

CHƯƠNG 1: TRƯỜNG TỈNH ĐIỆN

I. Lực Coulomb giữa hai điện tích điểm

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2} = \frac{|q_1 q_2|}{4\pi\epsilon_0 \epsilon r^2} \text{ (N)}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{N \cdot m^2}{C^2} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad \epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12}$$

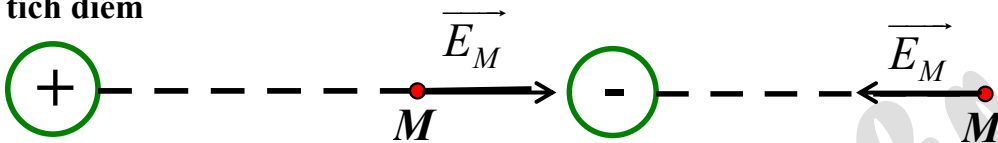
Chú ý:

- Dạng bài cho 2 quả cầu q_1 và q_2 tiếp xúc nhau điện tích sau của 2 quả cầu: $q_s = \frac{q_1 + q_2}{2}$
- Lực gây ra tại nửa nửa tâm vòng xuyên bán kính r_0 , tích điện Q lên điện tích q : $F = \frac{Qq}{2\pi^2 \epsilon \epsilon_0 r_0^2}$
- Lực điện tác dụng lên hạt bụi mang điện tích q : $F = Eq$
- 2 quả cầu giống nhau treo trong điện môi ρ_l là khối lượng riêng của điện môi, ϵ là hằng số điện môi tìm khối lượng riêng mỗi quả cầu để góc lệch trong chất điện môi và không khí là như nhau:

$$\rho = \frac{\epsilon \rho_l}{\epsilon - 1}$$

II. Cường độ điện trường (là đại lượng vecto đặc trưng cho điện trường về mặt độ lớn)

1, Điện tích điểm

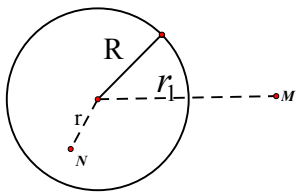


$$E_M = k \cdot \frac{|q|}{\epsilon r^2} \text{ (V / m)}$$

- **Chú ý:** Hạt mang điện rơi tự do với vận tốc v_1 , khi có điện trường rơi với vận tốc v_2 tính điện tích

$$\text{hạt } q = \frac{mq}{E} \left(1 - \frac{v_2}{v_1} \right)$$

2, Quả cầu rỗng (Cho quả cầu kim loại)



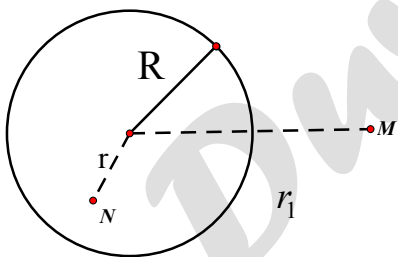
Bên ngoài:

$$E_M = k \cdot \frac{|q|}{\epsilon r_1^2}$$

Bên trong:

$$E_N = 0$$

3, Quả cầu đặc (Điện tích phân bố đều theo thể tích)



Bên ngoài:

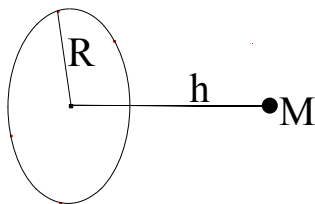
$$E_M = k \cdot \frac{|q|}{\epsilon r_1^2}$$

Bên trong:

$$E_N = \frac{\rho r}{3\epsilon_0 \epsilon} = \frac{|q| r}{4\pi R^3 \epsilon_0 \epsilon}$$

Với $\rho = \frac{q}{V}$ (C/ m³) là mật độ điện khối

4, Đĩa tròn



$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0 \epsilon} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{h^2}}} \right)$$

- Đĩa tròn bị khoét 1 lỗ bán kính r

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon \epsilon_0 \sqrt{1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2}}$$

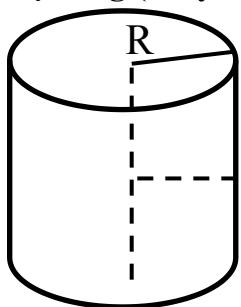
5, Mặt phẳng rộng vô hạn

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon}$$

- Với $\sigma = \frac{q}{S}$ (C/m^2) là mật độ điện mặt
- Giữa mặt phẳng khoét một lỗ bán kính a , tính E tại một điểm nằm trên đường thẳng vuông góc với mặt phẳng đi qua tâm lỗ cách tâm một đoạn b

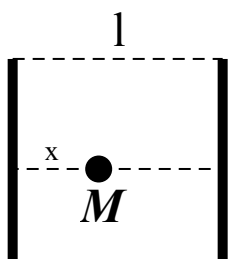
$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0\sqrt{1+\left(\frac{a}{b}\right)^2}}$$

6, Trụ rỗng (Dây dẫn dài vô hạn)



$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon r} = \frac{\sigma R}{\epsilon_0\epsilon r}$$

Với $\lambda = \frac{q}{l}$ (C/m^3) là mật độ điện dài



Cho 2 dây dẫn hình trụ như hình vẽ người ta đặt một hiệu điện thế U . Bán kính tiết diện 2 dây là r . Tính E_M

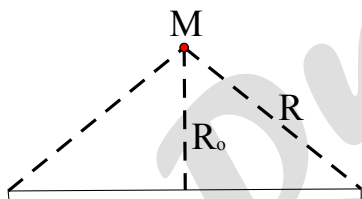
Ta có $E = \frac{\lambda l}{2\pi\epsilon\epsilon_0 x(l-x)}$ với $\lambda = \frac{\pi\epsilon\epsilon_0 U}{\ln\left(\frac{l-r}{r}\right)}$

7, Bán cầu

- Cường độ điện trường tại tâm O của bán cầu

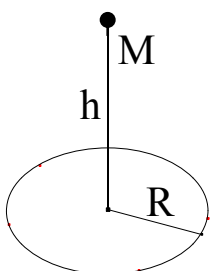
$$E = \frac{\sigma}{4\epsilon_0\epsilon}$$

8, Thanh kim loại



$$E = k \frac{|q|}{\epsilon R R_0}$$

9, Vòng dây



$$E = k \frac{|q|h}{(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$E_{\max} \Leftrightarrow h = \frac{R}{\sqrt{2}}$$

Hình tròn
 $C = 2\pi r$
 $S = \pi r^2$

10, Hai mặt phẳng song song

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon}$$

III. Điện thế và hiệu điện thế

1. Điện thế

- Là đại lượng đại số đặc trưng cho điện trường về mặt năng lượng
- Biểu thức với chất điểm: $V_M = Er = k \frac{q}{\epsilon r} (V)$ (là đại lượng đại số)
- Năng lượng: $W = q_0 V (J)$

Chú ý: Một số công thức tính điện thế của một số vật mang điện

- Cầu đặc: (R là bán kính quả cầu, r là khoảng cách từ tâm quả cầu đến điểm cần xét)

+ Bên trong và bề mặt: $V = k \frac{q}{\epsilon R}$

+ Bên ngoài: $V = k \frac{q}{\epsilon (R + r)}$

- Hai quả cầu kim loại cùng bán kính r đặt cách nhau một khoảng a

$$V_1 = \frac{kq_1}{\epsilon r} + \frac{kq_2}{\epsilon (a - r)} \quad ; \quad V_2 = \frac{kq_1}{\epsilon (a - r)} + \frac{kq_2}{\epsilon r}$$

- Vòng dây:

$$V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon\sqrt{R^2 + h^2}}$$

- Đĩa tròn:

$$V = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon} \left(\sqrt{R^2 + h^2} - h \right)$$

2, Hiệu điện thế

- Điện tích điểm:

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

- Mối liên hệ giữa hiệu điện thế và cường độ điện trường

$$U_{12} = V_1 - V_2 = \int_{R_1}^{R_2} E dr$$

Chú ý: Một số công thức cần nhớ

- Hiệu điện thế giữa hai mặt đồng tâm mang điện đều, bằng nhau, trái dấu:

$$V_1 - V_2 = \frac{Q(R_2 - R_1)}{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}$$

- Hiệu điện thế giữa hai mặt trụ đồng trục dài vô hạn bán kính R_1 và R_2 mang điện đều, bằng nhau, trái dấu:

$$V_1 - V_2 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

3, Công của lực tĩnh điện (Công để dịch chuyển điện tích q_0)

$$A_{AB} = W_A - W_B = q_0 V_A - q_0 V_B = q_0 (V_A - V_B)$$

- Điện tích điểm: $A_{AB} = \frac{kq_0 Q}{\epsilon} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$

- Dây dẫn: (Dưới tác dụng của điện trường điện tích dịch chuyển từ r_1 đến r_2)

$$A = \frac{q\lambda}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \ln \frac{r_1}{r_2}$$

CHƯƠNG 2: VẬT DẪN-TỤ ĐIỆN

I. VẬT DẪN

1. Tính chất

- Vật dẫn là một khối đẳng thế
- Khi truyền cho vật dẫn 1 điện tích thì điện tích đó chỉ phân bố đều trên bề mặt

2. Công thức tính điện dung của quả cầu

$$\left. \begin{array}{l} C = \frac{Q}{V} \\ V = k \frac{Q}{\epsilon R} \end{array} \right\} \Rightarrow C = \frac{\epsilon R}{k} = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$$

3. Năng lượng tĩnh điện vật dẫn

$$W = \frac{QV}{2} = \frac{CV^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}$$

II. TỤ ĐIỆN

1. Điện dung

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

a) Tụ phẳng

$$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

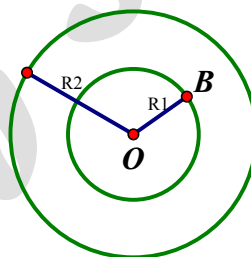
Với S: diện tích mỗi bản

d: khoảng cách giữa 2 bản

b) Tụ cầu

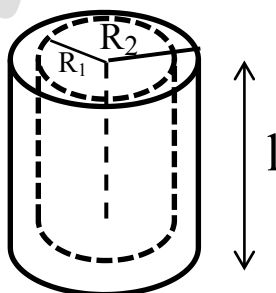
- Một mặt (Quả cầu) $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$

- Hai mặt $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{R_2 R_1}{R_2 - R_1}$



c) Tụ trụ

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$



2. Nối ghép tụ điện

a) Nối tiếp (đầu nọ đuôi kia) $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

$$q = q_1 = q_2 = \dots = q_n$$

b) Song song (chung điểm đầu điểm cuối) $C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

$$q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$$

3. Các công thức liên quan tới tụ

- Mật độ năng lượng $w = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2}$

- Năng lượng tụ điện phẳng (Còn gọi là công cần thiết dịch chuyển 2 bản tụ gần nhau)

$$W = wV = wSd = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2 Sd}{2} = \frac{\sigma^2 Sd}{2\epsilon\epsilon_0}$$

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

- Lực tương tác giữa 2 bản tụ $F = \frac{W}{d}$

- Điện trường trong tụ $E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{q}{S} \frac{1}{\epsilon\epsilon_0}$

4. Tính công của lực điện trường dịch chuyển e từ r_A đến r_B

- Tụ trụ

$$A = \frac{eU_0 \ln(r_B / r_A)}{\ln(R_2 / R_1)}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2eU_0 \ln(r_B / r_A)}{m \ln(R_2 / R_1)}}$$

Với $e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$

$m = 9,11 \cdot 10^{-31} kg$

- Tụ cầu

$$A = \frac{eU_0 R_1 R_2}{R_2 - R_1} \cdot \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right)$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2eU_0 R_1 R_2}{m(R_2 - R_1)} \cdot \frac{r_A - r_B}{r_A r_B}}$$

CHƯƠNG 3: ĐIỆN MÔI

1. Cường độ điện trường trong chất điện môi $E = \frac{U}{d}$

2. Mật độ điện mặt trên hai bản tụ điện $\sigma = \epsilon\epsilon_0 E$

3. Mật độ điện tích liên kết (Mật độ điện mặt trên chất điện môi) $\sigma' = (\epsilon - 1)\epsilon_0 E = \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \sigma$

4. Tụ điện một nửa điện môi một nửa không khí

- Tụ cầu

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0(\epsilon + 1)R_1 R_2}{(R_2 - R_1)} = \frac{1}{2} C_0 (\epsilon + 1)$$

- Tụ trụ

$$C = \frac{\pi\epsilon_0(\epsilon + 1)l}{\ln(R_2 / R_1)} = \frac{1}{2} C_0 (\epsilon + 1)$$

5. Đặt tấm điện môi dày d' có ϵ vào giữa tụ phẳng có khoảng cách và diện tích các bản là d và S

⇒ Điện dung mới $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{\epsilon d + (1 - \epsilon)d'}$

$$C_{\text{mới}} > C_{\text{cũ}}$$

6. Năng lượng điện trường của quả cầu đặc tích điện q bán kính R

- Bên trong $W = \frac{Q^2}{40\pi\epsilon\epsilon_0 R}$

- Bên ngoài $W = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon\epsilon_0 R}$

CHƯƠNG 4: TỪ TRƯỜNG

I. Tính cảm ứng từ B (T), cường độ điện trường H (A/m)

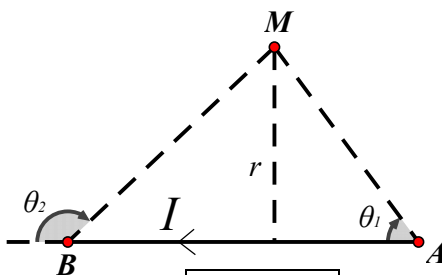
(Quy tắc nắm tay phải)

1. Công thức liên hệ giữa H và B ($\vec{H} \uparrow \uparrow \vec{B}$)

$$H = \frac{B}{\mu\mu_0} \text{ với } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ (H/m)} \quad \mu: \text{ là độ từ thẩm}$$

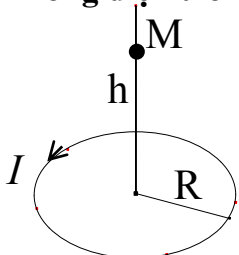
2. Một đoạn dòng điện thẳng

$$B = \frac{\mu\mu_0 I (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)}{4\pi r}$$



- Dây dẫn dài vô hạn $\theta_1 = 0; \theta_2 = \pi \Rightarrow B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r}$

3. Dòng điện tròn



Tại tâm $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu\mu_0 US}{4\pi \rho R^2}$

Trên trục $B_M = \frac{\mu\mu_0 IS}{2\pi (R^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{\mu\mu_0 IR^2}{2(R^2 + h^2)^{3/2}}$

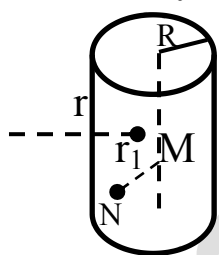
+ Momen từ $p_m = NIS$

• Cung tròn tại tâm $B = \frac{\mu\mu_0 Il}{2\pi r^2} = \frac{US}{2\pi \rho r^2} \quad l = \frac{\alpha \pi R}{180}$

• Với l là chiều dài cung, r, ρ, S là bán kính, điện trở suất và tiết diện của vòng dây, α là góc ở tâm.

• Nửa vòng dây tại tâm $B = \frac{\mu\mu_0 I}{4R}$

4. Dây dẫn hình trụ



Trụ đặc

+ Bên ngoài: $B_M = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r}$

+ Bên trong: $B_N = \frac{\mu\mu_0 I r_1}{2\pi R^2}$

Trụ rỗng

+ Bên ngoài: $B_M = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r}$

+ Bên trong: $B_N = 0$

5. Ống dây dài vô hạn (trong lòng ống dây) $B = \mu\mu_0 n_0 I$ với $n_0 = \frac{N}{l} = \frac{N}{d} = \frac{N}{2R}$

N là số vòng dây, R bán kính tiết diện vòng dây

II. Từ thông

- Từ thông $\phi = BS = \int B ds = \frac{\mu\mu_0 Il}{2\pi} \ln \frac{VT2}{VT1}$

- Từ thông gửi qua khung dây hình $\phi = \int_r^{r+a} \frac{\mu\mu_0 bI}{2\pi x} dx = \frac{\mu\mu_0 bI}{2\pi} \ln \left(\frac{r+a}{r} \right)$

- Từ thông qua khung dây quay quanh trục trong từ trường với vận tốc góc ω trục quay vuông góc với đường sức từ. Ta có $\phi = NBS \cos(\omega t + \varphi) = N\mu\mu_0 HS \cos(\omega t + \varphi)$ thường dùng $\phi = NBS \cos \varphi$ với φ là góc hợp giữa \vec{vtp} của mặt và \vec{B}

III. Lực từ (quy tắc bàn tay trái)

- Lực từ do dòng điện I gây ra: $F = IB \sin \alpha$ với α là góc giữa \vec{B} và \vec{I}
- Lực F giữa 2 dòng điện song song và dài vô hạn $F = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d}$ với d là khoảng cách giữa 2 dây
- Công thức tính thế năng của cuộn dây $W_t = -\vec{p}_m \cdot \vec{B} = -INBS \cos \varphi$
- Lực từ tổng hợp không phụ thuộc vào hình dạng của dây dẫn mà chỉ phụ thuộc vào đường nối điểm đầu, điểm cuối.
- Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn chiều dài s uốn thành m nửa vòng tròn $F = \frac{2BIs}{\pi}$
- Cho 2 dây dẫn thẳng dài vô hạn I_1 và I_2 cùng chiều đặt song song cách nhau một khoảng d. Tính công để dịch chuyển I_2 ra xa I_1 1 đoạn a $A = \int_d^{d+a} \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi x} dx = \frac{\mu\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d}$
- Lực tương tác giữa 2 cuộn dây bán kính R đặt sao cho trục nằm trên cùng một đường thẳng cách nhau l số vòng dây 2 cuộn bằng N khi cho dòng điện I chạy qua $F = \frac{3\pi\mu_0 N^2 I^2 R^4}{2l^4}$

IV. Công của lực từ

- Công của từ lực $A = I\Delta\phi(J); \Delta\phi = \phi_s - \phi_t$
- Công cần thiết để quay khung dây 180° quanh trục của nó $\Delta\phi = \phi_o - (-\phi_o) = 2\phi_o$
- Công cản của lực từ $F = -Fs$

V. Điện tích chuyển động trong B

1. Lực Lorentz

$$F_L = qvB \sin \alpha$$

$$v = \sqrt{\frac{2|q|U}{m}}$$

2. Bán kính quỹ đạo

- Nếu điện tích bay song song với đường sức từ $\vec{v} // \vec{B} \Rightarrow$ quỹ đạo là đường thẳng
- Nếu điện tích bay vuông góc với đường sức từ $\vec{v} \perp \vec{B} \Rightarrow$ quỹ đạo là đường tròn $R = \frac{mv}{Bq}$

+ Gia tốc tiếp tuyến bằng 0, gia tốc pháp tuyến $a_n = \frac{F_L}{m} = \frac{Bvq}{m}$

- Nếu $(\vec{v}, \vec{B}) \neq 0, \frac{\pi}{2}, \pi$ (Góc bất kỳ) \Rightarrow quỹ đạo là đường xoắn ốc

+ Bán kính một đường xoắn ốc: $R = \frac{mv \sin \alpha}{Bq} = \frac{\sin \alpha}{B} \sqrt{\frac{2mU}{|q|}}$

+ Bước xoắn của đường xoắn ốc: $h = \frac{2\pi m v \cos \alpha}{Bq}$

+ Vận tốc của hạt trên quỹ đạo $v = \frac{Bq}{m} \sqrt{R^2 + \left(\frac{h}{2\pi}\right)^2}$

3. Chu kỳ quay của điện tích trên quỹ đạo

$$T = \frac{2\pi m}{Bq} = \frac{2\pi R}{v}$$

- 4. **Chú ý:** Cho bản có bề dày a bề cao b có dòng điện I chạy qua. Đặt bản trong 1 từ trường có đường sức vuông góc với cạnh b trên bản xuất hiện hiệu điện thế U.

- Mật độ e dẫn trong bản $n = \frac{I}{eabv} = \frac{IB}{eUa}$

- Vận tốc trung bình của e: $v = \frac{U}{bB}$

CHƯƠNG 5: CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

I. Suất điện động cảm ứng, hiệu điện thế

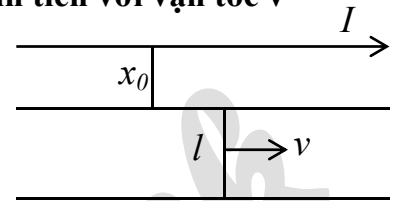
$$E_c = -\frac{d\phi}{dt}; \quad I = \frac{dQ}{dt}$$

1. Cho dòng điện I chạy qua khung dây tròn phẳng gồm N_1 vòng mỗi vòng có bán kính R . Đặt một khung dây nhỏ gồm N_2 vòng, diện tích mỗi vòng là S . Khung dây nhỏ quay xung quanh với vận tốc góc ω . Tính E

$$E = \frac{N_1 N_2 \mu_0 I S \omega}{2R} \sin \omega t \Rightarrow E_{\max} = \frac{N_1 N_2 \mu_0 I S \omega}{2R}$$

2. Hiệu điện thế xuất hiện giữa 2 đầu dây dẫn nếu dây dẫn tịnh tiến với vận tốc v

$$U = |E| = |-\dot{\phi}_0| = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \left(\frac{x_0 + l}{x_0} \right)$$



3. Đoạn dây dẫn chuyển động vuông góc với B $E = Blv$

4. Hiệu điện thế xuất hiện giữa 2 đầu thanh kim loại chiều dài l quay với ω trong từ trường trục quay cách đầu thanh 1 đoạn l_1 $U = \frac{1}{2} B \omega (l^2 - 2ll_1)$

5. Hiệu điện thế xuất hiện giữa tâm đĩa và một điểm trên mép đĩa bán kính R khi cho đĩa quay với tốc độ góc ω

- Khi không có từ trường $U = \frac{m\omega^2 R^2}{2e}$

- Khi đặt đĩa trong từ trường $U = E = \frac{1}{2} B \omega r^2$

6. Cuộn dây quay trong từ trường $E = NBS\omega \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow E_{\max} = NBS\omega ; \omega(\text{rad/s})$

CHÚ Ý: Cảm ứng từ giữa hai cực của nam châm $B = \frac{qR}{NS}$

II. Mạch tự cảm

- Ban đầu mạch ổn định dòng điện $I_0 = \frac{U}{R}$ chạy trong mạch

- Dòng điện I sau thời gian t $I = I_0 e^{-\frac{R+R_1}{L}t}$

- $U = IR_1$

III. Ống dây tự cảm

- Hệ số tự cảm của ống dây $L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{l} S = \mu\mu_0 nNS$ Trong đó N là số vòng dây, S là tiết diện

l là độ dài, $n = \frac{1}{d}$ là số vòng dây trên một đơn vị chiều dài, d là đường kính.

- Năng lượng từ trường trong lòng ống $W = \frac{LI^2}{2}$

- Mật độ năng lượng từ trường $w = \frac{W}{V} = \frac{LI^2}{2Sl}$

CHƯƠNG 7: TRƯỜNG ĐIỆN TỪ

1. Một số khái niệm

- Dòng điện dẫn: dòng chuyển dời có hướng của các điện tích

$$I_{dẫn} = j_{dẫn} \cdot S$$

$j_{dẫn}$: mật độ dòng điện; S: tiết diện dây.

- Dòng điện dịch: dòng điện tương đương với điện trường biến đổi theo thời gian về phương diện sinh ra từ trường

$$I_{dịch} = j_{dịch} \cdot S$$

$j_{dịch}$: mật độ dòng điện dịch; S: tiết diện dây.

2. Biểu thức phụ thuộc theo thời gian của dòng điện dịch và dòng điện dẫn

$$\begin{aligned} |\vec{j}_d| &= \left| \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right| = \epsilon \epsilon_0 E_0 \omega \sin \omega t \\ |\vec{j}| &= |\sigma \vec{E}| = \sigma E_0 \cos \omega t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |j_d|_{\max} &= \epsilon \epsilon_0 E_0 \omega = \epsilon \epsilon_0 \frac{2\pi}{T} \frac{|j|_{\max}}{\sigma} = \frac{2\pi \epsilon \epsilon_0}{\sigma T} \frac{I_{\max}}{S} = Cd \omega E_0 \\ j_d &= -\frac{\epsilon \epsilon_0 \omega U_0}{d} \sin \omega t = -\frac{2\pi \epsilon \epsilon_0 U_0}{Td} \sin \frac{2\pi t}{T} \end{aligned}$$

3. Chu kỳ biến đổi của dòng điện

$$T = \frac{2\pi \epsilon \epsilon_0 k}{\sigma}; k = \frac{|j|_{\max}}{|j_d|_{\max}}$$

CHƯƠNG 8: MẠCH DAO ĐỘNG

I. Phương trình dao động

- Điện tích $q = Q_0 \cos(\omega t + \varphi)$

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

- Tần số $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$; $U = \frac{Q}{C}$; $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

II. Năng lượng dao động

- Năng lượng từ trường trong ống dây $W_B = \frac{LI^2}{2}$

- Năng lượng điện trường trong lòng tụ $W_E = \frac{Q^2}{2C}$

- Năng lượng toàn phần $W = W_B + W_E$

- CHÚ Ý: Từ thông cực đại qua ống dây có z vòng: $\phi_{\max} = \frac{U_0 \sqrt{LC}}{z}$

III. Dao động tắt dần

- Hệ số dao động tắt dần $\beta = \frac{R}{2L}$

- Tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$

- Biên độ giảm theo quy luật $U(t) = U_0 e^{-\frac{r}{2L}t}$ năng lượng: $W(t) = \frac{Q_0^2 e^{-2\beta t}}{2C}$

- Giảm lượng loga $\delta = \beta T$

- Thời gian để biên độ giảm còn $a\%$ $\Delta t = -\frac{\ln \frac{1}{a\%}}{\beta}$ năng lượng giảm còn $b\%$ $\Delta t = -\frac{\ln \frac{1}{b\%}}{2\beta}$
- Cường độ dòng điện cực đại $I_{\max} = \omega Q_0 = U_0 \sqrt{\frac{C}{L} - \left(\frac{RC}{2L}\right)^2}$
- Công suất cần cung cấp để không dao động tắt dần $P = \frac{I_{\max}^2 R}{2}$

CHƯƠNG 10: SÓNG ĐIỆN TỪ

1. Bước sóng điện từ $\lambda = \frac{2\pi c}{\omega}$ với $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

2. Hằng số điện môi của môi trường trong khoảng giữa 2 tụ $\varepsilon = \frac{\lambda^2 d}{4\varepsilon_0 \pi^2 c^2 SL}$

Duy Tùng Shark