

HỆ THỐNG LÝ THUYẾT VÀ CÁC DẠNG BÀI TẬP VẬT LÝ 11

- * Tóm tắt lý thuyết
- * Công thức tính nhanh
- * Các dạng bài tập và phương pháp giải

Chương I: Điện tích - Điện trường.

1. Hai loại điện tích

- + Có hai loại điện tích: điện tích dương (+) và điện tích âm (-).
- + Các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau, trái dấu thì hút nhau.
- + Đơn vị điện tích là culông (C).

2. Sự nhiễm điện của các vật

- + Nhiễm điện do cọ xát: hai vật không nhiễm điện khi cọ xát với nhau thì có thể làm chúng nhiễm điện trái dấu nhau.
- + Nhiễm điện do tiếp xúc: cho thanh kim loại không nhiễm điện chạm vào quả cầu đã nhiễm điện thì thanh kim loại nhiễm điện cùng dấu với điện tích của quả cầu. Đưa thanh kim loại ra xa quả cầu thì thanh kim loại vẫn còn nhiễm điện.
- + Nhiễm điện do hưởng ứng: đưa thanh kim loại không nhiễm điện đến gần quả cầu nhiễm điện nhưng không chạm vào quả cầu, thì hai đầu thanh kim loại sẽ nhiễm điện. Đầu gần quả cầu hơn nhiễm điện trái dấu với điện tích của quả cầu, đầu xa hơn nhiễm điện cùng dấu với điện tích của quả cầu. Đưa thanh kim loại ra xa quả cầu thì thanh kim loại trở về trạng thái không nhiễm điện như lúc đầu.
- + Một vật tích điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách tới điểm ta xét được gọi là điện tích điểm.

3. Các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau, trái (ngược) dấu thì hút nhau.

4. Định luật Cu_Lông (Coulomb): 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

Công thức:

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

Với $k = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right)$

q_1, q_2 : hai điện tích điểm (C)

r : Khoảng cách giữa hai điện tích (m)

5. Lực tương tác của các điện tích trong điện môi (môi trường đồng tính)

Điện môi là môi trường cách điện.

Các thí nghiệm đã chứng tỏ rằng, lực tương tác giữa các điện tích điểm đặt trong một điện môi đồng chất, chiếm đầy không gian xung quanh điện tích, giảm đi ϵ lần khi chúng được đặt trong chân không:

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

ϵ : hằng số điện môi của môi trường. (chân không thì $\epsilon = 1$),

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

+ Véc tơ lực tương tác giữa hai điện tích điểm:

Có điểm đặt trên mỗi điện tích;

Có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích;

Có chiều: đẩy nhau nếu cùng dấu, hút nhau nếu trái dấu;

$$\text{Có độ lớn: } F = \frac{9 \cdot 10^9 |q_1 q_2|}{\epsilon \cdot r^2}.$$

+ Lực tương tác giữa nhiều điện tích điểm lên một điện tích điểm:

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

6. Thuyết electron (e) dựa vào sự cư trú và di chuyển của các e để giải thích các hiện tượng điện và các tính chất điện của các vật. Trong việc vận dụng thuyết e để giải thích các hiện tượng nhiễm điện (do cọ xát, tiếp xúc, hưởng ứng), ta thừa nhận chỉ có e có thể di chuyển từ vật này sang vật kia hoặc từ điểm này đến điểm kia trên vật.

+ Bình thường tổng đại số tất cả các điện tích trong nguyên tử bằng không, nguyên tử trung hoà về điện.

+ Nếu nguyên tử mất bớt electron thì trở thành ion dương; nếu nguyên tử nhận thêm electron thì trở thành ion âm.

+ Khối lượng electron rất nhỏ nên độ linh động của electron rất lớn. Vì vậy electron dễ dàng bứt khỏi nguyên tử, di chuyển trong vật hay di chuyển từ vật này sang vật khác làm các vật bị nhiễm điện.

+ Vật nhiễm điện âm là vật thừa electron; vật nhiễm điện dương là vật thiếu electron.

+ Vật dẫn điện là vật chứa nhiều điện tích tự do. Vật cách điện (điện môi) là vật chứa rất ít điện tích tự do.

Giải thích hiện tượng nhiễm điện:

- Do cọ xát hay tiếp xúc mà các electron di chuyển từ vật này sang vật kia.

- Do hưởng ứng mà các electron tự do sẽ di chuyển về một phía của vật (thực chất đây là sự phân bố lại các electron tự do trong vật) làm cho phía dư electron tích điện âm và phía ngược lại thiếu electron nên tích điện dương.

8. Định luật bảo toàn điện tích: Trong một hệ vật cô lập về điện, tổng đại số của các điện tích là không đổi.

- Quy tắc tổng hợp lực: Quy tắc hình bình hành

Nếu vật chịu tác dụng của 2 lực \vec{F}_1, \vec{F}_2 thì $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

$$+ \vec{F}_1 \uparrow \uparrow \vec{F}_2 \Rightarrow F = F_1 + F_2$$

$$+ \vec{F}_1 \uparrow \downarrow \vec{F}_2 \Rightarrow F = F_1 - F_2$$

$$+ (\vec{F}_1, \vec{F}_2) = 90^\circ \Rightarrow F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$+ (\vec{F}_1, \vec{F}_2) = \alpha \Rightarrow F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$

Nhận xét: $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$

ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG CỦA MỘT ĐIỆN TÍCH.

PP Chung

Khi khảo sát điều kiện cân bằng của một điện tích ta thường gặp hai trường hợp:

※. **Trường hợp chỉ có lực điện:**

- Xác định phương, chiều, độ lớn của tất cả các lực điện $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots$ tác dụng lên điện tích đã xét.

- Dùng điều kiện cân bằng: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = \vec{0}$

- Vẽ hình và tìm kết quả.

✱. **Trường hợp có thêm lực cơ học (trong lực, lực căng dây, ...)**

- Xác định đầy đủ phương, chiều, độ lớn của tất cả các lực tác dụng lên vật mang điện mà ta xét.

- Tìm hợp lực của các lực cơ học và hợp lực của các lực điện.

- Dùng điều kiện cân bằng: $\vec{R} + \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{R} = -\vec{F}$ (hay độ lớn $R = F$).

2. Điện trường.

+ Điện trường là môi trường vật chất tồn tại xung quanh các điện tích.

+ Tính chất cơ bản của điện trường là nó tác dụng lực điện lên điện tích đặt trong nó.

+ Điện trường tĩnh là điện trường do các điện tích đứng yên gây ra.

+ Véc tơ cường độ điện trường gây bởi một điện tích điểm:

Có điểm đặt tại điểm ta xét;

Có phương trùng với đường thẳng nối điện tích với điểm ta xét;

Có chiều: hướng ra xa điện tích nếu là điện tích dương, hướng về phía điện tích nếu là điện tích âm;

Có độ lớn: $E = \frac{9 \cdot 10^9 |q|}{\epsilon \cdot r^2}$.

+ Đơn vị cường độ điện trường là V/m.

+ Nguyên lý chồng chất điện trường: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$.

Xét trường hợp tại điểm đang xét chỉ có 2 cường độ điện trường

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

$$+ \vec{E}_1 \uparrow \uparrow \vec{E}_2 \Rightarrow E = E_1 + E_2$$

$$+ \vec{E}_1 \uparrow \downarrow \vec{E}_2 \Rightarrow E = |E_1 - E_2|$$

$$+ \vec{E}_1 \perp \vec{E}_2 \Rightarrow E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$+ (\vec{E}_1, \vec{E}_2) = \alpha \Rightarrow E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}$$

$$\text{Nếu } E_1 = E_2 \Rightarrow E = 2E_1 \cos \frac{\alpha}{2}$$

+ Lực tác dụng của điện trường lên điện tích: $\vec{F} = q\vec{E}$.

+ Đường sức điện là đường được vẽ trong điện trường sao cho hướng của tiếp tuyến tại bất kì điểm nào trên đường sức cũng trùng với hướng của véc tơ cường độ điện trường tại điểm đó.

+ Tính chất của đường sức:

- Tại mỗi điểm trong điện trường ta có thể vẽ được một đường sức điện và chỉ một mà thôi. Các đường sức điện không cắt nhau.

- Các đường sức điện trường tĩnh là các đường không khép kín.

- Nơi nào cường độ điện trường lớn hơn thì các đường sức điện ở đó sẽ được vẽ mau hơn (dày hơn), nơi nào cường độ điện trường nhỏ hơn thì các đường sức điện ở đó sẽ được vẽ thưa hơn.

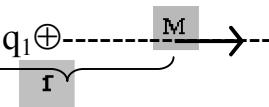
+ Một điện trường mà cường độ điện trường tại mọi điểm đều bằng nhau gọi là điện trường đều.

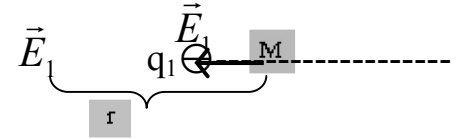
Điện trường đều có các đường sức điện song song và cách đều nhau.

PP Chung

✱. Cường độ điện trường của một điện tích điểm Q:

Áp dụng công thức $E = \frac{F}{q} = k \frac{|Q|}{\epsilon.r^2}$.





(Cường độ điện trường E_1 do q_1 gây ra tại vị trí cách q_1 một khoảng r_1 : $E_1 = k \frac{|q_1|}{\epsilon.r_1^2}$,

Lưu ý cường độ điện trường E là một đại lượng vector.

Trong chân không, không khí $\epsilon = 1$)

Đơn vị chuẩn: $k = 9.10^9$ (N.m²/C²), Q (C), r (m), E (V/m)

3. Công của lực điện và hiệu điện thế.

1. Khi một điện tích dương q dịch chuyển trong điện trường đều có cường độ E (từ M đến N) thì công mà lực điện tác dụng lên q có biểu thức: $A = q.E.MN.\cos\alpha = q.E.d$

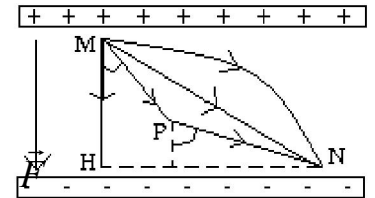
Với: d là khoảng cách từ điểm đầu \rightarrow điểm cuối (theo phương của \vec{E}).

Vì thế d có thể dương ($d > 0$) và cũng có thể âm ($d < 0$)

Cu thể như hình vẽ: khi điện tích q di chuyển từ M \rightarrow N thì $d = MH$.

Vì cùng chiều với \vec{E} nên trong trường hợp trên $d > 0$.

\vec{E}



Nếu $A > 0$ thì lực điện sinh công dương, $A < 0$ thì lực điện sinh công âm.

2. Công A chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm đầu và điểm cuối của đường đi trong điện trường mà không phụ thuộc vào hình dạng đường đi. Tính chất này cũng đúng cho điện trường bất kì (không đều). Tuy nhiên, công thức tính công sẽ khác.

Điện trường là một trường thế.

3. Thế năng của điện tích q tại một điểm M trong điện trường tỉ lệ với độ lớn của điện tích q :

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

$A_{M\infty}$ là công của điện trường trong sự dịch chuyển của điện tích q từ điểm M đến vô cực. (mốc để tính thế năng.)

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

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

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

$$U_{MN} = V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q}$$

+ Đơn vị hiệu điện thế là vôn (V).

+ Hệ thức giữa cường độ điện trường và hiệu điện thế: $E = \frac{U}{d}$.

+ Chỉ có hiệu điện thế giữa hai điểm trong điện trường mới có giá trị xác định còn điện thế tại mỗi điểm trong điện trường thì phụ thuộc vào cách chọn mốc của điện thế.

Dạng 1: TÍNH CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN. HIỆU ĐIỆN THẾ.

PP Chung

- Công của lực điện tác dụng lên một điện tích không phụ thuộc vào hình dạng đường đi của điện tích mà chỉ phụ thuộc vào vị trí của điểm đầu và điểm cuối của đường đi trong điện trường. Do đó, với một đường cong kín thì điểm đầu và điểm cuối trùng nhau, nên công của lực điện trong trường hợp này bằng không.

Công của lực điện: $A = qEd = q \cdot U$

Công của lực ngoài $A' = A$.

Định lý động năng: $A_{MN} = q \cdot U_{MN} = \frac{1}{2} m \cdot v_N^2 - \frac{1}{2} v_M^2$

Biểu thức hiệu điện thế: $U_{MN} = \frac{A_{MN}}{q}$

Hệ thức liên hệ giữa cường độ điện trường hiệu điện thế trong điện trường đều: $E = \frac{U}{d}$

4. Tụ điện.

- Công thức định nghĩa điện dung của tụ điện:

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

- Điện dung của tụ điện phẳng:

$$C = \frac{\epsilon S}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi d}$$

- Điện dung của n tụ điện ghép song song:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

- Điện dung của n tụ điện ghép nối tiếp:

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

- Năng lượng của tụ điện:

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

- Mật độ năng lượng điện trường:

$$w = \frac{\epsilon E^2}{9 \cdot 10^9 \cdot 8\pi}$$

1. Tụ điện là một hệ gồm hai vật dẫn đặt gần nhau và cách điện với nhau. Tụ điện dùng để tích điện và phóng điện trong mạch điện. Tụ điện thường dùng là tụ điện phẳng.

Kí hiệu của tụ điện:

2. Nối hai bản của tụ điện với hai cực của nguồn điện thì tụ điện sẽ bị tích điện. Độ lớn điện tích hai bản tụ bao giờ cũng bằng nhau nhưng trái dấu. Người ta gọi điện tích của tụ điện là điện tích của bản dương.

3. Đại lượng đặc trưng của tụ điện là điện dung của tụ. Điện dung C 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 đo bằng thương số của điện tích Q của tụ với hiệu điện thế U giữa hai bản của nó.

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

Đơn vị đo điện dung của tụ điện là fara (F)

$$1 \text{ mF} = 10^{-3} \text{ F}$$

$$1 \text{ }\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$$

$$1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F.} \quad 1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F.}$$

- Điện dung của tụ điện phẳng: $C = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot S}{d} = \frac{\epsilon \cdot S}{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot \pi \cdot d}$

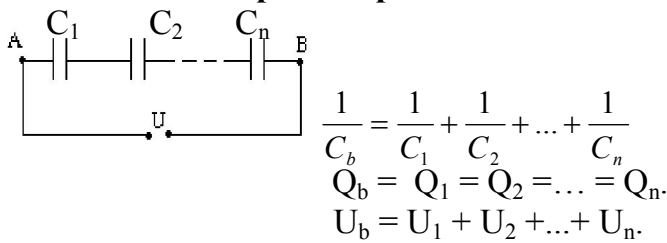
Với $\epsilon_0 = \frac{1}{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot \pi} \approx 8,85 \cdot 10^{-12} \left(\frac{\text{F}}{\text{m}} \right)$; $k = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right)$

Trong đó S là diện tích của mỗi bản (phần đối diện); d là khoảng cách giữa hai bản và ϵ là hằng số điện môi của lớp điện môi chiếm đầy giữa hai bản

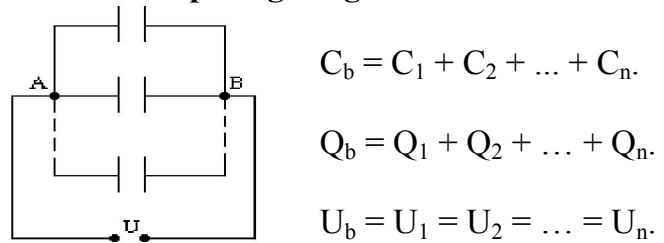
Lưu ý: Trong công thức $C = \frac{Q}{U}$, ta thường lầm tưởng C là đại lượng phụ thuộc vào Q, phụ thuộc vào U. Nhưng thực tế C KHÔNG phụ thuộc vào Q và U.

4*. Ghép tụ điện (xem kĩ):

Ghép nối tiếp:



Ghép song song:



5. Điện trường trong tụ điện mang một năng lượng là: $W = \frac{Q^2}{2 \cdot C} = \frac{1}{2} Q \cdot U = cu^2/2$

- Điện trường trong tụ điện là điện trường đều.

- Công thức liên hệ giữa cường độ điện trường E bên trong tụ điện, hiệu điện thế U và khoảng cách d giữa hai bản là: $E = \frac{U}{d}$

- Nếu cường độ điện trường trong lớp điện môi vượt quá một giá trị giới hạn E_{\max} thì lớp điện môi trở thành dẫn điện và tụ điện sẽ bị hỏng. Như vậy, hiệu điện thế giữa hai bản tụ điện không được vượt quá giới hạn được phép: $U_{\max} = E_{\max} \cdot d$

Dạng: GHÉP TỤ ĐIỆN CHƯA TÍCH ĐIỆN.

PP Chung:

- Vận dụng các công thức tìm điện dung (C), điện tích (Q), hiệu điện thế (U) của tụ điện trong các cách mắc song song, nối tiếp.

- Nếu trong bài toán có nhiều tụ được mắc hỗn hợp, ta cần tìm ra được cách mắc tụ điện của mạch đó rồi mới tính toán.

- Khi tụ điện bị đánh thủng, nó trở thành vật dẫn.

- Sau khi ngắt tụ điện khỏi nguồn và vẫn giữ tụ điện đó cô lập thì điện tích Q của tụ đó vẫn không thay đổi.

※ Đối với bài toán ghép tụ điện cần lưu ý hai trường hợp:

+ Nếu ban đầu các tụ chưa tích điện, khi ghép nối tiếp thì các tụ điện có cùng điện tích và khi ghép song song các tụ điện có cùng một hiệu điện thế.

+ Nếu ban đầu tụ điện (một hoặc một số tụ điện trong bộ) đã được tích điện cần áp dụng định luật bảo toàn điện tích (Tổng đại số các điện tích của hai bản nối với nhau bằng dây dẫn được bảo toàn, nghĩa là tổng điện tích của hai bản đó trước khi nối với nhau bằng tổng điện tích của chúng sau khi nối).

CHUYỂN ĐỘNG CỦA HẠT MANG ĐIỆN TRONG ĐIỆN TRƯỜNG

※ Khi hạt mang điện được thả tự do không vận tốc đầu trong một điện trường đều thì dưới tác dụng của lực điện, hạt mang điện chuyển động theo một đường thẳng song song với đường sức điện.

Nếu điện tích dương ($q > 0$) thì hạt mang điện (q) sẽ chuyển động cùng chiều điện trường.

Nếu điện tích âm ($q < 0$) thì hạt mang điện (q) sẽ chuyển động ngược chiều điện trường.

Khi đó chuyển động của hạt mang điện là chuyển động thẳng biến đổi đều.

Ta áp dụng công thức: $x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$.

$$v = v_0 + a \cdot t, v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s, s = |x - x_0|$$

※ Khi electron bay vào điện trường với vận tốc ban đầu \vec{v}_0 vuông góc với các đường sức điện. E chịu tác dụng của lực điện không đổi có hướng vuông góc với \vec{v}_0 , chuyển động của e tương tự như chuyển động của một vật bị ném ngang trong trường trọng lực. Quỹ đạo của e là một phần của đường parabol.

Chương II. Dòng điện không đổi**1. Dòng điện**

- Dòng điện là dòng dịch chuyển có hướng của các hạt tải điện, có chiều quy ước là chiều chuyển động của các hạt điện tích dương. Tác dụng đặc trưng của dòng điện là tác dụng từ. Ngoài ra dòng điện còn có thể có các tác dụng nhiệt, hoá và một số tác dụng khác.

- Cường độ dòng điện là đại lượng đặc trưng định lượng cho tác dụng của dòng điện. Đối với dòng điện không đổi thì $I = \frac{q}{t}$

- Điều kiện để có dòng điện trong một môi trường nào đó là trong môi trường đó phải có các điện tích tự do và phải có một điện trường để đẩy các điện tích tự do chuyển động có hướng. Trong vật dẫn điện có các điện tích tự do nên điều kiện để có dòng điện là phải có một hiệu điện thế đặt vào hai đầu vật dẫn điện.

2. Nguồn điện

Nguồn điện là thiết bị để tạo ra và duy trì hiệu điện thế nhằm duy trì dòng điện. Nguồn điện có hai cực: cực dương (+) và cực âm (-). Các lực lạ (khác bản chất với lực điện) bên trong nguồn điện có tác dụng làm cho hai cực của nguồn điện được tích điện khác nhau và do đó duy trì hiệu điện thế giữa hai cực của nó. Suất điện động của nguồn điện đặc trưng cho khả năng thực hiện công của nguồn điện và được xác định bằng thương số giữa công của lực lạ làm dịch chuyển điện tích dương q bên trong nguồn điện và độ lớn của điện tích q đó.

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

Để đo suất điện động của nguồn ta dùng vôn kế mắc vào hai cực của nguồn điện khi mạch ngoài để hở.

Máy thu điện chuyển hoá một phần điện năng tiêu thụ thành các dạng năng lượng khác có ích, ngoài nhiệt. Khi nguồn điện đang nạp điện, nó là máy thu điện với suất phản điện có trị số bằng suất điện động của nguồn điện.

Dạng: CƯỜNG ĐỘ DÒNG ĐIỆN, SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CỦA NGUỒN ĐIỆN.**PP chung:**

※ Tính cường độ dòng điện, số electron đi qua một đoạn mạch.

Dùng các công thức $I = \frac{q}{t}$ (q là điện lượng dịch chuyển qua đoạn mạch)

$$N = \frac{q}{|e|} \quad (|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})$$

※ Tính suất điện động hoặc điện năng tích lũy của nguồn điện.

Dùng công thức $\xi = \frac{A}{q}$ (ξ là suất điện động của nguồn điện, đơn vị là Vôn (V))

3. Định luật Ôm

- Điện trở của dây kim loại hình trụ đồng chất: $R = \rho \frac{l}{S}$.

- Định luật Ôm với một điện trở thuần:

$$I = \frac{U_{AB}}{R} \text{ hay } U_{AB} = V_A - V_B = IR$$

Tích IR gọi là độ giảm điện thế trên điện trở R. Đặc trưng vôn – ampe của điện trở thuần có đồ thị là đoạn thẳng qua gốc toạ độ.

- Định luật Ôm cho toàn mạch

$$E = I(R + r) \text{ hay } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$$

- Định luật Ôm cho đoạn mạch chứa nguồn điện:

$$U_{AB} = V_A - V_B = E - Ir, \text{ hay } I = \frac{\mathcal{E} + U_{AB}}{r}$$

(dòng điện chạy từ A đến B, qua nguồn từ cực âm sang cực dương)

- Định luật Ôm cho đoạn mạch chứa máy thu

$$U_{AB} = V_A - V_B = Ir' + E_p, \text{ hay } I = \frac{U_{AB} - \mathcal{E}_p}{r'}$$

(dòng điện chạy từ A đến B, qua máy thu từ cực dương sang cực âm)

4. Mắc nguồn điện thành bộ

- Mắc nối tiếp:

$$E_b = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

$$r_b = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

Trong trường hợp mắc xung đối: Nếu $E_1 > E_2$ thì

$$E_b = E_1 - E_2$$

$$r_b = r_1 + r_2$$

và dòng điện đi ra từ cực dương của E_1 .

- Mắc song song: (n nguồn giống nhau)

$$E_b = E \text{ và } r_b = \frac{r}{n}$$

1. 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.

$$I = \frac{\xi}{R_N + r}$$

$$\rightarrow \xi = I.R_N + I.r$$

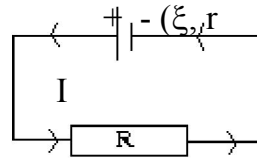
Với $I.R_N = U_N$: độ giảm thế mạch ngoài.

$I.r$: độ giảm thế mạch trong.

$$\rightarrow U_N = \xi - r.I$$

+ Nếu điện trở trong $r = 0$, hay mạch hở ($I = 0$) thì $U_N = \xi$.

+ Nếu $R = 0$ thì $I = \frac{\xi}{r}$, lúc này nguồn gọi là bị đoản mạch.



Định luật ôm đối với toàn mạch hoàn toàn phù hợp với định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng.

Theo định luật bảo toàn và chuyển hóa năng lượng ta có: Công của nguồn điện sinh ra trong mạch kín bằng tổng công của dòng điện sản ra ở mạch ngoài và mạch trong.

$$A = \xi I.t = (R_N + r).I^2.t$$

Hiện tượng đoản mạch xảy ra khi nối 2 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 thể gây ra nhiều tác hại.

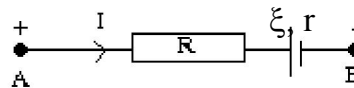
2. Định luật ôm đối với đoạn mạch:

$$I = \frac{U}{R}$$

※ Đoạn mạch chứa máy thu:

$$\text{Thì } U_{AB} = \xi + I(R + r)$$

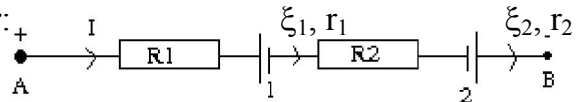
$$\text{Hay } U_{BA} = -\xi - I(R + r).$$



※ Đoạn mạch chứa nhiều nguồn điện, nhiều điện trở:

$$\text{Thì } U_{AB} = \xi_1 - \xi_2 + I(R_1 + R_2 + r_1 + r_2).$$

$$\text{Hay: } U_{BA} = \xi_2 - \xi_1 - I(R_1 + R_2 + r_1 + r_2).$$



$$\mathbf{3. \text{ Hiệu suất của nguồn điện: } H = \frac{A_{\text{có ích}}}{A_{\text{nguồn}}} = \frac{U_N \cdot I \cdot t}{\xi \cdot I \cdot t} = \frac{U_N}{\xi} (\%)}$$

4. Mắc nguồn điện:

※ Mắc n nguồn điện nối tiếp nhau.

$$\xi_b = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n$$

$$r_b = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

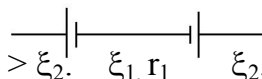
※ Mắc m nguồn điện giống nhau (ξ_0, r_0) song song nhau.

$$\xi_b = \xi_0, r_b = \frac{r_0}{m}$$

※ Mắc N nguồn điện giống nhau (ξ_0, r_0) thành m dãy, mỗi dãy có n nguồn điện.

$$\xi_b = n.\xi_0, r_b = \frac{n.r_0}{m}.$$

※ Mắc xung đối. Giả sử cho $\xi_1 > \xi_2$.



$$\xi_b = \xi_1 - \xi_2, r_b = r_1 + r_2$$

4. Điện năng và công suất điện. Định luật Jun – Lenxơ

- Công và công suất của dòng điện ở đoạn mạch (điện năng và công suất điện ở đoạn mạch)

$$A = UI t; P = UI$$

- Định luật Jun – Lenxơ:

$$Q = RI^2t$$

- Công và công suất của nguồn điện:

$$A = EIt; P = EI$$

- Công suất của dụng cụ tiêu thụ điện:

$$\text{Với dụng cụ tỏa nhiệt: } P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}$$

$$\text{Với máy thu điện: } P = EI + rI^2$$

($P \neq EI$ là phần công suất mà máy thu điện chuyển hoá thành dạng năng lượng có ích, không phải là nhiệt)

- Đơn vị công (điện năng) và nhiệt lượng là jun (J), đơn vị của công suất là oát (W).

Dạng: VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT JUN-LENXƠ. CÔNG SUẤT ĐIỆN.

PP chung:

Áp dụng công thức:

$$\text{✱ Công và công suất của dòng điện ở đoạn mạch: } A = U.I.t, \quad P = \frac{A}{t} = U.I$$

$$\text{✱ Định luật Jun-LenXơ: } Q = R.I^2.t \text{ hay } Q = \frac{U^2}{R}.t = U.I.t$$

$$\text{✱ Công suất của dụng cụ tiêu thụ điện: } P = U.I = R.I^2 = \frac{U^2}{R}$$

- Ở chủ đề này, các câu hỏi và bài tập chủ yếu về: Tính điện năng tiêu thụ và công suất điện của một đoạn mạch. Tính công suất tỏa nhiệt và nhiệt lượng tỏa ra trên một vật dẫn. Tính công và công suất của nguồn điện.

- Cần lưu ý những vấn đề sau:

+ Trong các công thức tính công, tính nhiệt lượng: Để có công, nhiệt lượng tính ra có đơn vị là Jun (J) cần chú ý đổi đơn vị thời gian ra giây (s).

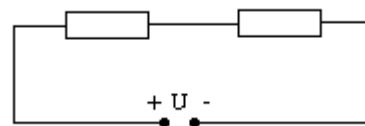
$$\text{+ Mạch điện có bóng đèn: } R_d = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}}$$

(Coi như điện trở không phụ thuộc vào hiệu điện thế đặt vào đèn, không thay đổi theo nhiệt độ.)

Nếu đèn sáng bình thường thì $I_{thực} = I_{dm}$ (Lúc này cũng có $U_{thực} = U_{dm}$; $P_{thực} = P_{dm}$)

Nếu $I_{thực} < I_{dm}$ thì đèn mờ hơn bình thường.

Nếu $I_{thực} > I_{dm}$ thì đèn sáng hơn bình thường.



Chương III. Dòng điện trong các môi trường

1. Dòng điện trong kim loại

- Các tính chất điện của kim loại có thể giải thích được dựa trên sự có mặt của các electron tự do trong kim loại (Hạt tải điện trong kim loại là các electron tự do). Dòng điện trong kim loại là dòng dịch chuyển có hướng của các electron tự do.

- Trong chuyển động, các electron tự do luôn luôn va chạm với các ion dao động quanh vị trí cân bằng ở các nút mạng và truyền một phần động năng cho chúng. Sự va chạm này là nguyên nhân gây ra điện trở của dây dẫn kim loại và tác dụng nhiệt. Điện trở suất của kim loại tăng theo nhiệt độ.

Điện trở suất ρ của kim loại tăng theo nhiệt độ gần đúng theo hàm bậc nhất :

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

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

- Chuyển động nhiệt của mạng tinh thể cản trở chuyển động của hạt tải điện làm cho điện trở kim loại phụ thuộc vào nhiệt độ. Đến gần 0^0 K , điện trở của kim loại rất nhỏ.

- Hiện tượng khi nhiệt độ hạ xuống dưới nhiệt độ T_c nào đó, điện trở của kim loại (hay hợp kim) giảm đột ngột đến giá trị bằng không, là hiện tượng siêu dẫn.

Hiện tượng nhiệt điện.

- Cặp nhiệt điện là hai dây dẫn 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

$$E = \alpha_T - (T_1 - T_2) \quad \alpha_T \text{ là hệ số nhiệt điện động.}$$

2. Dòng điện trong chất điện phân

- Các dung dịch muối, axit, bazơ hay các muối nóng chảy được gọi là các chất điện phân.
- Hạt tải điện trong chất điện phân là các ion dương, ion âm bị phân li từ các phân tử muối, axit, bazơ.
- Chất điện phân không dẫn điện tốt bằng kim loại vì mật độ các ion trong chất điện phân nhỏ hơn mật độ các electron trong kim loại, khối lượng và kích thước của các ion lớn hơn khối lượng và kích thước của các electron nên tốc độ chuyển động có hướng của chúng nhỏ hơn.
- Dòng điện trong chất điện phân là dòng chuyển dịch có hướng của các ion dương về catốt và ion âm về anốt. Các ion trong chất điện phân xuất hiện là do sự phân li của các phân tử chất tan trong môi trường dung môi.

Khi đến các điện cực thì các ion sẽ trao đổi electron với các điện cực rồi được giải phóng ra ở đó, hoặc tham gia các phản ứng phụ. Một trong các phản ứng phụ là phản ứng cực dương tan, phản ứng này xảy ra trong các bình điện phân có anốt là kim loại mà muối của nó có mặt trong dung dịch điện phân. Hiện tượng điện phân được áp dụng trong các công nghệ luyện kim, hóa chất, mạ điện, ...

- Định luật Fa-ra-đây về điện phân.

$$m = k \cdot q$$

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

Khối lượng M của chất được giải phóng ra ở các điện cực tỉ lệ với đương lượng gam $\frac{A}{n}$ của chất đó và với điện lượng q đi qua dung dịch điện phân.

Biểu thức của định luật Fa-ra-đây

$$M = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} I t \quad \text{với } F \approx 96500 \text{ (C/mol)}$$

3. Dòng điện trong chất khí

- Hạt tải điện trong chất khí là các ion dương, ion âm và các electron, có được do chất khí bị ion hoá.
- Dòng điện trong chất khí là dòng chuyển dịch có hướng của các ion dương về catôt, các ion âm và electron về anôt.
- Quá trình dẫn điện không tự lực của chất khí xảy ra khi ta phải dùng tác nhân ion hóa từ bên ngoài để tạo ra hạt tải điện trong chất khí.
- Có bốn cách chính để dòng điện có thể tạo ra hạt tải điện mới trong chất khí:
 - + Dòng điện chạy qua chất khí làm nhiệt độ khí tăng cao, khiến phân tử khí bị ion hóa.
 - + Điện trường trong chất khí rất lớn, khiến phân tử khí bị ion hóa ngay khi nhiệt độ thấp.
 - + Catôt bị dòng điện nung nóng đỏ, làm cho nó có khả năng phát ra electron. Hiện tượng này gọi là hiện tượng phát xạ nhiệt electron.
 - + Catôt không nóng đỏ nhưng bị các ion dương có năng lượng lớn đập vào làm bật ra các electron.
- Quá trình phóng điện tự lực trong chất khí là quá trình phóng điện vẫn tiếp tục giữ được khi không còn tác nhân ion hóa tác động từ bên ngoài.
- Sự phụ thuộc của cường độ dòng điện trong chất khí vào hiệu điện thế giữa anôt và catôt có dạng phức tạp, không tuân theo định luật Ôm (trừ hiệu điện thế rất thấp).
- Tia lửa điện là quá trình phóng điện tự lực hình thành trong chất khí khi có điện trường đủ mạnh để làm ion hóa chất khí.
- Tia lửa điện có thể hình thành trong không khí ở điều kiện thường, khi điện trường đạt đến ngưỡng vào khoảng $3 \cdot 10^6$ V/m.
- Tia lửa điện được dùng phổ biến trong động cơ nổ để đốt hỗn hợp nổ trong xilanh.
- Hồ quang điện là quá trình phóng điện tự lực hình thành khi dòng điện qua chất khí có thể giữ được nhiệt độ cao của catôt để nó phát được electron bằng hiện tượng phát xạ nhiệt electron.
- Hồ quang điện có thể kèm theo tỏa nhiệt và tỏa sáng rất mạnh.
- Hồ quang điện có nhiều ứng dụng như hàn điện, làm đèn chiếu sáng, đun chảy vật liệu...
- Khi áp suất trong chất khí chỉ còn vào khoảng từ 1 đến 0,01 mmHg, trong ống phóng điện có sự phóng điện thành miền: ngay ở phần mặt catôt có miền tối catôt, phần còn lại của ống cho đến anôt là cột sáng anôt.
- Khi áp suất trong ống giảm dưới 10^{-3} mmHg thì miền tối catôt sẽ chiếm toàn bộ ống, lúc đó ta có tia catôt. Tia catôt là dòng electron phát ra từ catôt bay trong chân không tự do.

4. Dòng điện trong chân không

- Dòng điện trong chân không là dòng chuyển dịch có hướng của các electron bứt ra từ catôt bị nung nóng do tác dụng của điện trường.
- Đặc điểm của dòng điện trong chân không là nó chỉ chạy theo một chiều nhất định từ anôt sang catôt.

5. Dòng điện trong bán dẫn

- + Chất bán dẫn là một nhóm vật liệu mà tiêu biểu là gecmani và silic.
- + Điện trở suất của các chất bán dẫn có giá trị nằm trong khoảng trung gian giữa kim loại và điện môi.
- + Điện trở suất của chất bán dẫn phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ và tạp chất.

- + Chất bán dẫn có hai loại hạt tải điện là electron và lỗ trống.
- + Dòng điện trong chất bán dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các electron và lỗ trống dưới tác dụng của điện trường.
- + Bán dẫn chứa đônô (tạp chất cho) là bán dẫn loại n, có mật độ electron rất lớn so với lỗ trống. Bán dẫn chứa axepô (tạp chất nhận) là bán dẫn loại p, có mật độ lỗ trống rất lớn so với mật độ electron.
- + Lớp chuyển tiếp p-n là chỗ tiếp xúc giữa hai miền mang tính dẫn điện p và n 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.

Chương IV. Từ trường

1. Từ trường. Cảm ứng từ

Từ trường

- + Xung quanh nam châm và xung quanh dòng điện tồn tại từ trường. Từ trường là một dạng vật chất mà biểu hiện cụ thể là sự xuất hiện lực từ tác dụng lên một nam châm hay một dòng điện đặt trong khoảng không gian có từ trường.
- + Tại một điểm trong không gian có từ trường, hướng của từ trường là hướng Nam - Bắc của kim nam châm nhỏ nằm cân bằng tại điểm đó.
- + 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 không gian có từ trường chỉ vẽ được một đường sức từ.
 - Các đường sức từ là những đường cong khép kín hoặc vô hạn ở hai đầu.
 - Chiều của các đường sức từ tuân theo những quy tắc xác định (quy tắc nắm tay phải, quy tắc vào Nam ra Bắc).
 - Quy ước vẽ các đường sức từ sao cho chỗ nào từ trường mạnh thì các đường sức từ mau và chỗ nào từ trường yếu thì các đường sức từ thưa.

Cảm ứng từ

- Vectơ cảm ứng từ là đại lượng đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực từ. Có hướng trùng với hướng của từ trường. Đơn vị cảm ứng từ là Tesla (T).
- Véc tơ cảm ứng từ $\vec{B} : B = \frac{F}{Il}$

với F là độ lớn của lực từ tác dụng lên phần tử dòng điện có độ dài l, cường độ I, đặt vuông góc với hướng của từ trường tại điểm đó.

Đơn vị cảm ứng từ là tesla (T).

Từ trường đều là từ trường mà cảm ứng từ tại mọi điểm đều bằng nhau. Đường sức từ của từ trường đều là các đường thẳng song song, cách đều nhau.

- Định luật Am-pe, đặc điểm của lực từ, quy tắc bàn tay trái : $F = BIl \sin \alpha$

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

- + Véc tơ cảm ứng từ \vec{B} do dòng điện thẳng rất dài gây ra:
 - Có phương vuông góc với mặt phẳng chứa dây dẫn và điểm ta xét;

-Có chiều xác định theo qui tắc nắm tay phải: để bàn tay phải sao cho ngón cái nằm dọc theo dây dẫn và chỉ theo chiều dòng điện, khi đó các ngón kia khum lại cho ta chiều của các đường sức từ

Có độ lớn: $B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r}$

+ Véc tơ cảm ứng từ \vec{B} do dòng điện chạy trong khung dây tròn gây ra tại tâm của vòng dây:

Có điểm đặt tại tâm vòng dây;

Có phương vuông góc với mặt phẳng chứa vòng dây;

Có chiều: xác định theo qui tắc nắm tay phải hoặc vào Nam ra Bắc.

Có độ lớn: $B = 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{NI}{r}$ (N là số vòng dây).

+ Véc tơ cảm ứng từ \vec{B} do dòng điện chạy trong ống dây dài ở trong lòng ống dây (vùng có từ trường đều):

Có điểm đặt tại điểm ta xét;

Có phương song song với trục của ống dây;

Có chiều xác định theo qui tắc nắm tay phải hoặc vào Nam ra Bắc;

Có độ lớn: $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{l} I = 4\pi \cdot 10^{-7} nI$.

-Nguyên lí chồng chất của từ trường (từ trường của nhiều dòng điện): $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$

3. Đặc điểm Lực Lorenxơ , quy tắc bàn tay trái: $f = |q_0| \cdot B \cdot v \cdot \sin \alpha$ trong đó $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$.

+ Bán kính quỹ đạo : $R = \frac{m \cdot v}{|q_0| \cdot B}$

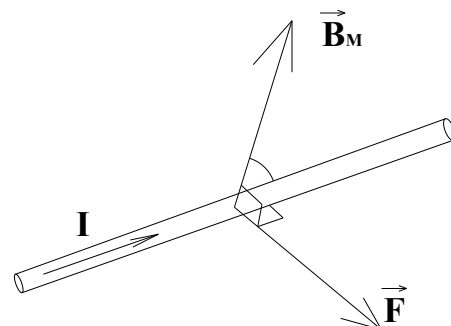
+ Chu kì của chuyển động tròn đều của hạt : $T = \frac{2\pi \cdot R}{v} = \frac{2\pi \cdot m}{|q_0| \cdot B}$

I/ Lực từ tác dụng lên một đoạn dây có một dòng điện đặt trong từ trường đều

Lực từ \vec{F} do từ trường đều tác dụng lên đoạn dây thẳng chiều dài l (m) có dòng điện I (A) chạy qua là lực có :

- Điểm đặt : trung điểm của đoạn dây .
- Phương : vuông góc với mặt phẳng (l, \vec{B})
- Chiều : được xác định bởi quy tắc bàn tay trái “ Xoè bàn tay trái hứng các đường cảm ứng từ sao cho chiều của dòng điện đi từ cổ tay đến ngón tay . Ngón tay cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ ”
- Độ lớn được xác định theo công thức Ampe :

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \text{ với } \alpha = (\vec{B}, l)$$



II / Lực từ tác dụng lên giữa 2 dây dẫn thẳng dài song song có dòng điện chạy qua .

- Nếu 2 dòng điện chạy cùng chiều 2 dây hút nhau.
- Nếu 2 dòng điện chạy ngược chiều 2 dây đẩy nhau.
- Lực tác dụng có độ lớn : $F = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l}{a}$

Trong đó : I_1, I_2 là cường độ dòng điện chạy qua 2 dây dẫn .

l là chiều dài 2 dây .

d khoảng cách 2 dây .

III/ Lực từ tác dụng lên khung dây có dòng điện .

- Nếu mặt phẳng khung dây vuông góc với đường cảm ứng từ khi đó các lực tác dụng lên khung không làm quay khung (chỉ làm cho khung giãn ra hoặc co lại) .
- Nếu mặt phẳng khung dây song song với đường cảm ứng từ khi đó xuất hiện ngẫu lực làm khung quay với momen : $M = B.I.S. \sin \alpha$ với : S : diện tích khung - $\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$: \vec{n} là pháp tuyến mặt phẳng khung dây.

Chương V. Cảm ứng điện từ

1. Từ thông. Cảm ứng điện từ

Từ thông qua diện tích S đặt trong từ trường đều: $\phi = B.S.\cos \alpha$, $\alpha = (\vec{n}, \vec{B})$

Đơn vị từ thông là vécbe (Wb): $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T.1 m}^2$.

+ Mỗi khi từ thông qua mạch kín (C) biến thiên thì trong mạch kín (C) xuất hiện một dòng điện gọi là dòng điện cảm ứng. Hiện tượng xuất hiện dòng điện cảm ứng trong (C) gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ.

+ Dòng điện cảm ứng xuất hiện trong mạch kín có chiều sao cho từ trường cảm ứng có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông ban đầu qua mạch kín.

+ Khi từ thông qua (C) biến thiên do kết quả của một chuyển động nào đó thì từ trường cảm ứng có tác dụng chống lại chuyển động nói trên.

+ Khi một khối kim loại chuyển động trong một từ trường hoặc được đặt trong một từ trường biến thiên thì trong khối kim loại xuất hiện dòng điện cảm ứng gọi là dòng điện Fu-cô.

Mọi khối kim loại chuyển động trong từ trường đều chịu tác dụng của lực hãm điện từ. Tính chất này được ứng dụng trong các bộ phanh điện từ của những ô tô hạng nặng.

Khối kim loại chuyển động trong từ trường hoặc đặt trong từ trường biến thiên sẽ nóng lên. Tính chất này được ứng dụng trong các lò cảm ứng để nung nóng kim loại.

Trong nhiều trường hợp sự xuất hiện dòng Fu-cô gây nên những tổn hao năng lượng vô ích. Để giảm tác dụng nhiệt của dòng Fu-cô người ta tăng điện trở của khối kim loại bằng cách khoét lỗ trên khối kim loại hoặc thay khối kim loại nguyên vẹn bằng một khối gồm nhiều lá kim loại xếp liền nhau, cách điện đối với nhau.

2. Suất điện động cảm ứng

+ Khi từ thông qua mạch kín (C) biến thiên thì trong mạch kín đó xuất hiện suất điện động cảm ứng và do đó tạo ra dòng điện cảm ứng.

+ Định luật Fa-ra-day về suất điện động cảm ứng: $e_c = - N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$.

3. Tự cảm

+ Trong mạch kín (C) có dòng điện có cường độ i chạy qua thì dòng điện i gây ra một từ trường, từ trường này gây ra một từ thông Φ qua (C) được gọi là từ thông riêng của mạch: $\Phi = Li$.

+ Hệ số tự cảm của một ống dây dài: $L = 4\pi.10^{-7} \mu \frac{N^2}{l} S$.

Đơn vị độ tự cảm là henry (H).

+ Hiện tượng tự cảm là hiện tượng cảm ứng điện từ xảy ra trong một mạch có dòng điện mà sự biến thiên từ thông qua mạch được gây ra bởi sự biến thiên của cường độ dòng điện trong mạch.

+ Suất điện động tự cảm: $e_{tc} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$.

+ Năng lượng từ trường của ống dây có dòng điện: $W_L = \frac{1}{2} Li^2$.

Chương VI. Khúc xạ ánh sáng

1. Khúc xạ ánh sáng

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

+ 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 ($\sin r$) là một hằng số: $\frac{\sin i}{\sin r} = \text{hằng số}$.

+ Chiết suất tỉ đối: tỉ số không đổi $\frac{\sin i}{\sin r}$ trong hiện tượng khúc xạ 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): $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{21}$

+ 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.

+ Liên hệ giữa chiết suất tỉ đối và chiết suất tuyệt đối: $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$.

+ Biểu thức của định luật khúc xạ viết dạng khác: $n_1 \sin i = n_2 \sin r$; khi i và r rất nhỏ (nhỏ hơn 10^0) thì: $n_1 i = n_2 r$

+ Tính chất thuận nghịch của sự truyền ánh sáng: ánh sáng truyền đi theo đường nào thì cũng truyền ngược lại theo đường đó. Theo tính chất thuận nghịch về sự truyền ánh sáng ta có: $n_{12} = \frac{1}{n_{21}}$.

2. Hiện tượng phản xạ toàn phần

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

+ Điều kiện để có phản xạ toàn phần:

- Ánh sáng phải truyền từ một môi trường sang môi trường chiết quang kém hơn ($n_2 < n_1$).

- Góc tới lớn hơn hoặc bằng góc giới hạn: $i \geq i_{gh}$; với $\sin i_{gh} = \frac{n_2}{n_1}$.

+ Cáp quang là bó sợi quang. Mỗi sợi quang là một dây trong suốt có tính dẫn sáng nhờ phản xạ toàn phần.

Sợi quang có lõi làm bằng thủy tinh siêu sạch có chiết suất lớn (n_1) được bao quanh bởi một lớp vỏ có chiết suất n_2 nhỏ hơn n_1 . 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 lớp vỏ bọc bằng nhựa dẻo để tạo cho cáp có độ bền và độ dai cơ học.

Cáp quang được ứng dụng vào việc truyền thông tin với nhiều ưu điểm: dung lượng tín hiệu lớn; nhỏ và nhẹ, dễ vận chuyển, dễ uốn; không bị nhiễu bởi các bức xạ điện từ bên ngoài; không có rủi ro cháy (vì không có dòng điện).

Trong y học, người ta dùng cáp quang để nội soi.

Chương VII. Mắt và các dụng cụ quang học

IV. Mắt. Các dụng cụ quang

* Các dụng cụ quang

1. Cấu tạo lăng kính.

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

Một lăng kính được đặc trưng bởi góc chiết quang A và chiết suất n .

+ Lăng kính có tác dụng phân tích chùm ánh sáng truyền qua nó thành nhiều chùm sáng màu khác nhau. Đó là sự tán sắc ánh sáng qua lăng kính. Lăng kính là bộ phận chính của máy quang phổ lăng kính.

Tia ló ra khỏi lăng kính luôn bị lệch về phía đáy của lăng kính so với tia tới.

+ Lăng kính phản xạ toàn phần là lăng kính có tiết diện thẳng là một tam giác vuông cân, được sử dụng để tạo ảnh thuận chiều, dùng thay gương phẳng trong một số dụng cụ quang như ống dòm, máy ảnh, ...

2. Các công thức lăng kính

$$\sin i_1 = n \sin r_1, \sin i_2 = n \sin r_2, \quad r + r' = A, \quad D = i + i' - A$$

$$+\text{Điều kiện } i, A \leq 10^\circ : i \approx nr, i' \approx nr', \quad A = r + r', \quad D \approx (n - 1) A$$

$$+\text{Điều kiện góc lệch cực tiểu } D_{\min}: \quad i = i' = i_m, \quad r = r' = \frac{A}{2}, \quad D_{\min} = 2i_m - A, \quad \sin$$

$$\frac{D_{\min} + A}{2} = n \sin \frac{A}{2}$$

Lưu ý: Khi $D_{\min} \Leftrightarrow i = i'$: tia tới và tia ló đối xứng nhau qua mặt phân giác của góc chiết quang A .

2. Thấu kính mỏng : TKHT-TKPK

+ Thấu kính là một khối trong suốt (thủy tinh, nhựa, ...) giới hạn bởi hai mặt cong hoặc một mặt cong và một mặt phẳng.

+ Theo hình dạng, thấu kính gồm hai loại: thấu kính lồi (rìa mỏng) và thấu kính lõm (rìa dày)

Trong không khí thấu kính lồi là thấu kính hội tụ, thấu kính lõm là thấu kính phân kì.

Công thức thấu kính :

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}; \quad k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = - \frac{d'}{d} = \frac{f}{f - d}; \quad A'B' = |k| \cdot AB$$

Quy ước dấu

$$d = \overline{OA} : \quad d > 0 : \text{vật thật}; \quad d < 0 : \text{vật ảo}.$$

$d' = \overline{OA'}$: $d' > 0$: ảnh thật; $d' < 0$: ảnh ảo.

$f = \overline{OF}$: $f > 0$: TKHT; $f < 0$: TKPK

$k > 0$: ảnh và vật cùng chiều

$k < 0$: ảnh và vật ngược chiều

+Độ tụ thấu kính: $D > 0$: TKHT; $D < 0$: TKPK

Với n : chiết suất tỉ đối của chất làm thấu kính với môi trường ngoài.

$$D = \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Quy ước: $R > 0$: mặt lồi; $R < 0$: mặt lõm; $R = \infty$: mặt phẳng.

+ Tiêu cự: $f(m) = \frac{1}{D_{(diop)}}$

+ Đường đi của tia sáng:

- Tia tới song song trục chính cho tia ló có phương qua tiêu điểm ảnh chính F' .
- Tia tới qua quang tâm O thì truyền thẳng.
- Tia tới có phương qua tiêu điểm vật chính F cho tia ló song song trục chính
- Tia tới song song với trục phụ cho tia ló có phương qua tiêu điểm ảnh phụ

Lưu ý: Tia sáng xuất phát từ vật sau khi qua thấu kính sẽ đi qua (hoặc kéo dài đi qua) ảnh của vật.

+ Thấu kính có nhiều công dụng hữu ích trong đời sống và trong khoa học: dùng để khắc phục tật của mắt (cận, viễn, lão); làm kính lúp; dùng trong máy ảnh, máy ghi hình; dùng trong kính hiển vi, kính thiên văn, ống dòm, đèn chiếu; dùng trong máy quang phổ.

+ Sự tương quan giữa ảnh và vật: (vật ảnh chuyển động cùng chiều)

	VẬT	ẢNH
Thấu kính phân kỳ	+Với mọi vật thật $d > 0$ +Vật ảo : $d > 2f$ $d = 2f$ $f < d < 2f$	ảnh ảo, cùng chiều với vật và nhỏ hơn vật $0 < d' < f $ $d' > 0$: ảnh thật, ngược chiều nhỏ hơn vật $d' = 2f$: ảnh thật, ngược chiều bằng vật $d' > 2f$: ảnh thật, ngược chiều, lớn hơn vật vật ảnh chuyển động cùng chiều
Thấu kính hội tụ	+Vật thật $d = 0$ $0 < d < f$ $d = f$ $f < d < 2f$ $d = 2f$ $d > 2f$ + Vật ảo	$d' = 0$: ảnh ảo cùng chiều, bằng vật $d' < 0$: ảnh ảo, cùng chiều, lớn hơn vật $d' = \infty$: ảnh ảo ở vô cực $d' > 2f$: ảnh thật, ngược chiều, lớn hơn vật $d' = 2f$: ảnh thật, ngược chiều, bằng vật $f < d' < 2f$: ảnh thật, ngược chiều, nhỏ hơn vật ảnh thật, cùng chiều với vật và nhỏ hơn vật

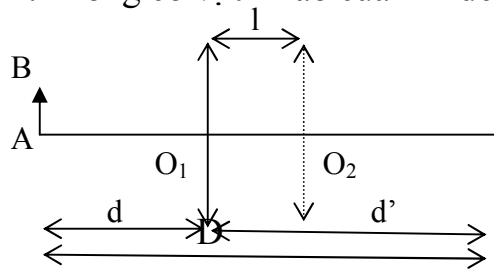
* Khoảng cách vật ảnh: $D = |d + d'| \Rightarrow d = d' = \frac{D}{2}$.

* Từ công thức: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d} \Rightarrow d^2 - Dd + Df = 0 \Rightarrow \begin{cases} \Delta = D(D - 4f) \\ D = d + d' \end{cases}$

+ $D > 4f$: có 2 vị trí TK để ảnh trên màn.

+ $D = 4f$: có 1 vị trí TK để ảnh trên màn

+ $D < 4f$: không có vị trí nào của TK để ảnh trên màn.



$$\Delta = D^2 - 4fD > 0 \Rightarrow d_1 = \frac{D - \sqrt{\Delta}}{2}; d_2 = \frac{D + \sqrt{\Delta}}{2}$$

có 2 vị trí thấu kính: $d_2 - d_1 = l \Rightarrow \sqrt{\Delta} = l$

$$D^2 - 4fD = l^2 \Rightarrow f = \frac{D^2 - l^2}{4D}$$

+ Hệ quang (quang hệ) : Sơ đồ tạo ảnh ; công thức : $d_1 \Rightarrow d_1' = \frac{d_1 \cdot f_1}{d_1 - f_1} \Rightarrow d_2 = l - d_1' \Rightarrow d_2'$;

$$k = k_1 \cdot k_2$$

Hệ hai thấu kính có độ tụ D_1, D_2 ghép sát nhau, độ tụ tương đương: $D = D_1 + D_2$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

GIẢI BÀI TOÁN VỀ HỆ THẤU KÍNH

1. Hệ hai thấu kính đồng trục ghép cách nhau

Sơ đồ tạo ảnh:

$$\begin{array}{ccccccc} & L_1 & & L_2 & & & \\ AB & \xrightarrow{d_1} & A_1B_1 & \xrightarrow{d_2} & A_2B_2 \\ & d_1' & & d_2' & & & \end{array}$$

$$\text{Với: } d_2 = O_1O_2 - d_1'; k = k_1k_2 = \frac{d_1'd_2'}{d_1d_2}$$

2. Hệ hai thấu kính đồng trục ghép sát nhau

Sơ đồ tạo ảnh:

$$\begin{array}{ccccccc} & L_1 & & L_2 & & & \\ AB & \xrightarrow{d_1} & A_1B_1 & \xrightarrow{d_2} & A_2B_2 \\ & d_1' & & d_2' & & & \end{array}$$

$$\text{Với: } d_2 = -d_1'; k = k_1k_2 = \frac{d_1'd_2'}{d_1d_2} = -\frac{d_2'}{d_1}$$

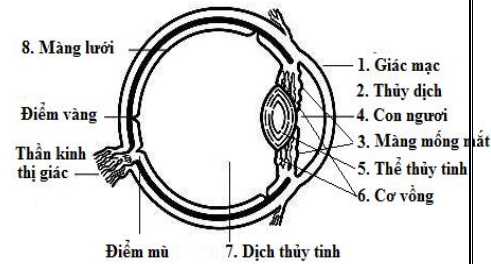
$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2'} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

Hệ thấu kính tương đương với một thấu kính có độ tụ $D = D_1 + D_2$.

Độ tụ của hệ hai thấu kính mỏng

*** Mắt**

+ Cấu tạo gồm: 1. Giác mạc; 2. Thủy dịch; 3. Màng mỏng mắt (lòng đen); 4. Con ngươi; 5. Thể thủy tinh; 6. Cơ vòng; 7. Dịch thủy tinh; 8. Màng lưới (võng mạc). Trên màng lưới có một vùng nhỏ màu vàng, rất nhạy với ánh sáng gọi là điểm vàng V. Dưới điểm vàng một chút là điểm mù M, không cảm nhận được ánh sáng.



Hệ quang phức tạp của mắt được coi tương đương một thấu kính hội tụ, gọi là thấu kính mắt.

+ Sự điều tiết của mắt:

- Khi nhìn vật ở cực cận C_C , mắt điều tiết tối đa: $D = D_{\max}$; $f = f_{\min}$.

- Khi nhìn ở cực viễn C_V , mắt không điều tiết: $D = D_{\min}$; $f = f_{\max}$.

+ Năng suất phân li của mắt (ϵ): là góc trông nhỏ nhất α_{\min} khi nhìn vật AB mà mắt còn có thể phân biệt được hai điểm A và B (các ảnh A', B' nằm trên hai tế bào thần kinh thị giác kế cận nhau).

Mắt bình thường: $\epsilon = \alpha_{\min} \approx 1' \approx 3 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$.

+ Sự lưu ảnh của mắt: sau khi ánh sáng kích thích từ vật tác động vào màng lưới tắt, ta vẫn còn cảm giác nhìn thấy vật trong khoảng 0,1 s.

Các tật của mắt và cách khắc phục:

Mắt bình thường điểm cực cận C_C cách mắt từ 15 cm đến 20 cm; điểm cực viễn C_V ở vô cực, nhìn các vật ở xa mắt không phải điều tiết.

- Đặc điểm của mắt cận

+ Mắt nhìn xa kém hơn so với mắt bình thường và có điểm cực cận ở gần mắt hơn mắt bình thường. Điểm cực viễn cách mắt một khoảng không lớn (nhỏ hơn 2 m). Khi không điều tiết, tiêu điểm F' nằm trước màng lưới.

$$f_{\max} < OV; OC_C < Đ; OC_V < \infty \Rightarrow D_{\text{cận}} > D_{\text{thường}}$$

+ Cách khắc phục: Mắt phải đeo 1 **thấu kính phân kì** sao cho qua kính **ảnh của các vật ở vô cực hiện lên ở điểm C_V của mắt**. nên khi đeo kính sát mắt thì: $f_K = -OC_V$.

- Đặc điểm của mắt viễn:

+ Mắt nhìn gần kém hơn mắt bình thường (điểm cực cận của mắt ở xa hơn mắt bình thường) và khi nhìn vật ở xa phải điều tiết. Khi không điều tiết có tiêu điểm nằm sau màng lưới

$$f_{\max} > OV; OC_C > Đ; OC_V: \text{ảo ở sau mắt} \Rightarrow D_{\text{viễn}} < D_{\text{thường}}$$

+ Cách khắc phục: Đeo một thấu kính hội tụ để nhìn vật ở gần như mắt thường, ảnh của vật tạo bởi kính là ảnh ảo nằm ở C_C của mắt viễn.

Kính lúp

+ Kính lúp là một dụng cụ quang học hỗ trợ cho mắt để nhìn các vật nhỏ ở gần. Kính lúp là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (vài cm) dùng để tạo ảnh ảo lớn hơn vật nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

+ Tổng quát : $G = |k| \frac{OC_c}{|d'| + l}$

+ Ngắm chừng: điều chỉnh khoảng cách từ vật đến kính (d) để ảnh ảo hiện ra ở một vị trí nhất định nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

- Ngắm chừng ở cực cận: $d = d_C$; $d'_C = l - OC_C$.

- Ngắm chừng ở cực viễn: $d = d_V$; $d'_V = l - OC_V$; mắt bình thường, ngắm chừng ở cực viễn cũng là ngắm chừng ở vô cực: $d = f$; $d' = -\infty$.

+ Số bội giác của dụng cụ quang: $G = \frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0}$.

+ Số bội giác của kính lúp khi ngắm chừng ở vô cực:

$$G_\infty = \frac{OC_c}{f} = \frac{D}{f}.$$

Trên các kính lúp người ta thường ghi giá trị của G_∞ ứng với $D = 25$ cm trên vành kính; đó là con số kèm theo dấu x, ví dụ: 2x; 5x; 10x; ...

Kính hiển vi

+ Kính hiển vi là dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt để nhìn các vật rất nhỏ ở gần. Kính hiển vi gồm vật kính là thấu kính hội tụ có tiêu rất ngắn (vài mm) và thị kính là thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (vài cm). Vật kính và thị kính đặt đồng trục, khoảng cách giữa chúng không thay đổi.

+ Tổng quát : $G = |k_1| \frac{OC_c}{|d_2'| + l} = |k_1| \cdot G_2$

+ Sự tạo ảnh bởi kính hiển vi: vật AB qua vật kính cho ảnh thật A_1B_1 lớn hơn nhiều so với AB; ảnh trung gian A_1B_1 qua thị kính cho ảnh ảo A_2B_2 lớn hơn nhiều so với A_1B_1 và nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

- Ngắm chừng ở cực cận: $d_2' = l - OC_C$.

- Ngắm chừng ở cực viễn: $d_2' = l - OC_V$.

- Ngắm chừng ở vô cực: $d_2 = f_2$; $d_2' = -\infty$.

+ Số bội giác: $G_\infty = \frac{\delta \cdot OC_c}{f_1 f_2}$; với $\delta = F_1 F_2 = O_1 O_2 - f_1 - f_2$: là độ dài quang học của kính hiển vi.

Kính thiên văn

+ Kính thiên văn là dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt để nhìn các vật lớn nhưng ở rất xa. Kính thiên văn gồm vật kính là thấu kính hội tụ có tiêu dài (vài dm) và thị kính là thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (vài cm). Vật kính và thị kính đặt đồng trục, khoảng cách giữa chúng thay đổi được.

+ Sự tạo ảnh bởi kính thiên văn: vật AB ở rất xa cho ảnh thật A_1B_1 trên tiêu diện ảnh của vật kính; điều chỉnh khoảng cách giữa vật kính và thị kính để ảnh trung gian A_1B_1 qua thị kính cho ảnh ảo A_2B_2 nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

- Ngắm chừng ở cực cận: $d_2' = l - OC_C$.

- Ngắm chừng ở cực viễn: $d_2' = l - OC_V$.

- Ngắm chừng ở vô cực: $d_2 = f_2$; $d'_2 = -\infty$; khi đó $O_1O_2 = f_1 + f_2$.

+ Độ bội giác: $G_\infty = \frac{f_1}{f_2}$ và $O_1O_2 = f_1 + f_2$

Số bội giác khi ngắm chừng ở vô cực: $G_\infty = k_1 \cdot G_{2\infty}$

(với k_1 là số phóng đại của ảnh A_1B_1 qua vật kính, $G_{2\infty}$ là số bội giác của thị kính)

$$G_\infty = \frac{\delta D}{f_1 f_2} \quad (\text{với } \delta \text{ là độ dài quang học của kính hiển vi})$$

$$\delta = l - f_1 - f_2$$

f_1 : tiêu cự vật kính ; f_2 : tiêu cự thị kính ; l : khoảng cách giữa vật kính và thị kính