

Sổ tay kiến thức
VẬT LÝ 11



MỤC LỤC

CHƯƠNG I. ĐIỆN TÍCH. ĐIỆN TRƯỜNG

| | |
|--|----|
| I. Điện tích. Định luật Cu – lông | 3 |
| II. Thuyết electron. Định luật bảo toàn điện tích | 4 |
| III. Điện trường và cường độ điện trường. Đường sức điện | 6 |
| IV. Công của lực điện | 8 |
| V. Điện thế. Hiệu điện thế | 9 |
| VI. Tụ điện | 10 |

CHƯƠNG II. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

| | |
|---|----|
| I. Dòng điện không đổi. Nguồn điện | 13 |
| II. Điện năng. Công suất điện | 15 |
| III. Định luật Ôm đối với toàn mạch | 16 |
| IV. Ghép các nguồn điện thành bộ | 16 |

CHƯƠNG III. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

| | |
|--|----|
| I. Dòng điện trong kim loại | 18 |
| II. Dòng điện trong chất điện phân | 20 |
| III. Dòng điện trong chất khí | 21 |
| IV. Dòng điện trong chân không | 23 |
| V. Dòng điện trong bán dẫn | 24 |

CHƯƠNG IV. TỪ TRƯỜNG

| | |
|---|----|
| I. Từ trường | 27 |
| II. Lực từ. Cảm ứng từ | 28 |
| III. Từ trường của dòng điện chạy trong các dây dẫn có hình dạng đặc biệt | 30 |
| IV. Tương tác giữa hai dòng điện thẳng song song | 31 |
| V. Lực Lo-ren-xơ | 31 |

CHƯƠNG V. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

| | |
|---|----|
| I. Từ thông. Cảm ứng điện từ. Suất điện động cảm ứng | 33 |
| II. Suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường | 34 |

| | |
|----------------------------|----|
| III. Dòng điện Fu-cô | 34 |
|----------------------------|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| IV. Hiện tượng tự cảm | 35 |
|-----------------------------|----|

CHƯƠNG VI. KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

| | |
|---------------------------|----|
| I. Khúc xạ ánh sáng | 36 |
|---------------------------|----|

| | |
|-----------------------------|----|
| II. Phản xạ toàn phần | 38 |
|-----------------------------|----|

CHƯƠNG VII. MẮT. CÁC DỤNG CỤ QUANG

| | |
|-------------------|----|
| I. Lăng kính..... | 39 |
|-------------------|----|

| | |
|--------------------------|----|
| II. Thấu kính mỏng | 41 |
|--------------------------|----|

| | |
|---------------|----|
| III. Mắt..... | 44 |
|---------------|----|

| | |
|--|----|
| IV. Kính lúp. Kính hiển vi. Kính thiên văn | 45 |
|--|----|

CHƯƠNG I. ĐIỆN TÍCH. ĐIỆN TRƯỜNG

I. Điện tích. Định luật Cu – lông

1. Điện tích. Tương tác điện

Khi cọ xát những vật như thanh thủy tinh, thanh nhựa, mảnh polietilen,... vào dạ hoặc lụa,... thì những vật đó có thể hút được những vật nhẹ như mẩu giấy, sợi bông,... ta nói rằng những vật đó đã bị *nhiễm điện*.

Vật nhiễm điện được gọi là vật mang điện, vật tích điện hay một *điện tích*.

Điện tích điểm là một vật tích điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách tới điểm mà ta xét.

Có hai loại điện tích: là điện tích dương (+) và điện tích âm (-)

Tương tác điện giữa các điện tích:

✓ *Các điện tích cùng loại (dấu) thì đẩy nhau.*

✓ *Các điện tích khác loại (dấu) thì hút nhau.*

2. Lực tương tác giữa hai điện tích điểm

2.1. Định luật Cu-lông

Lực hút hay đẩy giữa hai điện tích điểm đặt trong chân không có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích điểm đó, có độ lớn tỉ lệ thuận với tích độ lớn của hai điện tích và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách giữa chúng:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

Trong đó: F được đo bằng đơn vị niu-ton (N),

r được đo bằng đơn vị mét (m),

k là hệ số tỉ lệ, phụ thuộc vào hệ đơn vị mà ta dùng.

Trong hệ đơn vị SI, k có giá trị: $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.

2.2. Lực tương tác giữa hai điện tích điểm đặt trong điện môi đồng tính

Điện môi là môi trường *cách điện*.

Lực tương tác giữa hai điện tích điểm đặt trong điện môi *đồng tính*:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$$

Trong đó: ϵ được gọi là hằng số điện môi của môi trường ($\epsilon \geq 1$).

Hằng số điện môi cho biết khi đặt các điện tích trong chất điện môi đó, thì lực tác dụng giữa chúng sẽ nhỏ đi bao nhiêu lần so với khi đặt chúng trong chân không.

II. Thuyết electron. Định luật bảo toàn điện tích

1. Thuyết electron

- ✓ Electron có thể rời khỏi nguyên tử để di chuyển từ nơi này đến nơi khác. Nguyên tử bị *mất electron* sẽ trở thành một hạt mang điện dương gọi là *ion dương*.
- ✓ Một nguyên tử trung hòa có thể *nhận thêm electron* để trở thành một hạt mang điện âm và được gọi là *ion âm*.
- ✓ Một vật *nhiễm điện âm* khi số *electron* mà nó chứa *lớn hơn* số điện tích nguyên tố dương (*proton*). Nếu số electron ít hơn số proton thì vật nhiễm điện dương.

2. Vật (chất) dẫn điện và vật (chất) cách điện


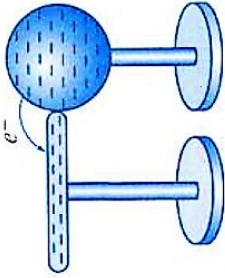
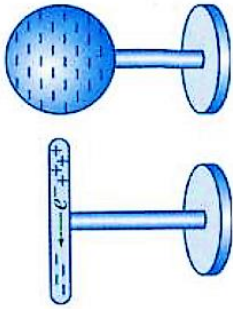
- ✓ Vật (chất) *dẫn điện* là vật (chất) có *chứa nhiều điện tích tự do*.

Ví dụ: kim loại, các dung dịch axit, bazơ, muối đều là các chất dẫn điện.

- ✓ Vật (chất) *cách điện* là vật (chất) *không chứa hoặc chứa rất ít điện tích tự do*.

Ví dụ: không khí khô, dầu, thủy tinh, sứ, cao su, ... là các chất cách điện.

3. Ba hiện tượng nhiễm điện

| | | |
|---|--|--|
| <p>Nhiễm điện do cọ xát</p>  <p>Nhiễm điện do cọ xát.</p> | <p>Nhiễm điện do tiếp xúc</p>  <p>Nhiễm điện do tiếp xúc.</p> | <p>Nhiễm điện do hưởng ứng</p>  <p>Nhiễm điện do hưởng ứng.</p> |
| <p>Khi <i>cọ xát</i> thanh thủy tinh với mảnh lụa, <i>electron di chuyển</i> từ thủy tinh sang lụa. Vì vậy, thanh thủy tinh nhiễm điện dương, mảnh lụa nhiễm điện âm.</p> | <p>Nếu cho một vật chưa nhiễm điện <i>tiếp xúc</i> với một vật nhiễm điện thì nó sẽ bị nhiễm điện <i>cùng dấu</i> với vật đó. Đó là sự nhiễm điện do tiếp xúc.</p> | <p>Đưa một quả cầu A nhiễm điện âm lại gần đầu <i>M</i> của một thanh kim loại <i>MN</i> trung hòa về điện. Ta thấy đầu <i>M</i> nhiễm điện dương, còn đầu <i>N</i> nhiễm điện âm.</p> <p>Sự nhiễm điện của thanh kim loại <i>MN</i> là sự nhiễm điện do hưởng ứng (hay hiện tượng cảm ứng tĩnh điện).</p> <p>Thực chất, sự nhiễm điện do hưởng ứng là sự <i>phân bố</i> lại điện tích trong thanh kim loại. Nếu đưa quả cầu <i>A</i> ra xa, thanh kim loại <i>MN</i> lại trở lại trạng thái <i>trung hòa</i> về điện.</p> |

4. Định luật bảo toàn điện tích

Trong một hệ vật cô lập về điện, tổng đại số của các điện tích là không đổi.

Hệ vật cô lập về điện là hệ vật không có trao đổi điện tích với các vật khác ngoài hệ.

III. Điện trường và cường độ điện trường. Đường sức điện

1. Điện trường

Điện trường là một dạng vật chất (môi trường) bao quanh điện tích và gắn liền với điện tích. Điện trường tác dụng lực điện lên các điện tích khác đặt trong nó.

Một vật có kích thước nhỏ, mang một điện tích nhỏ, được dùng để phát hiện lực điện tác dụng lên nó gọi là điện tích thử. Người ta dùng điện tích thử để nhận biết điện trường.

2. Cường độ điện trường

2.1. Định nghĩa

Cường độ điện trường tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho tác dụng lực của điện trường tại điểm đó. Nó được xác định bằng thương số của độ lớn lực điện F tác dụng lên một điện tích thử q (dương) đặt tại điểm đó và độ lớn của q .

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

Trong đó: E là cường độ điện trường tại điểm mà ta xét.

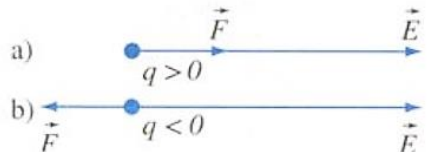
2.2. Vector cường độ điện trường

Cường độ điện trường được biểu diễn bằng một vector gọi là *vector cường độ điện trường*:

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

Vector cường độ điện trường \vec{E} có:

- ✓ Phương và chiều trùng với phương và chiều của lực điện tác dụng lên điện tích thử q dương;
- ✓ Chiều dài (môđun) biểu diễn độ lớn của cường độ điện trường theo một tỉ xích nào đó.



Trong hệ SI, đơn vị cường độ điện trường có thể là niuton trên culông (N/C), nhưng thường dùng đơn vị vôn trên mét, kí hiệu là V/m.

2.3. Cường độ điện trường của một điện tích điểm

Cường độ điện trường của một điện tích điểm Q trong chân không:

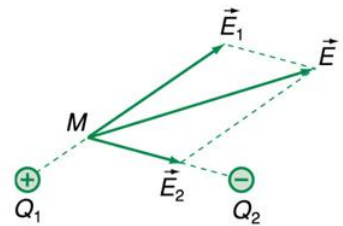
$$E = k \frac{|Q|}{r^2}$$

Công thức này cho thấy: độ lớn của cường độ điện trường E **không** phụ thuộc vào độ lớn của điện tích thử q .

2.4. Nguyên lí chồng chất điện trường

Các điện trường \vec{E}_1, \vec{E}_2 đồng thời tác dụng lực điện lên điện tích q một cách độc lập với nhau và điện tích q chịu tác dụng của điện trường tổng hợp \vec{E} :

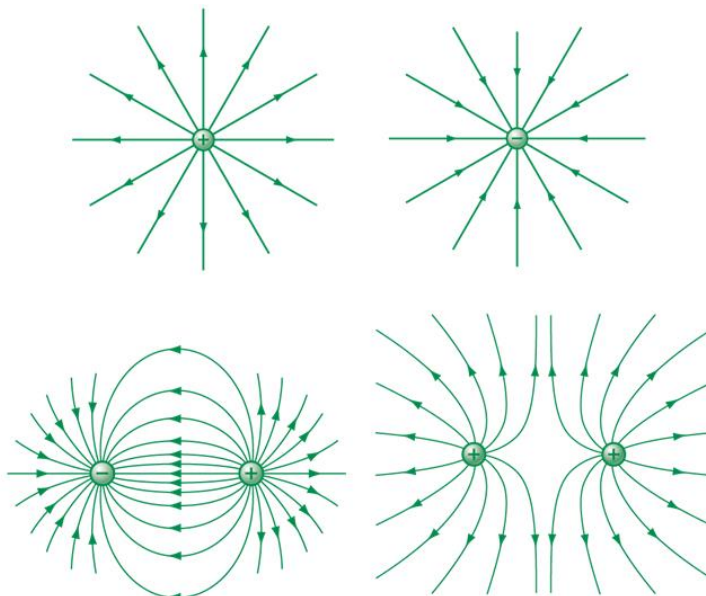
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$



3. Đường sức điện

Đường sức điện là đường mà tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó là giá của vector cường độ điện trường tại điểm đó. Nói cách khác, đường sức điện là đường mà lực điện tác dụng dọc theo nó.

Hình dạng đường sức của một số điện trường được biểu diễn trên hình:

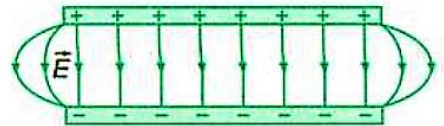


Các đặc điểm của đường sức điện:

- ✓ Qua *mỗi điểm* trong điện trường có *một đường sức điện* và chỉ một mà thôi.
- ✓ Đường sức điện là những *đường có hướng*. Hướng của đường sức điện tại một điểm là hướng của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó.
- ✓ Đường sức điện của điện trường tĩnh điện là đường *không khép kín*. Nó đi ra từ điện tích *dương* và kết thúc ở điện tích *âm*.
- ✓ Nơi nào cường độ điện trường *lớn* hơn thì các đường sức điện ở đó được vẽ *mau* hơn (dày hơn), nơi nào cường độ điện trường *nhỏ* hơn thì các đường sức điện ở đó được vẽ *thưa* hơn.

4. Điện trường đều

Một điện trường mà vectơ cường độ điện trường tại mọi điểm đều bằng nhau gọi là điện trường đều.

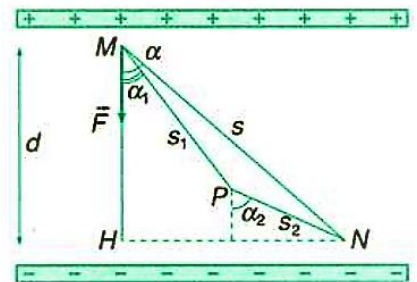


Đường sức của điện trường đều là các đường thẳng *song song* và *cách đều nhau*.

Điện trường trong một điện môi đồng tính nằm giữa hai bản kim loại phẳng rộng, đặt song song với nhau và tích điện có độ lớn bằng nhau, trái dấu là một điện trường đều.

IV. Công của lực điện

Công của lực điện trong sự di chuyển của điện tích trong điện trường đều từ M đến N không phụ thuộc vào hình dạng của đường đi mà chỉ phụ thuộc vào vị trí của điểm đầu M và điểm cuối N của đường đi.



$$A_{MN} = qEd$$

Điện trường tĩnh là một *trường thế* (tương tự như trường hấp dẫn).

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 mà ta xét trong điện trường.

$$A_{M\infty} = W_M = V_M q$$

Trong đó: $A_{M\infty}$ là công của lực điện khi di chuyển q từ M ra vô cực,

W_M là thế năng của điện tích q tại M,

V_M là một hệ số tỉ lệ, không phụ thuộc q mà chỉ phụ thuộc vị trí điểm M trong điện trường.

Khi một điện tích q di chuyển từ điểm M đến điểm N trong một điện trường thì công mà lực điện tác dụng lên điện tích đó sinh ra sẽ bằng độ giảm thế năng của điện tích q trong điện trường.

$$A_{MN} = W_M - W_N$$

V. Điện thế. Hiệu điện thế

1. Điện thế

Điện thế tại một điểm M trong điện trường là đại lượng đặc trưng riêng cho điện trường về phương diện tạo ra thế năng khi đặt tại đó một điện tích q . Nó được xác định bằng thương số của công của lực điện tác dụng lên q khi q di chuyển từ M ra vô cực và độ lớn của q .

$$V_M = \frac{A_{M\infty}}{q}$$

Điện thế có đơn vị là vôn (V).

Điện thế là đại lượng đại số. Với $q > 0$:

- ✓ Nếu $A_{M\infty} > 0$ thì $V_M > 0$;
- ✓ Nếu $A_{M\infty} < 0$ thì $V_M < 0$.

2. Hiệu điện thế

Hiệu điện thế giữa hai điểm M và N là hiệu giữa điện thế V_M và V_N :

$$U_{MN} = V_M - V_N$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm M, N trong điện trường đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường trong sự di chuyển của một điện tích từ M đến N. Nó được xác định bằng thương số của công của lực điện tác dụng lên điện tích q trong sự di chuyển từ M đến N và độ lớn của q .

$$U_{MN} = \frac{A_{MN}}{q}$$

Đơn vị hiệu điện thế là vôn (V),

Người ta đo hiệu điện thế tĩnh điện bằng tĩnh điện kế.

Hệ thức giữa hiệu điện thế và cường độ điện trường:

$$E = \frac{U_{MN}}{d} = \frac{U}{d}$$

VI. Tụ điện

1. Định nghĩa tụ điện

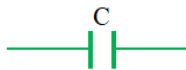
Tụ điện là một hệ hai vật dẫn đặt gần nhau và ngăn cách nhau bằng một lớp cách điện.

Tụ điện dùng để chứa điện tích.

Tụ điện được dùng phổ biến là tụ điện phẳng. Cấu tạo của tụ điện phẳng gồm hai bản kim loại phẳng đặt song song với nhau và ngăn cách nhau bằng một lớp điện môi. Hai bản kim loại này gọi là hai bản của tụ điện.

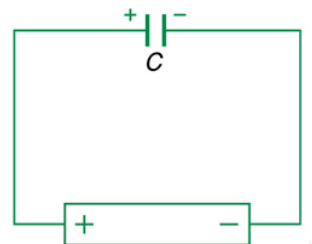


Trong mạch điện, tụ điện được biểu diễn bằng kí hiệu:



- Muốn tích điện cho tụ điện, người ta nối hai bản của tụ điện với hai cực của nguồn điện. Bản nối với cực dương sẽ tích điện dương, bản nối với cực âm sẽ tích điện âm.

- Vì hai bản tụ điện rất gần nhau, nên do có sự nhiễm điện do hưởng ứng, điện tích của hai bản bao giờ cũng có độ lớn bằng nhau nhưng trái dấu. Ta gọi điện tích của bản dương là điện tích của tụ điện.



2. Điện dung của tụ điện

Điện dung của tụ điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện ở một hiệu điện thế nhất định. Nó được xác định bằng thương số của điện tích của tụ điện và hiệu điện thế giữa hai bản của nó.

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

Điện dung được đo bằng đơn vị fara (F).

- Các tụ điện thường dùng chỉ có điện dung từ $10^{-12} F$ đến $10^{-6} F$. Vì vậy, ta thường dùng các ước của fara:

1 microfara (μF) = $1.10^{-6} F$

1 nanofara (nF) = $1.10^{-9} F$

1 picofara (pF) = $1.10^{-12} F$.

- Công thức tính điện dung của tụ điện phẳng:

$$C = \frac{\epsilon S}{9.10^9.4\pi d}$$

Trong đó: S là phần diện tích đối diện của hai bản,

d là khoảng cách giữa hai bản,

ϵ là hằng số điện môi của chất điện môi chiếm đầy giữa hai bản.

3. Năng lượng của điện trường trong tụ điện

Khi tụ điện tích điện thì điện trường trong tụ điện sẽ dự trữ một năng lượng. Đó là năng lượng điện trường.

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

Năng lượng điện trường của tụ điện phẳng:

$$W = \frac{\epsilon E^2 V}{9.10^9.8\pi} = \frac{\epsilon E^2 dS}{9.10^9.8\pi}$$

Trong đó: V là thể tích khoảng không gian giữa hai bản tụ điện phẳng: $V = d.S$

4. Ghép tụ điện

| Ghép song song | Ghép nối tiếp |
|---|--|
| <p>Điện dung của bộ gồm n tụ điện ghép song song:</p> $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$ <p>Mở rộng: $\begin{cases} U_1 = U_2 = \dots = U_n = U \\ Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \end{cases}$</p> | <p>Điện dung của bộ gồm n tụ điện ghép nối tiếp:</p> $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$ <p>Mở rộng: $\begin{cases} U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \\ Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n = Q \end{cases}$</p> |

CHƯƠNG II. DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

I. Dòng điện không đổi. Nguồn điện

1. Cường độ dòng điện

Dòng điện là dòng các *điện tích* dịch chuyển có hướng.

Cường độ dòng điện là đại lượng đặc trưng cho tác dụng mạnh, yếu của dòng điện. Nó được xác định bằng thương số của điện lượng Δq dịch chuyển qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong khoảng thời gian Δt và khoảng thời gian đó.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

2. Dòng điện không đổi

Dòng điện không đổi là dòng điện có chiều và cường độ không thay đổi theo thời gian.

$$I = \frac{q}{t}$$

Trong đó: q là điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của vật dẫn trong khoảng thời gian t .

Chú ý: dòng điện không đổi là dòng điện một chiều. Nhưng có những dòng điện một chiều lại có cường độ thay đổi theo thời gian.

Ví dụ: dòng điện chạy qua dây dẫn nối hai bản của một tụ điện đã được tích điện trước đó.

Đơn vị của cường độ dòng điện trong đơn vị SI là ampe (A).

3. Nguồn điện

Điều kiện để có dòng điện là phải có một hiệu điện thế đặt vào hai đầu vật dẫn điện.

Nguồn điện có tác dụng duy trì *hiệu điện thế* giữa hai cực của nguồn điện.

Trong nguồn điện có một lực thực hiện công để tách các electron khỏi nguyên tử và chuyển các electron hay ion dương ra khỏi mỗi cực của nguồn điện. Lực này khác bản chất với lực tĩnh điện, được gọi là *lực lạ*.

Công của lực lạ thực hiện làm dịch chuyển các điện tích qua nguồn được gọi là công của nguồn điện.

4. Suất điện động của nguồn điện

Suất điện động \mathcal{E} của một nguồn điện là đại lượng đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nguồn điện và được đo bằng thương số giữa công A của lực lạ thực hiện khi dịch chuyển một điện tích dương q ngược chiều điện trường bên trong nguồn điện và độ lớn của điện tích q đó.

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q}$$

- Suất điện động của nguồn điện có đơn vị là vôn (V).
- Số vôn ghi trên mỗi nguồn điện cho biết trị số của suất điện động của nguồn điện đó.
- Nguồn điện có điện trở, gọi là điện trở trong của nguồn điện. Mỗi nguồn điện được đặc trưng bằng suất điện động \mathcal{E} và điện trở trong r của nó.

5. Pin và acquy

5.1. Pin điện hóa

Cấu tạo chung của các pin điện hóa là gồm *hai cực* có bản chất hóa học khác nhau, được ngâm trong chất *điện phân* (dung dịch axit, bazơ hoặc muối...).

Do tác dụng hóa học, các cực của pin điện hóa được tích điện khác nhau và giữa chúng có một hiệu điện thế bằng giá trị của suất điện động của pin. Khi đó, *năng lượng hóa học chuyển thành điện năng* dự trữ trong nguồn điện.

5.2. Acquy

Acquy là nguồn điện hóa học hoạt động dựa trên phản ứng hóa học thuận nghịch: nó tích trữ năng lượng dưới dạng *hóa năng* (lúc nạp điện) và giải phóng năng lượng *điện năng* (lúc phát điện).

II. Điện năng. Công suất điện

1. Điện năng tiêu thụ và công suất điện

Điện năng tiêu thụ của đoạn mạch: $A = Uq = UIt$

Để đo điện năng tiêu thụ, người ta dùng *công tơ điện*.

Điện năng tiêu thụ thường được tính ra kilôoát giờ (kW.h)

$$1\text{kW.h} = 3600000 \text{ J}$$

Công suất điện của đoạn mạch là công suất tiêu thụ điện năng của đoạn mạch đó và có trị số bằng điện năng mà đoạn mạch tiêu thụ trong một đơn vị thời gian, hoặc bằng tích của hiệu điện thế giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện chạy qua đoạn mạch đó.

$$\mathcal{P} = \frac{A}{t} = UI$$

2. Định luật Jun – Len-xơ

Nhiệt lượng tỏa ra ở một vật dẫn tỉ lệ thuận với điện trở của vật dẫn, với bình phương cường độ dòng điện và với thời gian dòng điện chạy qua vật dẫn đó.

$$Q = RI^2t$$

3. Công suất tỏa nhiệt của vật dẫn khi có dòng điện chạy qua

Công suất tỏa nhiệt \mathcal{P} ở vật dẫn khi có dòng điện chạy qua đặc trưng cho tốc độ tỏa nhiệt của vật dẫn đó và được xác định bằng nhiệt lượng tỏa ra ở vật dẫn trong một đơn vị thời gian.

$$\mathcal{P} = \frac{Q}{t} = RI^2$$

4. Công và công suất của nguồn điện

Công của nguồn điện: $A_{ng} = q\mathcal{E} = \mathcal{E}It$

Công suất của nguồn điện: $\mathcal{P}_{ng} = \frac{A_{ng}}{t} = \mathcal{E}I$

III. Định luật Ôm đối với toàn mạch

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 đó.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_N + r}$$

Hiệu điện thế mạch ngoài: $U = IR = \mathcal{E} - Ir$

Hiện tượng *đoản mạch* xảy ra khi nối hai cực của một nguồn điện chỉ bằng dây dẫn có điện trở rất nhỏ. Khi đoản mạch, dòng điện chạy qua mạch có cường độ lớn và có hại.

Hiệu suất của nguồn điện: $H = \frac{A_{co\text{ ích}}}{A} = \frac{U_N It}{\mathcal{E} It} = \frac{U_N}{\mathcal{E}}$

IV. Ghép các nguồn điện thành bộ

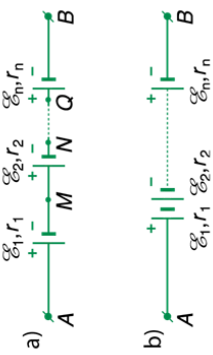
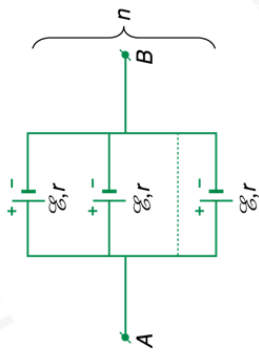
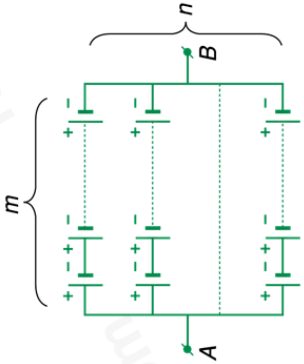
1. Định luật Ôm cho các loại mạch điện

Công thức định luật Ôm tổng quát cho các loại mạch điện: $I = \frac{U_{AB} + \mathcal{E}}{R + r}$

Hay hiệu điện thế $U_{AB} = \mathcal{E} - I(R + r)$

Chú ý:

- ✓ Chiều tính hiệu điện thế U_{AB} là từ A tới B.
- ✓ Nếu đi theo chiều từ A tới B:
 - Gặp cực *dương* trước thì \mathcal{E} có giá trị *dương*.
 - Gặp cực *âm* trước thì \mathcal{E} có giá trị *âm*.
- ✓ Đối với I:
 - Dòng điện có chiều từ A tới B thì I lấy giá trị *dương*.
 - Dòng điện có chiều từ B tới A thì I lấy giá trị *âm*.

| | | |
|---|--|--|
| <div><p>Bộ nguồn ghép nối tiếp</p><div><div></div><div><p><i>Suất điện động của bộ nguồn ghép nối tiếp bằng tổng các suất điện động của các nguồn có trong bộ.</i></p><div>$\mathcal{E}_b = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$</div><p><i>Điện trở trong của bộ nguồn điện ghép nối tiếp bằng tổng các điện trở trong của các nguồn có trong bộ.</i></p><div>$r_b = r_1 + r_2 + \dots + r_n$</div></div></div><div><p>Trường hợp riêng, nếu n nguồn điện có cùng suất điện động \mathcal{E} và điện trở trong r:</p><div>$\begin{cases} \mathcal{E}_b = n\mathcal{E} \\ r_b = nr \end{cases}$</div></div></div> | <div><p>Bộ nguồn ghép song song</p><div></div><p>Bộ nguồn ghép song song là bộ nguồn gồm n nguồn điện <i>giống nhau</i> được ghép song song với nhau, trong đó nối cực dương của các nguồn vào cùng một điểm A và nối cực âm của các nguồn vào cùng điểm B.</p><p>Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn:</p><div>$\begin{cases} \mathcal{E}_b = \mathcal{E} \\ r_b = \frac{r}{n} \end{cases}$</div></div> | <div><p>Bộ nguồn ghép hỗn hợp đối xứng</p><div></div><p>Bộ nguồn hỗn hợp đối xứng là bộ nguồn gồm n dãy ghép song song với nhau, mỗi dãy gồm m nguồn điện giống nhau ghép nối tiếp.</p><p>Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn ghép hỗn hợp đối xứng các nguồn giống nhau có cùng suất điện động \mathcal{E} và điện trở trong r:</p><div>$\begin{cases} \mathcal{E}_b = m\mathcal{E} \\ r_b = \frac{mr}{n} \end{cases}$</div></div> |
|---|--|--|

CHƯƠNG III. DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

I. Dòng điện trong kim loại

1. Bản chất của dòng điện trong kim loại

Dòng điện trong kim loại là dòng chuyển dời có hướng của các electron tự do dưới tác dụng của điện trường.

Thuyết electron về tính dẫn điện của kim loại:

- ✓ Trong kim loại, các nguyên tử bị *mất* electron hóa trị trở thành các *ion dương*, các ion dương sắp xếp một cách tuần hoàn, trật tự tạo nên mạng tinh thể kim loại. Nhiệt độ càng cao, dao động nhiệt càng mạnh, mạng tinh thể càng trở nên mất trật tự.
- ✓ Các electron hóa trị tách khỏi nguyên tử, trở thành các electron tự do. Chúng tạo thành khí electron tự do, chiếm toàn bộ thể tích của khối kim loại.
- ✓ Điện trường \vec{E} do nguồn điện ngoài sinh ra đẩy khí electron trôi *ngược* chiều điện trường, tạo ra *dòng điện*.
- ✓ Sự mất trật tự của mạng tinh thể cản trở chuyển động của electron tự do, là nguyên nhân gây ra *điện trở* của kim loại. Các loại mất trật tự thường gặp là *chuyển động nhiệt* (dao động nhiệt) của các ion trong mạng tinh thể, sự *méo mạng tinh thể* do biến dạng cơ học và các *nguyên tử lạ* lẫn trong kim loại.

Thuyết electron về tính dẫn điện của kim loại cho thấy hạt tải điện trong kim loại là *electron tự do*. Mật độ của chúng rất cao nên kim loại dẫn điện *rất tốt*.

2. Sự phụ thuộc của điện trở suất của kim loại theo nhiệt độ

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(t - t_0)]$$

Trong đó: ρ_0 là điện trở suất ở $t_0^{\circ}\text{C}$ (thường lấy là 20°C)

α là hệ số nhiệt điện trở, đơn vị đo là K^{-1} .

Giá trị ρ_0 và α của một số kim loại được thể hiện tại bảng bên.

Hệ số nhiệt điện trở của mỗi kim loại không những phụ thuộc vào *nhiệt độ*, mà vào cả độ sạch và chế độ gia công vật liệu đó.

| Chất | $\rho_0 (\Omega \cdot \text{m})$ | $\alpha (\text{K}^{-1})$ |
|--------|----------------------------------|--------------------------|
| Bạc | $1,62 \cdot 10^{-8}$ | $4,1 \cdot 10^{-3}$ |
| Platin | $10,6 \cdot 10^{-8}$ | $3,9 \cdot 10^{-3}$ |
| Đồng | $1,69 \cdot 10^{-8}$ | $4,3 \cdot 10^{-3}$ |
| Nhôm | $2,75 \cdot 10^{-8}$ | $4,4 \cdot 10^{-3}$ |
| Sắt | $9,68 \cdot 10^{-8}$ | $6,5 \cdot 10^{-3}$ |
| Silic | $0,25 \cdot 10^4$ | $-70 \cdot 10^{-3}$ |
| Vonfam | $5,25 \cdot 10^{-8}$ | $4,5 \cdot 10^{-3}$ |

Trên bảng này có silic không phải kim loại. Điện trở suất của chúng lớn hơn điện trở suất của kim loại vài bậc.

3. Hiện tượng siêu dẫn

Ở một số kim loại, hợp kim, và cả một số gốm ôxit kim loại, khi nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ tới hạn T_C thì điện trở suất đột ngột *giảm xuống bằng 0*. Ta nói các vật liệu ấy đã chuyển sang trạng thái *siêu dẫn*.

- Nhiệt độ tới hạn của một số chất siêu dẫn được thể hiện tại bảng bên.

- Ở nhiệt độ tới hạn, nhiều tính chất khác như từ tính, điện dung cũng thay đổi đột ngột.

Trong tương lai, người ta dự kiến có thể dùng dây siêu dẫn để tải điện, và tổn hao năng lượng trên dây không còn nữa.

| Tên vật liệu | $T_C (\text{K})$ |
|---|------------------|
| Nhôm | 1,19 |
| Thủy ngân | 4,15 |
| Chì | 7,19 |
| Thiếc | 3,72 |
| Kẽm | 0,85 |
| Nb_3Sn | 18 |
| Nb_3Al | 18,7 |
| Nb_3Ge | 23 |
| $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ | 92,5 |
| $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_8$ | 134 |

4. Hiện tượng nhiệt điện

Cặp nhiệt điện là hai dây kim loại khác bản chất, hai đầu hàn vào nhau. Khi nhiệt độ hai mối hàn T_1, T_2 khác nhau, trong mạch có suất điện động nhiệt điện:

$$\mathcal{E} = \alpha_T (T_1 - T_2)$$

Với α_T là hệ số nhiệt điện động, phụ thuộc vào bản chất của hai vật liệu dùng làm cặp nhiệt điện, đơn vị đo là $V.K^{-1}$.

Cặp nhiệt điện được dùng phổ biến để đo nhiệt độ.

II. Dòng điện trong chất điện phân

1. Bản chất của dòng điện trong chất điện phân

Thuyết điện li: trong dung dịch, các hợp chất hóa học như axit, bazơ và muối bị phân li (một phần hoặc toàn bộ) thành các nguyên tử (hoặc nhóm nguyên tử) tích điện gọi là ion; ion có thể chuyển động tự do trong dung dịch và trở thành hạt tải điện.

Dòng điện trong chất điện phân là dòng dịch chuyển có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm ngược chiều điện trường.

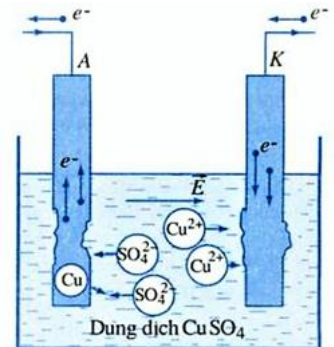
Ion dương chạy về phía catôt nên gọi là *cation*. Ion âm chạy về phía anôt nên gọi là *anion*.

Chất điện phân *không* dẫn điện tốt bằng kim loại.

2. Hiện tượng dương cực tan

Hiện tượng dương cực tan xảy ra khi điện phân một dung dịch muối kim loại mà anôt làm bằng *chính* kim loại ấy.

Khi có hiện tượng dương cực tan, dòng điện trong chất điện phân tuân theo *định luật Ôm* giống như đối với đoạn mạch chỉ có điện trở thuần.



3. Các định luật Fa-ra-đây về điện phân

3.1. Định luật Fa-ra-đây thứ nhất

Khối lượng vật chất được giải phóng ở điện cực của bình điện phân tỉ lệ thuận với điện lượng chạy qua bình đó.

$$m = kq$$

Trong đó k gọi là *đương lượng điện hóa* của chất được giải phóng ở điện cực.

3.2. Định luật Fa-ra-đây thứ hai

Đương lượng điện hóa k của một nguyên tố tỉ lệ với đương lượng gam $\frac{A}{n}$ của

nguyên tố đó. Hệ số tỉ lệ là $\frac{1}{F}$, trong đó F gọi là số Fa-ra-đây.

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n}$$

Với $F \approx 96500 \text{ C/mol}$.

* Kết hợp hai định luật Fa-ra-đây, ta được công thức Fa-ra-đây:

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} It$$

Với m là khối lượng chất được giải phóng ở điện cực, tính bằng gam,

A là khối lượng mol nguyên tử của chất,

I tính bằng ampe (A),

t tính bằng giây (s),

n là hóa trị của nguyên tố tạo ra ion.

4. Ứng dụng của hiện tượng điện phân

Hiện tượng điện phân có nhiều ứng dụng như: luyện nhôm, tinh luyện đồng, điều chế clo, xút, mạ điện, đúc điện,...

III. Dòng điện trong chất khí

1. Bản chất dòng điện trong chất khí

Trong điều kiện bình thường, chất khí hầu như chỉ gồm những nguyên tử, phân tử trung hòa về điện. Vì vậy, chất khí là *điện môi*.

Khi đốt nóng chất khí, hoặc dùng các loại bức xạ, như tia tử ngoại, tia Rơn-ghen, tác động vào môi trường khí gọi là *tác nhân ion hóa*. Nhờ có tác nhân ion hóa, chất khí xuất hiện những hạt mang điện tự do: electron, ion dương, ion âm.

Dòng điện trong chất khí là dòng chuyển dời có hướng của các ion dương theo chiều điện trường và các ion âm, các electron ngược chiều điện trường. Các hạt tải điện này do chất khí bị ion hóa sinh ra.

2. Các dạng phóng điện tự lực trong không khí ở áp suất bình thường

- Quá trình dẫn điện của chất khí có thể tự duy trì, không cần ta chủ động tạo ra hạt tải điện, gọi là quá trình dẫn điện (phóng điện) tự lực.
- Quá trình phóng điện trong chất khí thường có kèm theo sự phát sáng.

Các dạng phóng điện tự lực trong không khí ở áp suất bình thường:

| Tia lửa điện | Hồ quang điện |
|--|---|
| <p>- Định nghĩa: Tia lửa điện là quá trình phóng điện tự lực trong chất khí đặt giữa hai điện cực khi điện trường đủ mạnh để biến phân tử khí trung hòa thành ion dương và electron tự do.</p> <p>- Điều kiện tạo ra tia lửa điện: Tia lửa điện có thể hình thành trong không khí ở điều kiện thường, khi điện trường đạt đến giá trị khoảng 3.10^6 V/m.</p> <p>- Ứng dụng:</p> <ul style="list-style-type: none">+ Bugi trong động cơ nổ.+ Sét là tia lửa điện hình thành giữa các đám mây tích điện trái dấu hoặc giữa một đám mây tích điện và mặt đất. | <p>- Định nghĩa: Hồ quang điện là quá trình phóng điện tự lực xảy ra trong chất khí ở áp suất thường hoặc áp suất thấp đặt giữa hai điện cực có hiệu điện thế không lớn.</p> <p>Hồ quang điện có thể kèm theo <i>tỏa nhiệt</i> và <i>tỏa sáng</i> rất mạnh.</p> <p>- Điều kiện tạo ra hồ quang điện: Để môi hồ quang điện, thoát đầu người ta phải làm cho hai điện cực nóng đỏ. Sau đó tạo ra một điện trường đủ mạnh giữa hai điện cực để tạo ra tia lửa điện. Khi đã có tia lửa điện, quá trình phóng điện tự lực vẫn sẽ tiếp tục duy trì cả khi giảm hiệu điện thế giữa hai điện cực đến giá trị không lớn. Nó tạo ra một cung sáng chói như ngọn lửa nối hai điện cực, ta gọi là hồ quang điện.</p> <p>- Ứng dụng:</p> <ul style="list-style-type: none">+ Hàn điện.+ Nấu chảy kim loại.+ Tác nhân thực hiện nhiều phản ứng hóa học.+ Đèn huỳnh quang. |

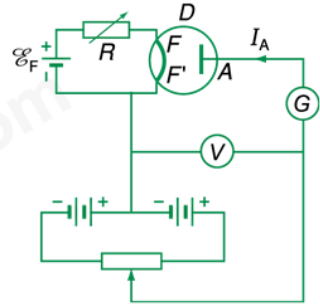
IV. Dòng điện trong chân không

1. Dòng điện trong chân không

Chân không là môi trường đã được lấy đi tất cả các phân tử khí. Nó không chứa hạt tải điện nên *không dẫn điện*.

Dòng điện trong chân không là dòng dịch chuyển có hướng của các electron được đưa vào khoảng chân không đó.

Dụng cụ trong thí nghiệm nghiên cứu dòng điện trong chân không được gọi là *điôt chân không*, cấu tạo bởi một bóng thủy tinh đã hút chân không, bên trong có một catôt K là dây tóc Vonfam, còn anôt A là một bản kim loại.



Sơ đồ thí nghiệm nghiên cứu dòng điện trong chân không

2. Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chân không vào hiệu điện thế

Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chân không vào hiệu điện thế được biểu diễn trên đặc tuyến vôn-ampe trong hình bên.

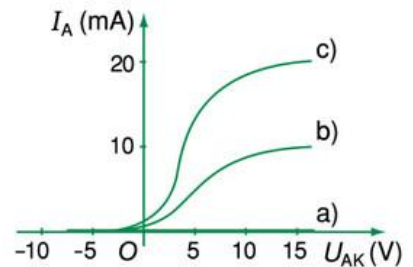
Kết luận: dòng điện trong chân không không tuân theo định luật Ôm.

✓ Khi $U < U_b$: U tăng thì I tăng.

✓ Khi $U \geq U_b$ thì U tăng, I không tăng và có giá trị $I = I_{bh}$: cường độ dòng điện qua ống đạt giá trị lớn nhất, gọi là cường độ dòng điện *bão hòa*.

✓ Nhiệt độ catôt càng cao, cường độ dòng điện bão hòa I_{bh} càng lớn.

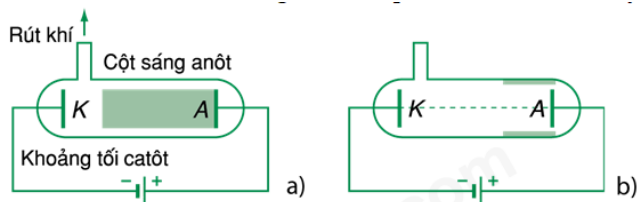
Dòng điện trong chân không có tính dẫn điện theo *một chiều*: chỉ cho dòng điện chạy qua nó từ anôt đến catôt.



3. Tia catôt

Tia phát ra từ catôt làm huỳnh quang thủy tinh gọi là tia catôt hay tia âm cực.

Tia catôt thực chất là dòng electron phát ra từ catôt và bay gần như tự do trong ống thí nghiệm.



Tính chất của tia catôt:

- ✓ Tia catôt truyền thẳng.
- ✓ Tia catôt phát ra vuông góc với mặt catôt.
- ✓ Tia catôt mang năng lượng.
- ✓ Tia catôt có thể đâm xuyên các lá kim loại mỏng (có chiều dày từ 0,003 – 0,03 mm), có tác dụng lên kính ảnh và có khả năng ion hóa không khí.
- ✓ Tia catôt làm phát quang một số chất khi đập vào chúng.
- ✓ Tia catôt bị lệch trong điện trường, từ trường.

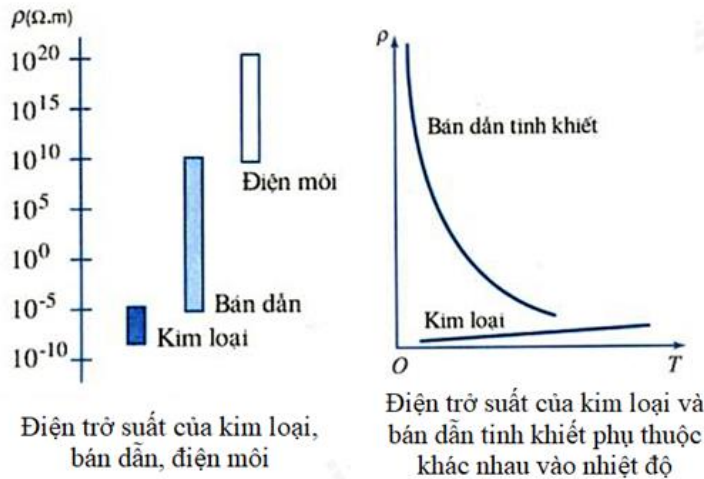
Ứng dụng phổ biến nhất của tia catôt là để làm ống phóng điện tử và đèn hình.

V. Dòng điện trong bán dẫn

Khi nghiên cứu các vật liệu, người ta thấy nhiều chất không thể xem là kim loại hoặc điện môi, được gọi là chất bán dẫn hoặc gọi tắt là bán dẫn.

1. Tính chất điện của bán dẫn

- ✓ Điện trở suất của bán dẫn có giá trị *trung gian* giữa kim loại và điện môi.
- ✓ Điện trở suất của bán dẫn *giảm* mạnh khi nhiệt độ *tăng*. Ở nhiệt độ *thấp*, bán dẫn dẫn điện *kém* (giống như điện môi), còn ở nhiệt độ *cao*, bán dẫn dẫn điện *khá tốt* (giống như kim loại).
- ✓ Tính chất điện của bán dẫn phụ thuộc *rất mạnh* vào các *tạp chất* có mặt trong tinh thể.



2. Sự dẫn điện của bán dẫn tinh khiết

Dòng điện trong chất bán dẫn là dòng các electron dẫn chuyển động ngược chiều điện trường và dòng các lỗ trống chuyển động cùng chiều điện trường.

Xét trường hợp bán dẫn điển hình là Si. Nếu trong mạng tinh thể chỉ có một loại nguyên tử là Si, thì ta gọi đó là *bán dẫn tinh khiết*.

Ở bán dẫn tinh khiết, số electron và số lỗ trống *bằng nhau*. Bán dẫn tinh khiết được gọi là bán dẫn loại *i*.

Độ dẫn điện của bán dẫn tinh khiết tăng khi nhiệt độ tăng. Người ta ứng dụng tính chất này để làm nhiệt điện trở bán dẫn.

Điện trở suất của bán dẫn giảm khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào. Đó là hiện tượng *quang dẫn*. Hiện tượng này được ứng dụng để làm quang điện trở bán dẫn. Điện trở của quang điện trở giảm khi cường độ ánh sáng chiếu vào tăng.

3. Sự dẫn điện của bán dẫn có tạp chất

Nếu bán dẫn Si có pha *tạp chất*, tức là ngoài các nguyên tử Si, còn có các nguyên tử khác, thì tính dẫn điện của bán dẫn *tăng* lên rất nhiều lần.

| Bán dẫn loại n | Bán dẫn loại p |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Tạp chất: nguyên tố có hóa trị 5 (như P, As,...). - Hạt tải điện chủ yếu: electron. - Được gọi là tạp chất cho, hay <i>đônô</i>. | <ul style="list-style-type: none"> - Tạp chất: nguyên tố có hóa trị 3 (như B, Al,...). - Hạt tải điện chủ yếu: lỗ trống. - Được gọi là tạp chất nhận, hay <i>axepô</i>. |

4. Lớp chuyển tiếp p-n

Lớp chuyển tiếp p-n là chỗ tiếp xúc của miền mang tính dẫn p và miền mang tính dẫn n được tạo ra trên một tinh thể bán dẫn.

Dòng điện chỉ chạy qua được lớp chuyển tiếp p-n theo chiều từ p sang n , nên lớp chuyển tiếp p-n được dùng làm *điôt bán dẫn* để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều.

Một lớp bán dẫn loại p rất mỏng kẹp giữa hai lớp bán dẫn loại n thực hiện trên một tinh thể bán dẫn (Ge , Si , ...) là một *tranzito n-p-n*. Tranzito có khả năng khuếch đại tín hiệu điện, và dùng để lắp bộ khuếch đại và các khóa điện tử.

CHƯƠNG IV. TỪ TRƯỜNG

I. Từ trường

1. Tương tác từ

Những vật liệu có khả năng hút được sắt được gọi là *nam châm*.

Các vật liệu dùng để làm nam châm thường là các chất hoặc hợp chất của: sắt, niken, coban, mangan, gadôlinium, disprôsiu.

Các nam châm ta thường gặp có hai cực, một cực gọi là cực *Bắc*, kí hiệu là *N*, cực kia gọi là cực *Nam*, kí hiệu là *S*.

Tương tác giữa nam châm với nam châm, giữa dòng điện với nam châm và giữa dòng điện với dòng điện đều gọi là *tương tác từ*. Lực tương tác trong các trường hợp đó gọi là *lực từ*. Ta cũng nói dòng điện và nam châm có *từ tính*.



2. Từ trường

Từ trường là một dạng vật chất tồn tại trong không gian mà biểu hiện cụ thể là sự xuất hiện của lực từ tác dụng lên một dòng điện hay một nam châm đặt trong nó.

Xung quanh điện tích chuyển động có *từ trường*.

Ta đã biết xung quanh một điện tích có điện trường. Vậy xung quanh một điện tích chuyển động vừa có điện trường, vừa có từ trường.

Tính chất cơ bản của từ trường là nó gây ra lực từ tác dụng lên một nam châm hay một dòng điện đặt trong nó.

- Kim nam châm nhỏ được dùng để phát hiện từ trường được gọi là nam châm thử.
- Hướng của từ trường tại một điểm là hướng Nam – Bắc của nam châm thử nằm cân bằng tại điểm đó.

3. Đường sức từ

Đường sức từ là những đường vẽ ở trong không gian có từ trường sao cho *tiếp tuyến* tại mỗi điểm có phương *trùng* với phương của từ trường tại điểm đó.

Các tính chất của đường sức từ:

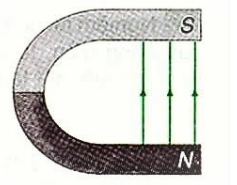
- ✓ Tại mỗi điểm trong từ trường, có thể vẽ được *một* đường sức từ đi qua và *chỉ một* mà thôi.
- ✓ Các đường sức từ là những *đường cong kín*. Trong trường hợp nam châm, ở ngoài nam châm các đường sức từ đi *ra* từ cực *Bắc*, đi *vào* ở cực *Nam* của nam châm.
- ✓ Các đường sức từ *không* cắt nhau.
- ✓ Nơi nào từ trường *mạnh* thì các đường sức từ ở đó vẽ *mau* hơn (dày hơn), nơi nào từ trường *yếu* thì các đường sức từ ở đó vẽ *thưa* hơn.

Dùng magnet rắc đều lên một tấm kính đặt trên nam châm, gõ nhẹ tấm kính ta nhận được *từ phổ* của nam châm.

4. Từ trường đều

Từ trường đều là từ trường mà đặc tính của nó giống nhau tại mọi điểm, các đường sức từ là những đường thẳng *song song*, *cùng chiều* và *cách đều* nhau.

Từ trường đều có thể được tạo thành giữa hai cực của một nam châm hình chữ U.



II. Lực từ. Cảm ứng từ

1. Cảm ứng từ

Trong một từ trường đều có các đường sức từ thẳng đứng, đặt dây dẫn có chiều dài l , cường độ dòng điện I chạy qua trong từ trường. Gọi α là góc hợp bởi đoạn dây và đường sức từ, thấy có lực từ F tác dụng lên dây dẫn.

Qua các kết quả đo được, người ta thấy thương số $\frac{F}{Il \sin \alpha}$ không thay đổi. Người ta định nghĩa thương số đó là *cảm ứng từ* tại vị trí đang xét, kí hiệu là B .

Độ lớn cảm ứng từ: $B = \frac{F}{Il \sin \alpha}$

Trong hệ SI, đơn vị cảm ứng từ là tesla (T).

Người ta biểu diễn cảm ứng từ bằng một vectơ gọi là vectơ cảm ứng từ, kí hiệu là \vec{B} .

Vecto cảm ứng từ \vec{B} có hướng trùng với hướng của từ trường tại điểm đó.

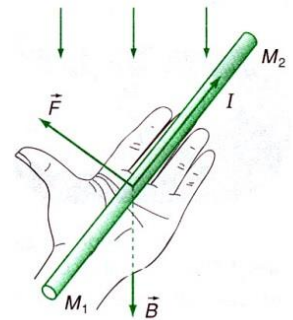
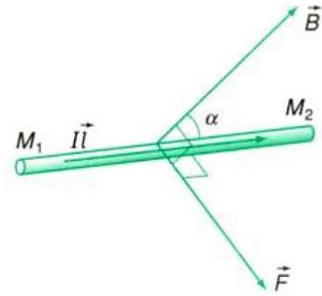
2. Lực từ

Lực từ \vec{F} có điểm đặt tại trung điểm của $\overline{M_1M_2}$, có phương vuông góc với \vec{l} và \vec{B} , có chiều tuân theo quy tắc bàn tay trái và có độ lớn:

$$F = IBl \sin \alpha$$

Trong đó α là góc tạo bởi \vec{B} và \vec{l} .

Quy tắc bàn tay trái: Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, thì ngón cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện.



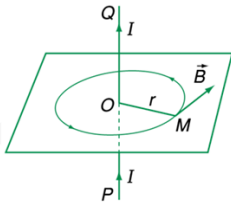
3. Nguyên lí chồng chất từ trường

Giả sử ta có hệ n nam châm (hay dòng điện). Tại điểm M , cảm ứng từ chỉ của nam châm thứ nhất là \vec{B}_1 , chỉ của nam châm thứ hai là \vec{B}_2, \dots , chỉ của nam châm thứ n là \vec{B}_n . Gọi \vec{B} là từ trường của hệ tại M thì:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$$

III. Từ trường của dòng điện chạy trong các dây dẫn có hình dạng đặc biệt

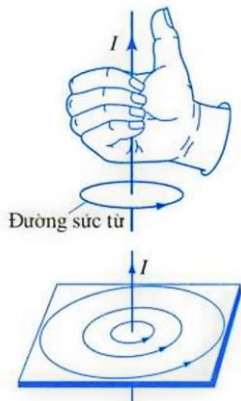
Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài



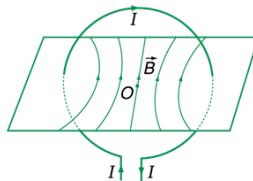
$$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$$

Trong đó, I tính ra ampe (A), r tính ra mét (m), B tính ra tesla (T).

Chiều của đường sức từ tuân theo quy tắc nắm tay phải: Giơ ngón tay cái của bàn tay phải hướng theo chiều dòng điện, khum bốn ngón kia xung quanh dây dẫn thì chiều từ cổ tay đến các ngón là chiều của đường sức từ.



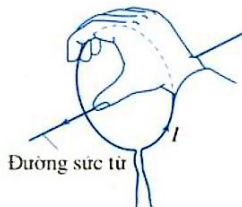
Từ trường của dòng điện chạy trong dây dẫn uốn thành vòng tròn



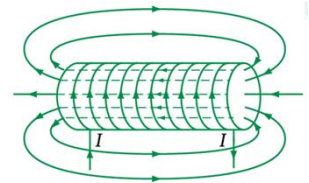
$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{R}$$

Với R là bán kính của khung dây tròn, N là số vòng dây sát nhau.

Chiều của đường sức từ tuân theo quy tắc nắm tay phải: Khum bàn tay phải theo vòng dây của khung sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện trong khung, ngón tay cái choãi ra chỉ chiều các đường sức từ xuyên qua mặt phẳng dòng điện.



Từ trường của dòng điện chạy trong ống dây dẫn hình trụ

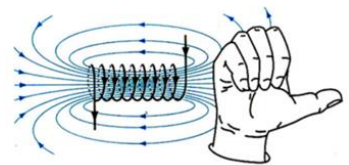


$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} nI = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} I$$

Trong đó, n là số vòng dây quấn trên một đơn vị dài của lõi.

Chiều của đường sức từ tuân theo quy tắc nắm tay phải:

Khum bàn tay phải theo vòng dây của khung sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện trong khung, ngón tay cái choãi ra chỉ chiều các đường sức từ xuyên qua mặt phẳng dòng điện.



IV. Tương tác giữa hai dòng điện thẳng song song

Hai dòng điện, cường độ tương ứng là I_1, I_2 , chạy trong hai dây dẫn thẳng dài, song song, cùng chiều thì hút nhau, ngược chiều thì đẩy nhau.

Độ lớn lực từ tác dụng lên độ dài l mỗi dây dẫn:
$$F = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1 I_2 l}{r}$$

Trong đó r là khoảng cách giữa hai dây dẫn.

V. Lực Lo-ren-xơ

1. Lực Lo-ren-xơ

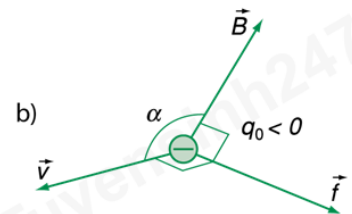
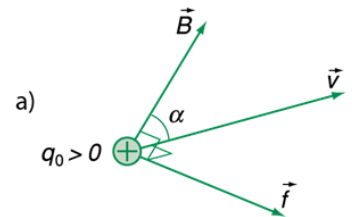
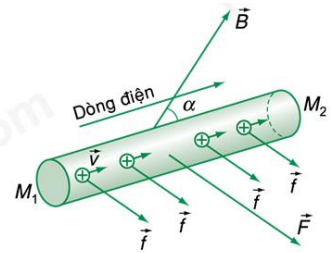
Mọi hạt điện tích chuyển động trong một từ trường, đều chịu tác dụng của lực từ. Lực này được gọi là lực Lo-ren-xơ.

Lực Lo-ren-xơ do từ trường có cảm ứng từ \vec{B} tác dụng lên một hạt điện tích q_0 chuyển động với vận tốc \vec{v} :

- ✓ Có phương vuông góc với \vec{v} và \vec{B} ;
- ✓ Có chiều tuân theo quy tắc bàn tay trái: để bàn tay trái sao cho từ trường hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến ngón giữa là chiều của \vec{v} khi $q_0 > 0$ và ngược chiều \vec{v} khi $q_0 < 0$. Lúc đó, chiều của lực Lo-ren-xơ là chiều ngón tay cái choãi ra;

- ✓ Có độ lớn:
$$f = |q_0| v B \sin \alpha$$

Trong đó α là góc tạo bởi \vec{v} và \vec{B} .



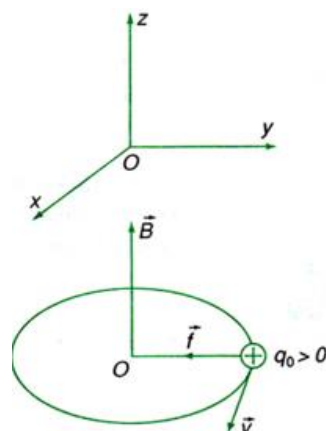
2. Chuyển động của điện tích trong từ trường đều

Quỹ đạo của một hạt điện tích trong một từ trường đều, với điều kiện vận tốc ban đầu vuông góc với từ trường, là một đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với từ trường, có bán kính:

$$R = \frac{mv}{|q_0|B}$$

Lực Lo-ren-xơ đóng vai trò là lực hướng tâm:

$$f = \frac{mv^2}{R} = |q_0|vB$$

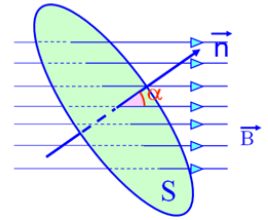


CHƯƠNG V. CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

I. Từ thông. Cảm ứng điện từ. Suất điện động cảm ứng

1. Từ thông

Giả sử có mặt phẳng diện tích S được đặt trong từ trường đều \vec{B} . Vẽ vector pháp tuyến \vec{n} của S . Góc hợp bởi \vec{B} và \vec{n} kí hiệu là α . Ta đặt: $\Phi = BS \cos \alpha$



Đại lượng Φ được gọi là *từ thông* qua diện tích S .

Trong hệ SI, đơn vị đo từ thông là vécbe (W).

2. Hiện tượng cảm ứng điện từ

Dòng điện xuất hiện khi có sự *biến đổi từ thông* qua mạch điện kín gọi là *dòng điện cảm ứng*.

Khi có sự biến đổi từ thông qua mặt giới hạn bởi mạch kín thì trong mạch xuất hiện *suất điện động cảm ứng*. Hiện tượng xuất hiện suất điện động cảm ứng được gọi là hiện tượng *cảm ứng điện từ*.

Định luật Len-xơ: dòng điện cảm ứng xuất hiện trong mạch kín có chiều sao cho từ trường cảm ứng

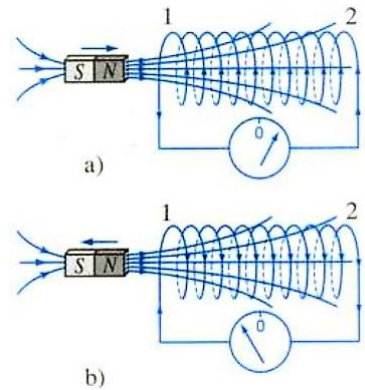
do nó sinh ra có tác dụng *chống lại* sự biến thiên từ thông ban đầu qua mạch kín.

Định luật Fa-ra-đây về cảm ứng điện từ: Độ lớn của suất điện động cảm ứng trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch.

$$e_c = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Với n là số vòng dây.

* Dấu (-) biểu thị định luật Len-xơ.



II. Suất điện động cảm ứng trong một đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường

Khi đoạn dây MN chuyển động trong từ trường cắt các đường sức từ, trong đoạn dây đó xuất hiện suất điện động cảm ứng.

Nếu coi đoạn dây như một nguồn điện, xác định các cực của nguồn điện đó theo *quy tắc bàn tay phải*:

Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón tay cái choãi ra 90° hướng theo chiều chuyển động của đoạn dây, khi đó đoạn dây dẫn đóng vai trò như một nguồn điện, chiều từ cổ tay đến bốn ngón tay chỉ chiều từ cực âm sang cực dương của nguồn điện đó.

Biểu thức độ lớn suất điện động cảm ứng trong đoạn dây:

$$|e_c| = Blv \sin \theta$$

Với $\theta = (\vec{v}; \vec{B})$

Máy phát điện là một ứng dụng quan trọng và quen thuộc của hiện tượng cảm ứng điện từ trong các đoạn dây chuyển động.

III. Dòng điện Fu-cô

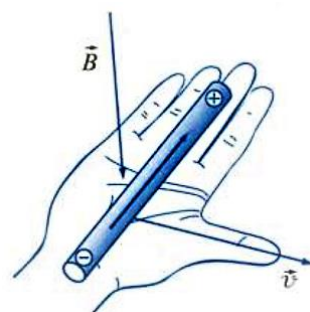
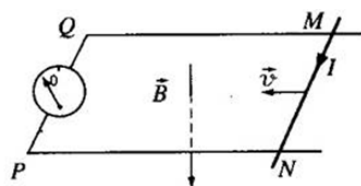
Dòng điện cảm ứng được sinh ra ở trong khối vật dẫn khi vật dẫn chuyển động trong từ trường hay được đặt trong từ trường biến đổi theo thời gian được gọi là dòng điện Fu-cô.

Một số ví dụ *ứng dụng* dòng Fu-cô:

- ✓ Bộ phanh điện từ của ô tô.
- ✓ Công tơ điện dùng trong gia đình.

Một số ví dụ về trường hợp dòng Fu-cô *có hại*:

- ✓ Làm lõi sắt trong thiết bị điện bị nóng gây hỏng máy.
- ✓ Chống lại sự quay của động cơ, làm giảm hiệu suất của động cơ.



IV. Hiện tượng tự cảm

1. Hiện tượng tự cảm

Hiện tượng cảm ứng điện từ trong một mạch điện do chính sự biến đổi của dòng điện trong mạch đó gây ra gọi là hiện tượng tự cảm.

Xét một mạch kín có dòng điện I chạy qua. Dòng điện I gây ra một từ trường, từ trường này gây ra một từ thông Φ , được gọi là từ thông riêng của mạch.

$$\Phi = Li$$

Trong đó, L là một hệ số, gọi là hệ số tự cảm (hay độ tự cảm).

Trong hệ SI, đơn vị của hệ tự cảm là henri (H).

Biểu thức tính hệ số tự cảm của ống dây dài đặt trong không khí:

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{N^2}{l} S$$

Với l là chiều dài ống dây,

S là tiết diện ống dây,

N là số vòng dây.

2. Suất điện động tự cảm

Suất điện động được sinh ra do hiện tượng tự cảm gọi là suất điện động tự cảm.

Công thức xác định suất điện động tự cảm:

$$e_{tc} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

3. Năng lượng từ trường của ống dây tự cảm

Năng lượng được tích lũy trong ống dây khi có dòng điện chạy qua gọi là năng lượng từ trường của ống dây.

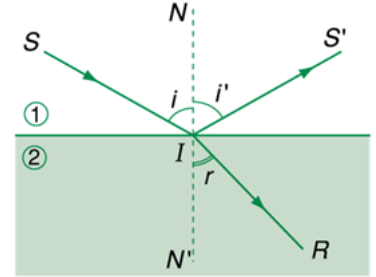
$$W = \frac{1}{2} Li^2$$

CHƯƠNG VI. KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

I. Khúc xạ ánh sáng

1. Hiện tượng khúc xạ ánh sáng

Khúc xạ ánh sáng là hiện tượng lệch phương (gãy) của các tia sáng khi truyền xiên góc qua mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt khác nhau.



2. Định luật khúc xạ ánh sáng

- ✓ Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới (tạo bởi tia tới và pháp tuyến) và ở phía bên kia pháp tuyến so với tia tới.
- ✓ Với hai môi trường trong suốt nhất định, tỉ số giữa sin góc tới ($\sin i$) và sin góc khúc xạ ($\sin r$) luôn không đổi:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{hằng số}$$

3. Chiết suất của môi trường

3.1. Chiết suất tỉ đối

Tỉ số $\frac{\sin i}{\sin r}$ được gọi là chiết suất tỉ đối n_{21} của môi trường (2) (chứa tia khúc xạ) đối

với môi trường (1) (chứa tia tới):

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$$

- ✓ Nếu $n_{21} > 1$ thì $r < i$: tia khúc xạ bị lệch lại gần pháp tuyến hơn. Ta nói môi trường (2) *chiết quang hơn* môi trường (1).
- ✓ Nếu $n_{21} < 1$ thì $r > i$: tia khúc xạ bị lệch xa pháp tuyến hơn. Ta nói môi trường (2) *chiết quang kém* môi trường (1).

Trong lí thuyết về ánh sáng, chiết suất tỉ đối bằng tỉ số giữa các tốc độ v_1 và v_2 của

ánh sáng khi đi trong môi trường (1) và trong môi trường (2):

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$$

3.2. Chiết suất tuyệt đối

Chiết suất tuyệt đối (thường gọi tắt là chiết suất) của một môi trường là chiết suất tỉ đối của môi trường đó đối với *chân không*.

- Chiết suất của chân không là 1.
- Chiết suất của không khí là 1,000293 nên thường được tính tròn là 1 (nếu không cần độ chính xác cao).
- Chiết suất tuyệt đối của mọi chất đều *lớn hơn 1*.

Có thể thiết lập được hệ thức:
$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

Trong đó: n_2 là chiết suất (tuyệt đối) của môi trường (2);

n_1 là chiết suất (tuyệt đối) của môi trường (1).

Vậy công thức của định luật khúc xạ ánh sáng có thể viết theo dạng đối xứng:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

Chiết suất của một số môi trường (xác định với ánh sáng vàng do Natri phát ra):

| Chất rắn (20°C) | Chiết suất | Chất rắn (20°C) | Chiết suất |
|------------------------|---------------|------------------------|------------|
| Kim cương | 2,419 | Muối ăn (NaCl) | 1,544 |
| Thủy tinh cao | 1,464 ÷ 1,532 | Hồ phách | 1,546 |
| Thủy tinh flin | 1,603 ÷ 1,865 | Polistiren | 1,590 |
| Nước đá | 1,309 | Xaphia | 1,768 |
| Chất lỏng (20°C) | Chiết suất | Chất lỏng (20°C) | Chiết suất |
| Nước | 1,333 | Rượu étilic | 1,361 |
| Benzen | 1,501 | Glixerol | 1,473 |
| Chất khí (0°C ; 1 atm) | Chiết suất | Chất khí (0°C ; 1 atm) | Chiết suất |
| Không khí | 1,000293 | Khí cacbonic | 1,00045 |

4. Tính thuận nghịch của sự truyền ánh sáng

Ánh sáng truyền đi theo đường nào thì cũng truyền ngược lại theo đường đó.

Từ tính thuận nghịch, ta có:
$$n_{12} = \frac{1}{n_{21}}$$

II. Phản xạ toàn phần

1. Hiện tượng phản xạ toàn phần

Phản xạ toàn phần là hiện tượng phản xạ toàn bộ tia sáng tới, xảy ra ở mặt phân cách giữa hai môi trường trong suốt.

2. Điều kiện để có phản xạ toàn phần

- ✓ Ánh sáng truyền từ một môi trường tới môi trường *chiết quang kém* hơn: $n_2 < n_1$.
- ✓ Góc tới lớn hơn hoặc bằng góc giới hạn: $i \geq i_{gh}$.

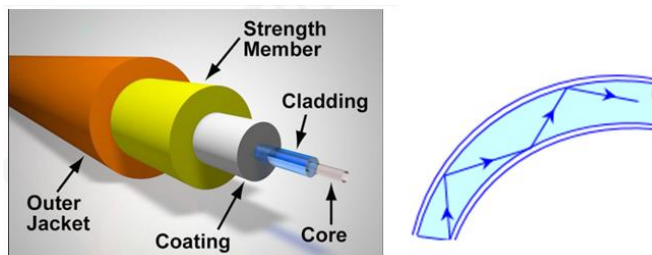
Góc giới hạn phản xạ toàn phần được xác định bởi:

$$\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1}$$

3. Ứng dụng của hiện tượng phản xạ toàn phần: Cáp quang

3.1. Cấu tạo

Cáp quang là bó sợi quang.



Sợi quang gồm hai phần chính:

- ✓ Phần lõi trong suốt bằng thủy tinh siêu sạch có chiết suất lớn (n_1).
- ✓ Phần vỏ bọc cũng trong suốt, bằng thủy tinh có chiết suất n_2 *nhỏ* hơn phần lõi.

Phản xạ toàn phần xảy ra ở mặt phân cách giữa lõi và vỏ làm cho ánh sáng truyền đi được theo sợi quang.

Ngoài cùng là một số lớp vỏ bọc bằng nhựa dẻo để tạo cho cáp độ bền và độ dai cơ học.

3.2. Công dụng

- ✓ Truyền thông tin.
- ✓ Nội soi trong y học.

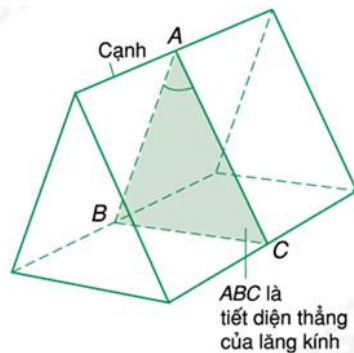
CHƯƠNG VII. MẮT. CÁC DỤNG CỤ QUANG

I. Lăng kính

1. Cấu tạo của lăng kính

Lăng kính là một khối chất trong suốt, đồng chất (thủy tinh, nhựa,...), thường có dạng lăng trụ tam giác.

Khi có tia ló ra khỏi lăng kính, tia ló bao giờ cũng lệch về phía đáy lăng kính so với tia tới.



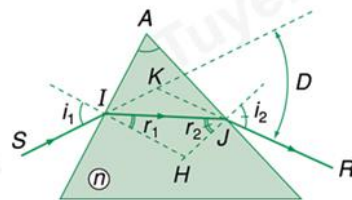
2. Các công thức lăng kính

$$\sin i_1 = n \sin r_1$$

$$\sin i_2 = n \sin r_2$$

$$A = r_1 + r_2$$

$$D = i_1 + i_2 - A$$



Nếu các góc nhỏ có thể dùng các công thức gần đúng:

$$i_1 \approx nr_1$$

$$i_2 \approx nr_2$$

$$A = r_1 + r_2$$

$$D \approx (n-1)A$$

Công thức với góc lệch cực tiểu:

$$i_1 = i_2 = i_m$$

$$r_1 = r_2 = \frac{A}{2}$$

$$D_m = 2i_m - A$$

$$\sin \frac{D_m + A}{2} = n \sin \frac{A}{2}$$

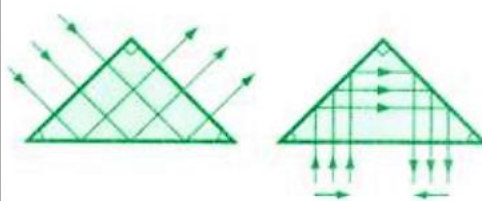
3. Công dụng của lăng kính

3.1. Máy quang phổ

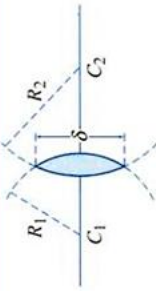
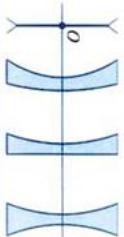
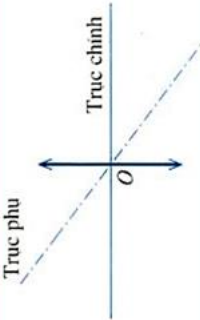
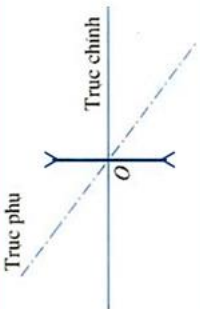
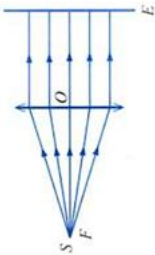
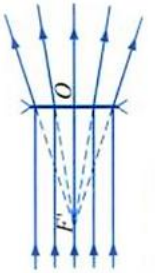
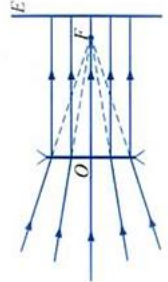
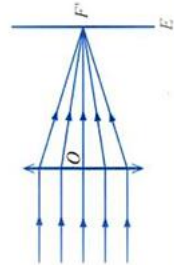
Lăng kính là bộ phận chính của máy quang phổ. Máy này phân tích ánh sáng từ nguồn phát ra thành các thành phần đơn sắc, nhờ đó xác định được cấu tạo của nguồn sáng.


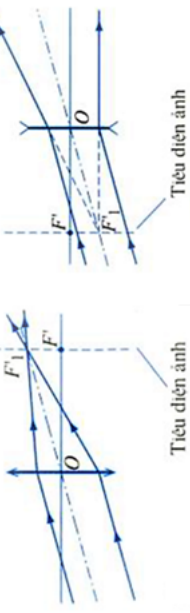
3.2. Lăng kính phản xạ toàn phần

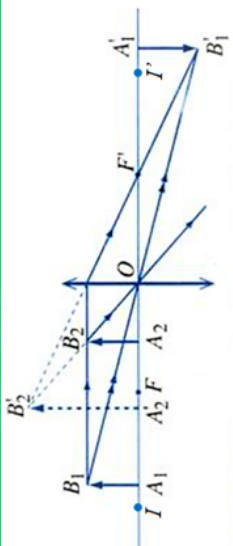
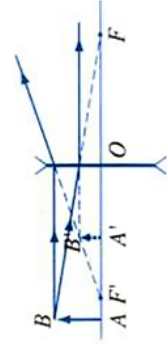
Lăng kính phản xạ toàn phần được sử dụng để tạo ảnh thuận chiều (trong ống nhòm, máy ảnh...).



II. Thấu kính mỏng

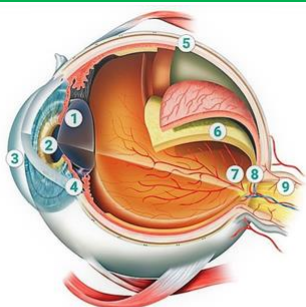
| Định nghĩa | |
|---|--|
| Thấu kính là một khối chất trong suốt (thủy tinh, nhựa ...) giới hạn bởi hai mặt cong hoặc bởi một mặt cong và một mặt phẳng. | |
|  |  |
| Thấu kính hội tụ | Thấu kính phân kì |
| Quang tâm (O), trục chính, trục phụ | |
|  |  |
| Tiêu điểm chính | |
| Tiêu điểm vật chính (F) | Tiêu điểm ảnh chính (F') |
|  |  |
|  |  |

| Tiêu diện, tiêu điểm phụ | | | |
|--|--|--|--|
| Tiêu diện vật, tiêu điểm vật phụ (F_1) | | Tiêu diện ảnh, tiêu điểm ảnh phụ (F_1') | |
|  | |  | |
| Tiêu cự | | Độ tụ | |
| $f = \overline{OF}$ | | $D = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ | |
| | | <p>Trong đó: n là chiết suất tỉ đối của vật liệu làm thấu kính đối với môi trường xung quanh thấu kính</p> <p>Quy ước:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $R_1, R_2 > 0$ với các mặt lồi; - $R_1, R_2 < 0$ với các mặt lõm; - R_1 (hay R_2) = ∞ với mặt phẳng. | |

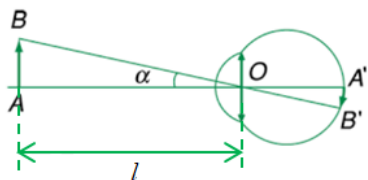
| Các trường hợp tạo ảnh của thấu kính | | | | | |
|--------------------------------------|---|--------------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| Thấu kính | Thấu kính hội tụ | | Thấu kính phân kì | | |
| Ảnh |  | |  | | |
| Tính chất | Ảnh thật: vật ngoài OF Ảnh ảo: vật trong OF | | Ảnh luôn luôn ảo | | |
| Độ lớn | Ảnh ảo > vật Ảnh thật: > vật: vật trong FI = vật: vật ở I (ảnh ở I') < vật: vật ngoài FI | | Ảnh < vật | | |
| Chiều | Cùng chiều với vật: vật trong OF Ngược chiều với vật: vật ngoài OF | | Ảnh cùng chiều so với vật | | |
| Công thức thấu kính: | | | | | |
| d > 0 vật thật | d < 0 vật ảo | d' > 0 ảnh thật | d' < 0 ảnh ảo | f > 0 thấu kính hội tụ | f < 0 thấu kính phân kì |
| Số phóng đại ảnh: | | | | | |
| k > 0 : ảnh và vật cùng chiều | | k < 0 : ảnh và vật ngược chiều | | | |

III. Mắt

Cấu tạo. Sự điều tiết của mắt



- | | |
|------------------|-----------------------|
| 1. Thủy tinh thể | 6. Võng mạc |
| 2. Đồng tử | 7. Đĩa thị |
| 3. Giác mạc | 8. Lỗ hoàng điểm |
| 4. Mống mắt | 9. Thần kinh thị giác |
| 5. Củng mạc | |



Điểm cực viễn (C_V): điểm cách xa mắt nhất mà mắt nhìn rõ khi không điều tiết.

Điểm cực cận (C_C): điểm gần mắt nhất mà mắt nhìn rõ khi mắt điều tiết tối đa.

Khoảng cách OC_V : khoảng cực viễn.

Khoảng cách OC_C : khoảng cực cận.

Khoảng $C_C C_V$: khoảng nhìn rõ của mắt

Góc trông vật: $\tan \alpha = \frac{AB}{l}$

Năng suất phân li của mắt: $\varepsilon = \alpha_{\min}$

Đối với mắt bình thường:

$$\varepsilon = \alpha_{\min} \approx 1' \approx 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

Các tật của mắt

| Cận thị | Viễn thị | Lão thị |
|---|---|--|
| <p>Mắt cận là mắt <i>nhìn xa kém</i> hơn người bình thường. Điểm C_C, C_V của mắt cận ở <i>gần</i> mắt hơn so với mắt bình thường.</p> | <p>Mắt viễn là mắt <i>nhìn gần kém</i> hơn người bình thường. Điểm C_C của mắt viễn nằm <i>xa</i> mắt hơn so với mắt bình thường.</p> | <p>Lão thị là tật thông thường ở mắt của những <i>người nhiều tuổi</i>. Mắt viễn có điểm C_C <i>xa</i> mắt hơn so với mắt bình thường, <i>nhìn gần kém</i> hơn người bình thường.</p> |
| <p>Cách khắc phục:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đeo thấu kính phân kì có tiêu cự: $f = -OC_V$ - Phẫu thuật giác mạc. | <p>Cách khắc phục:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đeo thấu kính hội tụ có tiêu cự thích hợp. - Phẫu thuật giác mạc. | <p>Cách khắc phục:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Đeo thấu kính hội tụ có tiêu cự thích hợp. - Phẫu thuật giác mạc. |

IV. Kính lúp. Kính hiển vi. Kính thiên văn

| Kính lúp | Kính hiển vi | Kính thiên văn |
|---|---|--|
| Cấu tạo: Thấu kính hội tụ có tiêu cự <i>nhỏ</i> (vài cm) | Gồm hai bộ phận chính: - Vật kính: thấu kính hội tụ có tiêu cự <i>f rất nhỏ</i> (cỡ mm) - Thị kính: kính lúp | Gồm hai bộ phận chính: - Vật kính: thấu kính hội tụ có tiêu cự <i>f rất lớn</i> (có thể đến vài chục mét) - Thị kính: kính lúp |
| Tạo ảnh ảo của vật có góc trông lớn | Ảnh sau cùng lớn hơn vật nhiều lần, ngược chiều vật | Ảnh ảo có góc trông tăng nhiều lần |
| Số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực: $G_{\infty} = \frac{D}{f} = \frac{OC_c}{f}$ | Số bội giác: $G_{\infty} = k_1 G_2 = \frac{\delta D}{f_1 f_2}$ Với $\delta = F_1' F_2$, gọi là độ dài quang học của kính | Số bội giác: $G_{\infty} = \frac{f_1}{f_2}$ |