỰC HÀNH ĐO TẦN SỐ SÓNG ÂM

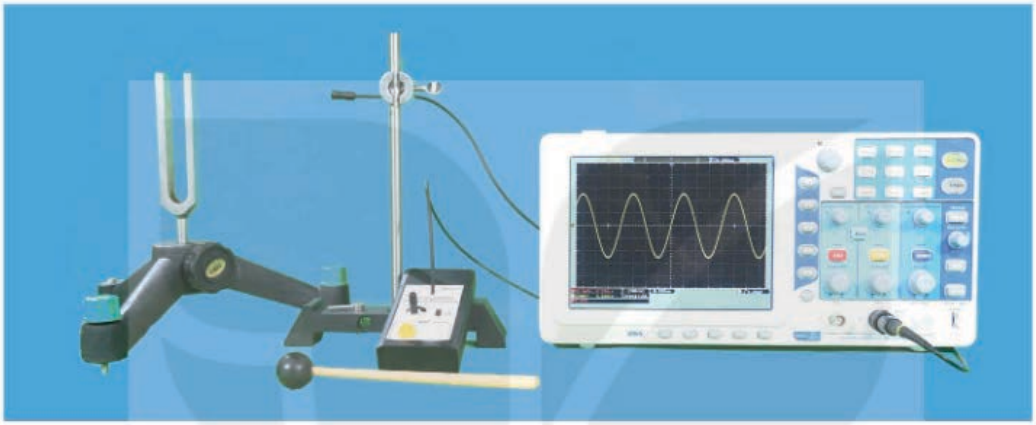
1. Dụng cụ thí nghiệm

- Dao động kí điện tử và dây đo (1).
- Micro (2).
- Bộ khuếch đại tín hiệu (3).
- Âm thoa và búa cao su (4).
- Giá đỡ và kẹp giữ âm thoa.



Hình 10.3. *Bộ thí nghiệm đo tần số sóng âm*

2. Thiết kế phương án thí nghiệm



Hình 10.4. *Bố trí thí nghiệm đo tần số sóng âm*

Quan sát thí nghiệm Hình 10.4 và thực hiện các yêu cầu sau:

1. Sóng âm truyền tới dao động kí như thế nào?
2. Tại sao tần số dao động của tín hiệu đưa vào dao động kí lại bằng tần số dao động của âm thoa?
3. Thiết kế phương án thí nghiệm để đo tần số sóng âm với các dụng cụ thí nghiệm trên.
4. Làm thế nào để giảm ảnh hưởng của tiếng ồn bên ngoài đến phép đo?

3. Tiến hành thí nghiệm

1. Bố trí thí nghiệm như Hình 10.4.
2. Đặt micro cách âm thoa một khoảng 20 cm.
3. Nối micro và bộ khuếch đại vào dao động kí, bật dao động kí.
4. Dùng búa cao su gõ âm thoa.
5. Xác định chu kì của sóng trên màn hình. Đọc giá trị T và ghi vào vở theo mẫu Bảng 10.1.
6. Lặp lại các bước thí nghiệm 4, 5 hai lần.

Để dao động kí hiển thị dòng điện từ micro đi vào dao động kí cần thực hiện như sau:

- Nối dây đo với cổng tín hiệu vào.
- Nối bộ khuếch đại tín hiệu micro vào dây đo.
- Đặt TRIGGER MODE ở chế độ AUTO.
- Điều chỉnh VOLTS/DIV cho tới khi thấy sóng trên màn hình.

4. Kết quả thí nghiệm

Bảng 10.1

Đại lượng	Lần đo			Giá trị trung bình
	Lần 1	Lần 2	Lần 3	
Chu kì T (s)	?	?	?	?
Tần số f (Hz)	?	?	?	?

So sánh tần số sóng âm vừa đo được với tần số ghi trên âm thoa.

Ghi lại kết quả đo chu kì và xử lí kết quả thí nghiệm:

- Tính tần số sóng âm và ghi kết quả vào vở theo mẫu Bảng 10.1.
- Tính giá trị trung bình, sai số của phép đo chu kì và tần số.

EM ĐÃ HỌC

- Cách đo tần số của sóng âm bằng cách sử dụng dao động kí.

EM CÓ THỂ

- Sử dụng một số phần mềm trên điện thoại thông minh để chỉnh dây đàn ghita.

EM CÓ BIẾT

Các nhạc cụ có thể phát ra các nốt nhạc cơ bản có tần số như Bảng 10.2.

Với các quãng tám khác nhau thì tần số các nốt nhạc cũng có sự thay đổi.

Bảng 10.2. Bảng tần số các nốt nhạc cơ bản

Nốt nhạc (Kí hiệu)	Tần số (Hz)
Đô (C)	262
Rê (D)	294
Mi (E)	330
Pha (F)	349
Son (G)	392
La (A)	440
Si (B)	494

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 11 SÓNG ĐIỆN TỪ

Chỉ với một chiếc điện thoại thông minh hay chiếc máy tính được kết nối với internet, ta có thể trao đổi thông tin với nhau trên khắp toàn cầu. Vậy tại sao thông tin lại có thể lan truyền được trong không gian?

I. SÓNG ĐIỆN TỪ

Các thiết bị như ti vi, điện thoại di động, lò vi sóng đều sử dụng *sóng điện từ*. Vậy sóng điện từ là gì?

Dựa vào các thí nghiệm nghiên cứu về mối liên hệ giữa dòng điện và từ trường, nhà bác học Faraday đã xây dựng lí thuyết điện từ. Lí thuyết này đã được phát triển và ứng dụng rộng rãi cho tới ngày nay.



Hình 11.1. *Michael Faraday, (Mai-cơn Pha-ra-đây, 1791-1867), nhà vật lí người Anh*

Maxwell đã mở rộng lí thuyết này và dựa vào đó tiên đoán điện từ trường biến thiên sẽ lan truyền khắp không gian dưới dạng sóng. Sóng này gọi là sóng điện từ. Qua rất nhiều nghiên cứu ông đã đi tới kết luận:

Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.
Sóng điện từ là sóng ngang.

Hơn nữa, bằng tính toán, Maxwell đã chỉ ra được tốc độ của tất cả các sóng điện từ truyền trong chân không có giá trị bằng 3.10^8 m/s, đúng bằng tốc độ ánh sáng trong chân không. Đây là cơ sở để ông khẳng định rằng ánh sáng chính là sóng điện từ.



Hình 11.2. *James Clerk Maxwell, (Giêm-clơ Mác-xoen, 1831-1879), nhà vật lí người Anh*

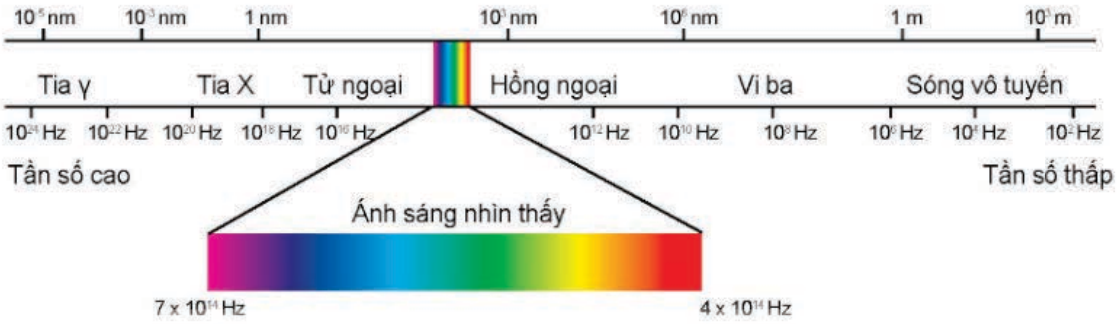
?

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 kì tự quay của Trái Đất ở độ cao 36 600 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 = 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 = 3.10^8 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 hoạ.

II. THANG SÓNG ĐIỆN TỪ

Sự khác nhau về bước sóng (hay tần số) của các loại sóng điện từ đã dẫn đến sự khác nhau về tính chất và công dụng của chúng.

Toàn bộ sóng điện từ, từ sóng rất dài (hàng chục km) đến sóng rất ngắn (cỡ 10^{-12} m đến 10^{-15} m) đã được trình bày dưới dạng một thang sóng điện từ (Hình 11.3).



Hình 11.3. *Thang sóng điện từ*

Không có sự phân chia rõ ràng giữa các dải sóng trong phổ của sóng điện từ.

1. Ánh sáng nhìn thấy

- Dải bước sóng của ánh sáng nhìn thấy là một phần của thang sóng điện từ (Hình 11.3). Quang phổ của ánh sáng nhìn thấy là một dải màu biến thiên liên tục từ tím đến đỏ. Bước sóng của ánh sáng nhìn thấy nằm trong khoảng từ 0,38 μm đến 0,76 μm, trong đó ánh sáng đỏ có bước sóng dài nhất khoảng 0,76 μm, ánh sáng tím có bước sóng ngắn nhất khoảng 0,38 μm.
- Nguồn phát ra ánh sáng nhìn thấy như: Mặt Trời, một số loại đèn, tia chớp, ngọn lửa,...

? So sánh tần số của ánh sáng đỏ và ánh sáng tím.

2. Tia hồng ngoại (IR)

- Tia hồng ngoại là sóng điện từ không nhìn thấy được, có bước sóng nằm trong khoảng từ 0,76 μm đến 1 mm.
- Nguồn phát tia hồng ngoại: Vật có nhiệt độ cao hơn môi trường xung quanh thì phát được tia hồng ngoại ra môi trường. Nguồn thông dụng là bóng đèn dây tóc, bếp gas, bếp than, diode hồng ngoại,...
- Tia hồng ngoại có tính chất tuân theo các định luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ và gây được hiện tượng nhiễu xạ, giao thoa như ánh sáng thông thường. Đặc trưng nổi bật của tia hồng ngoại là tác dụng nhiệt. Ứng dụng phổ biến nhất của tia hồng ngoại là sử dụng trong các điều khiển từ xa; bếp điện, lò nướng,...

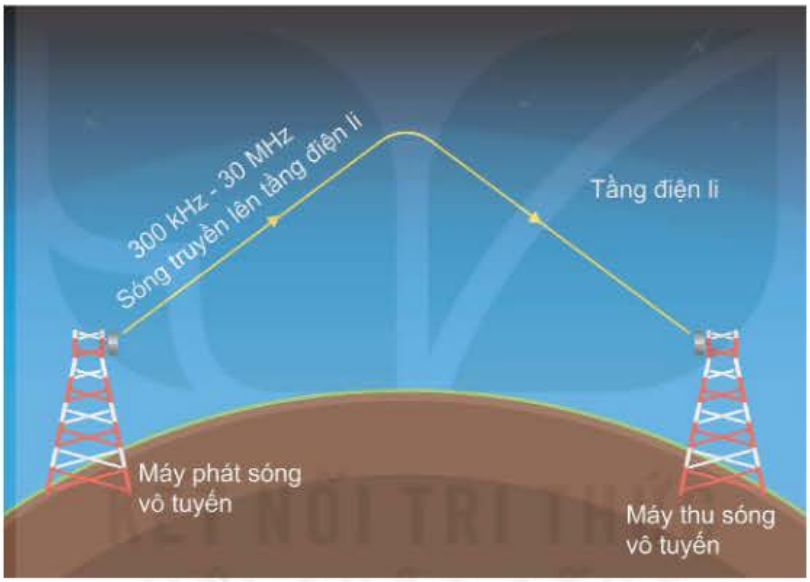
3. Tia tử ngoại (UV)

- Tia tử ngoại là sóng điện từ không nhìn thấy được có bước sóng nằm trong khoảng từ 1 nm đến 380 nm.
- Nguồn phát tia tử ngoại: Vật có nhiệt độ trên 2 000 °C thì phát được tia tử ngoại, nhiệt độ của vật càng cao thì bước sóng tử ngoại càng nhỏ. Hồ quang điện, đèn hơi thuỷ ngân là những nguồn phát tia tử ngoại mạnh.

– Tia tử ngoại có tính chất tác dụng lên phim ảnh, kích thích sự phát quang của nhiều chất, làm ion hoá không khí, có tác dụng sinh học,... Tia tử ngoại được ứng dụng vào công nghệ diệt khuẩn, tiệt trùng thực phẩm trước khi đóng gói, khử trùng dụng cụ y tế, tìm vết nứt trên bề mặt của các vật kim loại,...

4. Sóng vô tuyến

Sóng vô tuyến có bước sóng nằm trong khoảng từ 1 mm đến 100 km. Chúng được phát ra từ anten và được sử dụng để "mang" các thông tin như âm thanh, hình ảnh đi rất xa. Sóng này bị phản xạ bởi tầng điện li trước khi tới máy thu (Hình 11.4). Trong đó, sóng VHF (Very High Frequency) (bước sóng rất ngắn) từ 1 m đến 10 m và sóng UHF (Ultra High Frequency) (bước sóng cực ngắn) từ 10 cm đến 1 m có thể truyền thẳng đến máy thu, không bị phản xạ bởi tầng điện li. Chúng được sử dụng trong các đài phát thanh và truyền hình địa phương. Sóng vi ba (bước sóng khoảng vài cm) được sử dụng trong viễn thông quốc tế và chuyển tiếp truyền hình qua vệ tinh thông tin và cho mạng điện thoại di động qua tháp vi ba.



Hình 11.4. *Truyền sóng vô tuyến trong khí quyển*

?

1. Giải thích tại sao mỗi khi hàn điện người thợ hàn cần che mặt bằng mặt nạ (Hình 11.5).
2. Giải thích tại sao Mặt Trời là một nguồn năng lượng khổng lồ phát ra tia tử ngoại mà con người và các sinh vật trên Trái Đất vẫn có thể sinh sống dưới ánh nắng mặt trời được.



Hình 11.5. *Hàn điện*

5. Tia X (tia Rơn ghen)

Tia X có bước sóng ngắn hơn tia tử ngoại (khoảng từ 30 pm đến 3 nm).

Nguồn phát tia X: 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 (Hình 18.2).

Ngoài các công dụng về chẩn đoán và chữa trị một số bệnh trong y học, tia X còn được sử dụng trong công nghiệp để tìm khuyết tật trong các vật đúc bằng kim loại và trong nghiên cứu cấu trúc các tinh thể; sử dụng trong giao thông để kiểm tra hành lí của hành khách khi đi máy bay,...

6. Tia gamma (γ)

Tia gamma có bước sóng ngắn nhất trong thang sóng điện từ, khoảng từ 10^{-5} nm đến 0,1 nm.

Trong y học, tia gamma được dùng trong phẫu thuật, điều trị các căn bệnh liên quan đến khối u, dị dạng mạch máu, các bệnh chức năng của não. Bên cạnh lĩnh vực y tế, tia gamma còn được ứng dụng trong lĩnh vực công nghiệp. Tia gamma giúp phát hiện các khuyết tật của sản phẩm bằng hình ảnh rõ ràng với độ chính xác cao.

Bảng 11.1 cho biết phạm vi của bước sóng trong chân không của các dải chính tạo nên thang sóng điện từ.

1. Hãy xác định phạm vi của tần số tương ứng với các dải bước sóng đó.

Bảng 11.1. Bước sóng trong chân không của thang sóng điện từ

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 1 m	?
Tia hồng ngoại	Từ 0,76 μm đến 1 mm	?
Ánh sáng nhìn thấy	Từ 0,38 μm đến 0,76 μm	?
Tia tử ngoại	Từ 1 nm đến 380 nm	?
Tia X	Từ 30 pm đến 3 nm	?

2. Nêu loại sóng điện từ trong chân không ứng với mỗi bước sóng.

a) 1 km; b) 3 cm; c) 5 μm;
d) 500 nm; e) 50 nm; g) 10^{-12} m.

3. 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.

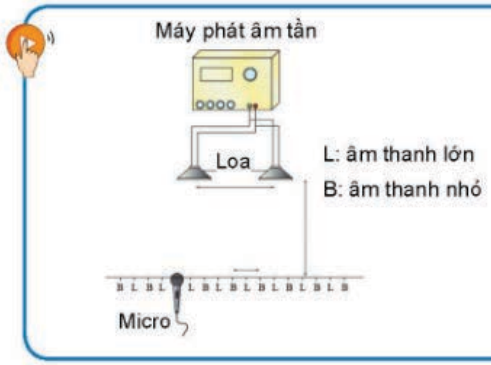
EM ĐÃ HỌC

- Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.
- Sóng điện từ truyền trong chân không với tốc độ bằng tốc độ ánh sáng $c = 3.10^8$ m/s.
- Thang sóng điện từ.

EM CÓ THỂ

- Nhận biết được các loại bức xạ trong thang sóng điện từ dựa vào bước sóng hoặc tần số của nó.

Bài 12 GIAO THOA SÓNG



Cho hai loa giống nhau cùng phát âm thanh như hình bên, dịch chuyển một micro có nối với dao động kí phía trước hai loa để ghi đồ thị sóng âm thì thấy có những điểm tại đó biên độ sóng âm thu được rất lớn (L) và những điểm biên độ rất bé (B) nằm xen kẽ. Hiện tượng thú vị này giải thích như thế nào?

I. HIỆN TƯỢNG GIAO THOA CỦA HAI SÓNG MẶT NƯỚC

1. Thí nghiệm

Chuẩn bị:

- Đèn chiếu.
- Cần rung có gắn một quả cầu.
- Cần rung có gắn hai quả cầu.
- Khay nước có đáy trong suốt.
- Gương phẳng đặt hợp với đáy khay nước một góc 45° để thu hình ảnh giao thoa chiếu trên màn thẳng đứng.

Tiến hành:

Bước 1: Cho cần rung có gắn một quả cầu dao động, quan sát hình ảnh sóng trên màn thẳng đứng.

Bước 2: Cho cần rung có gắn hai quả cầu dao động, quan sát hình ảnh sóng trên màn thẳng đứng (Hình 12.1) và rút ra nhận xét.

Bước 3: Dùng bút nối các điểm dao động cực đại (các điểm tối) trên màn ta thu được các đường cong liền nét như trên Hình 12.2. Tương tự ta nối các điểm dao động cực tiểu trên màn ta thu được các đường cong nét đứt như trên Hình 12.2.



Hình 12.1. *Thí nghiệm tạo ra sự giao thoa của hai sóng nước*

Kết quả:

Đối với cần rung có gắn một quả cầu, hình ảnh trên màn thẳng đứng cho thấy có các hình tròn sáng, tối đồng tâm xen kẽ, lan truyền từ tâm dao động ra xa.

Đối với cần rung có gắn hai quả cầu, hình ảnh trên màn thẳng đứng ta thấy ảnh của các gợn sóng là các đường sáng và tối ổn định. Các đường này được biểu diễn như trong Hình 12.2

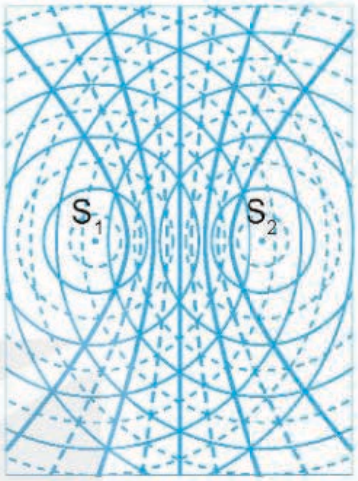
2. Giải thích

a) Để giải thích hiện tượng trên, ta cần biết thêm một đặc điểm nữa của chuyển động sóng: Mỗi nguồn sóng phát ra một sóng có các gợn sóng là những đường tròn giống hệt như khi không có các nguồn sóng khác ở bên cạnh.

Những điểm nào cách nguồn một khoảng bằng kλ thì dao động đồng pha với nguồn, còn những điểm nào cách nguồn một khoảng $(k+\frac{1}{2})\lambda$ thì dao động ngược pha với nguồn.

b) Trong thí nghiệm ta đã dùng hai nguồn sóng giống hệt nhau dao động theo phương vuông góc với mặt nước. Vì thế, trên mặt nước có những điểm đứng yên, do hai sóng gặp nhau ở đó dao động ngược pha nên triệt tiêu nhau; có những điểm dao động rất mạnh do hai sóng ở đó dao động đồng pha.

Hình 12.2 cho thấy, những điểm đứng yên hợp thành những đường hypebol nét đứt là những điểm dao động với biên độ cực đại hợp thành những đường hypebol nét liền.



Hình 12.2. *Sự 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.

3. Điều kiện để xảy ra giao thoa

Để xảy ra hiện tượng giao thoa hai nguồn sóng phải:

– Dao động cùng phương, cùng tần số.

– Có độ lệch pha không đổi theo thời gian.

Hai nguồn như vậy gọi là *hai nguồn kết hợp*. Hai sóng do hai nguồn kết hợp phát ra gọi là *hai sóng kết hợp*.

Hiện tượng giao thoa là một hiện tượng đặc trưng của sóng. Vì thế, mọi quá trình vật lí nào gây ra được hiện tượng giao thoa cũng tất yếu là một quá trình sóng.

?

Giải thích hiện tượng nêu ở mục khởi động.

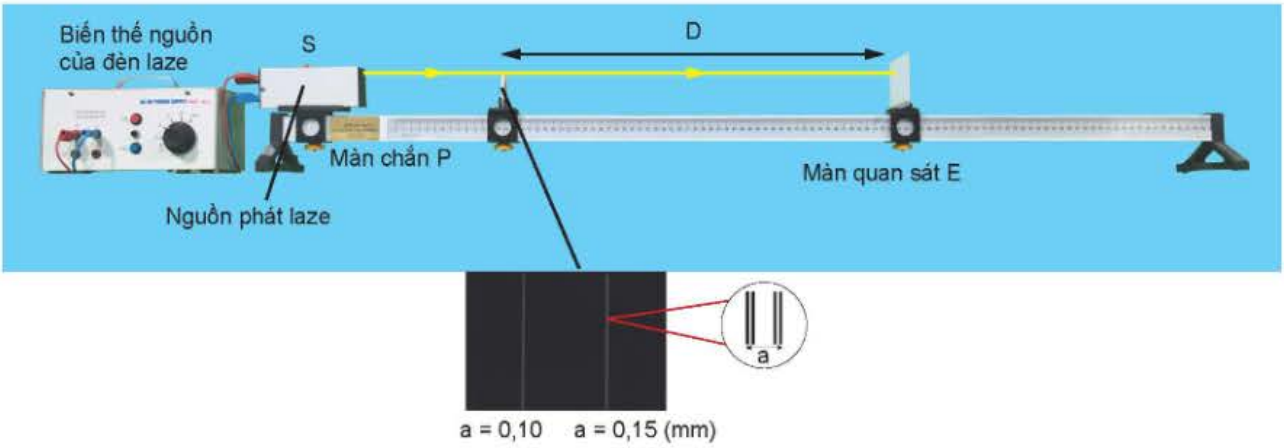
II. THÍ NGHIỆM CỦA YOUNG (Y-ÂNG) VỀ GIAO THOA ÁNH SÁNG

1. Thí nghiệm

Tương tự như sóng nước, làm thí nghiệm về giao thoa của hai nguồn sóng ánh sáng kết hợp.

Thí nghiệm được bố trí như Hình 12.3.

Ánh sáng phát ra từ nguồn S chiếu vào hai khe hẹp F_1, F_2. Hai khe hẹp này là hai nguồn kết hợp.

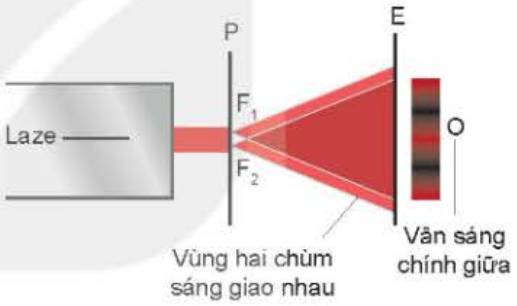


Hình 12.3. *Thí nghiệm giao thoa ánh sáng*

Hình ảnh giao thoa ánh sáng quan sát được trên màn E như Hình 12.4.

?

Trong thí nghiệm trên, nếu thay nguồn sáng laze bằng bóng đèn dây tóc phát ánh sáng trắng thì vân sáng chính giữa sẽ có màu gì.



Hình 12.4. *Thí nghiệm tạo ra sự giao thoa ánh sáng của hai chùm laze*

Trong vùng hai chùm sáng gặp nhau, có những vạch tối và vạch sáng xen kẽ như trên Hình 12.4 đã khẳng định ánh sáng có tính chất sóng. Những *vạch tối* là chỗ hai sóng *ánh sáng triệt tiêu lẫn nhau*. Những *vạch sáng* là chỗ hai sóng *ánh sáng tăng cường lẫn nhau*. *Những vạch sáng và tối xen kẽ nhau chính là hệ vân giao thoa của hai sóng ánh sáng.*

2. Công thức xác định bước sóng λ của ánh sáng

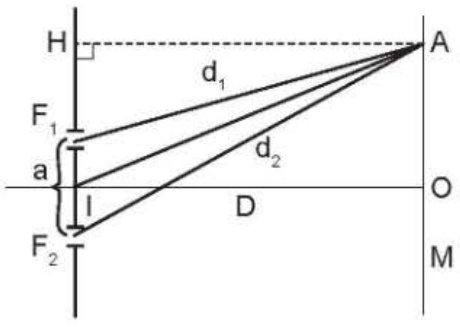
Hình 12.5 là sơ đồ rút gọn của thí nghiệm Young. Gọi:

O là vị trí tại đó xuất hiện vân sáng chính giữa.

a là khoảng cách giữa hai khe: $a = F_1F_2$.

D là khoảng cách từ hai khe đến màn quan sát: $D = IO$.

i là khoảng vân, là khoảng cách giữa hai vân sáng hoặc hai vân tối liên tiếp.



Hình 12.5. *Sơ đồ rút gọn của thí nghiệm Young*

Đo được a, D và i, ta sẽ xác định được bước sóng λ theo công thức sau: $\lambda = \dfrac{ia}{D}$.

- Điều kiện để tại A có vân sáng, vân tối:
  + Tại A có vân sáng khi: $d_2 - d_1 = k\lambda$ với $k = 0, \pm1, \pm2,...$
  + Tại A có vân tối khi: $d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{2})\lambda$ với $k = 0, \pm1, \pm2,...$
- Vị trí các vân sáng, các vân tối:
  + Vị trí các vân sáng: $x_s = k\frac{\lambda D}{a}$ với $k = 0, \pm1, \pm2,...$
  + Vị trí các vân tối: $x_t = (k + \frac{1}{2})\frac{\lambda D}{a}$ với $k = 0, \pm1, \pm2,...$

?

1. 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.
2. Trong một thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng với a = 0,2 mm, D = 1,2 m, người ta đo được i = 3,6 mm. Tính bước sóng λ và tần số f của bức xạ.
3. Trong một thí nghiệm Young, biết a = 0,15 mm, D = 1,20 m, khoảng cách giữa 12 vân sáng liên tiếp là 52 mm. Tính bước sóng ánh sáng.

EM ĐÃ HỌC

- Hai nguồn sóng kết hợp là hai nguồn có cùng tần số và có độ lệch pha không đổi theo thời gian. Hai sóng do hai nguồn kết hợp phát ra là hai sóng kết hợp.
- Hiện tượng giao thoa là hiện tượng khi hai sóng kết hợp gặp nhau thì có những điểm ở đó hai sóng luôn đồng pha thì dao động với biên độ cực đại; có những điểm ở đó hai sóng luôn ngược pha thì dao động với biên độ cực tiểu.
- Bước sóng λ của ánh sáng được xác định theo công thức: $\lambda = \frac{ia}{D}$.

  (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).

EM CÓ THỂ

- Từ hiện tượng giao thoa sóng nước, giải thích được hiện tượng giao thoa của các sóng khác như sóng âm, sóng ánh sáng.

Bài 13 SÓNG DỪNG



Khi vỗ tay đều trước miệng các ống của đàn K'lông pút có độ dài khác nhau như hình bên, thì thấy âm phát ra ở các miệng ống trầm bổng khác nhau. Sóng âm lan truyền trong mỗi ống không phải là sóng chạy. Vậy đó là loại sóng gì và có những đặc điểm nào?

I. THÍ NGHIỆM TẠO SÓNG DỪNG

Chuẩn bị:

- Giá thí nghiệm.
- Dây đàn hồi PQ.
- Bộ rung.
- Máy phát tần số.

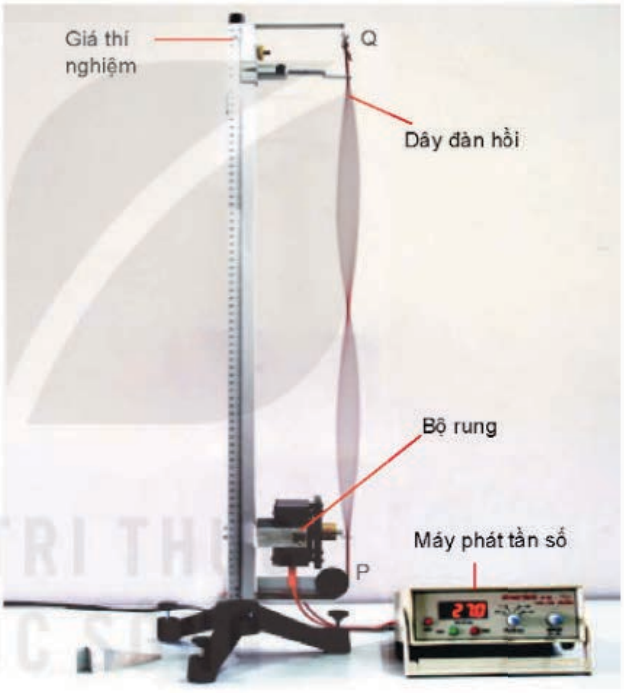
Tiến hành:

Bố trí thí nghiệm như Hình 13.1.

Bước 1: Giữ cho dây căng, đầu P mắc vào ròng rọc, đầu rung mắc vào dây.

Bước 2: Cho bộ rung hoạt động để rung đầu P. Điều chỉnh tần số của bộ rung cho đến khi trên dây xuất hiện những điểm dao động với biên độ cực đại và có những điểm đứng yên. Hiện tượng như vậy gọi là hiện tượng sóng dừng. Ghi lại tần số của bộ rung.

Bước 3: Thay đổi tần số của bộ rung cho đến khi lại quan sát được những điểm dao động với biên độ cực đại và những điểm đứng yên. Ghi lại tần số mới của bộ rung.



Hình 13.1. *Bộ thí nghiệm tạo sóng dừng trên sợi dây*

?

Từ kết quả thí nghiệm rút ra điều kiện để có sóng dừng.

II. GIẢI THÍCH SỰ TẠO THÀNH SÓNG DỪNG

1. Đặc điểm của sóng dừng

Sóng dừng được tạo thành mỗi khi có hai sóng cùng biên độ, cùng bước sóng lan truyền theo hai hướng ngược nhau. Hai sóng này gặp nhau, giao thoa nhau tạo nên sóng tổng hợp là sóng dừng. Những điểm mà tại đó hai sóng ngược pha nhau thì không dao động và được gọi là

nút sóng. Những điểm mà tại đó hai sóng đồng pha với nhau thì dao động với biên độ cực đại và được gọi là *bụng sóng* (Hình 13.2).

Trong thực tế, ta thường gặp một trong hai sóng là sóng phản xạ của sóng kia.

Sóng dừng là tổng hợp của nhiều sóng tới và sóng phản xạ.

?

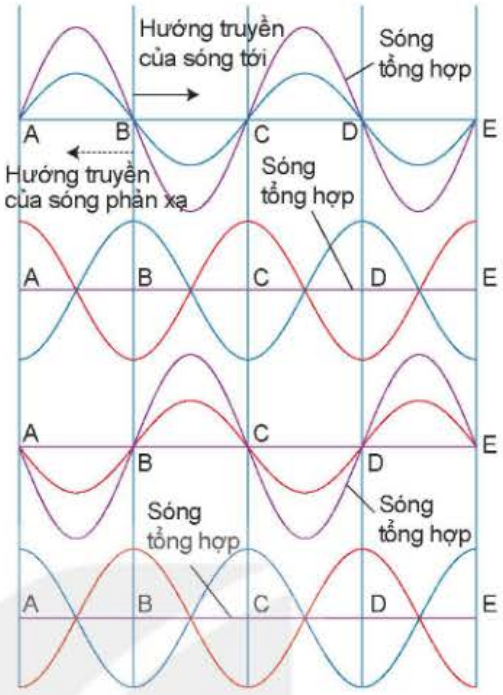
Hãy xác định số nút và số bụng của sóng dừng trên sợi dây Hình 13.3.

2. Điều kiện để có sóng dừng

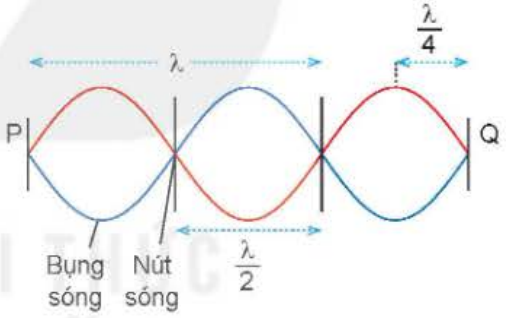
Điều kiện để có sóng dừng trên một sợi dây có hai đầu cố định là chiều dài của sợi dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng (Hình 13.3).

$$L = n\frac{\lambda}{2} \qquad (13.1)$$

với n = 1, 2, 3,...



Hình 13.2



Hình 13.3

III. SÓNG DỪNG TRONG CÁC NHẠC CỤ

Việc các nhạc cụ phát ra các nốt nhạc cao, thấp khác nhau thường phụ thuộc vào việc tạo ra các sóng dừng khác nhau.

1. Sóng dừng đối với nhạc cụ dây

Đối với các loại nhạc cụ dây như đàn ghita, violon, đàn tính, đàn cò,... thì hai đầu dây đàn được giữ cố định (Hình 13.4). Khi ta gảy đàn, trên dây xuất hiện sóng dừng. Theo công thức (13.1), nó phát ra một âm có bước sóng $\lambda = 2L$ hay có tần số $f = \frac{v}{2L}$. Khi ấn ngón tay vào các phím khác nhau, ta đã thay đổi chiều dài của dây đàn, do đó âm phát ra có độ cao, thấp khác nhau.

?

Hãy giải thích sự tạo thành sóng dừng trên dây PQ ở thí nghiệm Hình 13.1.



Hình 13.4. *Đàn tính*

2. Sóng dừng đối với nhạc cụ khí

Đối với các loại nhạc cụ khí như sáo, kèn, khi ta thổi, cột không khí dao động tạo ra sóng dừng. Bằng cách thay đổi lỗ bị bịt, ta thay đổi chiều dài cột không khí dao động. Do đó, các nốt nhạc phát ra cũng bị thay đổi (Hình 13.5).



Hình 13.5. *Sáo trúc*

?

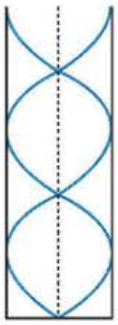
1. Một dây đàn hồi dài 0,6 m có hai đầu cố định dao động với một bụng sóng.
   a) Tính bước sóng λ của sóng trên dây.
   b) Nếu dây dao động với 3 bụng sóng thì bước sóng là bao nhiêu?
2. Trên sợi dây đàn hồi, có chiều dài L = 1,2 m, người ta tạo ra sóng dừng có hình dạng được mô tả ở Hình 13.6. Biết tần số rung của sợi dây là f = 13,3 Hz. Xác định tốc độ truyền sóng trên dây.

?

Tìm điều kiện để có sóng dừng trong cột không khí có sóng dừng như trong Hình 13.7.



Hình 13.6. *Sóng dừng trên dây hai đầu cố định*



Hình 13.7. *Sóng dừng trong ống khí một đầu kín, một đầu hở*

EM ĐÃ HỌC

- Hai sóng cùng biên độ, cùng tần số lan truyền theo hai hướng ngược nhau trên một dây giao thoa với nhau có thể tạo nên một sóng tổng hợp gọi là sóng dừng.
- Trong sóng dừng, có những điểm luôn đứng yên gọi là nút sóng và những điểm luôn dao động với biên độ cực đại gọi là bụng sóng. Hai nút sóng liên tiếp cách nhau $\frac{\lambda}{2}$, xen giữa chúng là một bụng sóng.
- Điều kiện để có sóng dừng trên một dây có hai đầu cố định là chiều dài của dây phải bằng một số nguyên lần nửa bước sóng.

$$L = n\frac{\lambda}{2} \text{ với } n = 1, 2, 3,...$$

- Điều kiện để có sóng dừng trên dây một đầu cố định, một đầu tự do hoặc trong ống khí một đầu kín, một đầu hở là chiều dài của dây hoặc của cột không khí phải bằng một số lẻ lần một phần tư bước sóng.

$$L = (2n + 1)\frac{\lambda}{4} \text{ với } n = 0, 1, 2, 3,...$$

EM CÓ THỂ

- Giải thích được sự hình thành sóng dừng trong thực tế. Ví dụ trong ống sáo, đàn K'lông pút.

Bài 14 BÀI TẬP VỀ SÓNG

Có thể sử dụng mối liên hệ nào để xác định các đại lượng λ, v, f, T?

I. CÁC VÍ DỤ

Ví dụ 1: Trong một môi trường, một sóng âm có tần số 192 Hz và truyền đi được quãng đường 91,4 m trong 0,27 s. Hãy tính:

a) Tốc độ truyền sóng.

b) Bước sóng.

c) Nếu âm có tần số là 442 Hz truyền trong môi trường trên thì bước sóng và chu kì là bao nhiêu?

Giải:

a) $v = \frac{s}{t} = \frac{91,4}{0,27} \approx 338,5$ m/s.

b) Sử dụng công thức $v = \lambda f$

$\Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{338,5}{192} \approx 1,76$ m.

c) $\lambda' = \frac{v}{f'} = \frac{338,5}{442} \approx 0,77$ m;

$T' = \frac{1}{f'} = \frac{1}{442} = 0,002$ s.

Ví dụ 2: Trong thí nghiệm Hình 8.1, thiết bị tạo sóng dao động với tần số 2 Hz. Người ta đo được khoảng cách của 2 đỉnh sóng liên tiếp bằng 10 cm. Tính tốc độ truyền sóng trên mặt nước.

Giải:

Bước sóng là khoảng cách giữa hai đỉnh sóng liên tiếp, theo đề bài ta có $\lambda = 10$ cm.

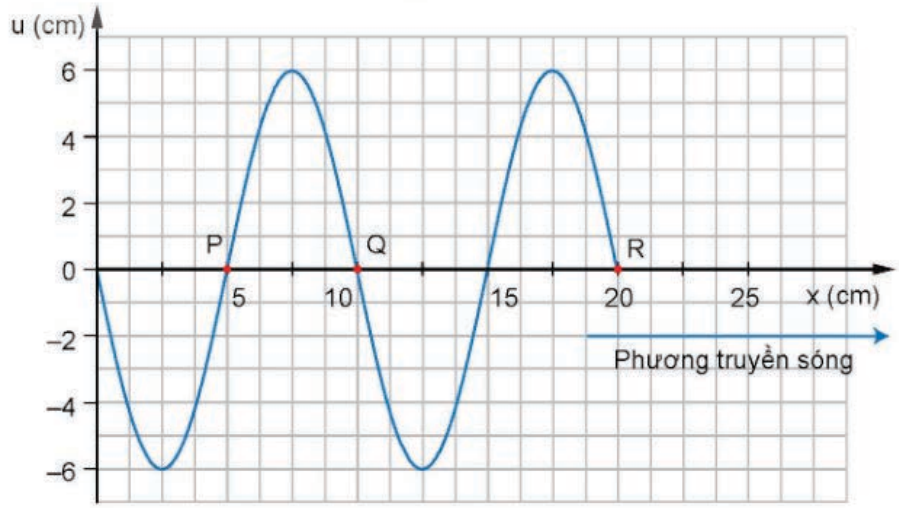
Tốc độ truyền sóng:

$v = \lambda f = 10.2 = 20$ cm/s.

Ví dụ 3: Một sóng hình sin đang lan truyền từ trái sang phải trên một dây dài, Hình 14.1 là hình ảnh của sóng ở một thời điểm xét. Cho biết tốc độ truyền sóng v = 1 m/s.

a) Tính tần số của sóng.

b) Hỏi các điểm Q, P và O đang chuyển động lên hay xuống?



Hình 14.1

Giải:

a) Từ đồ thị ta được $\lambda = 10$ cm $= 0{,}1$ m.

Sử dụng công thức: $\lambda = \frac{v}{f}$

Ta suy ra tần số của sóng: $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{1}{0{,}1} = 10$ Hz.

b) Vào một thời điểm t sóng có dạng như Hình 14.1.

- Điểm Q cách R một khoảng đúng bằng một bước sóng nên dao động cùng pha với R. Do vậy, điểm Q bắt đầu chuyển động đi lên.
- Điểm P cách R một khoảng bằng 1,5 lần bước sóng nên dao động ngược pha với R. Do vậy, điểm P bắt đầu chuyển động đi xuống.
- Điểm O cách R một khoảng đúng bằng hai bước sóng nên dao động cùng pha với R. Do vậy, điểm O bắt đầu chuyển động đi lên.

Ví dụ 4: Trong một thí nghiệm Young về giao thoa ánh sáng, khoảng cách giữa hai khe hẹp là a = 2 mm, khoảng cách giữa mặt phẳng chứa hai khe với màn quan sát là D = 1,2 m. Khe sáng hẹp phát đồng thời hai bức xạ đơn sắc màu đỏ $\lambda_1 = 0{,}66$ μm và màu lục $\lambda_2 = 0{,}55$ μm. Tính:

a) Khoảng vân của hai ánh sáng màu đỏ và màu lục.

b) Khoảng cách ngắn nhất giữa hai vân sáng cùng màu với vân sáng trung tâm.

Giải:

a) Với ánh sáng đỏ $\lambda_1 = 0{,}66$ μm

$$i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{0{,}66.10^{-3}.1{,}2.10^{3}}{2} = 0{,}396 \text{ mm}.$$

Với ánh sáng màu lục $\lambda_2 = 0{,}55$ μm

$$i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a} = \frac{0{,}55.10^{-3}.1{,}2.10^{3}}{2} = 0{,}33 \text{ mm}.$$

b) Vân chính giữa ứng với k = 0 là chung cho cả hai bức xạ, tức là tại đó cả hai bức xạ đều cho vân sáng và vân có màu là màu hỗn hợp của màu đỏ và màu lục.

Vân đầu tiên cùng màu với vân này ở tại điểm A và cách tâm O của vân chính giữa một khoảng x = OA sao cho: $k_1 i_1 = k_2 i_2$ với $k \in Z$.

Ta nhận thấy $6k_1 = 5k_2$.

Do vậy, giá trị nhỏ nhất của k_1 là 5 và của k_2 là 6, tức là:

OA = 0,33.6 = 1,98 mm.

II. BÀI TẬP LUYỆN TẬP

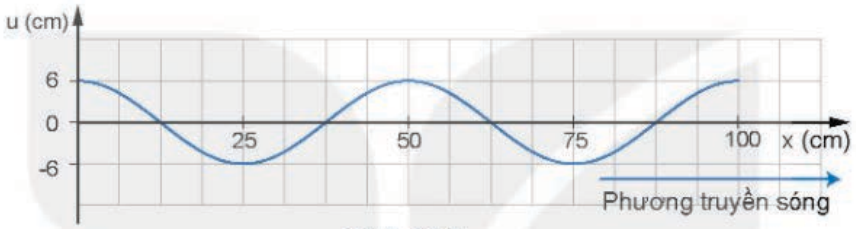
1. Một lò xo có chiều dài 1,2 m, đầu trên gắn vào một đầu thanh thép nằm ngang, đầu dưới treo một quả cân. Dao động theo phương thẳng đứng của đầu thanh thép duy trì bằng một nam châm điện để có tần số 50 Hz. Khi đó, trên lò xo có sóng dừng và trên lò xo chỉ có một nhóm vòng dao động với biên độ cực đại. Tính tốc độ truyền sóng trên lò xo.

2. Một sóng hình sin được mô tả như Hình 14.2.

   a) Xác định bước sóng của sóng.

   b) Nếu chu kì của sóng là 1 s thì tần số và tốc độ truyền sóng bằng bao nhiêu?

   c) Bước sóng sẽ bằng bao nhiêu nếu tần số tăng lên 5 Hz. Biết rằng tốc độ truyền sóng không đổi? Vẽ đồ thị (u – x) trong trường hợp này và đánh dấu rõ bước sóng trên đồ thị.



Hình 14.2

3. 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.

EM ĐÃ HỌC

- Cách xác định các đại lượng đặc trưng (chu kì, bước sóng, tốc độ truyền sóng,...) khi biết phương trình hoặc đồ thị của sóng và ngược lại.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được cách đo bước sóng ánh sáng qua thí nghiệm giao thoa ánh sáng với khe Young thông qua mối liên hệ giữa các đại lượng i, D, a, λ.

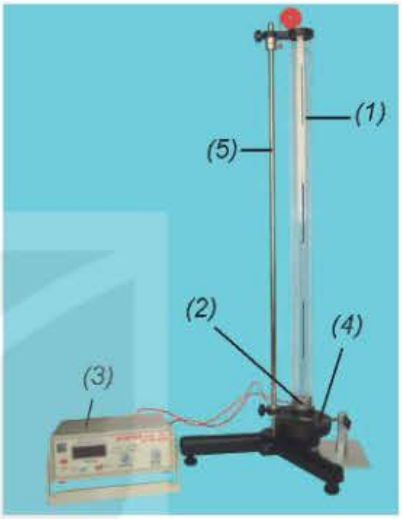
KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 15 THỰC HÀNH: ĐO TỐC ĐỘ TRUYỀN ÂM

Âm thanh truyền trong một môi trường có tốc độ xác định, làm thế nào để đo được tốc độ truyền âm trong không khí bằng dụng cụ thí nghiệm?

I. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

- Ống trụ làm bằng thuỷ tinh hữu cơ trong suốt, có đường kính trong 40 mm, dài 670 mm, có chia độ 0 ÷ 660 mm (1).
- Pit-tông làm bằng thép bọc nhựa, có vạch dấu, nối với dây kéo và ròng rọc, có thể di chuyển dễ dàng trong ống (2).
- Máy phát tần số phát ra tín hiệu có dạng sin (3).
- Một loa nhỏ (4).
- Giá đỡ ống trụ (5).



Hình 15.1. *Bộ thí nghiệm đo tốc độ truyền âm*

II. THIẾT KẾ PHƯƠNG ÁN THÍ NGHIỆM

Lắp ống trụ đã được lồng pit-tông ở trong ống lên giá đỡ, ghép loa sát đầu dưới của ống trụ (Hình 15.1).

Có thể sử dụng âm thoa thay cho loa.

Nối máy phát tần số với loa, bật công tắc nguồn của máy phát tần số, điều chỉnh biên độ và tần số để nghe rõ âm (hoặc dùng búa cao su gõ vào một nhánh của âm thoa), đồng thời dịch chuyển dần pit-tông ra xa loa. Trả lời các câu hỏi sau:

a) Khi pit-tông di chuyển, độ to của âm thanh nghe được thay đổi như thế nào?
b) Khoảng cách giữa hai vị trí liên tiếp của pit-tông mà âm thanh nghe được to nhất cho phép xác định đại lượng nào của sóng âm?
c) Cần đo đại lượng nào để tính được tốc độ truyền âm?

III. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

1. Điều chỉnh máy phát tần số đến giá trị 500 Hz.
2. Dùng dây kéo pit-tông di chuyển trong ống thuỷ tinh, cho đến lúc âm thanh nghe được to nhất. Xác định vị trí âm thanh nghe được là lớn nhất lần 1. Đo chiều dài cột khí l_1. Ghi số liệu vào vở theo mẫu Bảng 15.1.

Thực hiện thao tác thêm hai lần nữa.



Hình 15.2. *Máy phát tần số*

3. Tiếp tục kéo pit-tông di chuyển trong ống thuỷ tinh, cho đến lúc lại nghe được âm thanh to nhất. Xác định vị trí của pit-tông mà âm thanh nghe được là to nhất lần 2. Đo chiều dài cột khí l_2. Ghi số liệu vào vở theo mẫu Bảng 15.1.

Thực hiện thao tác thêm hai lần nữa.

EM CÓ BIẾT

Có thể sử dụng một số phần mềm trên điện thoại hay máy tính để thay thế cho máy phát tần số.

IV. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Bảng 15.1

Tần số nguồn âm f = ...± ... Hz.

Chiều dài cột không khí khi âm to nhất (mm)	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Giá trị trung bình ($\bar{l}$)	Sai số Δl
l_1	?	?	?	?	?
l_2	?	?	?	?	?

Xử lí kết quả thí nghiệm

a) Tính chiều dài cột không khí giữa hai vị trí của pit-tông khi âm to nhất $d = l_2 - l_1 = ?$

b) Tính tốc độ truyền âm $v = \lambda f = 2df = ?$

c) Tính sai số: $\delta v = \delta d + \delta f = ?$

$\Delta v = ?$

d) Giải thích tại sao không xác định tốc độ truyền âm qua l_1, l_2 mà cần xác định qua $l_2 - l_1$.

EM ĐÃ HỌC

Cách đo tốc độ truyền âm trong không khí nhờ hiện tượng sóng dừng.

EM CÓ THỂ

Chế tạo chiếc đàn K'lông pút bằng các ống nứa hoặc ống nhựa rỗng, có độ dài khác nhau và có thể phát ra được âm có tần số bằng tần số các nốt nhạc cơ bản.

EM CÓ BIẾT

Âm có thể truyền trong các môi trường chất rắn, chất lỏng và chất khí với tốc độ khác nhau. Tốc độ truyền âm trong một số môi trường như Bảng 15.2.

Bảng 15.2

Môi trường	Tốc độ (m/s)
Không khí	340
Gỗ	3 400
Nước	1 500
Thép	6 100
Thuỷ tinh	5 500

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

CHƯƠNG III

ĐIỆN TRƯỜNG

Tại sao trong cơn dông thường xuất hiện tia sét?



Nội dung

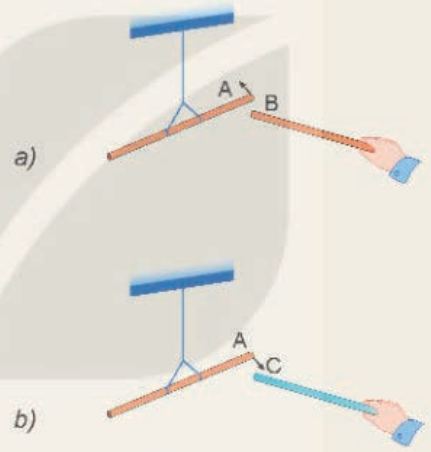
- Lực tương tác giữa các điện tích
- Khái niệm điện trường
- Điện trường đều
- Thế năng điện
- Điện thế
- Tụ điện

16 LỰC TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC ĐIỆN TÍCH

Em đã biết các điện tích cùng dấu đẩy nhau, khác dấu hút nhau. Theo em, độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích phụ thuộc như thế nào vào độ lớn của các điện tích và khoảng cách giữa chúng?

I. LỰC HÚT VÀ LỰC ĐẨY GIỮA CÁC ĐIỆN TÍCH

- Treo thanh nhựa A bằng một dây chỉ để nó có thể quay tự do rồi dùng len cọ xát với một đầu của nó.
- Quan sát, mô tả và giải thích hiện tượng xảy ra khi:
  a) Cọ xát một đầu thanh nhựa B với len rồi đưa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa A (Hình 16.1a).
  b) Cọ xát một đầu thanh thuỷ tinh C với lụa rồi đưa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa A (Hình 16.1b).



Hình 16.1. *Sự hút, đẩy giữa các điện tích*

- Dựa vào Hình 16.2a, vẽ các vectơ lực biểu diễn tương tác giữa các điện tích trong các Hình 16.2b, c còn lại.
- Biểu diễn lực điện tác dụng lên mỗi điện tích đặt tại các đỉnh của một tam giác đều. Biết các điện tích trên đều cùng dấu và cùng độ lớn.



Hình 16.2. *Lực tương tác giữa hai điện tích*

Từ những thí nghiệm trên, có thể rút ra kết luận:

- Có hai loại điện tích trái dấu. Điện tích xuất hiện ở thanh thuỷ tinh khi cọ xát vào lụa được quy ước gọi là điện tích dương, điện tích xuất hiện ở thanh nhựa khi cọ xát vào len được quy ước gọi là điện tích âm.
- Các điện tích cùng dấu đẩy nhau.
- Các điện tích trái dấu hút nhau.

Lực hút, đẩy giữa các điện tích được gọi chung là lực tương tác giữa các điện tích (thường gọi tắt là lực điện).

Độ lớn của lực tương tác giữa các điện tích phụ thuộc như thế nào vào khoảng cách giữa các điện tích? Đề xuất phương án thí nghiệm để kiểm tra dự đoán.

II. ĐỊNH LUẬT COULOMB (CU-LÔNG)

1. Đơn vị điện tích, điện tích điểm

Người ta kí hiệu giá trị của điện tích bằng chữ "q". Trong hệ SI, đơn vị đo điện tích là culông (C), lấy theo tên của nhà vật lí người Pháp Charles Coulomb (Sác-lơ Cu-lông).

Điện tích điểm là vật tích điện có kích thước nhỏ so với khoảng cách mà ta đang xét. Trong các thí nghiệm vật lí, người ta coi các quả cầu tích điện có bán kính nhỏ so với khoảng cách giữa chúng là các điện tích điểm, khoảng cách giữa các điện tích điểm này là khoảng cách giữa tâm của các quả cầu.

2. Định luật Coulomb

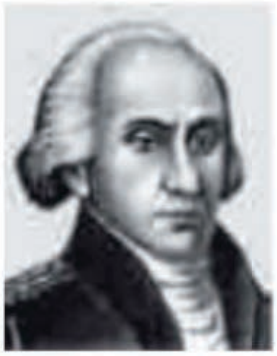
Coulomb cho rằng độ lớn của lực tương tác giữa hai điện tích phụ thuộc vào giá trị của các điện tích và khoảng cách giữa chúng. Ông dùng cân xoắn (Hình 16.4) để xác định mối liên hệ giữa độ lớn lực tương tác giữa hai quả cầu tích điện với điện tích của hai quả cầu và khoảng cách giữa chúng.

Các kết quả thí nghiệm được phát biểu thành định luật sau đây mang tên ông:

Lực tương tác giữa hai điện tích điểm có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích điểm, có độ lớn tỉ lệ thuận với tích độ lớn của hai điện tích điểm và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.

$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} \qquad (16.1)$$

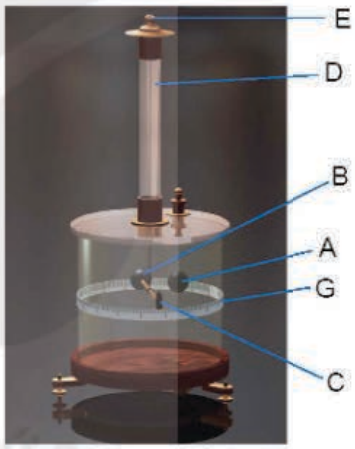
Trong đó: r là khoảng cách giữa hai điện tích điểm q_1, q_2; k là hệ số tỉ lệ có độ lớn phụ thuộc vào môi trường đặt điện tích và hệ đơn vị sử dụng.



Hình 16.3. *Charles Coulomb (Sác-lơ Cu-lông, 1736-1806), nhà Vật lí người Pháp có nhiều công trình nghiên cứu về điện và từ*

EM CÓ BIẾT

Thí nghiệm cân xoắn Coulomb



Hình 16.4. *Cân xoắn Coulomb*

A: Quả cầu kim loại được giữ cố định.
B: Quả cầu kim loại giống hệt A, được gắn vào một đầu của thanh ngang làm bằng chất cách điện.
C: Quả cầu đối trọng của B để giữ thanh ngang cân bằng.
D: Dây treo có tính đàn hồi chống lại sự xoắn.
E: Chốt quay để thay đổi vị trí của thanh ngang.
G: Bảng chia độ.

Tích điện cho quả cầu A. Cho quả cầu B chưa tích điện tiếp xúc với quả cầu A. Khi đó, quả cầu A sẽ truyền cho quả cầu B một nửa điện tích của nó và đẩy quả cầu này ra xa nhờ lực tĩnh điện. Lực đẩy tĩnh điện của hai quả cầu làm xoắn dây treo D. Góc xoắn giữa hai quả cầu được xác định nhờ bảng chia độ G trên hình trụ. Từ đó, xác định được độ lớn của lực tương tác giữa hai quả cầu và quan hệ của lực này với độ lớn của điện tích và khoảng cách giữa hai quả cầu.

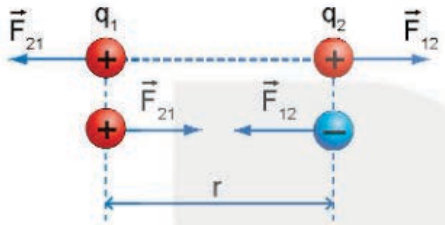
Khi các điện tích đặt trong chân không và hệ đơn vị sử dụng là SI thì k được xác định bởi:

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

Trong đó, ε_0 là một hằng số điện: $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$ C^2/Nm^2. Do đó, định luật Coulomb đối với các điện tích điểm đặt trong chân không có biểu thức:

$$F = \frac{|q_1 q_2|}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \quad (16.2)$$

hoặc $F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2}$, với $k = 9{\cdot}10^9\ Nm^2/C^2$ (16.3)



Hình 16.5. *Lực tương tác giữa hai điện tích điểm*

EM CÓ BIẾT

Khi các điện tích đặt trong môi trường đồng nhất và đẳng hướng, lực tương tác giữa các điện tích giảm đi ε lần so với lực tương tác trong chân không.

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\cdot\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

ε gọi là hằng số điện môi của môi trường đặt điện tích.

?

1. Hãy nêu tên các đại lượng và tên các đơn vị trong biểu thức (16.2) và (16.3).
2. Nếu khoảng cách giữa hai điện tích điểm tăng lên 2 lần và giá trị của mỗi điện tích điểm tăng lên 3 lần thì lực điện tương tác giữa chúng tăng hay giảm bao nhiêu lần?
3. Hãy vẽ các vectơ lực điện tương tác giữa hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-5}$ C và $q_2 = 10^{-7}$ C đặt cách nhau 10 cm trong chân không. Chọn tỉ lệ 1 cm ứng với 2 cm khi vẽ khoảng cách giữa hai điện tích và 1 cm ứng với 0,4 N khi vẽ độ lớn vectơ lực tương tác giữa hai điện tích. Lấy $k = 9.10^9\ Nm^2/C^2$.

III. BÀI TẬP VỀ ĐỊNH LUẬT COULOMB

1. Bài tập ví dụ

Người ta dùng máy phát tĩnh điện để tích điện cho hai quả cầu kim loại nhỏ đặt cách nhau 10 cm trong không khí. Tính lực điện tương tác giữa hai quả cầu khi:

a) Hai quả cầu được tích điện cùng dấu và cùng độ lớn $9{,}45.10^{-7}$ C.

b) Giữ nguyên độ lớn điện tích hai quả cầu như ở câu a nhưng đưa hai quả cầu cách nhau 20 cm.

c) Đưa hai quả cầu về vị trí cũ và làm giảm điện tích của một quả cầu đi một nửa so với câu a.

Giải:

a) Theo định luật Coulomb:

$$F = \frac{|q_1 q_2|}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{(9{,}45.10^{-7})^2}{4.3{,}14.8{,}85.10^{-12}.0{,}1^2} \approx 0{,}8\text{N}.$$

b) Vì lực điện tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa hai điện tích nên khi khoảng cách tăng lên 2 lần thì F giảm đi 4 lần: $F \approx 0{,}2$ N.

c) Vì lực điện tỉ lệ thuận với tích của q_1 và q_2 nên khi q_1 giảm đi một nửa thì lực điện cũng giảm đi một nửa: $F \approx 0{,}4$ N.

2. Bài tập luyện tập

1. Người ta có thể dùng lực tĩnh điện để tách các trang sách bị dính chặt vào nhau mà không làm chúng hỏng. Hãy mô tả cách làm này.
2. 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?
3. 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 của nguyên tử này là 5.10^{-11} m; điện tích của electron và proton có độ lớn bằng nhau $1{,}6.10^{-19}$ C. Lấy $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}\ \frac{C^2}{Nm^2}$.

4. Hai điện tích điểm $q_1 = 15\ \mu C$; $q_2 = -6\ \mu C$ đặt cách nhau 0,2 m trong không khí. Phải đặt một điện tích q_3 ở vị trí nào để lực điện do q_1 và q_2 tác dụng lên điện tích này bằng 0?

EM ĐÃ HỌC

- Có hai loại điện tích trái dấu là điện tích dương và điện tích âm.
- Các điện tích cùng dấu đẩy nhau, khác dấu hút nhau.
- Trong hệ SI, đơn vị điện tích là culông (C).
- Định luật Coulomb: *Lực tương tác giữa hai điện tích điểm có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích điểm, có độ lớn tỉ lệ thuận với tích giá trị của hai điện tích điểm và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng.*
- Biểu thức của định luật Coulomb đối với môi trường chân không:

$$F = \frac{|q_1 q_2|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\ ;\ F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2}$$

với $k = 9.10^9\ Nm^2/C^2$

EM CÓ BIẾT

Hình 16.6 mô tả một ứng dụng của lực điện vào thực tế: sơn tĩnh điện (còn gọi là sơn khô tĩnh điện). Mũi của "súng sơn" được nối với cực dương của một máy phát tĩnh điện, vật cần sơn được nối với cực âm của máy này.

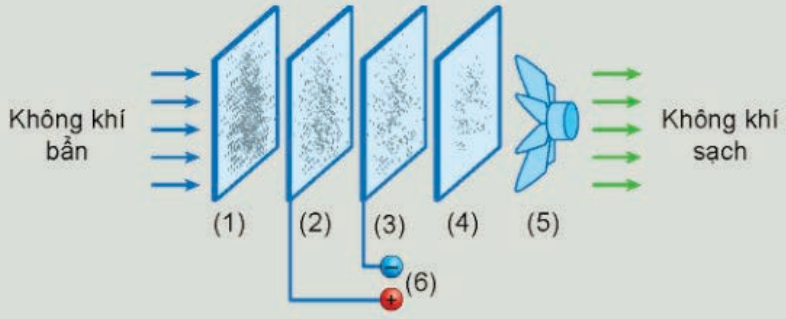
Các hạt sơn cực nhỏ khi bay ra khỏi mũi của súng sơn mang điện dương nên bị vật cần sơn mang điện âm hút dính chặt vào. Cách sơn tĩnh điện tiết kiệm được sơn, ít làm ô nhiễm môi trường, có nước sơn bền lâu hơn so với cách phun sơn thông thường.



Hình 16.6. *Sơn tĩnh điện*

EM CÓ THỂ

Trình bày được nguyên tắc hoạt động của máy lọc không khí trong gia đình dựa trên sơ đồ Hình 16.7.

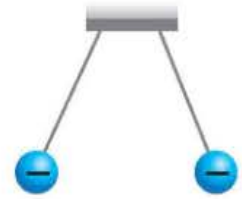


Hình 16.7. *Sơ đồ máy lọc bụi không khí*

(1): Lớp lọc bụi có kích thước lớn. (2), (3): Lưới lọc tĩnh điện.

(4): Lớp lọc vi khuẩn. (5): Quạt. (6): Nguồn điện.

Bài 17 KHÁI NIỆM ĐIỆN TRƯỜNG



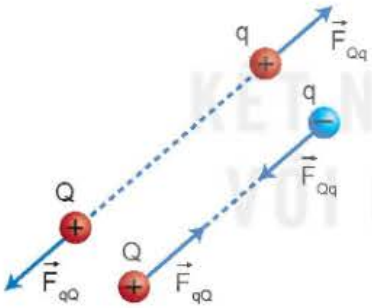
Hai quả cầu tích điện có tương tác với nhau

Hai quả cầu tích điện cùng dấu được treo bằng hai sợi dây mảnh không dẫn điện như hình bên. Tại sao chúng không tiếp xúc nhưng vẫn tương tác được với nhau?

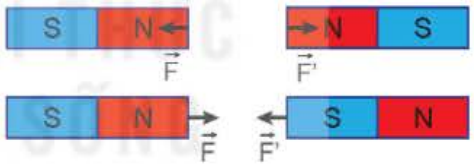
I. KHÁI NIỆM ĐIỆN TRƯỜNG

Đặt điện tích q cách điện tích Q một khoảng r (Hình 17.1).

1. Có phải không khí đã truyền tương tác điện từ điện tích Q tới điện tích q hay không?
2. 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*



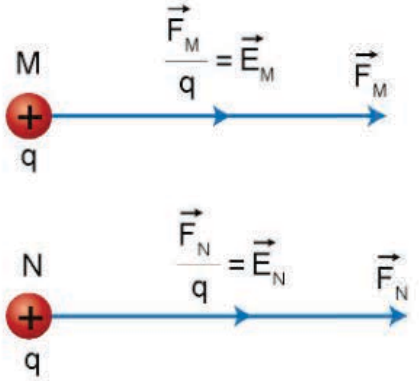
Hình 17.2. *Tương tác giữa hai nam châm*

- Xung quanh nam châm có từ trường, từ trường sẽ truyền tương tác từ nam châm này tới nam châm khác (Hình 17.2). Tương tự như nam châm, xung quanh điện tích có một điện trường, điện trường sẽ truyền tương tác giữa các điện tích.
- Điện trường được tạo ra bởi điện tích, là dạng vật chất tồn tại xung quanh điện tích và truyền tương tác giữa các điện tích.

Trong bài này ta chỉ xét điện trường của các điện tích đứng yên.

II. CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG

- Người ta sử dụng điện tích dương, có điện tích nhỏ, được gọi là điện tích thử, để phát hiện lực điện tác dụng lên nó, qua đó nhận biết được độ mạnh yếu của điện trường tại điểm ta xét. Đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của điện trường được gọi là cường độ điện trường.
- Theo công thức (16.2), độ lớn của lực điện F tỉ lệ với độ lớn của điện tích q. Tỉ số $\frac{F}{q}$ chính bằng độ lớn của lực điện tác dụng lên điện tích 1 C, do đó tỉ số này được lấy làm số đo cường độ điện trường tại điểm đặt điện tích thử q.



Hình 17.3. *Điện trường tại N mạnh hơn điện trường tại M*

Cường độ điện trường tại một điểm được đo bằng tỉ số giữa lực điện tác dụng lên một điện tích dương đặt tại điểm đó và độ lớn của điện tích đó.

$$E = \frac{F}{q} \qquad (17.1)$$

- Trong hệ SI, đơn vị của cường độ điện trường là vôn trên mét (V/m).
- Vì lực là đại lượng vectơ, q là đại lượng vô hướng nên cường độ điện trường là đại lượng vectơ. Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ tại một điểm được xác định bằng tỉ số giữa vectơ lực điện $\vec{F}$ tác dụng lên một điện tích q đặt tại điểm đó và trị số của điện tích đó:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad (17.2)$$

Hãy chứng tỏ rằng vectơ 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 vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ bằng độ lớn của lực điện tác dụng lên điện tích 1 C đặt tại điểm ta xét.

- Từ công thức (16.2), ta xác định được độ lớn cường độ điện trường do một điện tích điểm Q đặt trong chân không hoặc trong không khí gây ra tại một điểm cách nó một khoảng r có giá trị bằng:

$$E = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad (17.3)$$

Xét điện trường của điện tích $Q = 6.10^{-14}$ C, sử dụng đoạn thẳng dài 1 cm để biểu diễn cho độ lớn của vectơ cường độ điện trường $E = \frac{10^{-10}}{6\pi\varepsilon_0}$ (V/m). Hãy tính và vẽ vectơ cường độ điện trường tại một điểm có khoảng cách đến Q là 2 cm và 3 cm.

?

Một điện tích điểm $Q = 6.10^{-13}$ C đặt trong chân không.

a) Xác định phương, chiều, độ lớn của cường độ điện trường do điện tích điểm Q gây ra tại những điểm cách nó một khoảng 1 cm, 2 cm, 3 cm.

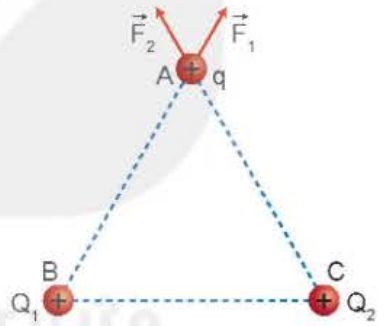
b) Nhận xét về cường độ điện trường tại những điểm gần điện tích Q và tại những điểm cách xa điện tích Q.

c) Từ các nhận xét trên, em hãy mô tả cường độ điện trường do một điện tích điểm dương Q đặt trong chân không gây ra tại một điểm cách nó một khoảng r. Vẽ hình minh hoạ.

EM CÓ BIẾT

- Trong cơn dông, thường xuất hiện những đám mây tích điện do các hạt nước trong đó nhiễm điện, chúng tạo ra những vùng điện trường mạnh quanh các đám mây này. Khi các đám mây tích điện trái dấu tới gần nhau có thể xảy ra hiện tượng phóng điện mà ta gọi là sét.
- Hiện tượng phóng điện trên cũng có thể xảy ra giữa các đám mây và mặt đất

Nếu trong không gian có hai điện tích điểm dương $Q_1 = Q_2$ được đặt ở hai điểm B và C thì một điện tích thử q được đặt tại một điểm A như Hình 17.4 sẽ chịu lực điện như thế nào? 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. *Các lực điện do Q_1, Q_2 tác dụng lên điện tích thử q tại điểm A*

- Muốn xác định vectơ cường độ điện trường của hệ điện tích tại điểm A bất kì, ta cũng có vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_1 = \frac{\vec{F}_1}{q}$ do Q_1 gây ra tại điểm A, vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_2 = \frac{\vec{F}_2}{q}$ do Q_2 gây ra tại điểm A,... Tổng các vectơ cường độ điện trường $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$,... theo quy tắc tổng hợp vectơ ta sẽ có vectơ cường độ điện trường tổng hợp của hệ điện tích gây ra tại điểm A. Vectơ cường độ điện trường tổng hợp chính bằng thương số của vectơ lực điện tổng hợp chia cho trị số của điện tích q: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$.

Như vậy, cường độ điện trường của hệ điện tích điểm gây ra tại một điểm được tổng hợp từ cường độ điện trường theo công thức (17.2) hay (17.3) của mỗi điện tích điểm.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + ...$$

?

1. Đặt điện tích điểm $Q_1 = 6.10^{-8}$ C tại điểm A và điện tích điểm $Q_2 = -2.10^{-8}$C tại điểm B cách A một khoảng bằng 3 cm (Hình 17.5). Hãy xác định những điểm mà ở đó cường độ điện trường tại đó bằng 0.



Hình 17.5

2. Cho tam giác ABC vuông tại A có AB = 3 cm và AC = 4 cm. Tại điểm B ta đặt điện tích $Q_1 = 4{,}5.10^{-8}$ C, tại điểm C ta đặt điện tích $Q_2 = 2.10^{-8}$ 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.

EM CÓ BIẾT

- Trong thực tế, một quả cầu có điện tích phân bố đều trong toàn bộ thể tích hoặc phân bố đều trên mặt cầu thì điện trường bên ngoài quả cầu tương đương với điện trường của một điện tích điểm đặt tại tâm cầu và có điện tích bằng với điện tích của quả cầu. Ta thấy công thức $E = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ vẫn được vận dụng để tìm cường độ điện trường trong trường hợp này. Do đó, trong các thí nghiệm đơn giản về điện trường, người ta thường sử dụng các quả cầu tích điện để thuận tiện trong đo đạc, nghiên cứu và tính toán.
- Thực nghiệm cho thấy, ngay sát bề mặt của Trái Đất luôn có một điện trường có phương thẳng đứng, hướng từ trên xuống dưới và cường độ vào khoảng từ 100 V/m đến 200 V/m. Các hạt bụi mịn lơ lửng trong không khí được phân loại dựa vào kích thước của chúng như pm1, pm2.5, pm10,... con số đứng sau chữ pm chỉ đường kính tối đa của hạt bụi tính theo đơn vị μm. Ví dụ pm2.5 là hạt bụi mịn có đường kính tối đa bằng 2,5 μm. Những hạt bụi mịn này thường tích điện dương nên không thể bay lên cao và phân tán đi xa được. Đây là nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường ở các thành phố lớn.

?

Một hạt bụi mịn loại pm2.5 có điện tích bằng $1{,}6.10^{-19}$ C lơ lửng trong không khí ở 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.

III. ĐIỆN PHỔ

Cho vào bể chứa dầu một ít hạt mịn, cách điện (mạt cưa chẳng hạn) rồi khuấy đều để các hạt lơ lửng trong dầu. Đặt một hoặc hai quả cầu kim loại tích điện trong bể chứa dầu, ta thấy các hạt cách điện sẽ nằm dọc theo các đường nhất định (Hình 17.6). Hình ảnh các đường như vậy được gọi là điện phổ.



a) Điện phổ xung quanh một điện tích

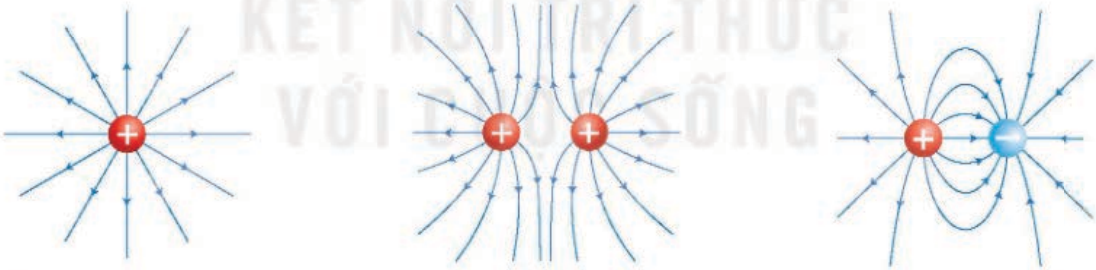
b) Điện phổ xung quanh hai điện tích cùng dấu

c) Điện phổ xung quanh hai điện tích trái dấu

Hình 17.6. *Ảnh chụp điện phổ*

Để mô tả điện trường, người ta có thể dùng hình vẽ các đường sức điện (Hình 17.7). *Đường sức điện là các đường được vẽ trong điện trường sao cho hướng của vectơ cường độ điện trường tại mỗi điểm trên đường sức điện trùng với hướng của vectơ tiếp tuyến của đường sức điện tại điểm đó.*

Mật độ đường sức điện được vẽ theo quy ước sau: một diện tích nhất định đặt vuông góc với vectơ cường độ điện trường tại điểm ta xét có số đường sức điện đi qua tỉ lệ với độ lớn của cường độ điện trường tại điểm đó.



a) Các đường sức điện của điện trường xung quanh một điện tích dương

b) Hệ các đường sức điện của điện trường xung quanh hai điện tích dương $Q_1 = Q_2 > 0$ đặt gần nhau

c) Hệ các đường sức điện của điện trường xung quanh hai điện tích trái dấu $Q_1 = -Q_2$ đặt gần nhau

Hình 17.7. *Các đường sức điện*

1. Em hãy quan sát Hình 17.6 và đưa ra nhận xét về đặc điểm của điện phổ:

a) Ở những vùng có điện trường mạnh hơn tức là ở gần điện tích hơn.

b) Ở những vùng có điện trường yếu hơn, tức là ở xa điện tích hơn.

c) Ở điện trường xung quanh một điện tích và điện trường xung quanh nhiều điện tích.

2. Quan sát Hình 17.7 và các nhận xét trên, em hãy vẽ các đường sức điện của một điện tích âm; các đường sức điện của điện trường xung quanh hai điện tích âm $Q_1 = Q_2 < 0$ đặt gần nhau.

EM ĐÃ HỌC

- Điện trường được tạo ra bởi điện tích, là dạng vật chất tồn tại quanh điện tích và truyền tương tác giữa các điện tích.
- Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ tại một điểm được xác định bằng tỉ số giữa vectơ lực điện $\vec{F}$ tác dụng lên một điện tích q đặt tại điểm đó và giá trị của điện tích đó:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

- Độ lớn của cường độ điện trường do một điện tích điểm Q đặt trong chân không hoặc trong không khí gây ra tại một điểm cách nó một khoảng r có giá trị bằng:

$$E = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

- Đường sức điện là đường được vẽ trong điện trường sao cho hướng của vectơ cường độ điện trường tại mỗi điểm trên đường sức điện trùng với hướng của vectơ tiếp tuyến của đường sức điện tại điểm đó.
- Mật độ đường sức điện được vẽ theo quy ước sau: một diện tích nhất định đặt vuông góc với vectơ cường độ điện trường tại điểm ta xét có số đường sức điện đi qua tỉ lệ với độ lớn của cường độ điện trường tại điểm đó.
- Đường sức điện xuất phát ở điện tích dương và kết thúc ở điện tích âm.

EM CÓ THỂ

- Xác định được phương, chiều, độ lớn của vectơ cường độ điện trường tại một điểm bất kì trong điện trường.
- Tính được độ lớn cường độ điện trường và mô tả được vectơ cường độ điện trường do một điện tích điểm gây ra tại một điểm trong không gian.
- Vẽ được hệ các đường sức điện trong trường hợp một điện tích hoặc hệ hai điện tích.
- Vận dụng được công thức $E = \frac{|Q|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ để tính toán và mô tả điện trường xung quanh hệ nhiều điện tích, vật tích điện hình cầu,...
- 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 dưới.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 18 ĐIỆN TRƯỜNG ĐỀU

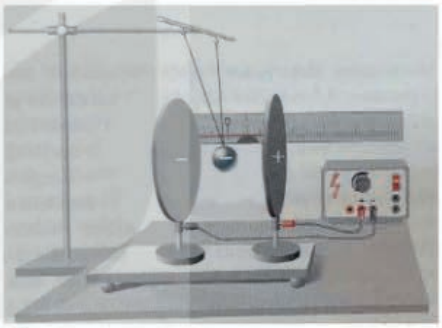
Chúng ta đã biết, cường độ điện trường tại các điểm khác nhau thường sẽ có giá trị khác nhau. Liệu có tồn tại những vùng điện trường mà cường độ điện trường tại các điểm khác nhau có giá trị như nhau không?

I. KHÁI NIỆM ĐIỆN TRƯỜNG ĐỀU

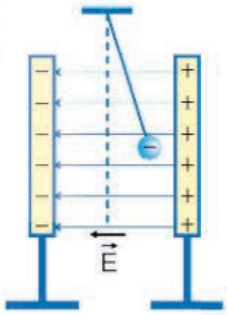
Điện trường đều là điện trường mà cường độ điện trường tại các điểm khác nhau có giá trị bằng nhau về độ lớn, giống nhau về phương và chiều.

II. ĐIỆN TRƯỜNG ĐỀU GIỮA HAI BẢN PHẲNG NHIỄM ĐIỆN ĐẶT SONG SONG

Chúng ta có thể tạo ra điện trường đều bằng cách sử dụng hai bản kim loại được đặt song song và cách nhau một khoảng d. Hai bản kim loại này có hình dạng và kích thước giống hệt nhau, kích thước của hai bản lớn so với khoảng cách giữa chúng. Tích điện trái dấu cho hai bản kim loại này, khi đó hiệu điện thế giữa hai bản là U (Hình 18.1). Trong thí nghiệm này dây treo điện tích $q < 0$ luôn lệch so với phương thẳng đứng một góc không đổi tại mọi điểm trong không gian giữa hai bản kim loại.



a)



b)

Hình 18.1. *Thí nghiệm về điện trường đều*

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:

$$E = \frac{U}{d} \qquad (18.1)$$

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 trên mét (V/m).

Bài tập ví dụ:

Hai bản phẳng kim loại đặt song song, cách nhau một khoảng d = 20 cm. Đặt vào hai bản này một hiệu điện thế một chiều U = 1000 V. Một hạt bụi mịn pm2.5 có điện tích $q = 16.10^{-19}$ 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.

Giải:

Độ lớn của cường độ điện trường đều giữa hai bản phẳng là:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{1000}{0,2} = 5\,000 \ \ (V/m)$$

Vectơ cường độ điện trường có phương vuông góc với hai bản phẳng, chiều hướng từ bản tích điện dương đến bản tích điện âm.

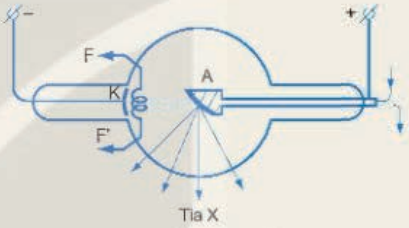
Lực điện tác dụng lên điện tích q > 0 sẽ cùng phương và cùng chiều với vectơ cường độ điện trường tức là cùng phương và cùng chiều với đường sức, do đó lực điện sẽ có phương vuông góc với các bản phẳng và chiều đi từ điện tích đến phía bản nhiễm điện âm.

Từ công thức $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ta tính được độ lớn của lực điện tác dụng lên hạt bụi:

$$F = qE = 16.10^{-19}.5000 = 8.10^{-15} \ (N).$$

?

Để chẩn đoán hình ảnh trong y học, người ta thường sử dụng tia X (hay tia Rơn-ghen) để chụp X quang và chụp CT. Cho rằng vùng điện trường giữa hai cực của ống tia X (Hình 18.2) là một điện trường đều, chùm electron từ catôt đến anôt được coi là một chùm hẹp song song. Khoảng cách giữa hai cực bằng 2 cm, hiệu điện thế giữa hai cực là 120 kV. Hãy tính lực điện trường tác dụng lên electron.

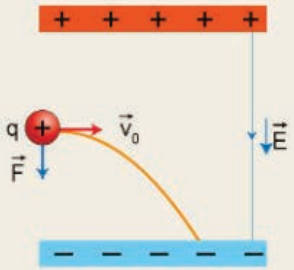


K: cực âm (catôt)
A: cực dương (anôt)

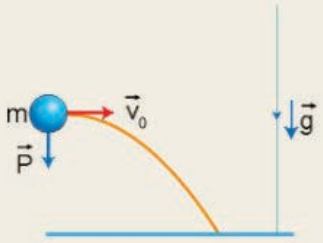
Hình 18.2. *Cấu tạo ống phóng tia X*

III. TÁC DỤNG CỦA ĐIỆN TRƯỜNG ĐỀU LÊN CHUYỂN ĐỘNG CỦA ĐIỆN TÍCH

1. Giữa hai bản phẳng song song nhiễm điện có cường độ điện trường đều là $\vec{E}$. Một điện tích q > 0 có khối lượng m bay vào trong điện trường đều trên với vận tốc $\vec{v}_0$ theo phương vuông góc với đường sức. Môi trường giữa hai bản phẳng nhiễm điện là chân không. Biết rằng trong hiện tượng này, trọng lực là rất nhỏ so với lực điện. Hãy so sánh vectơ lực điện tác dụng lên điện tích q trong Hình 18.3 với vectơ trọng lực tác dụng lên vật khối lượng m khi chuyển động ném ngang trong trường trọng lực như Hình 18.4. Từ đó chỉ ra rằng có sự tương tự giữa hai chuyển động nói trên.



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*

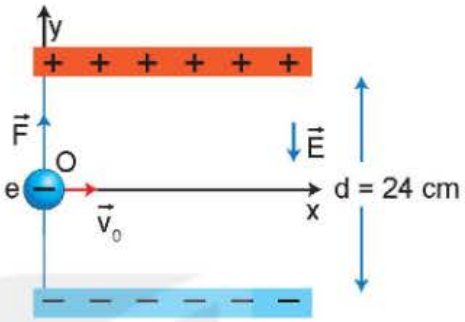
2. Hãy thảo luận về tác dụng của điện trường đều lên chuyển động của điện tích bay vào điện trường đều theo phương vuông góc với đường sức điện:

a) Điện trường ảnh hưởng như thế nào đến vận tốc của chuyển động?

b) Từ đó dự đoán dạng quỹ đạo chuyển động.

Bài tập ví dụ:

Hai bản phẳng kim loại có kích thước lớn và bằng nhau, đặt song song với nhau, cách nhau một khoảng d = 24 cm như Hình 18.5. Hiệu điện thế giữa hai bản phẳng là 48 V. Một electron ($q = -1{,}6.10^{-19}$ C, $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg) bay vào chính giữa hai bản phẳng theo phương vuông góc với các đường sức điện với vận tốc 200 m/s. Bỏ qua điện trường của 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*

Giải:

Đặt gốc toạ độ đúng tại điểm electron bắt đầu bay vào điện trường đều. Trục Ox có hướng trùng với vectơ vận tốc ban đầu, trục Oy hướng thẳng đứng lên trên.

Độ lớn cường độ điện trường giữa hai bản phẳng là:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{48}{24.10^{-2}} = 200 \text{ (V/m)}$$

Chú ý rằng vectơ cường độ điện trường hướng từ trên xuống dưới và ngược chiều với Oy nên hình chiếu trên phương Oy sẽ có giá trị âm.

Lực điện tác dụng lên electron chiếu trên phương Oy có giá trị bằng:

$$F = -qE = -q\frac{U}{d}$$

– Phương trình chuyển động theo phương Ox: $x = v_0 t$ (1)

– Phương trình chuyển động theo phương Oy: $y = \frac{1}{2}a_y t^2 = \frac{1}{2}\frac{F}{m}t^2 = -\frac{1}{2}\frac{qU}{md}t^2$ (2)

– Từ (1) và (2) ta thu được phương trình quỹ đạo của chuyển động:

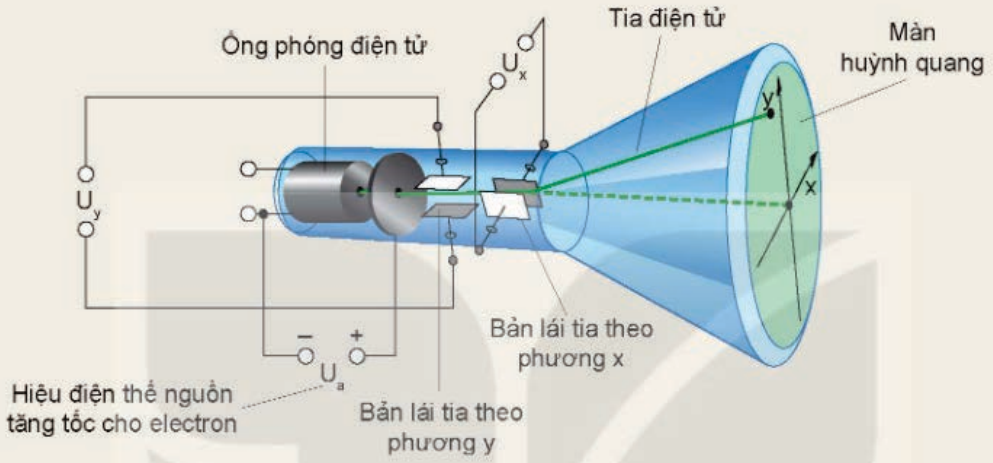
$$y = -\frac{1}{2}\frac{qU}{md}\left(\frac{x}{v_0}\right)^2 = 4{,}395x^2 (m) \quad (3)$$

Từ phương trình (3) cho thấy electron sẽ chuyển động theo quỹ đạo parabol có bề lõm hướng lên bản phẳng nhiễm điện dương và khi gặp bản phẳng này chuyển động sẽ kết thúc.

Với trường hợp điện tích dương bay vào trong điện trường đều, giải tương tự ta thấy điện tích chuyển động theo quỹ đạo parabol có bề lõm hướng xuống dưới.

IV. ỨNG DỤNG

1. Dao động kí là một loại thiết bị dùng để hiển thị dạng tín hiệu đưa vào. Cấu tạo của một dao động kí gồm bốn bộ phận chính: ống phóng tia điện tử, màn huỳnh quang, súng điện tử, hệ thống lái tia (Hình 18.6). Ống phóng tia điện tử phát ra electron bay qua hai bản lái tia theo phương x và phương y rồi đập lên màn huỳnh quang tạo ra điểm sáng trên màn.



Hình 18.6. *Mô hình ống phóng tia điện tử*

Hãy giải thích nguyên tắc hoạt động lái tia điện tử của các bản lái tia trong Hình 18.6.

2. Hãy tìm hiểu về công nghệ ion âm lọc không khí được sử dụng rất phổ biến hiện nay (để lọc không khí trong ô tô, trong gia đình, trong nhà xưởng,...). Máy hút ẩm (Hình 18.7) có các ion âm được phát ra theo phương vuông góc với đường sức điện trường của Trái Đất.
Hãy nêu tác dụng của điện trường đều của Trái Đất đối với chuyển động của chùm ion âm để giải thích cho khả năng lọc bụi trong không khí của chúng.



Hình 18.7. *Máy hút ẩm có công nghệ ion âm lọc không khí*

EM CÓ BIẾT

- Chúng ta đã biết, ngay sát bề mặt của Trái Đất luôn có một điện trường có phương thẳng đứng, hướng từ trên xuống dưới, có cường độ vào khoảng từ 100 V/m đến 200 V/m. Do đó, khi xét trong một không gian hẹp gần bề mặt của Trái Đất, các đường sức điện trường có thể coi là song song và cách đều, trong khoảng không gian hẹp đó, điện trường do Trái Đất sinh ra có thể coi là điện trường đều.
- Các hạt bụi, bụi siêu mịn thường nhiễm điện dương, phân tán trong không khí nhưng tập trung nhiều ở gần mặt đất, rất có hại cho sức khoẻ khi chúng ta hít vào trong phổi. Công nghệ ion âm lọc không khí là một công nghệ áp dụng trên nhiều sản phẩm như máy lọc không khí, máy hút ẩm, máy điều hoà,... để làm sạch không khí bằng cách tạo ra ion âm để diệt khuẩn trong không khí, trung hoà các bụi mịn tích điện dương làm chúng rơi xuống đất.

?

Máy lọc không khí tạo ra chùm các ion âm OH^- (mỗi ion OH^- có khối lượng $m = 2{,}833.10^{-26}$ kg, điện tích $-1{,}6.10^{-19}$ C) có vận tốc ban đầu từ 20 m/s đến 40 m/s theo phương song song với mặt đất và cách mặt đất 50 cm. Điện trường đều đo được ở bề mặt Trái Đất là 114 V/m. Bỏ qua trọng lực và các loại lực cản khác, hãy xác định quỹ đạo của chùm ion âm này.

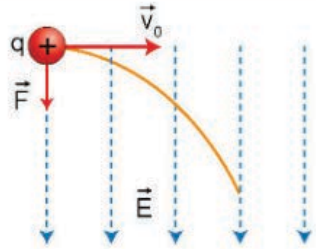
EM ĐÃ HỌC

- Điện trường đều là điện trường mà cường độ điện trường tại mọi điểm đều có giá trị bằng nhau về độ lớn, giống nhau về phương và chiều. Các đường sức trong điện trường đều là các đường thẳng song song và cách đều nhau.
- Điện trường giữa hai bản phẳng nhiễm điện trái dấu đặt song song là điện trường đều. Cường độ điện trường giữa hai bản phẳng này có độ lớn bằng tỉ số giữa hiệu điện thế giữa hai bản phẳng và khoảng cách giữa chúng: $E = \frac{U}{d}$.
- 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.

EM CÓ THỂ

- Mô tả được ảnh hưởng của điện trường đều lên chuyển động của một điện tích khi bay vào điện trường đều theo phương vuông góc với các đường sức. Từ đó giải thích được nguyên tắc lái tia điện tử trong ống phóng tia điện tử.
- Giải thích được cơ chế gia tốc cho electron trong ống phóng tia X, từ đó giúp điều khiển một số đặc tính của chùm tia X theo mong muốn.

Bài 19 THẾ NĂNG ĐIỆN

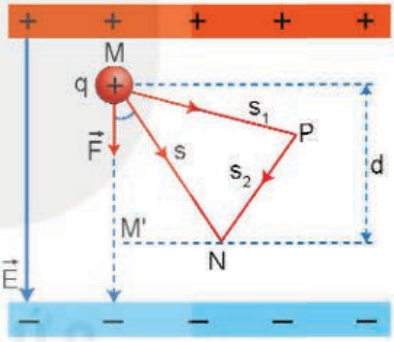


Quỹ đạo chuyển động của điện tích thử q > 0 khi bay vào điện trường đều theo phương vuông góc với đường sức

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. Vậy điện tích q trong điện trường có tồn tại thế năng tương tự như vật khối lượng m trong trọng trường không?

I. CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN

Một điện tích dương q dịch chuyển trong điện trường đều từ điểm M tới điểm N luôn chịu tác dụng của lực điện không đổi (Hình 19.1). Để tính công của lực điện trong dịch chuyển này, ta có thể xét chuyển động theo các quỹ đạo khác nhau như theo đường thẳng MN, theo một đường gấp khúc MPN,... Kết quả cho thấy: *Công của lực điện trong dịch chuyển của điện tích q từ điểm M đến điểm N trong điện trường đều bằng qEd, không phụ thuộc vào hình dạng của đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu M và vị trí điểm cuối N của độ dịch chuyển trong điện trường.*



Hình 19.1. *Chuyển động của điện tích dương q từ điểm M đến điểm N trong điện trường đều*

$$A_{MN} = qEd \qquad (19.1)$$

trong đó: d là độ dài đại số của đoạn MM', là hình chiếu của đoạn MN trên một đường sức điện.

Với điện trường bất kì, người ta cũng chứng minh được rằng *công của lực điện trong 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 của điểm cuối N của độ dịch chuyển.* Đây là tính chất chung của một số trường lực như trường tĩnh điện, trường trọng lực,...

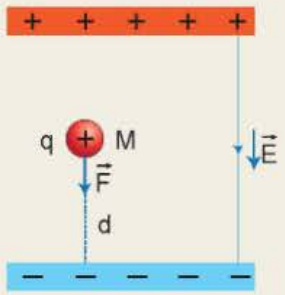
II. THẾ NĂNG CỦA MỘT ĐIỆN TÍCH TRONG ĐIỆN TRƯỜNG

1. Thế năng của một điện tích trong điện trường đều

Thế năng của một điện tích q trong điện trường đều đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường đều khi đặt điện tích q tại điểm ta xét. Số đo thế năng của điện tích dương q trong điện trường đều giữa hai bản phẳng nhiễm điện trái dấu được tính bằng công mà điện trường đều có thể sinh ra khi dịch chuyển điện tích q từ điểm ta xét tới bản nhiễm điện âm.

Một điện tích dương q được đặt tại điểm M trong điện trường đều giữa hai bản phẳng song song nhiễm điện trái dấu có độ lớn của cường độ điện trường là E (Hình 19.2).

1. Chứng minh rằng công mà điện trường đều giữa hai bản phẳng song song nhiễm điện trái dấu có thể sinh ra khi dịch chuyển điện tích dương q từ điểm M tới bản mang điện âm là A = qEd.
2. Hãy nhận xét về công A khi ta thay q bằng một điện tích âm.



Hình 19.2. *Điện tích dương q trong điện trường đều của hai bản phẳng song song nhiễm điện trái dấu*

- Bản cực mang điện âm thường được chọn làm mốc để tính thế năng. Với điện trường của một điện tích hoặc của một hệ điện tích bất kì, người ta thường chọn điểm mốc thế năng ở vô cực, vì ở đó điện trường và lực điện trường đều bằng không.
- Thế năng của điện tích trong điện trường còn được gọi là thế năng điện. Thế năng của một điện tích q trong điện trường đều đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường đều khi đặt điện tích q tại điểm đang xét.
- Số đo thế năng của điện tích q tại điểm M trong điện trường đều bằng công của lực điện có thể sinh ra khi điện tích q di chuyển từ điểm M tới điểm mốc để tính thế năng:

$$W_M = qEd \qquad (19.2)$$

trong đó d là khoảng cách từ M đến bản cực âm, W_M là thế năng điện của điện tích q tại điểm M.

2. Thế năng của một điện tích trong điện trường bất kì

- Tương tự như trường hợp điện trường đều, với điện trường bất kì, ta có thể phát biểu: *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.*
- Số đo thế năng của điện tích q tại điểm M trong điện trường bằng công của lực điện có thể sinh ra khi điện tích q di chuyển từ điểm M tới điểm mốc để tính thế năng.

  Chú ý rằng, khi chọn mốc thế năng tại vô cực, ta có *số đo thế năng của điện tích q tại điểm M trong điện trường bằng công của lực điện trong dịch chuyển của điện tích q từ điểm M tới vô cực:*

$$W_M = A_{M\infty} \qquad (19.3)$$

- Vì độ lớn của lực điện tỉ lệ thuận với điện tích q nên thế năng tại điểm M cũng tỉ lệ với điện tích q:

$$W_M = V_M q \qquad (19.4)$$

Hệ số tỉ lệ $V_M = V$ không phụ thuộc vào điện tích q mà chỉ phụ thuộc vào điện trường và vị trí của điểm M.

?

1. 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.
2. 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 hoạ.

EM ĐÃ HỌC

- Công của lực điện trường trong sự 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 và điểm cuối của độ dịch chuyển.
- 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: $W_M = A_{M\infty}$.

EM CÓ THỂ

- Xác định được thế năng điện của quả cầu tích điện đều đặt trong điện trường đều của Trái Đất.
- Xác định được công dịch chuyển một điện tích giữa hai điểm trong điện trường đều của Trái Đất.

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

Bài 20 ĐIỆN THẾ



Đường dây điện cao thế

Trong thực tế, chúng ta gặp những đường dây dẫn điện cao thế, trung thế, hạ thế. Từ "thế" ở đây được hiểu như thế nào? Có liên quan tới thế năng điện đã học ở Bài 19 hay không?

I. ĐIỆN THẾ TẠI MỘT ĐIỂM TRONG ĐIỆN TRƯỜNG

1. 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 (19.3) và (19.4) để thu được công thức:

$$V = \frac{A}{q}$$

2. Tỉ số $V = \frac{A}{q}$ như trên 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.

Điện thế tại một điểm trong điện trường đặc trưng cho điện trường tại điểm đó về thế năng, được xác định bằng công dịch chuyển một đơn vị điện tích dương từ vô cực về điểm đó.

$$V = \frac{A}{q} \qquad (20.1)$$

Đơn vị của điện thế là vôn (V), ngoài ra người ta còn dùng đơn vị kilôvôn (kV), 1 kV = 1 000 V.

Hiệu điện thế U_{MN} mà ta đo được chính là giá trị của hiệu giữa điện thế tại M và điện thế tại N

$$U_{MN} = V_M - V_N \qquad (20.2)$$

Vì vậy, hiệu điện thế và điện thế đều có chung đơn vị là vôn.

a) Điện thế có giá trị đại số.

b) Cũng như chọn mốc thế năng, ngoài việc chọn mốc điện thế ở vô cực thì trong điện trường đều giữa hai bản phẳng, người ta thường chọn mốc điện thế là bản nhiễm điện âm, còn mặt đất thường được chọn là mốc điện thế trong thực tiễn cuộc sống và kĩ thuật.

EM CÓ BIẾT

1. Hiệu điện thế còn được gọi là điện áp. Thiết bị dùng để biến đổi hiệu điện thế được gọi là biến áp.
2. Theo quy định của mạng lưới truyền tải điện ở Việt Nam, các lưới điện có điện áp nhỏ hơn 1 kV gọi là hạ thế, từ 1 kV đến 66 kV gọi là trung thế, lớn hơn 66 kV gọi là cao thế. Còn theo quy định của hành lang an toàn lưới điện thì điện áp lớn hơn 1 kV đã được gọi là cao thế.

II. MỐI LIÊN HỆ GIỮA ĐIỆN THẾ VÀ CƯỜNG ĐỘ ĐIỆN TRƯỜNG

Trong thực tế, người ta thường xét sự dịch chuyển một điện tích q từ điểm N tới điểm M nào đó trong điện trường.

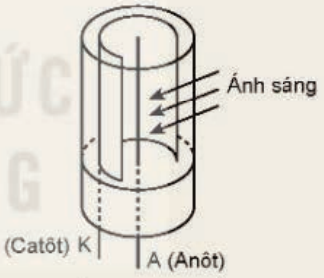
Hãy vận dụng công thức $V = \frac{A}{q}$ để chứng tỏ rằng công thực hiện để dịch chuyển điện tích q từ điểm N đến điểm M bằng:

$$A_{NM} = (V_M - V_N)q = U_{MN}q \qquad (20.3)$$

?

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 được chiếu sáng và một anôt (cực dương). Electron trong điện trường giữa hai cực sẽ dịch chuyển về phía anôt nếu $U_{AK} > 0$.

Cho hiệu điện thế $U_{AK} = 45$ V được đặt vào giữa hai cực của tế bào quang điện. Khi chiếu ánh sáng phù hợp, 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.



Hình 20.1. *Cấu tạo của tế bào quang điện chân không*

Điện thế là một đại lượng gắn với điện trường, còn thế năng điện là đại lượng gắn với điện tích đặt trong điện trường. Trong công thức (20.1), công A sử dụng để dịch chuyển điện tích q từ vô cực về điểm M cũng chính bằng thế năng điện W_M của điện tích q đặt tại M trong điện trường. Như vậy, thế năng điện và điện thế liên hệ với nhau bởi công thức:

$$W_M = V_M q \qquad (20.4)$$

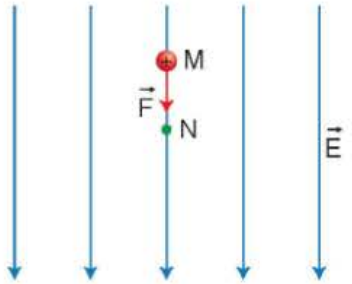
?

Tính thế năng điện của một electron đặt tại điểm M có điện thế bằng 1 000 V.

Trong điện trường đều, xét một điện tích thử dương chuyển động dọc theo một đường sức điện từ điểm M đến điểm N. Ta thấy, chiều của vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ hướng theo chiều giảm của điện thế. Chọn chiều dương của trục toạ độ là chiều đường sức (Hình 20.2). Áp dụng công thức (18.1) ta có:

$$E_M = E_N = E = \frac{U_{MN}}{d_{MN}} = \frac{V_M - V_N}{\overline{MN}} \qquad (20.5)$$

Kết quả trên cho thấy: trong điện trường đều, độ lớn của cường độ điện trường bằng độ giảm của điện thế dọc theo một đơn vị độ dài đường sức.



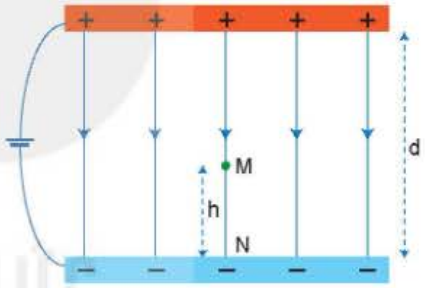
Hình 20.2. *Chuyển động của điện tích thử dọc theo một đường sức*

Với điện trường bất kì, công thức (20.5) vẫn được áp dụng trong trường hợp hai điểm M và N ở rất gần nhau.

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 nhỏ đường sức chia cho độ dài đại số của đoạn đường sức đó.

Bài tập ví dụ:

Có hai bản phẳng kim loại song song cách nhau một khoảng d (Hình 20.3), được nối vào nguồn điện một chiều có hiệu điện thế 36 V. Chọn bản nhiễm điện âm làm mốc điện thế.



Hình 20.3

a) Xác định mối liên hệ giữa điện thế và cường độ điện trường tại một điểm trong điện trường đều giữa hai bản phẳng.

b) Áp dụng kết quả câu a) để tính điện thế tại M nằm chính giữa khe hở của hai bản phẳng.

Giải:

a) Gọi N là điểm giao của đường sức đi qua M với bản nhiễm điện âm (Hình 20.3). $V_N = 0$ do điểm N nằm trên bản phẳng nhiễm điện âm được chọn làm mốc điện thế; $\overline{MN} = h > 0$ vì MN thuận theo chiều đường sức, h chính là khoảng cách từ M tới bản nhiễm điện âm. Vận dụng công thức (20.5) vào điện trường đều giữa hai bản phẳng ta tìm được mối liên hệ giữa điện thế và cường độ điện trường tại điểm M:

$$E_M = \frac{V_M - V_N}{\overline{MN}} \Rightarrow V_M = E_M h.$$

b) Trường hợp điểm M nằm chính giữa khe hở của hai bản phẳng tức là $h = \frac{d}{2}$, ta có:

$$V_M = Eh = \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{2} = \frac{36}{2} = 18V.$$

?

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.

EM ĐÃ HỌC

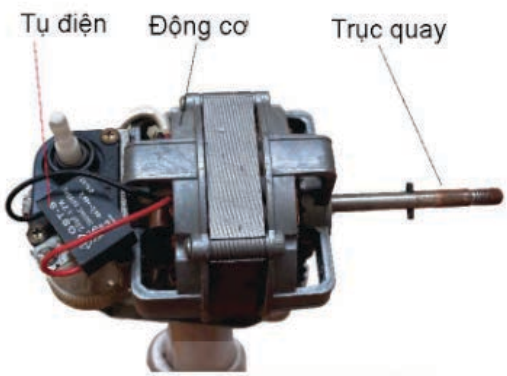
- Điện thế tại một điểm trong điện trường đặc trưng cho điện trường tại điểm đó về thế năng, được xác định bằng công dịch chuyển một đơn vị điện tích dương từ vô cực về điểm đó: $V = \frac{A}{q}$.
- Điện thế có mối liên hệ với thế năng điện: $V_M = \frac{W_M}{q}$.
- Mối liên hệ giữa cường độ điện trường và điện thế của hai điểm M và N trong điện trường đều dọc theo đường sức điện: $E_M = E_N = \frac{V_M - V_N}{\overline{MN}}$.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được ý nghĩa của hiệu điện thế giữa hai điểm.
- Vận dụng được mối liên hệ giữa thế năng điện với điện thế để tính được thế năng điện của điện tích nằm trong điện trường.
- Tính được công dịch chuyển một điện tích q từ điểm N đến điểm M trong điện trường.

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

Bài 21 TỤ ĐIỆN

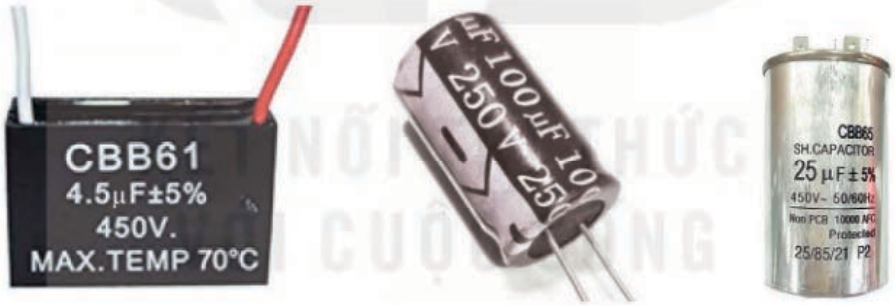


Tụ điện trong một chiếc quạt điện dân dụng

Nếu một chiếc quạt điện gặp trục trặc như: cánh quạt quay chậm hoặc không quay dù vẫn cắm điện; động cơ nóng, rung và có âm thanh bất thường, thì một trong những nguyên nhân mà chúng ta cần xem xét là hỏng tụ điện. Vậy tụ điện có cấu tạo như thế nào?

I. TỤ ĐIỆN

Tụ điện được sử dụng trong các thiết bị điện như: quạt điện, tủ lạnh, ti vi, động cơ,... với các hình dạng khác nhau (Hình 21.1).



Hình 21.1. *Một số loại tụ điện*

Tụ điện là một loại linh kiện điện tử gồm hai vật dẫn đặt gần nhau và ngăn cách nhau bởi môi trường cách điện (điện môi). Mỗi vật dẫn được gọi là một bản tụ điện.

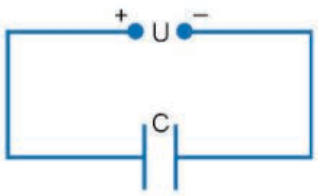
Mật độ điện tích tự do trong điện môi là rất nhỏ do đó điện môi là những chất không dẫn điện. Khi điện trường ngoài đặt vào điện môi lớn hơn một giới hạn nhất định thì các liên kết giữa các điện tích trái dấu trong nguyên tử của chất điện môi sẽ bị phá vỡ, điện tích tự do xuất hiện. Lúc này điện môi trở thành vật dẫn điện (điện môi bị đánh thủng).

Khi vẽ mạch điện, tụ điện được kí hiệu như Hình 21.2.



Hình 21.2. *Kí hiệu tụ điện trong sơ đồ mạch điện*

Trong mạch điện, tụ điện có nhiệm vụ tích điện và phóng điện. Ta có thể hình dung quá trình tích điện và phóng điện như sau:

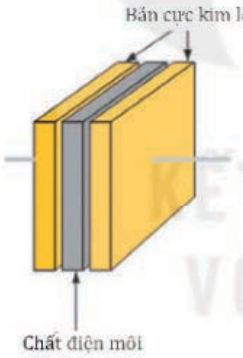


Hình 21.3. *Tích điện cho tụ điện*

- Để tích điện cho tụ điện, người ta nối hai bản cực của tụ điện với hai cực của nguồn điện một chiều. Bản nối với cực dương sẽ tích điện dương, bản nối với cực âm sẽ tích điện âm (Hình 21.3). Điện tích trên hai bản tụ điện có độ lớn bằng nhau nhưng trái dấu. Ta gọi độ lớn của điện tích trên một bản tụ điện là điện tích của tụ điện.
- Sau khi tích điện cho tụ điện, ta bỏ nguồn điện ra và nối hai bản tụ điện với một điện trở (hoặc bóng đèn), sẽ có dòng điện chạy qua điện trở và điện tích trên tụ điện giảm nhanh. Ta gọi đó là sự phóng điện của tụ điện.

EM CÓ BIẾT

- Tụ điện gồm hai bản phẳng bằng kim loại, đặt song song, giữa hai bản là chất điện môi (có thể là không khí) được gọi là tụ điện phẳng (Hình 21.4).
- Trong thực tế, người ta thường chế tạo tụ điện với hai bản là hai tấm giấy thiếc, kẽm, hoặc nhôm. Lớp điện môi làm bằng giấy tẩm chất cách điện (paraffin). Để giảm kích thước của linh kiện, người ta cuộn tụ điện lại và đặt trong một vỏ bằng kim loại (Hình 21.5). Tụ điện lúc này có dạng hình trụ.



Hình 21.4. *Cấu tạo của tụ điện phẳng*



Hình 21.5. *Cấu tạo của tụ điện hình trụ*

II. ĐIỆN DUNG CỦA TỤ ĐIỆN

1. Điện dung

Dùng một nguồn điện có hiệu điện thế U để tích điện cho một số tụ điện khác nhau. Kết quả cho thấy độ lớn điện tích mà các tụ điện này tích được là không giống nhau, nghĩa là khả năng tích điện của chúng là khác nhau.

Với mỗi tụ điện nhất định người ta đã chứng minh được: Độ lớn điện tích Q mà tụ điện tích được tỉ lệ thuận với hiệu điện thế đặt vào hai bản của nó.

$$Q = CU \qquad (21.1)$$

Đại lượng C là một hằng số đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện ở một hiệu điện thế xác định và được gọi là điện dung của tụ điện.

Điện dung của tụ điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện khi đặt 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 U đặt vào hai bản tụ điện.

$$C = \frac{Q}{U} \qquad (21.2)$$

Trong công thức (21.2), khi Q được tính bằng đơn vị culông (C), U được tính bằng đơn vị vôn (V) thì đơn vị của điện dung C là fara (kí hiệu là F).

Vậy, 1 fara là điện dung của một tụ điện mà nếu đặt hiệu điện thế 1 V vào hai bản tụ điện thì điện tích của tụ điện là 1 C.

Chú ý rằng, tụ điện được sử dụng trong thực tế thường có điện dung cỡ khoảng từ 10^{-12} F đến 10^{-6} F nên người ta cũng thường dùng các đơn vị:

+ 1 micrôfara (kí hiệu là μF) = 10^{-6} F.

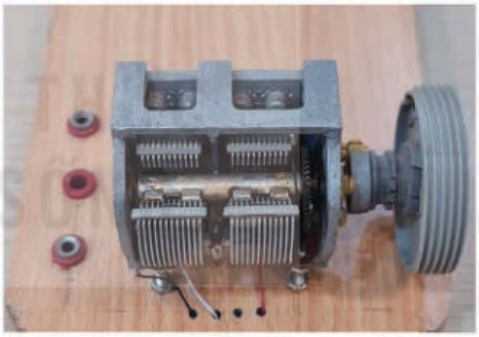
+ 1 nanôfara (kí hiệu là nF) = 10^{-9} F.

+ 1 picôfara (kí hiệu là pF) = 10^{-12} F.

Trên vỏ tụ điện thường được ghi hai thông số kĩ thuật quan trọng là điện dung của tụ điện và hiệu điện thế tối đa được sử dụng (nếu dùng quá hiệu điện thế này, tụ điện có nguy cơ bị đánh thủng). Tuỳ vào từng loại tụ điện mà có thể có thêm các thông số khác như tần số dòng điện, khoảng nhiệt độ mà tụ điện hoạt động bình thường,...

EM CÓ BIẾT

Ngoài các tụ điện thông dụng trong công nghệ và cuộc sống, người ta còn chế tạo ra loại tụ điện xoay, là một loại tụ điện có thể thay đổi được điện dung.



Hình 21.6. *Tụ xoay*

?

1. Cho một tụ điện trên vỏ có ghi là 2 μF – 200 V.

a) Đặt vào hai bản tụ điện một hiệu điện thế 36 V. Hãy tính điện tích mà tụ điện tích được.

b) Hãy tính điện tích mà tụ điện tích được ở hiệu điện thế tối đa cho phép.

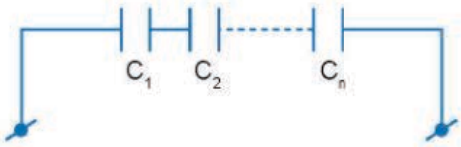
2. Có hai chiếc tụ điện, trên vỏ tụ điện A có ghi 2 μF – 350 V, tụ điện B có ghi 2,3 μF – 300 V.

a) Trong hai tụ điện trên, khi tích điện ở cùng một hiệu điện thế, tụ điện nào có khả năng tích điện tốt hơn?

b) Khi tích điện lên mức tối đa cho phép thì tụ điện nào sẽ có điện tích lớn hơn?

2. Điện dung của bộ tụ điện

Trong thực tế, muốn có tụ điện với điện dung thích hợp hay sử dụng phù hợp với hiệu điện thế nhất định người ta phải ghép các tụ điện thành bộ tụ điện. Khi mắc bộ tụ điện vào mạch cần đảm bảo hiệu điện thế trên mỗi tụ điện không vượt quá hiệu điện thế tối đa cho phép của nó.



Hình 21.7. *Bộ tụ điện ghép nối tiếp*

a) Ghép nối tiếp

Ghép nối tiếp n tụ điện chưa tích điện có điện dung C_1, C_2,..., C_n với nhau rồi mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế U (Hình 21.7). Hiệu điện thế, điện tích và điện dung của bộ tụ sẽ có mối liên hệ với các đại lượng tương ứng của mỗi tụ theo các công thức sau:

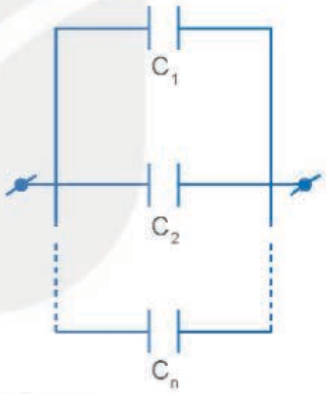
$$U = U_1 + U_2 + ... + U_n \qquad (21.3)$$

$$Q = Q_1 = Q_2 = ... = Q_n \qquad (21.4)$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ... + \frac{1}{C_n} \qquad (21.5)$$

b) Ghép song song

Ghép n tụ điện chưa tích điện có điện dung C_1, C_2, ..., C_n song song với nhau rồi mắc vào nguồn điện có hiệu điện thế U (Hình 21.8). Hiệu điện thế, điện tích và điện dung của bộ tụ sẽ có mối liên hệ với các đại lượng tương ứng của mỗi tụ theo các công thức sau:



Hình 21.8. *Bộ tụ điện ghép song song*

$$U = U_1 = U_2 = ... = U_n \qquad (21.6)$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + ... + Q_n \qquad (21.7)$$

$$C = C_1 + C_2 + ... + C_n \qquad (21.8)$$

Bài tập ví dụ:

Có ba tụ điện với điện dung lần lượt là: $C_1 = 2\ \mu F$, $C_2 = 3\ \mu F$, $C_3 = 4\ \mu F$.

a) Tính điện dung của bộ tụ điện khi ba tụ ghép nối tiếp.

b) 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 ở cùng một hiệu điện thế an toàn.

Giải:

a) Sử dụng công thức (21.5) cho bộ tụ điện ghép nối tiếp ta tính được:

$$\frac{1}{C_{nt}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

Thay số vào ta có điện dung của bộ tụ điện:

$$C_{nt} = \frac{12}{13}\ \mu F.$$

b) Sử dụng công thức (21.8) cho bộ tụ điện ghép song song ta tính được:

$$C_{ss} = C_1 + C_2 + C_3$$

Thay số vào ta tính được điện dung của bộ tụ điện: $C_{ss} = 9\ \mu F$.

Kết quả $C_{ss} > C_{nt}$ cho thấy bộ tụ điện ghép song song có khả năng tích điện tốt hơn.

III. NĂNG LƯỢNG CỦA TỤ ĐIỆN

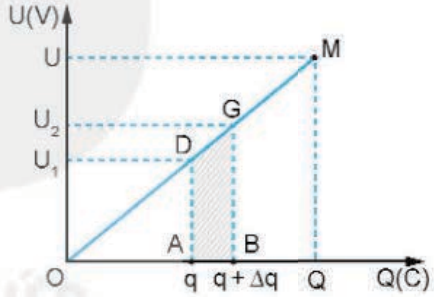
EM CÓ BIẾT

Người ta sử dụng tụ điện để cung cấp năng lượng khởi động cho động cơ điện một pha.

Tụ điện còn được sử dụng để tích tụ năng lượng trong mạch khuếch đại của một số loại máy hàn điện, hệ thống âm thanh,...

Khi sử dụng nguồn điện để tích điện cho tụ, nguồn điện đã thực hiện công để dịch chuyển các electron từ bản cực nối với cực dương sang bản cực nối với cực âm của tụ điện. Một phần công này là công A của lực điện trong sự dịch chuyển của các electron nói trên và chuyển thành thế năng của các điện tích trên hai bản tụ, tụ điện đã tích một năng lượng W = A. Khi cho tụ điện phóng điện qua điện trở (hay bóng đèn) thì tụ điện giải phóng năng lượng đã tích luỹ được. Do đó, một trong các ứng dụng trong thực tế của tụ điện là *tích trữ năng lượng* và *cung cấp năng lượng*.

Quá trình tích điện cho tụ điện có điện dung C diễn ra trong một khoảng thời gian và hiệu điện thế sẽ tăng tỉ lệ thuận với lượng điện tích đã tích được trên tụ như Hình 21.9.



Hình 21.9. *Sự biến thiên của hiệu điện thế theo điện tích của tụ điện trong quá trình tích điện*

Ban đầu ta tích điện cho tụ điện tới điện tích $q_1 = q$ bởi một hiệu điện thế $U_1 = \frac{q}{C}$. Tiếp tục tích điện thêm cho tụ điện tới điện tích $q_2 = q_1 + \Delta q$ bởi hiệu điện thế $U_2 = \frac{q + \Delta q}{C}$.

Công của lực điện trong sự dịch chuyển một điện tích nhỏ Δq từ bản cực này tới bản cực kia bằng $\Delta A = Fd = \Delta q.Ed = \Delta q.U$.

Khi điện tích Δq rất nhỏ, ta có thể coi U là trung bình cộng của U_1 và U_2. Vì vậy $\Delta A = \frac{U_1 + U_2}{2}\Delta q$ chính bằng diện tích hình thang ABGD.

Công để tích điện cho tụ điện đến điện tích Q bằng tổng các điện tích nhỏ Δq là A bằng tổng các công nhỏ ΔA hay tổng diện tích các hình thang tương ứng. Công A của lực điện đã thực hiện chính bằng diện tích hình tam giác OQM: $A = \frac{QU}{2}$.

Vậy năng lượng của tụ điện khi được tích điện với điện tích Q:

$$W = \frac{QU}{2} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} \qquad (21.9)$$

Ở đây, điện tích Q có đơn vị là culông; hiệu điện thế U đơn vị là vôn; điện dung C đơn vị là fara; năng lượng W có đơn vị là jun.

Năng lượng của tụ điện cũng chính là năng lượng điện trường trong tụ điện.

?

Có hai chiếc tụ điện, tụ điện D có thông số cơ bản được ghi là 2 μF – 450 V; tụ điện E có thông số cơ bản được ghi là 2,5 μF – 350 V. Khi các tụ điện trên được tích điện tới mức tối đa cho phép, hãy tính năng lượng của mỗi tụ điện.

IV. ỨNG DỤNG CỦA TỤ ĐIỆN TRONG CUỘC SỐNG

Tích trữ năng lượng là chức năng của tụ điện được sử dụng trong rất nhiều thiết bị điện như động cơ xe máy, máy hàn dùng công nghệ phóng điện của tụ (Hình 21.10), mạch khuếch đại,... Ngoài ra, tụ điện còn có một số chức năng khác nữa như lưu trữ điện tích, lọc dòng điện một chiều không cho đi qua mà chỉ cho dòng điện xoay chiều đi qua,...

Các em hãy sử dụng sách, báo, internet hoặc các mạng thông tin khác để tìm hiểu, sưu tập một số tụ điện thông dụng. Tiếp theo, các em lựa chọn và sử dụng các thông tin này để xây dựng một báo cáo về *Một số ứng dụng của tụ điện trong cuộc sống*. Dưới đây là một mẫu báo cáo để chúng ta tham khảo.

BÁO CÁO

Một số ứng dụng của tụ điện trong cuộc sống

Ngày ... tháng ... năm ...

Tên học sinh: ...

Lớp: ...

I. Thống kê phân loại tụ điện đã sưu tập được

STT	Điện dung – điện áp	Hình dạng	Thiết bị sử dụng	Mục đích sử dụng	Ghi chú
1	?	?	?	?	?
2	?	?	?	?	?
3	?	?	?	?	?
...	...	...	...	...	...

II. Kết luận về ứng dụng của tụ điện trong cuộc sống

.....

.....

EM CÓ BIẾT

Trong kĩ thuật hàn bu-lông bằng quy trình phóng điện của tụ, người ta sử dụng máy hàn với bộ phận chính gồm bộ tụ điện cùng với bộ phận súng hàn để ép chặt bu-lông vào bề mặt vật liệu cần hàn.

Dòng điện phóng ra từ bộ tụ điện công suất lớn để tạo nhiệt làm nóng chảy đế của bu-lông và bề mặt vật liệu, cùng với lực ép bu-lông tạo ra từ súng hàn sẽ tạo thành mối hàn vững chắc.



Hình 21.10. *Một máy hàn bu-lông sử dụng bộ tụ điện trong khoảng từ 13 750 μF đến 110 000 μF*

EM ĐÃ HỌC

- Điện dung của tụ điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện khi đặt một hiệu điện thế U vào hai bản tụ. Nó được tính bằng tỉ số giữa điện tích Q của tụ và hiệu điện thế U đặt vào hai bản tụ.

$$C = \frac{Q}{U}$$

- 1 fara là điện dung của một tụ điện mà nếu đặt hiệu điện thế 1 V vào hai bản tụ thì điện tích của tụ là 1 C.
- Công thức của bộ tụ điện ghép nối tiếp:

$$U = U_1 + U_2 + ... + U_n$$

$$Q = Q_1 = Q_2 = ... = Q_n$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ... + \frac{1}{C_n}$$

Công thức của bộ tụ điện ghép song song:

$$U = U_1 = U_2 = ... = U_n$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + ... + Q_n$$

$$C = C_1 + C_2 + ... + C_n$$

- Năng lượng của tụ điện:

$$W = \frac{QU}{2} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$$

- Tụ điện có ứng dụng tích trữ năng lượng, cung cấp năng lượng và nhiều ứng dụng khác nữa.

EM CÓ THỂ

- 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.
- Hiểu và thực hành được các cách ghép nối tiếp và ghép song song của các tụ điện trong mạch điện.
- Vận dụng được kiến thức về năng lượng của tụ điện để giải thích được nguyên lí hoạt động của máy hàn điện, tia sét giữa các đám mây tích điện trái dấu.
- Tìm hiểu về các ứng dụng của tụ điện trong cuộc sống trên cơ sở thu thập và lựa chọn thông tin, xây dựng báo cáo.

CHƯƠNG IV

DÒNG ĐIỆN MẠCH ĐIỆN

Xe điện là xu hướng phát triển trong tương lai. Pin là một trong những yếu tố quan trọng của tất cả các dòng xe điện. Khi pin được nạp đầy, xe có thể di chuyển được quãng đường hàng trăm kilômét, giúp bảo vệ môi trường, chi phí vận hành xe thấp và khả năng vận hành ổn định, giảm thiểu tiếng ồn.

Tại sao pin trong xe điện sau khi sạc lại có thể tạo ra dòng điện chạy khá lâu trong mạch kín?



Nội dung

- Cường độ dòng điện
- Điện trở. Định luật Ohm
- Nguồn điện
- Năng lượng điện và công suất điện

Bài 22 CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN

Cường độ dòng điện là gì và đặc trưng cho tính chất nào của dòng điện?

I. CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN

1. Thí nghiệm

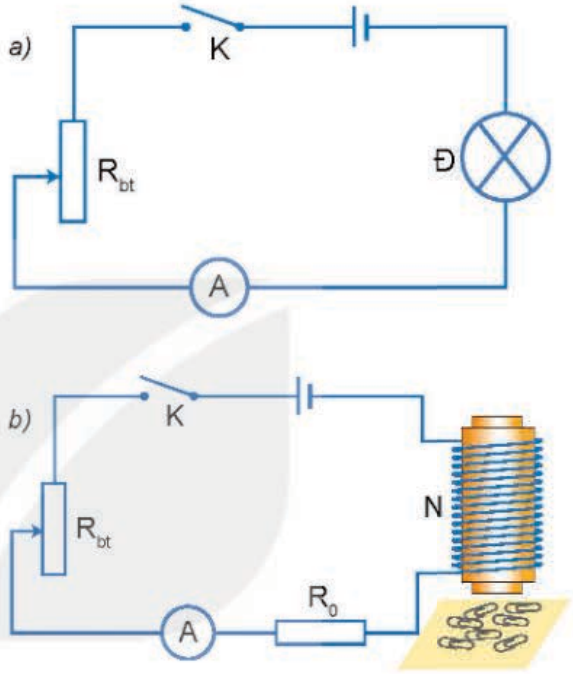
Thí nghiệm 1.

Chuẩn bị:

- Ampe kế.
- Biến trở.
- Điện trở bảo vệ R_0.
- Bóng đèn.
- Nguồn điện.
- Dây nối.
- Khoá K.
- Nam châm điện.
- Một số ghim giấy bằng sắt.

Tiến hành:

- Bố trí thí nghiệm như sơ đồ Hình 22.1a.
- Đóng khoá K, dịch chuyển con chạy của biến trở R_{bt} để số chỉ của ampe kế tăng dần.



Hình 22.1. *Sơ đồ thí nghiệm khảo sát độ mạnh yếu của dòng điện*

?

1. Hãy nhận xét về độ sáng của bóng đèn Đ khi số chỉ của ampe kế tăng dần.
2. Kết quả thí nghiệm trên cho thấy cường độ dòng điện đặc trưng cho tính chất nào của dòng điện?

Thí nghiệm 2.

Thay đèn Đ bằng một nam châm điện N (Hình 22.1b).

Tiến hành:

- Đóng khoá K, quan sát số lượng ghim giấy bằng sắt mà nam châm hút được.
- Đóng khoá K, điều chỉnh biến trở để số chỉ ampe kế chỉ giá trị lớn hơn giá trị ban đầu, quan sát số lượng ghim giấy bằng sắt mà nam châm hút được. So sánh với số lượng ghim giấy bằng sắt mà nam châm điện hút được trong hai trường hợp.

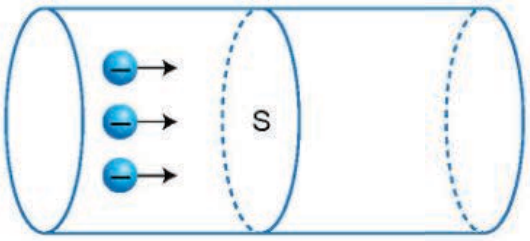
?

1. Hãy nhận xét về số ghim giấy mà nam châm hút được khi chỉ số của ampe kế tăng.
2. Kết quả thí nghiệm cho thấy cường độ dòng điện đặc trưng cho tính chất nào của dòng điện?

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

2. Công thức tính cường độ dòng điện

Lượng điện tích (điện lượng) chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong một đơn vị thời gian càng lớn thì dòng điện chạy qua dây dẫn càng mạnh (Hình 22.2).



Hình 22.2. *Các điện tích dịch chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn*

Trong Vật lí, người ta gọi độ lớn của điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của một dây dẫn trong một đơn vị thời gian là cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn, được xác định bằng công thức:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \qquad (22.1)$$

Trong công thức trên, đơn vị của cường độ dòng điện là ampe (kí hiệu là A), của điện lượng là culông (kí hiệu là C), của thời gian là giây (kí hiệu là s).

Từ công thức (22.1), ta rút ra:

$$\Delta q = I.\Delta t \qquad (22.2)$$

Công thức (22.2) cho thấy ý nghĩa của đơn vị điện lượng culông: 1 culông là tổng điện lượng của các hạt mang điện chạy qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong 1 s bởi dòng điện có cường độ 1 A.

Đơn vị của điện lượng: 1 C = 1 A.s.

?

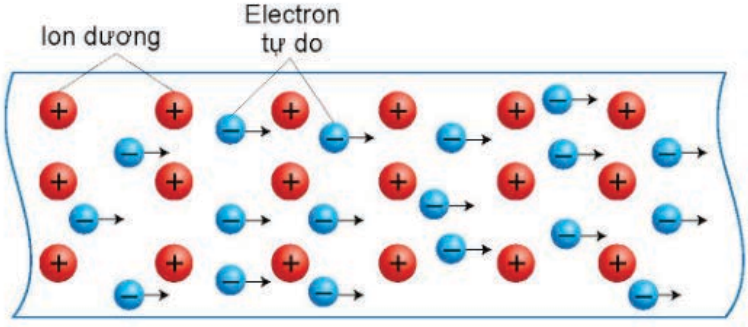
Trên một thiết bị dùng để nạp điện cho điện thoại di động có ghi thông số 10 000 mA.h. Thông số này cho biết điều gì?

II. LIÊN HỆ GIỮA CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN VỚI MẬT ĐỘ VÀ TỐC ĐỘ CỦA CÁC HẠT MANG ĐIỆN

1. Dòng điện chạy trong dây dẫn kim loại

Trong kim loại tồn tại các electron không liên kết với nguyên tử, được gọi là electron tự do vì chúng có thể chuyển động tự do về mọi hướng. Khi dây dẫn được nối với nguồn điện thì trong dây dẫn xuất hiện điện trường. Dưới tác dụng của lực điện trường, các electron tự do mang điện tích âm dịch chuyển có hướng ngược với hướng của điện trường, tạo ra dòng điện (Hình 22.3).

Chiều quy ước của dòng điện là chiều dịch chuyển của các điện tích dương. Như vậy, trong dây dẫn kim loại, chiều dòng điện ngược với chiều dịch chuyển của các electron tự do.



Hình 22.3. *Sự tạo thành dòng điện trong kim loại*

2. Biểu thức liên hệ giữa cường độ dòng điện với mật độ và tốc độ của các hạt mang điện

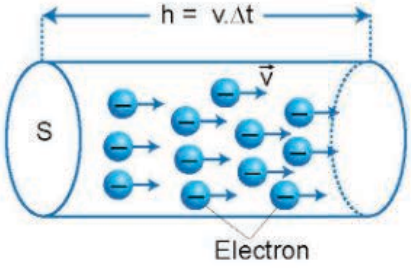
Hình 22.4 mô tả sự dịch chuyển của electron qua tiết diện thẳng của dây dẫn. Trong đó:

S là diện tích tiết diện thẳng của dây dẫn.

n là mật độ hạt mang điện (ở đây là số electron tự do trong một đơn vị thể tích của dây dẫn).

v là tốc độ dịch chuyển có hướng của electron.

e là độ lớn điện tích của electron.



Hình 22.4. *Electron dịch chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn*

Trong khoảng thời gian Δt, số electron N chạy qua tiết diện thẳng của dây dẫn là: N = nSh, trong đó h = v.Δt.

$$N = nSv.\Delta t$$

Do vậy, điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong khoảng thời gian Δt là:

$$\Delta q = Ne = Snve.\Delta t$$

Theo định nghĩa cường độ dòng điện ở công thức (22.1), ta xác định được cường độ dòng điện chạy qua một dây dẫn kim loại như sau:

$$I = Snve \qquad (22.3)$$

3. Bài tập vận dụng

Trong một dây dẫn bằng kim loại hình trụ tròn, có đường kính tiết diện là d = 2 mm có dòng điện I = 5 A chạy qua. Cho biết mật độ electron tự do trong dây dẫn là $n = 8{,}45.10^{28}$ electron/m^3. Hãy tính tốc độ dịch chuyển có hướng của các electron trong dây dẫn.

Giải:

Áp dụng công thức (22.3), ta có:

$$I = Snve$$

$$\Rightarrow v = \frac{I}{nSe}$$

$$= \frac{I}{n\frac{\pi d^2}{4}e} = \frac{4I}{n\pi d^2 e}.$$

Thay số ta được: $v \approx 1{,}2.10^{-4}$ m/s = 0,12 mm/s.

EM ĐÃ HỌC

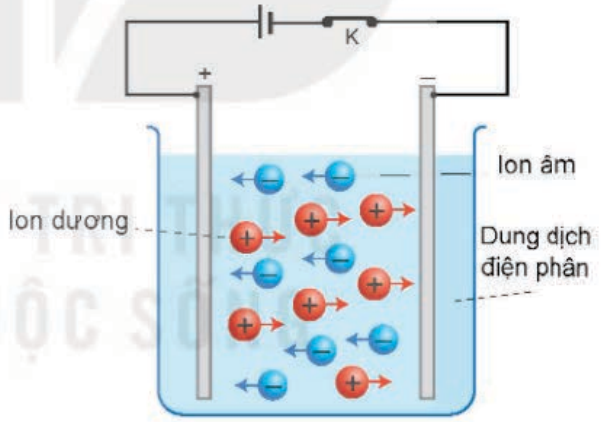
- Cường độ dòng điện là đại lượng đặc trưng cho tác dụng mạnh, yếu của dòng điện và được xác định bằng công thức: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$.
- Biểu thức liên hệ giữa cường độ dòng điện trong dây dẫn kim loại với mật độ hạt mang điện và tốc độ dịch chuyển có hướng của các hạt mang điện là: I = Snve.

EM CÓ THỂ

- Ước tính được cường độ dòng điện của tia sét trong các cơn dông dựa trên thông tin về điện tích của đám mây và thời gian gây ra sét.
- Hiểu được ý nghĩa của thông số mA.h ghi trên pin, acquy và sạc dự phòng.

EM CÓ BIẾT

Trong dung dịch điện phân, tồn tại các ion dương và ion âm. Khi đóng mạch điện, sự dịch chuyển có hướng của các ion trong dung dịch điện phân tạo ra dòng điện (Hình 22.5).



Hình 22.5. *Sự dịch chuyển của các ion dương và ion âm trong dung dịch điện phân tạo ra dòng điện*

Bài 23 ĐIỆN TRỞ. ĐỊNH LUẬT OHM

Các thiết bị điện thông thường mà chúng ta dùng hằng ngày đều có các điện trở. Vậy điện trở đặc trưng cho tính chất nào của vật dẫn và tại sao một vật dẫn lại có điện trở?

I. ĐIỆN TRỞ

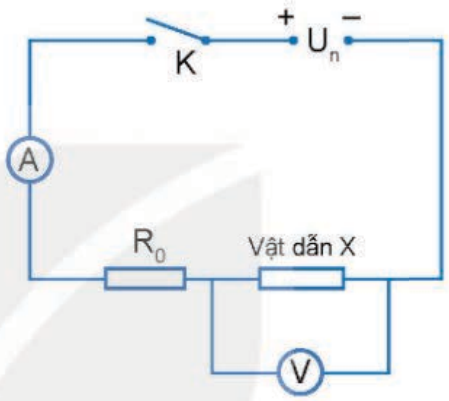
1. Thí nghiệm

Chuẩn bị:

- Ampe kế.
- Vôn kế.
- Nguồn điện có hiệu điện thế có thể thay đổi được.
- Hai vật dẫn X và Y khác nhau.
- Điện trở bảo vệ R_0.
- Dây nối.
- Khoá K.

Tiến hành:

- Mắc mạch điện như sơ đồ Hình 23.1.
- Đóng khoá K. Điều chỉnh hiệu điện thế của nguồn điện U_n ta thu được các giá trị của cường độ dòng điện I_1 chạy qua vật dẫn X, ghi kết quả vào vở theo mẫu Bảng 23.1.
- Thay vật dẫn Y vào vị trí của vật dẫn X và lặp lại thí nghiệm, ta thu được các giá trị của cường độ dòng điện I_2 chạy qua vật dẫn Y, ghi kết quả vào vở theo mẫu Bảng 23.1.



Hình 23.1. *Sơ đồ thí nghiệm đo cường độ dòng điện và hiệu điện thế ứng với các vật dẫn khác nhau*

Bảng 23.1. Kết quả thí nghiệm

	Vật dẫn X	Vật dẫn Y
U (V)	I_1 (mA)	I_2 (mA)
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?
?	?	?

?

1. Hãy nhận xét về tỉ số $\frac{U}{I}$ đối với từng vật dẫn.
2. Đối với vật dẫn X và vật dẫn Y thì tỉ số $\frac{U}{I}$ có khác nhau không?
3. Nếu đặt cùng một hiệu điện thế vào hai đầu vật dẫn X và vật dẫn Y thì cường độ dòng điện chạy qua vật dẫn nào có giá trị nhỏ hơn?

2. Định nghĩa điện trở

Từ kết quả tính tỉ số $\frac{U}{I}$ của thí nghiệm ở trên cho thấy, ứng với mỗi vật dẫn thì tỉ số $\frac{U}{I}$ là một hằng số.

Kí hiệu hằng số trên là R, ta có: $R = \frac{U}{I} \Rightarrow I = \frac{U}{R}$ (23.1)

Biểu thức (23.1) cho thấy, với cùng một hiệu điện thế, R càng lớn thì cường độ dòng điện I càng nhỏ. Điều này chứng tỏ sự cản trở dịch chuyển của các điện tích trong dây dẫn càng lớn. Như vậy, R là đại lượng đặc trưng cho mức độ cản trở dòng điện của vật dẫn và được gọi là điện trở.

Điện trở của vật dẫn được kí hiệu là R (R là chữ cái đầu của từ tiếng Anh Resistance – cản trở).

Trong công thức (23.1), hiệu điện thế U đo bằng vôn, cường độ dòng điện I đo bằng ampe thì điện trở đo bằng ôm (ohm), kí hiệu là Ω.

$$1\ \Omega = \frac{1\ V}{1\ A}$$

Một số bội số của ôm:

1 kΩ = 1 000 Ω.

1 MΩ = 1 000 kΩ = 1 000 000 Ω.

3. Đường đặc trưng vôn – ampe

Đường đặc trưng vôn – ampe là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa hiệu điện thế đặt vào và dòng điện chạy qua linh kiện đang xét.

Bảng 23.2 là kết quả thí nghiệm đối với hai điện trở R_1 và R_2 theo thí nghiệm ở mục 1. Từ bảng số liệu ta vẽ được đường đặc trưng vôn – ampe của hai điện trở R_1 và điện trở R_2 như Hình 23.2.

Từ đường đặc trưng vôn – ampe ở Hình 23.2, ta thấy đồ thị là một đường thẳng, hiệu điện thế U tăng thì cường độ dòng điện I cũng tăng. Như vậy, đường đặc trưng vôn – ampe của điện trở là hàm bậc nhất xuất phát từ gốc toạ độ, ta có công thức:

$$I = kU \qquad (23.2)$$

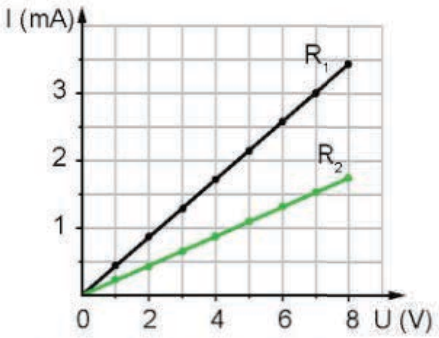
với $k = \frac{1}{R}$ là hằng số không đổi gọi là độ dẫn điện.

EM CÓ BIẾT

Trong thiết bị điện tử, điện trở là một linh kiện quan trọng. Tuỳ vào tỉ lệ pha trộn giữa hợp chất carbon và kim loại mà người ta tạo ra được các điện trở có trị số khác nhau.

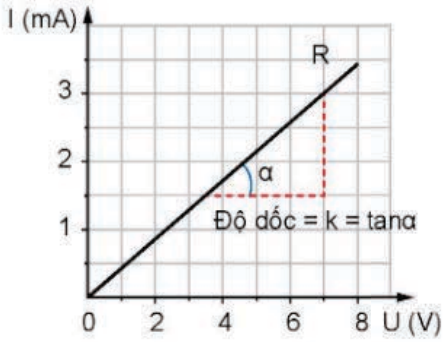
Bảng 23.2. Kết quả thí nghiệm

	Điện trở R_1	Điện trở R_2
U (V)	I_1 (mA)	I_2 (mA)
0,0	0,00	0,00
1,0	0,43	0,21
2,0	0,86	0,43
3,0	1,30	0,65
4,0	1,73	0,87
5,0	2,17	1,09
6,0	2,60	1,31
7,0	3,03	1,53
8,0	3,45	1,75



Hình 23.2. *Đường đặc trưng vôn – ampe của hai điện trở R_1 và R_2*

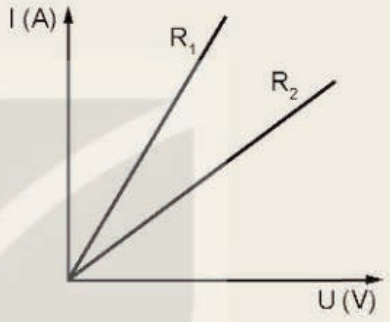
Đường đặc trưng vôn – ampe của điện trở là đường thẳng đi qua gốc toạ độ, đường thẳng có độ dốc càng lớn khi giá trị của điện trở R càng nhỏ (Hình 23.3).



Hình 23.3. *Đường đặc trưng vôn – ampe của điện trở R_1*

?

1. Đường đặc trưng vôn – ampe của điện trở có đặc điểm gì? Đặc điểm này nói lên điều gì về mối quan hệ giữa hiệu điện thế U và cường độ dòng điện I?
2. Độ dốc của đường đặc trưng vôn – ampe của điện trở liên quan đến điện trở như thế nào?
3. Cho đường đặc trưng vôn – ampe của hai vật dẫn có điện trở R_1, R_2 như Hình 23.4. Vật dẫn nào có điện trở lớn hơn?



Hình 23.4

II. ĐỊNH LUẬT OHM

Mối quan hệ giữa hiệu điện thế U, cường độ dòng điện I và điện trở R của vật dẫn đã được nhà bác học người Đức Georg Simon Ohm (1789 – 1854) xác định bằng thực nghiệm và phát biểu thành định luật, gọi là định luật Ohm:

Định luật Ohm: *Cường độ dòng điện chạy qua vật dẫn tỉ lệ thuận với hiệu điện thế ở hai đầu vật dẫn, tỉ lệ nghịch với điện trở của vật dẫn.*

Biểu thức: $I = \frac{U}{R}$ (23.3)

trong đó: I là cường độ dòng điện chạy qua vật dẫn, đơn vị là ampe, kí hiệu là A.

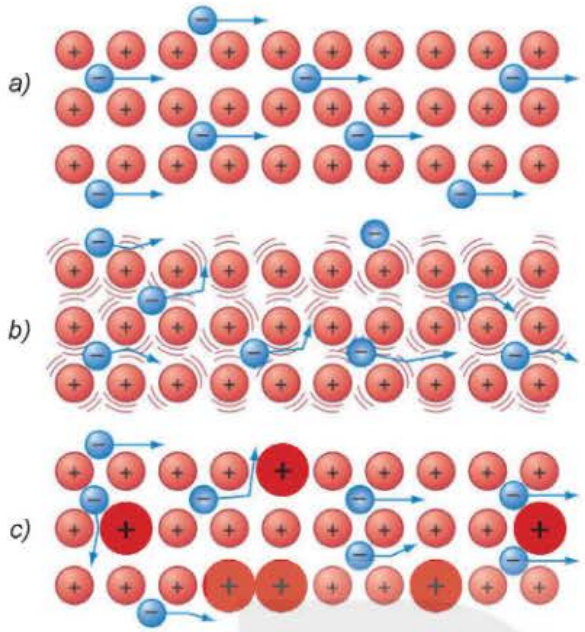
U là hiệu điện thế giữa hai đầu vật dẫn, đơn vị là vôn, kí hiệu là V.

R là điện trở của vật dẫn, đơn vị là ôm, kí hiệu là Ω.

III. NGUYÊN NHÂN GÂY RA ĐIỆN TRỞ VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA NHIỆT ĐỘ LÊN ĐIỆN TRỞ

1. Nguyên nhân gây ra điện trở trong vật dẫn kim loại

Trong kim loại, các nguyên tử bị mất electron hoá trị trở thành các ion dương. Các ion dương liên kết với nhau một cách trật tự tạo nên mạng tinh thể kim loại. Các ion dương dao động nhiệt xung quanh nút mạng, nhiệt độ càng cao, các ion dương dao động càng mạnh. Dao động nhiệt của các ion trong mạng tinh thể cản trở chuyển động của các electron tự do là nguyên nhân chính gây ra điện trở của kim loại (Hình 23.5).



Hình 23.5. *Mô hình nguyên nhân gây ra điện trở trong kim loại*

a) Ở nhiệt độ thấp, các electron tự do chuyển động tương đối dễ dàng.

b) Ở nhiệt độ cao, các ion dao động mạnh, gây ra sự va chạm giữa electron và ion làm cản trở sự chuyển động của các electron tự do.

c) Các nguyên tử tạp chất cũng là nguyên nhân cản trở chuyển động của các electron tự do.

Bảng 23.3. Điện trở suất (ρ_0) và hệ số nhiệt điện trở (α) của một số kim loại

Kim loại	ρ_0 (Ω.m)	α (K^{-1})
Bạc	$1{,}62.10^{-8}$	$4{,}1.10^{-3}$
Đồng	$1{,}69.10^{-8}$	$4{,}3.10^{-3}$
Nhôm	$2{,}75.10^{-8}$	$4{,}4.10^{-3}$
Sắt	$9{,}68.10^{-8}$	$6{,}5.10^{-3}$
Bạch kim	$10{,}60.10^{-8}$	$3{,}9.10^{-3}$
Vonfam	$5{,}25.10^{-8}$	$4{,}5.10^{-3}$

EM CÓ BIẾT

Khi nhiệt độ tăng, chuyển động nhiệt của các ion trong mạng tinh thể tăng làm cho điện trở của kim loại tăng. Thí nghiệm chứng tỏ với sự thay đổi nhỏ của nhiệt độ, điện trở suất ρ của kim loại cũng tăng theo nhiệt độ gần đúng theo hàm bậc nhất.

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(t - t_0)]$$

trong đó: ρ là điện trở suất ở nhiệt độ t, đơn vị là ôm nhân mét (Ω.m).

ρ_0 là điện trở suất ở nhiệt độ t_0, đơn vị là ôm nhân mét (Ω.m).

α là hệ số nhiệt điện trở, đơn vị là K^{-1}.

$t - t_0$ là độ biến thiên nhiệt độ.

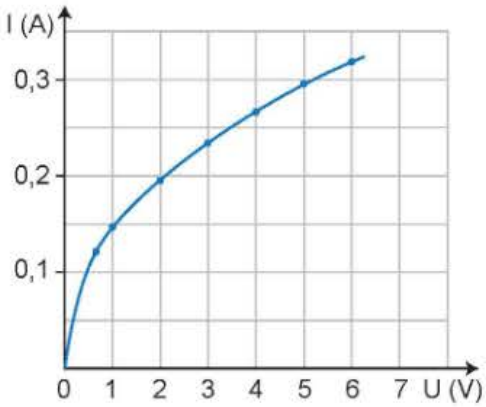
Ta cũng có thể viết dưới dạng điện trở $R = R_0[1 + \alpha(t - t_0)]$. Nghĩa là ta giả định rằng chiều dài và tiết diện của vật dẫn không thay đổi khi nhiệt độ thay đổi.

2. Ảnh hưởng của nhiệt độ lên điện trở

a) Điện trở của đèn sợi đốt

Khi electron chạy qua một vật dẫn điện, electron bị mất năng lượng, các nguyên tử thu được năng lượng và dao động nhanh hơn. Sự dao động của các nguyên tử xảy ra nhanh hơn có nghĩa là nhiệt độ của vật cao hơn.

Dòng điện chạy qua dây tóc của bóng đèn sinh nhiệt làm cho dây tóc nóng lên, do đó điện trở của dây tóc thay đổi. Khi dòng điện và hiệu điện thế nhỏ, đường đặc trưng vôn – ampe gần giống đường thẳng. Ở hiệu điện thế cao hơn, đường đặc trưng bắt đầu cong (Hình 23.6). Điều này cho thấy điện trở của dây tóc bóng đèn tăng lên vì tỉ số $\frac{U}{I}$ tăng lên.

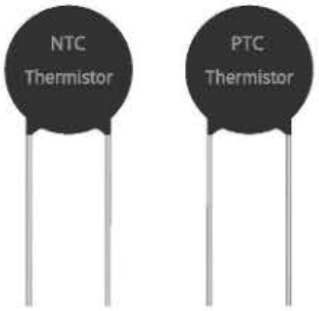


Hình 23.6. *Đường đặc trưng vôn – ampe của điện trở dây tóc bóng đèn*

Trên đường đặc trưng vôn – ampe, khi dây tóc bóng đèn phát sáng thì đường đặc trưng có độ dốc nhỏ nên điện trở lớn. Như vậy, ta thấy điện trở của dây tóc bóng đèn phụ thuộc vào nhiệt độ.

b) Điện trở nhiệt

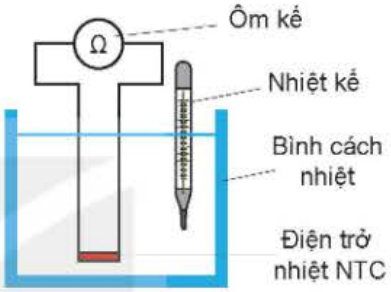
Điện trở nhiệt (thermistor) là linh kiện có điện trở thay đổi một cách rõ rệt theo nhiệt độ. Điện trở nhiệt được ứng dụng rộng rãi trong kĩ thuật điện tử (Hình 23.7).



Hình 23.7. *Điện trở nhiệt*

Để khảo sát sự phụ thuộc của điện trở nhiệt NTC (Negative Temperature Confficent) vào nhiệt độ, người ta làm thí nghiệm như sau:

- Bố trí thí nghiệm như Hình 23.8.
- Đặt điện trở nhiệt vào giữa bình cách nhiệt, đặt nhiệt kế vào trong bình, cạnh điện trở nhiệt.
- Đổ nước mát vào bình cách nhiệt. Sau khoảng 2 phút, đo nhiệt độ của nước và điện trở của điện trở nhiệt.
- Tăng nhiệt độ của nước trong bình bằng cách thêm từ từ nước sôi vào trong bình. Chờ nhiệt độ của nước trong bình ổn định. Đo nhiệt độ của nước và điện trở của điện trở nhiệt.
- Lặp lại thao tác để đo nhiệt độ và điện trở của điện trở nhiệt ở các nhiệt độ khác.



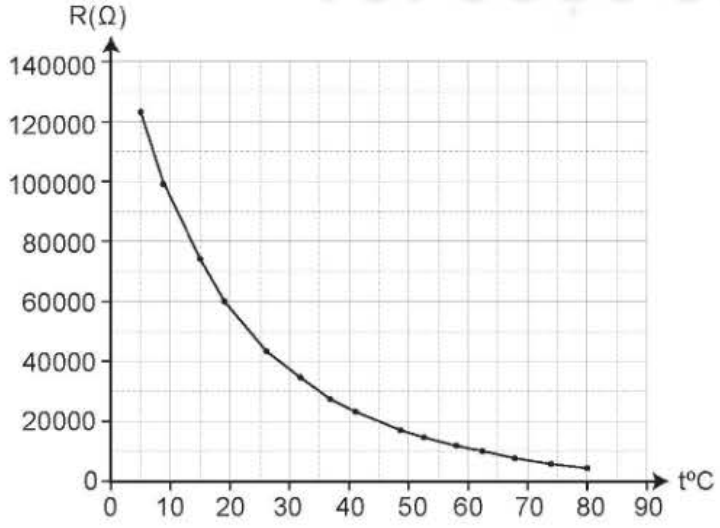
Hình 23.8. *Sơ đồ thí nghiệm khảo sát sự phụ thuộc nhiệt độ của điện trở nhiệt*

Kết quả của một thí nghiệm thu được như trong Bảng 23.4.

Bảng 23.4. Kết quả thí nghiệm

Nhiệt độ (°C)	Điện trở (Ω)
5	121 951,2
9	99 206,3
15	73 529,4
19	60 532,7
26	43 478,3
32	33 333,3
37	26 595,7
41	22 522,5
49	16 077,2
53	13 661,2
58	11 160,7
62	9 542,0
68	7 564,3
74	6 016,8
80	4 807,7

Từ số liệu trong Bảng 23.4, ta vẽ được đồ thị sự phụ thuộc vào nhiệt độ của điện trở nhiệt NTC như Hình 23.9.



Hình 23.9. *Đồ thị sự phụ thuộc vào nhiệt độ của điện trở nhiệt NTC*

Ngoài điện trở nhiệt NTC, trong thực tế còn có loại điện trở nhiệt PTC (Positive Temperature Coefficient). Điện trở của điện trở nhiệt PTC tăng khi nhiệt độ tăng.

?

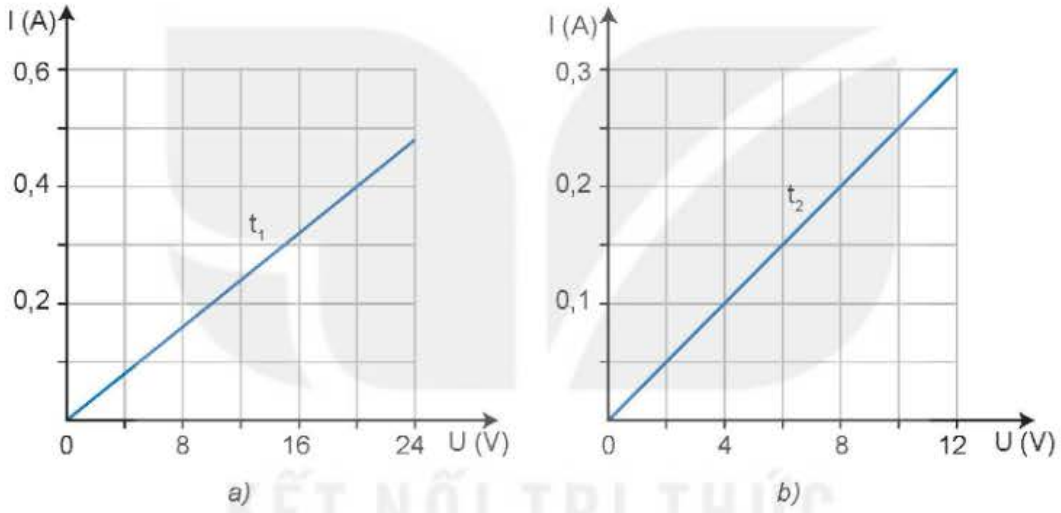
Từ kết quả thí nghiệm, hãy rút ra nhận xét về sự phụ thuộc của điện trở nhiệt NTC vào nhiệt độ.

?

Hai đồ thị trong Hình 23.10 a, b mô tả đường đặc trưng vôn – ampe của một dây kim loại ở hai nhiệt độ khác nhau t_1 và t_2.

a) Tính điện trở của dây kim loại ứng với mỗi nhiệt độ t_1 và t_2.

b) Dây kim loại ở đồ thị nào có nhiệt độ cao hơn?



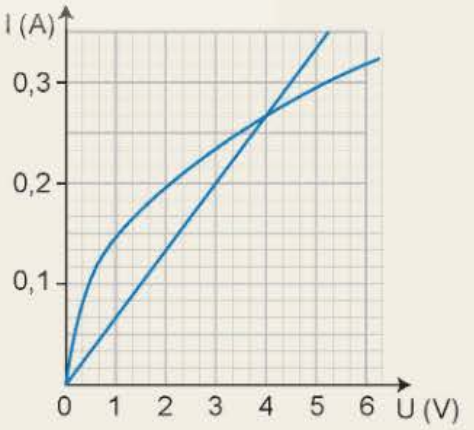
Hình 23.10. *Đường đặc trưng vôn – ampe của một dây kim loại ở nhiệt độ t_1 (a) và t_2 (b)*

1. Vận dụng công thức I = Snve để giải thích tại sao điện trở R của vật dẫn kim loại lại phụ thuộc vào chiều dài *l*, tiết diện S và điện trở suất ρ của dây theo công thức $R = \frac{\rho l}{S}$.
2. Đồ thị Hình 23.11 thể hiện đường đặc trưng vôn – ampe của hai linh kiện là dây tóc bóng đèn và dây kim loại. Xác định:

a) Đường nào là của dây tóc bóng đèn, đường nào là của dây kim loại.

b) Hiệu điện thế mà tại đó dây tóc bóng đèn và dây kim loại có điện trở như nhau.

c) Điện trở ứng với hiệu điện thế xác định được ở câu b.



Hình 23.11. *Đường đặc trưng vôn – ampe của điện trở dây tóc bóng đèn và điện trở dây kim loại*

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM ĐÃ HỌC

- Điện trở là đại lượng đặc trưng cho mức độ cản trở dòng điện của vật dẫn. Đơn vị của điện trở là ôm, kí hiệu là Ω.
- Định luật Ohm: Cường độ dòng điện chạy qua vật dẫn kim loại tỉ lệ thuận với hiệu điện thế ở hai đầu vật dẫn, tỉ lệ nghịch với điện trở của vật dẫn: $I = \frac{U}{R}$.
- Điện trở nhiệt là loại điện trở có giá trị thay đổi đáng kể theo nhiệt độ. Có hai loại điện trở nhiệt NTC và PTC.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được nguyên nhân gây ra điện trở trong kim loại.
- Giải thích được tại sao sử dụng đèn LED lại tiết kiệm năng lượng điện hơn so với bóng đèn dây tóc.

EM CÓ BIẾT

Hiện tượng siêu dẫn

Hiện tượng siêu dẫn là hiện tượng một số kim loại và hợp kim khi nhiệt độ thấp hơn một nhiệt độ tới hạn T_c thì điện trở của nó đột ngột giảm xuống bằng 0.

Khi vật dẫn ở trạng thái siêu dẫn, điện trở của nó gần bằng 0. Vì vậy, nếu trong một vòng dây siêu dẫn có dòng điện chạy qua thì dòng điện này có thể duy trì rất lâu sau khi bỏ nguồn điện đi. Các vật siêu dẫn có nhiều ứng dụng trong thực tế. Người ta chế tạo ra những nam châm điện có cuộn dây bằng vật liệu siêu dẫn, có thể tạo ra từ trường mạnh trong thời gian dài mà không hao phí năng lượng do toả nhiệt.

Bảng 23.5. Giá trị T_c (K) của một số kim loại, hợp kim

Vật liệu	T_c (K)
Thuỷ ngân	4,15
Kẽm	0,85
Nhôm	1,19
Chì	7,19
Nb_3Sn	18
Nb_3Ge	23

Bài 24 NGUỒN ĐIỆN

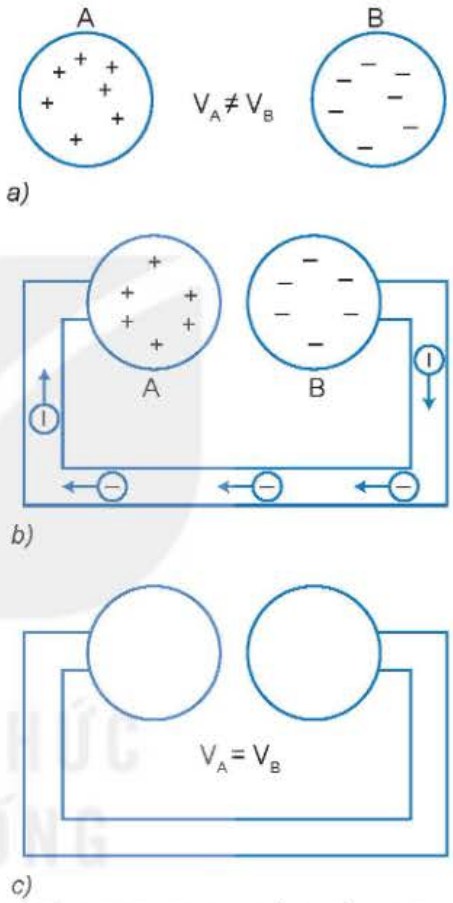
Ta đã biết nguồn điện có khả năng cung cấp năng lượng điện để tạo ra và duy trì dòng điện sử dụng trong đời sống. Vậy nguồn điện là gì? Vì sao nguồn điện có thể tạo ra và duy trì dòng điện?

I. NGUỒN ĐIỆN. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CỦA NGUỒN ĐIỆN

1. Điều kiện để duy trì dòng điện

Giả sử có hai quả cầu kim loại A và B giống nhau, quả cầu A mang điện tích dương ($q > 0$) và quả cầu B mang điện tích âm ($q < 0$). Giữa quả cầu A và quả cầu B có một hiệu điện thế $U_{AB} = V_A - V_B$ (Hình 24.1a).

Khi nối quả cầu A với quả cầu B bằng một sợi dây kim loại, dưới tác dụng của lực điện, các electron tự do dịch chuyển từ quả cầu B sang quả cầu A tạo thành dòng điện trong mạch (Hình 24.1b). Tuy nhiên, dòng điện này không tồn tại lâu dài, mà chỉ tồn tại trong thời gian rất ngắn, khi $V_A = V_B$ thì không còn tồn tại dòng điện trong mạch (Hình 24.1c).



Hình 24.1. *Sự tạo thành dòng điện giữa hai quả cầu mang điện tích*

?

Tại sao dòng điện trong trường hợp mô tả ở Hình 24.1 chỉ tồn tại trong khoảng thời gian rất ngắn? Làm thế nào để duy trì dòng điện trong trường hợp này lâu dài?

2. Nguồn điện

Nguồn điện là thiết bị để tạo ra và duy trì hiệu điện thế, nhằm duy trì dòng điện trong mạch. Mỗi nguồn điện một chiều đều có hai cực là cực dương (+) và cực âm (–). Hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện được duy trì ngay cả khi có dòng điện chạy qua các vật dẫn nối liền giữa hai cực của nó, có nghĩa là sự tích điện khác nhau ở các cực của nguồn điện tiếp tục được duy trì.

Để tạo ra các điện cực như vậy, trong nguồn điện phải có lực thực hiện công để tách các electron ra khỏi nguyên tử, sau đó chuyển các electron hoặc ion dương được tạo thành như thế ra khỏi mỗi cực. Khi đó, một cực thừa electron được gọi là cực âm, cực còn lại thiếu electron hoặc thừa ít electron hơn cực

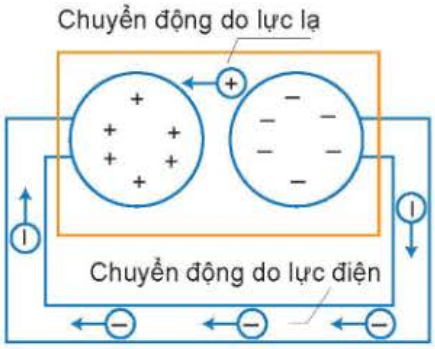


Hình 24.2. *Một số loại nguồn điện*

kia gọi là cực dương. Việc tách các electron ra khỏi nguyên tử không phải do lực điện thực hiện mà phải do các lực có bản chất khác với lực điện thực hiện, được gọi là các lực lạ.

3. Suất điện động của nguồn điện

Khi nối hai cực của nguồn điện bằng một vật dẫn tạo thành mạch kín thì trong mạch có dòng điện. Nếu vật dẫn làm bằng kim loại thì chỉ có sự dịch chuyển của các electron tự do từ cực âm, qua vật dẫn đến cực dương. Bên trong nguồn điện, dưới tác dụng của lực lạ, các hạt tải điện dương lại dịch chuyển ngược chiều điện trường từ cực âm đến cực dương Hình 24.3. Khi đó, lực lạ thực hiện một công thắng công cản của trường tĩnh điện bên trong nguồn điện.



Hình 24.3. *Sự dịch chuyển của các điện tích dương và electron*

Để đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nguồn điện, người ta đưa ra đại lượng gọi là suất điện động của nguồn điện, kí hiệu là $\mathscr{E}$.

Suất điện động $\mathscr{E}$ của nguồn điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nguồn điện và đo bằng thương số giữa công A của lực lạ thực hiện khi làm dịch chuyển một điện tích dương q bên trong nguồn điện từ cực âm đến cực dương và độ lớn của điện tích q đó:

$$\mathscr{E} = \frac{A}{q} \qquad (24.1)$$



Hình 24.4. *Giá trị suất điện động của một số nguồn điện*

Đơn vị của suất điện động là vôn, kí hiệu là V.

Công của nguồn điện chuyển thành năng lượng điện trong mạch kín. Do vậy, suất điện động $\mathscr{E}$ của nguồn điện được xác định bằng năng lượng dịch chuyển một điện tích đơn vị theo vòng kín của mạch điện.

Số vôn ghi trên mỗi nguồn điện cho biết trị số của suất điện động của nguồn điện đó (Hình 24.4). Đó cũng là giá trị của hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện khi mạch điện hở.

II. ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỆN TRỞ TRONG CỦA NGUỒN ĐIỆN LÊN HIỆU ĐIỆN THẾ GIỮA HAI CỰC CỦA NGUỒN

1. Điện trở trong của nguồn điện

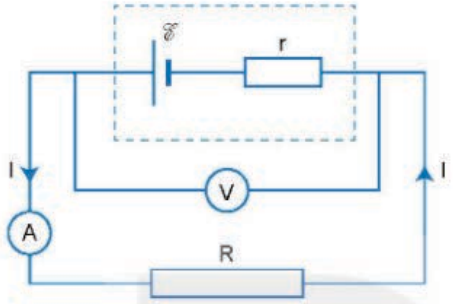
Trong mạch kín, dòng điện chạy qua mạch ngoài và cả mạch trong. Như vậy, nguồn điện cũng là một vật dẫn và cũng có điện trở. Điện trở này được gọi là điện trở trong của nguồn điện. Vì vậy, mỗi nguồn điện được đặc trưng bằng suất điện động $\mathscr{E}$ và điện trở trong r của nguồn.

?

Khi dùng vôn kế để đo hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện thì số chỉ trên vôn kế và số vôn ghi trên nhãn của nguồn điện có mối liên hệ như thế nào? Điều đó cho biết có gì tồn tại bên trong của nguồn điện?

2. Ảnh hưởng của điện trở trong của nguồn điện lên hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn

Để dễ hình dung, ta tưởng tượng tách điện trở trong r của nguồn ra bên ngoài, khi đó nguồn điện được xem là lí tưởng, không có điện trở trong. Nguồn điện lúc này được xem như mắc nối tiếp với điện trở r như mô tả ở trong phần đường đứt nét (Hình 24.5).



Hình 24.5. *Điện trở trong r của nguồn điện trong sơ đồ mạch điện*

Mắc nguồn điện với mạch ngoài bởi điện trở R, khi đó, điện trở của mạch gồm điện trở mạch ngoài R mắc nối tiếp với điện trở trong r. Giả sử dòng điện chạy trong mạch có cường độ I thì trong khoảng thời gian t có điện lượng q = It chuyển qua mạch. Nguồn điện đã thực hiện công A, theo công thức (24.1), công A có giá trị:

$$A = q\mathscr{E} = \mathscr{E}It \qquad (24.2)$$

Cũng trong khoảng thời gian t đó nhiệt lượng toả ra ở điện trở ngoài R và điện trở trong r là:

$$Q = RI^2t + rI^2t \qquad (24.3)$$

Theo định luật bảo toàn năng lượng, năng lượng tiêu thụ trên toàn mạch phải bằng năng lượng do nguồn điện cung cấp. Từ công thức (24.2) và (24.3), ta có:

$$\mathscr{E}It = RI^2t + rI^2t$$

$$\text{hay } \mathscr{E} = IR + Ir = I(R + r) \qquad (24.4)$$

Người ta gọi tích số của cường độ dòng điện với điện trở của đoạn mạch là độ giảm thế trên đoạn mạch. Như vậy, theo công thức (24.4) thì suất điện động của nguồn điện có giá trị bằng tổng các độ giảm thế ở mạch ngoài và mạch trong.

Nếu gọi U = IR là hiệu điện thế mạch ngoài thì công thức (24.4) được viết lại là:

$$U = \mathscr{E} - Ir \qquad (24.5)$$

Hiệu điện thế mạch ngoài cũng là hiệu điện thế giữa hai cực dương và âm của nguồn điện.

EM CÓ BIẾT

Từ công thức (24.4) ta có:

$$I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}$$

Với (R + r) là tổng điện trở của mạch ngoài và điện trở trong của nguồn điện, được gọi là điện trở toàn phần của mạch điện kín.

Công thức $I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}$ biểu thị định luật Ohm đối với toàn mạch, được phát biểu như sau:

Cường độ dòng điện chạy trong mạch điện kín tỉ lệ thuận với suất điện động của nguồn điện và tỉ lệ nghịch với điện trở toàn phần của mạch điện đó.

?

Từ công thức (24.5), hãy:

1. Mô tả ảnh hưởng của điện trở trong của nguồn điện lên hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn.
2. So sánh suất điện động và hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch.
3. Trường hợp nào thì hiệu điện thế U giữa hai cực của nguồn điện bằng suất điện động $\mathscr{E}$ của nguồn?

EM CÓ BIẾT

Hiện tượng đoản mạch (hay còn gọi là ngắn mạch) xảy ra khi nguồn điện được nối với mạch ngoài có điện trở không đáng kể hoặc bằng 0. Nguyên nhân do việc chập mạch điện làm cho điện trở của mạch ngoài bằng 0, khi đó cực âm của nguồn nối trực tiếp với cực dương của nguồn mà không qua thiết bị điện.

3. Bài tập luyện tập

1. Cho mạch điện như Hình 24.6. Suất điện động $\mathscr{E}$ = 10 V, bỏ qua điện trở trong của nguồn. Các giá trị điện trở R_1 = 20 Ω, R_2 = 40 Ω, R_3 = 50 Ω.
   a) Tính cường độ dòng điện chạy qua điện trở R_1.
   b) Tính cường độ dòng điện I chạy qua mạch chính.
2. Cho mạch điện như Hình 24.7. Các giá trị điện trở R_1 = 3 Ω, R_2 = 4 Ω và R_3 = 6 Ω. Suất điện động của nguồn $\mathscr{E}$ = 12 V, điện trở trong của nguồn r = 0,6 Ω. Tính:
   a) Điện trở của đoạn mạch AB.
   b) Cường độ dòng điện chạy qua các điện trở R_1, R_2, R_3 và hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi điện trở.

EM ĐÃ HỌC

- Suất điện động $\mathscr{E}$ của nguồn điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nguồn điện và đo bằng thương số giữa công A của lực lạ thực hiện khi làm dịch chuyển một điện tích dương q bên trong nguồn điện từ cực âm đến cực dương và độ lớn của điện tích q đó.

$$\mathscr{E} = \frac{A}{q}$$

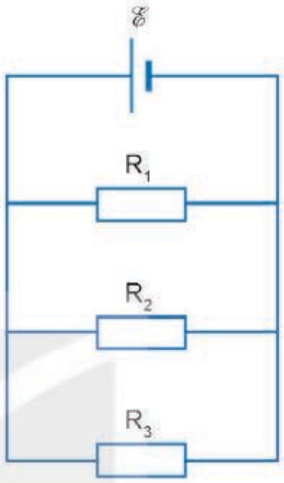
  Đơn vị của suất điện động là vôn, kí hiệu là V.

- Mối liên hệ giữa suất điện động và hiệu điện thế mạch ngoài:

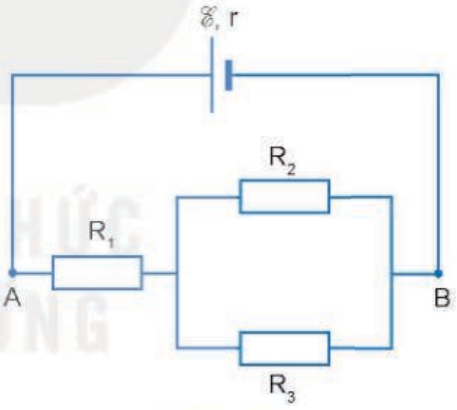
$$\mathscr{E} = U + Ir \text{ hay } U = \mathscr{E} - Ir.$$

?

Vì sao sẽ rất nguy hiểm nếu hiện tượng đoản mạch xảy ra đối với mạng điện ở gia đình?



Hình 24.6



Hình 24.7

EM CÓ THỂ

- Mô tả được ảnh hưởng của điện trở trong của nguồn điện lên hiệu điện thế giữa hai cực của nguồn điện.
- Xác định được suất điện động dòng điện, điện trở trong của pin.

Bài 25 NĂNG LƯỢNG VÀ CÔNG SUẤT ĐIỆN

Bộ CS	CHỈ SỐ MỚI	CHỈ SỐ CŨ	HS NHÂN	ĐN TIÊU THỤ	ĐƠN GIÁ	THÀNH TIỀN
KT	8.429	8.157	1	272		
				50 50 100 72	1.549 1.600 1.858 2.340	77.450 80.000 185.800 168.480
Cộng:				272		511.730
Thuế suất GTGT: 10%				Thuế GTGT:		51.173
Tổng cộng tiền thanh toán:						562.903
Số tiền viết bằng chữ: Năm trăm sáu mươi hai nghìn chín trăm linh ba đồng.						
Người ký :					Ngày ký:	

Bảng bên ghi một số nội dung trong Hoá đơn tiền điện giá trị gia tăng (GTGT) của Công ty Điện lực. Em hãy cho biết ý nghĩa của các số liệu trong bảng.

I. NĂNG LƯỢNG ĐIỆN

Khi đặt hiệu điện thế U vào hai đầu của một mạch tiêu thụ điện, dưới tác dụng của lực điện, các điện tích tự do trong mạch điện chuyển dời có hướng tạo ra dòng điện. Ta đã biết công của lực điện trong trường hợp này được tính bằng công thức: $A = qU$.

Nếu t là thời gian dòng điện chạy trong mạch thì cường độ dòng điện là $I = \frac{q}{t}$, công của lực điện là:

$$A = UIt \qquad (25.1)$$

Ở đây, A là số đo năng lượng điện mà đoạn mạch nhận được (tiêu thụ) từ nguồn điện và được gọi là *năng lượng điện tiêu thụ* của đoạn mạch. Do đó:

Năng lượng điện tiêu thụ của đoạn mạch bằng công của lực điện thực hiện khi di chuyển các điện tích.

$$W = A = UIt \qquad (25.2)$$

Đơn vị của năng lượng điện tiêu thụ là jun, kí hiệu là J.

Dòng điện chạy trong đoạn mạch gây ra các tác dụng khác nhau và khi đó có sự chuyển hoá năng lượng điện tiêu thụ của đoạn mạch thành các dạng năng lượng khác.



a) Xe đạp điện



b) Ấm đun nước



c) Bóng đèn sợi đốt



d) Bóng đèn LED

Hình 25.1. *Một số thiết bị dùng điện*

?

1. Năng lượng điện tiêu thụ trong dụng cụ, thiết bị dùng điện ở Hình 25.1 chủ yếu được chuyển hoá thành dạng năng lượng nào?
2. Hãy chứng minh rằng, nếu đoạn mạch chỉ có điện trở R (đoạn mạch thuần điện trở) thì nhiệt lượng đoạn mạch toả ra khi có dòng điện chạy qua được tính bằng công thức:

$$Q = I^2Rt = \frac{U^2}{R}t \qquad (25.3)$$

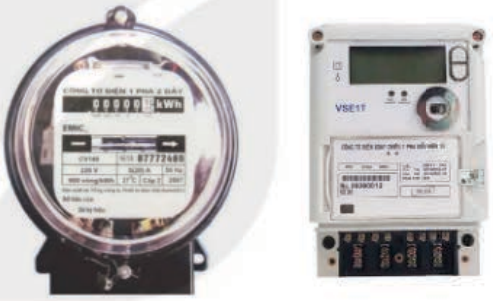
Ngoài đơn vị jun, người ta còn dùng đơn vị kilôoát giờ (kW.h) để đo năng lượng điện tiêu thụ: 1 kW·h = $3{,}6.10^3$ kJ.

?

Hãy chứng minh rằng 1 kW.h = $3{,}6.10^3$ kJ.

EM CÓ BIẾT

Người ta đo năng lượng điện tiêu thụ bằng một thiết bị gọi là *công tơ điện* (Hình 25.2). Khi các dụng cụ, thiết bị tiêu thụ năng lượng điện hoạt động thì đĩa của công tơ quay, số chỉ của công tơ tăng dần. Đơn vị của chỉ số trên công tơ là kW.h. Trong đời sống, người ta thường gọi 1 kW.h là 1 *số điện*.



Hình 25.2. *Công tơ điện*

II. CÔNG SUẤT ĐIỆN

Công suất tiêu thụ năng lượng điện (gọi tắt là công suất điện) của một đoạn mạch là năng lượng điện mà mạch tiêu thụ trong một đơn vị thời gian:

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = UI \qquad (25.4)$$

Đơn vị của công suất điện là oát, kí hiệu là W.

Bảng 25.1. Công suất điện của một số thiết bị dùng điện

Thiết bị	Công suất điện	Thiết bị	Công suất điện
Đèn tuýp LED 1,2 m	15 W	Tủ lạnh	100 W
Bóng đèn huỳnh quang 1,2 m	36 W	Máy giặt	470 W

Bóng đèn sợi đốt	40 W	Nồi cơm điện	600 W
Quạt cây	55 W	Bàn là	1 000 W
Ti vi LED 32 inches	69 W	Điều hoà 9 000BTU	2 638 W

EM CÓ BIẾT

Nếu trên dụng cụ hoặc thiết bị dùng điện ghi 220 V – 100 W thì phải hiểu là chỉ khi nào dụng cụ hoặc thiết bị được dùng ở đúng hiệu điện thế U = 220 V (bằng với *hiệu điện thế định mức)* thì công suất điện của nó mới bằng 100 W. Công suất này được gọi là công suất định mức.

1. Trên hoá đơn GTGT (tiền điện) ở đầu bài học, tiền điện được tính luỹ tiến (càng dùng điện nhiều thì đơn giá của 1 kW.h điện càng tăng). Theo em, cách tính này nhằm những mục đích gì? Tại sao?
2. Cho các thông tin về bóng đèn sợi đốt và bóng đèn LED có cùng cường độ sáng như sau:

Giản đồ phân phối năng lượng		
	220 V – 100 W	220 V – 20 W
Thời gian hoạt động	1 000 h	30 000 h
Giá tiền/bóng	8 000 đồng	48 000 đồng
Giá tiền điện	2 000 đồng/kW.h	

Giả sử trung bình mỗi bóng đèn sử dụng 5 h/ngày, em hãy tính tiền điện phải trả cho từng bóng đèn mỗi tháng và trong 30 000 h, từ đó lập luận để so sánh về hiệu quả kinh tế khi sử dụng hai loại bóng đèn trên.

III. BÀI TẬP

1. Bài tập ví dụ

Trên nhãn của một ấm điện có ghi 220 V – 1 000 W. Sử dụng ấm điện này ở hiệu điện thế 200 V để đun sôi 2 lít nước từ nhiệt độ 20 °C. Tính thời gian đun nước. Biết hiệu suất của ấm là 90%, nhiệt dung riêng của nước là 4 190 J/kg.K, coi điện trở của ấm điện không thay đổi so với khi hoạt động ở chế độ bình thường.

Giải:

Nhiệt lượng cần để đun sôi 2 lít nước từ 20 °C:

$$Q = mc.\Delta t = 2.4\,190.(100 - 20) = 670\,400 \text{ J}$$

Hiệu suất của ấm H = 90% nên năng lượng điện tiêu thụ của ấm là:

$$A = \frac{Q}{H} = \frac{670\,400}{0,9} \approx 744\,889 \text{ J}$$

Điện trở của ấm điện

$$R = \frac{U_{dm}^2}{\mathcal{P}_{dm}} = \frac{220^2}{1000} = 48,4\ \Omega$$

Từ công thức $A = \frac{U^2}{R}t$, suy ra thời gian đun nước:

$$t = \frac{AR}{U^2} = \frac{744\,889.48,4}{200^2} \approx 901 \text{ s}.$$

2. Bài tập

1. Trên nhãn của bóng đèn 1 có ghi 220 V – 20 W và bóng đèn 2 có ghi 220 V – 10 W. Coi điện trở của mỗi bóng đèn không thay đổi.
   a) Tính năng lượng điện tiêu thụ của mỗi bóng đèn khi sử dụng ở hiệu điện thế 220 V trong thời gian 2 giờ.
   b) Tính tổng công suất điện tiêu thụ của cả hai bóng đèn trong những trường hợp sau:
   - Mắc song song hai bóng đèn vào hiệu điện thế 220 V.
   - Mắc nối tiếp hai bóng đèn vào hiệu điện thế 220 V.

   c) Dùng cách mắc nào nêu trên để cả hai bóng đèn đều sáng bình thường? Tại sao?
2. Thông thường, ở nước ta hiệu điện thế mạng điện trong các gia đình, trường học,... là 220 V. Em hãy tìm hiểu về hiệu điện thế định mức, công suất định mức của mỗi thiết bị điện, cách mắc các thiết bị điện dùng trong lớp học của em và thời gian sử dụng trung bình của từng thiết bị mỗi tháng để làm các việc sau:
   a) Vẽ lại sơ đồ mạch điện.
   b) Áp dụng giá điện trong Hoá đơn GTGT (tiền điện) ở đầu của bài học để dự tính tiền điện trung bình phải trả mỗi tháng cho lớp học.
   c) Hãy đề xuất phương án sử dụng tiết kiệm điện cho gia đình, lớp học.

EM ĐÃ HỌC

- Năng lượng điện tiêu thụ của đoạn mạch được đo bằng công của lực điện thực hiện khi dịch chuyển các điện tích. Công thức tính công của lực điện $A = qU = UIt$. Đơn vị là jun, kí hiệu là J.
- Đối với đoạn mạch thuần điện trở, nhiệt lượng đoạn mạch toả ra khi dòng điện chạy qua được tính bằng công thức: $Q = RI^2t$.
- Công suất tiêu thụ năng lượng điện của một đoạn mạch là năng lượng điện mà đoạn mạch tiêu thụ trong một đơn vị thời gian. Công thức tính:

  $\mathcal{P} = \frac{A}{t} = UI$. Đơn vị là oát, kí hiệu là W.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được nội dung ghi trong hoá đơn tiền điện và ý nghĩa của việc tính giá điện luỹ tiến; lợi ích của việc thay đèn sợi đốt bằng đèn LED.
- Ước tính được số tiền điện trung bình mỗi tháng phải trả khi sử dụng các dụng cụ và thiết bị điện trong nhà và các biện pháp tiết kiệm năng lượng điện tiêu thụ.

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

Bài 26 THỰC HÀNH: ĐO SUẤT ĐIỆN ĐỘNG VÀ ĐIỆN TRỞ TRONG CỦA PIN ĐIỆN HOÁ

Sau một thời gian sử dụng thì suất điện động của pin điện hoá giảm và điện trở trong của pin tăng, đến một mức nào đó sẽ cần thay pin mới. Làm thế nào đo được suất điện động và điện trở trong của pin điện hoá bằng dụng cụ thí nghiệm?

I. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

– Hai pin điện hoá loại 1,5 V (một pin cũ đã sử dụng gần hết điện, một pin mới chưa sử dụng) (1).

– Một biến trở 100 Ω (2).

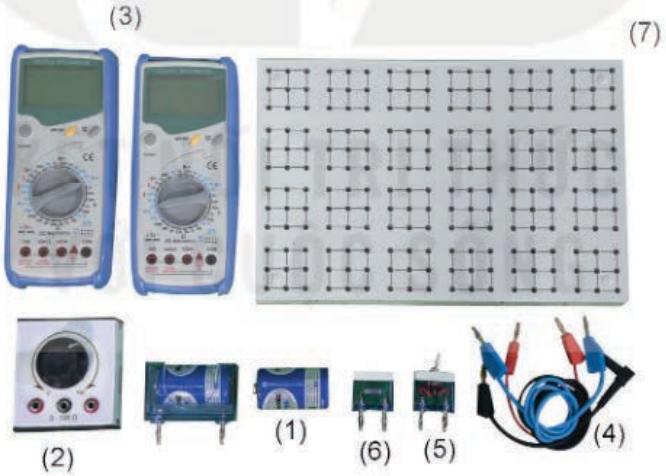
– Hai đồng hồ đo điện đa năng hiện số (3).

– Dây nối (4).

– Công tắc điện K (5).

– Điện trở bảo vệ R_0 (6).

– Bảng lắp mạch điện (7).



Hình 26.1. *Bộ thí nghiệm đo suất điện động và điện trở trong của pin điện hoá*

II. THIẾT KẾ PHƯƠNG ÁN THÍ NGHIỆM

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

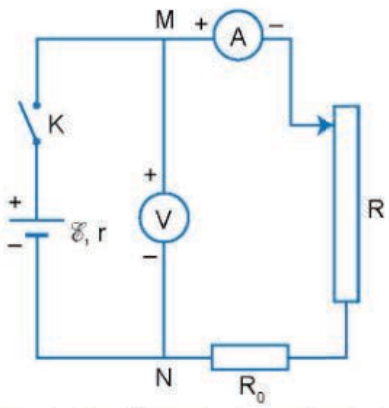
a) Có thể sử dụng đồng hồ đo điện đa năng để đo trực tiếp suất điện động của nguồn điện và điện trở trong của nguồn không? Tại sao?

b) Để xác định suất điện động và điện trở trong của pin, cần đo các đại lượng nào?

c) Thiết kế phương án thí nghiệm để đo suất điện động và điện trở trong của pin điện hoá.

III. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

1. Tiến hành thí nghiệm với nguồn điện là một pin cũ.



Hình 26.2. *Sơ đồ mạch điện thí nghiệm đo suất điện động và điện trở trong của pin điện hoá*

1. Bố trí thí nghiệm như Hình 26.2.

2. Điều chỉnh biến trở đến giá trị 100 Ω.

3. Đóng khoá K, bật đồng hồ đo hiệu điện thế và cường độ dòng điện.

4. Ghi giá trị hiệu điện thế U và cường độ dòng điện I vào vở theo mẫu Bảng 26.1. Ngắt khoá K.

5. Lặp lại 4 lần các bước 2, 3, 4 với giá trị R giảm dần.

6. Đánh dấu các điểm thực nghiệm lên hệ trục toạ độ và vẽ đường thẳng đi gần nhất các điểm thực nghiệm (tham khảo Hình 26.3).

7. Kéo dài đường đồ thị cắt trục tung tại U_0 (tham khảo Hình 26.3).

8. Xác định suất điện động $\mathscr{E}$ của pin là giá trị U_0.

9. Chọn hai điểm P, Q trên đồ thị xác định các giá trị U, I tương ứng và xác định điện trở trong theo công thức:

$$r = \frac{U_P - U_Q}{I_Q - I_P}$$

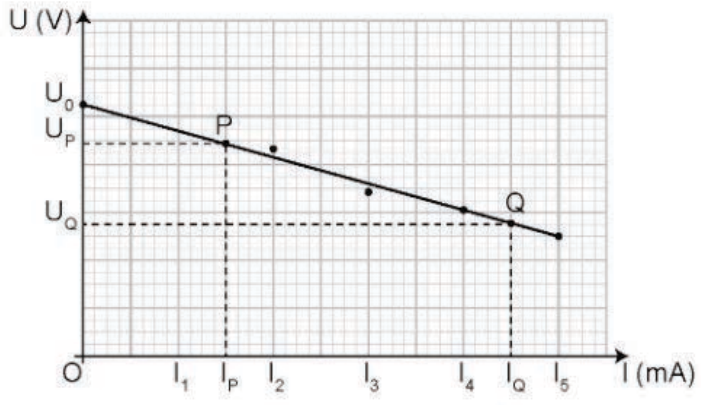
10. Ước lượng sai số bằng đồ thị.

2. Tiến hành thí nghiệm với nguồn điện là một pin mới

1. Thay nguồn điện bằng pin mới.

2. Lặp lại các bước thí nghiệm như thí nghiệm với pin cũ và ghi số liệu vào vở theo mẫu Bảng 26.2, vẽ đồ thị U = f(I) và xác định suất điện động, điện trở trong của pin.

IV. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM



Hình 26.3. *Đồ thị quan hệ U và I của pin điện hoá*

Bảng 26.1. Kết quả đo với pin cũ

Số thứ tự	R (Ω)	U (V)	I (mA)
1	?	?	?
2	?	?	?
3	?	?	?
4	?	?	?
5	?	?	?

$I = 0 \Rightarrow U_0 = \mathscr{E} = ...$

$r = ...;\quad \Delta r = ...$

Bảng 26.2. Kết quả đo với pin mới

Số thứ tự	R (Ω)	U (V)	I (mA)
1	?	?	?
2	?	?	?
3	?	?	?
4	?	?	?
5	?	?	?

$I = 0 \Rightarrow U_0 = \mathscr{E} = ...$

$r = ...;\quad \Delta r = ...$

Nhận xét và đánh giá kết quả thí nghiệm

1. Nhận xét về dạng đồ thị và mối quan hệ U và I đối với pin cũ và pin mới.
2. Em có thể đề xuất một phương án thí nghiệm khác để đo suất điện động và điện trở trong của nguồn điện.

EM ĐÃ HỌC

Xác định suất điện động và điện trở trong của một pin điện hoá bằng dụng cụ thí nghiệm.

EM CÓ THỂ

Giải thích tại sao trong khi tiến hành thí nghiệm không nên đóng mạch điện trong thời gian dài.

EM CÓ BIẾT

Pin lithium-ion là loại pin được dùng phổ biến trong điện thoại di động, máy tính xách tay, xe máy điện, ô tô điện, thậm chí trong tàu ngầm sử dụng động cơ điện. Pin lithium-ion có khối lượng nhẹ, khả năng lưu trữ điện năng lớn, sạc điện nhanh và sạc được nhiều lần.

Công nghệ xe điện đang được phát triển tại Việt Nam, phần lớn pin của xe điện được sử dụng là pin lithium-ion. Mỗi pin có suất điện động khoảng 3,2 V được ghép thành bộ pin có suất điện động 48 V, 60 V, 72 V hoặc cao hơn để sử dụng trong các loại xe khác nhau.

VỚI CUỘC SỐNG

GIẢI THÍCH MỘT SỐ THUẬT NGỮ DÙNG TRONG SÁCH

THUẬT NGỮ	TRANG
Công tơ điện: là thiết bị dùng để đo lượng điện năng tiêu thụ của một hoặc nhiều thiết bị điện.	107
Dao động cơ: là chuyển động của vật qua lại quanh vị trí cân bằng.	6
Dao động tự do: là dao động với biên độ và tần số riêng không đổi.	24
Dao động cưỡng bức: là dao động của một hệ chịu tác dụng của một ngoại lực tuần hoàn.	26
Dao động điều hoà: là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian.	6
Dao động tắt dần: là dao động mà biên độ của vật giảm dần theo thời gian.	25
Điện phổ: là hình ảnh hệ các đường được sắp xếp bởi các hạt cách điện khi đặt một hoặc vài điện tích vào trong một bể chứa dầu đã được trộn đều các hạt mịn cách điện.	72
Điện trở nhiệt: là loại linh kiện điện tử có giá trị điện trở thay đổi một cách rõ rệt theo nhiệt độ.	102
Điện trở nhiệt NTC (Negative Temperature Coefficient): là linh kiện điện tử có điện trở giảm khi nhiệt độ tăng.	99
Điện trở nhiệt PTC (Positive Temperature Coefficient): là linh kiện điện tử có điện trở tăng khi nhiệt độ tăng.	100
Điện trường: là dạng vật chất tồn tại quanh điện tích và truyền tương tác giữa các điện tích.	62
Hiện tượng cộng hưởng: là hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức tăng đến giá trị cực đại khi tần số f của lực cưỡng bức tiến đến bằng tần số tự nhiên f_0 của hệ dao động.	25
Hiện tượng giao thoa: là hiện tượng khi hai sóng kết hợp gặp nhau thì có những điểm ở đó chúng luôn tăng cường lẫn nhau, có những điểm ở đó chúng triệt tiêu nhau.	50
Nguồn điện: là các thiết bị điện có khả năng cung cấp dòng điện lâu dài cho thiết bị sử dụng điện hoạt động.	105
Sóng cơ: là những biến dạng cơ (hay dao động cơ) lan truyền trong một môi trường đàn hồi.	32

THUẬT NGỮ	TRANG
Sóng điện từ: là sự lan truyền các dao động điện từ trong không gian.	44
Sóng dọc: là sóng mà trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương trùng với phương truyền sóng.	38
Sóng dừng: là sự tổng hợp các sóng tới và sóng phản xạ.	52
Sóng ngang: là sóng mà trong đó các phần tử của môi trường dao động theo phương vuông góc với phương truyền sóng.	38
Suất điện động: của nguồn điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nguồn điện và đo bằng thương số giữa công của lực lạ thực hiện khi làm dịch chuyển một điện tích dương bên trong nguồn điện từ cực âm đến cực dương và độ lớn của điện tích đó.	105
Tia hồng ngoại: là sóng điện từ không nhìn thấy, có bước sóng nằm trong khoảng từ 0,76 μm đến 1 mm.	46
Tia tử ngoại: là sóng điện từ không nhìn thấy, có bước sóng nằm trong khoảng từ 1 nm đến 380 nm.	47
Tia X: là sóng điện từ có bước sóng nhỏ hơn tia tử ngoại có bước sóng nằm trong khoảng từ 10^{-8} m đến 10^{-12} m (nhỏ hơn tia tử ngoại).	47
Tụ điện: là một loại linh kiện điện tử gồm hai vật dẫn đặt gần nhau và ngăn cách nhau bởi môi trường cách điện.	83

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam xin trân trọng cảm ơn các tác giả có tác phẩm, tư liệu được sử dụng, trích dẫn trong cuốn sách này.

Chịu trách nhiệm xuất bản:
Chủ tịch Hội đồng thành viên – Tổng Giám đốc NGUYỄN TIẾN THANH

Chịu trách nhiệm nội dung:
Tổng biên tập PHẠM VĨNH THÁI

Biên tập lần đầu: ĐINH THỊ THÁI QUỲNH – PHẠM VĂN HANH
Biên tập tái bản: ĐINH THỊ THÁI QUỲNH
Biên tập mĩ thuật: NGUYỄN BÍCH LA
Thiết kế sách: PHAN THỊ THANH HOA
Trình bày bìa: NGUYỄN BÍCH LA
Minh hoạ: NGUYỄN THỊ HUẾ
Sửa bản in: PHAN THỊ THANH BÌNH – TẠ THỊ HƯỜNG
Chế bản: CÔNG TY CỔ PHẦN MĨ THUẬT VÀ TRUYỀN THÔNG

Bản quyền © (2023) thuộc Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

Xuất bản phẩm đã đăng kí quyền tác giả. Tất cả các phần của nội dung cuốn sách này đều không được sao chép, lưu trữ, chuyển thể dưới bất kì hình thức nào khi chưa có sự cho phép bằng văn bản của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

VẬT LÍ 11
Mã số: G1HHYL001h26
In ..... bản, (QĐ .....) khổ 19 x 26,5 cm.
Đơn vị in:.....
Cơ sở in:.....
Số ĐKXB: 7-2026/CXBIPH/147-09/GD
Số QĐXB: .../..... ngày ... tháng ... năm .....
In xong và nộp lưu chiểu quý ..... năm .....
Mã số ISBN: 978-604-0-35062-6



HUÂN CHƯƠNG HỒ CHÍ MINH

BỘ SÁCH GIÁO KHOA LỚP 11 – KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

1. Ngữ văn 11, tập một
2. Ngữ văn 11, tập hai
3. Chuyên đề học tập Ngữ văn 11
4. Toán 11, tập một
5. Toán 11, tập hai
6. Chuyên đề học tập Toán 11
7. Lịch sử 11
8. Chuyên đề học tập Lịch sử 11
9. Địa lí 11
10. Chuyên đề học tập Địa lí 11
11. Giáo dục Kinh tế và Pháp luật 11
12. Chuyên đề học tập Giáo dục Kinh tế và Pháp luật 11
13. Vật lí 11
14. Chuyên đề học tập Vật lí 11
15. Hoá học 11
16. Chuyên đề học tập Hoá học 11
17. Sinh học 11
18. Chuyên đề học tập Sinh học 11
19. Công nghệ 11 – Công nghệ cơ khí
20. Chuyên đề học tập Công nghệ 11 – Công nghệ cơ khí
21. Công nghệ 11 – Công nghệ chăn nuôi
22. Chuyên đề học tập Công nghệ 11 – Công nghệ chăn nuôi
23. Tin học 11 – Định hướng Khoa học máy tính
24. Tin học 11 – Định hướng Tin học ứng dụng
25. Chuyên đề học tập Tin học 11 – Định hướng Tin học ứng dụng
26. Chuyên đề học tập Tin học 11 – Định hướng Khoa học máy tính
27. Mĩ thuật 11 – Thiết kế mĩ thuật đa phương tiện
28. Mĩ thuật 11 – Thiết kế đồ hoạ
29. Mĩ thuật 11 – Thiết kế thời trang
30. Mĩ thuật 11 – Thiết kế mĩ thuật sân khấu, điện ảnh
31. Mĩ thuật 11 – Lí luận và lịch sử mĩ thuật
32. Mĩ thuật 11 – Điêu khắc
33. Mĩ thuật 11 – Kiến trúc
34. Mĩ thuật 11 – Hội hoạ
35. Mĩ thuật 11 – Đồ hoạ (tranh in)
36. Mĩ thuật 11 – Thiết kế công nghiệp
37. Chuyên đề học tập Mĩ thuật 11
38. Âm nhạc 11
39. Chuyên đề học tập Âm nhạc 11
40. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 11
41. Giáo dục thể chất 11 – Bóng chuyền
42. Giáo dục thể chất 11 – Bóng đá
43. Giáo dục thể chất 11 – Cầu lông
44. Giáo dục thể chất 11 – Bóng rổ
45. Giáo dục quốc phòng và an ninh 11
46. Tiếng Anh 11 – Global Success – Sách học sinh

Website: https://www.nxbgd.vn

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

ISBN 978-604-0-35062-6

9 786040 350626

Giá: 14.600 đ