

Đề cương ôn tập VLDC2

Ngày 11 tháng 1 năm 2024

Mục lục

※ Chương 1: Điện trường

1.1 Câu 1

- Điện trường là loại môi trường đặc biệt được tạo ra xung quanh các hạt mang điện tích, có tính chất gây lực tác dụng lên các điện tích đặt trong nó
- Vecto cường độ điện trường tại 1 điểm là đại lượng có giá trị bằng lực tác dụng của điện trường lên một đơn vị điện tích dương tại điểm đó
 - Vecto cddt gây bởi 1 điện tích điểm: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^3}\vec{r}$
 - Vecto cddt gây bởi 1 hệ điện tích điểm: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{\sum \vec{F}_i}{q_0} = \sum \frac{\vec{F}_i}{q_0} = \sum \vec{E}_i \Rightarrow$ Nguyên lý chồng chất điện trường
 - Vecto cddt gây bởi 1 vật mang điện: Chia nhỏ vật thành các phần nhỏ chứa điện tích dq . Coi vật như một hệ vô số điện tích điểm: $\vec{E} = \int d\vec{E} = \int \frac{dq}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} \frac{\vec{r}}{r}$

1.2 Câu 2

- Đường cảm ứng điện là đường cong mà tiếp tuyến tại mỗi điểm trùng với phương của vecto cảm ứng điện tại điểm đó, chiều của đường cảm ứng điện là chiều của \vec{D} .

- Điểm khác nhau: Đường sức điện trường biểu diễn cho \vec{E} , đường cảm ứng điện biểu diễn cho $\vec{D} \Rightarrow$ Đường cảm ứng điện đi qua mặt phân cách các môi trường là đường liên tục
- Thông lượng cảm ứng qua diện tích S :
 - Giả sử diện tích S trong 1 điện trường \vec{D} . Chia nhỏ S thành các phần dS sao cho \vec{D} tại mỗi điểm trên dS là như nhau
 - $d\Phi = \vec{D}d\vec{S} = DdS \cos \alpha = DdS_n \Rightarrow \Phi = \int_S d\Phi = \int_S \vec{D}d\vec{S}$
- Góc khối $d\Omega = \frac{dS \cos \alpha}{r^2}$, điện thông qua 1 mặt $d\Phi = \vec{D}d\vec{S} = \frac{q}{4\pi r^3} \vec{r}d\vec{S} = \frac{q}{4\pi} \frac{dS \cos \alpha}{r^2} = \frac{q}{4\pi} d\Omega$
- Điện thông qua 1 mặt bao quanh q : $\Phi = \oint_S d\Phi = q$

1.3 Câu 3

- Lượng cực điện là 1 hệ 2 điện tích điểm bằng nhau về trị số nhưng trái dấu, cách nhau 1 khoảng rất nhỏ so với khoảng cách tới các điểm ta xét
- Momen lưỡng cực điện $\vec{p}_e = q\vec{l}$
- Ý nghĩa: Biết được \vec{p}_e có thể biết được \vec{E} do lưỡng cực điện gây ra. Vậy ta nói \vec{p}_e đặc trưng cho tính chất điện của lưỡng cực
- Xác định E tại điểm M nằm trên trung trục và cách xa 2 điểm 1 khoảng r (tự làm)

$$\vec{E}_m = -\frac{\vec{p}_e}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^3}$$

1.4 Câu 4

- Định lý O-G trong điện trường: Điện thông gửi qua một mặt kín có giá trị bằng tổng đại số các điện tích trong mặt kín đó.
- Dạng tích phân:

$$\Phi = \oint_S \vec{D}d\vec{S} = \sum q_i$$

- Dạng vi phân:

$$\text{div } \vec{D} = \rho$$

- Áp dụng với mặt phẳng vô hạn mật độ σ :
 - Xét hình trụ với đáy ΔS , song song mp. \vec{D} vuông góc với mp đó
 - Tính ra được $D = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$
- Cddt trong tụ phẳng: $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon S}$

1.5 Câu 5

- O-G như trên
- Áp dụng với mặt trụ dài vô hạn, bán kính R , mật độ σ
 - Xét hình trụ ngoài với bán kính $r > R$ (tự làm)
 - Tính được $E = \frac{\lambda}{2\pi r}$

1.6 Câu 6

- O-G như trên
- Áp dụng với mặt cầu bán kính R tại điểm nằm ngoài cách $r > R$:
 - Xét một mặt cầu ngoài với bán kính $r > R$ (tự làm)
 - Tính được $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$

1.7 Câu 7

- Tính công của lực tĩnh điện trong chuyển dời:
 - Xét công của lực điện trên một chuyển dời nhỏ $d\vec{s}$:

$$dA = \vec{F}d\vec{s} = q_0 \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^3} \vec{r}d\vec{s} = \dots = \frac{q_0 q dr}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$$

- Công của lực trong chuyển dời từ M đến N :

$$A = \int_M^N dA = \int_{r_M}^{r_N} \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} dr = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_M} - \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_N}$$

- Trường tĩnh điện gọi là trường thế vì công của lực điện trong sự chuyển dời một điện tích điểm q_0 trong điện trường không phụ thuộc vào dạng của đường cong dịch chuyển mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và cuối của chuyển dời
- Lưu số vector cddt dọc theo 1 đường cong kín bằng 0

$$\oint \vec{E}d\vec{s} = 0$$

1.8 Câu 8

- Thế năng của điện trường tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho điện trường tại điểm đang xét.
- Thế năng điện trường có trị số bằng giá trị của thế năng của một đơn vị điện tích dương tại điểm đang xét

$$V = \frac{W}{q_0}$$

- Điện thế tại một điểm trong điện trường (quy ước $W_\infty = 0$):

$$V = \frac{W}{q_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$$

- Điện thế trong một hệ điện tích điểm:

$$V = \sum V_i = \sum \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0\epsilon r_i}$$

- Điện thế trong một điện trường bất kỳ:

$$V_M = \frac{W_M}{q_0} = \int_M^\infty \vec{E} d\vec{s}$$

✳ Chương 2: Vật dẫn

2.1 Câu 1

Điều kiện cân bằng tĩnh điện của vật dẫn mang điện:

1. Vector cường độ điện trường tại mọi điểm trong vật dẫn bằng 0

$$\vec{E}_{tr} = 0$$

2. Thành phần tiếp tuyến của vector cường độ điện trường tại mọi điểm trên mặt vật dẫn bằng 0

$$\vec{E}_t = 0, \vec{E}_n = \vec{E}$$

Các tính chất của vật dẫn tích điện cân bằng:

1. Vật dẫn là vật đẳng thế

- Xét 2 điểm M, N trên vật dẫn:

$$V_M - V_N = \int_M^N \vec{E} d\vec{s} = \int_M^N E_s ds$$

- Bên trong vật dẫn thì $E_s = 0$ nên V tại mọi điểm bên trong bằng nhau
 - Bên ngoài vật dẫn thì $E_s = E_t = 0$ nên V tại mọi điểm ngoài bằng nhau
 - Vì V có tính liên tục nên V tại mọi điểm như nhau
2. Khi vật dẫn ở trạng thái cân bằng tĩnh điện, điện tích chỉ phân bố ở bên ngoài vật dẫn. Bên trong điện tích bằng 0

- Xét 1 mặt kín S bất kỳ bên trong vật dẫn. Theo O-G có

$$\sum q_i = \oint_S \vec{D} d\vec{s}$$

- Bên trong vật dẫn có

$$\vec{D} = \epsilon_0 \epsilon \vec{E} = \vec{0} \Rightarrow \sum q_i = 0$$

Vậy bên trong vật dẫn điện tích bằng 0

3. Sự phân bố điện tích trên mặt vật dẫn chỉ phụ thuộc vào hình dạng mặt đó
- Điện tích tập trung ở những chỗ có mũi nhọn
 - Ở những chỗ lõm điện tích ít, gần như bằng 0

Ứng dụng:

- Máy phát điện Vandegraf
- Giải phóng điện tích
- Cột thu lôi

2.2 Câu 2

Đặt vật dẫn trung hòa trong điện trường ngoài \vec{E}_0 thì hai phía của vật dẫn xuất hiện các điện tích trái dấu gọi là điện tích cảm ứng \Rightarrow hiện tượng cộng hưởng.

Phần tử tương ứng:

- Xét vật dẫn trung hòa BC đặt trong điện trường ngoài của quả cầu A tích điện dương
- Xét tập hợp đường cảm ứng điện tủa trên chu vi của phần tử diện tích ΔS trên A
- Giả sử tập hợp đường cảm ứng điện tới tận cùng chu vi của phần tử diện tích $\Delta S'$ trên BC . Có ΔS và $\Delta S'$ là các phần tử tương ứng

Định lý các phần tử tương ứng:

- Tưởng tượng mặt kín S là ống các đường cảm ứng điện và hai mặt lấy trên ΔS và $\Delta S'$
- Theo O-G có

$$\Phi = \int D_n dS = \sum q_i = \Delta q + \Delta q'$$

$$\text{Có } D = 0 \Rightarrow \Delta q = -\Delta q'$$

- Diện tích cảm ứng trên các phần tử tương ứng có độ lớn bằng nhau và trái dấu.

Điện hưởng 1 phần và toàn phần:

- Điện hưởng 1 phần: Chỉ 1 phần số đường cảm ứng điện gặp vật bị điện hưởng: $|q'| < |q|$
- Điện hưởng toàn phần: Khi vật dẫn bao bọc vật mang điện, toàn bộ số đường cảm ứng gặp vật bị điện hưởng: $|q'| = |q|$

2.3 Câu 3

Tụ điện là hệ 2 vật dẫn A và B sao cho B bao bọc hoàn toàn A . Khi đó 2 vật ở trạng thái điện hưởng toàn phần.

Công thức chung: $Q = CU$

- Điện dung của tụ phẳng: $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$
- Điện dung của tụ cầu: $C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$
- Điện dung của tụ trụ: $C = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon l}{\ln R_2 / R_1}$

2.4 Câu 4

Năng lượng tương tác của hệ tích điểm:

$$W = \frac{1}{2} \sum q_i V_i$$

Năng lượng tương tác của một vật dẫn mang điện:

$$W = \frac{1}{2} \int V dq = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{q^2}{2C}$$

Năng lượng của tụ điện:

$$W = \frac{1}{2} (q_1 V_1 + q_2 V_2) = \frac{1}{2} qU = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{q^2}{2C}$$

2.5 Câu 5

Năng lượng điện trường của tụ điện phẳng:

$$W = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} (Ed)^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2 \Delta V$$

Mật độ năng lượng điện trường:

$$w_e = \frac{W}{\Delta V} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon E^2 = \frac{1}{2} DE$$

Năng lượng điện trường của một điện trường bất kỳ:

$$W = \int w_e dV = \frac{1}{2} \int \epsilon_0 \epsilon E^2 dV$$

※ Chương 3: Điện môi

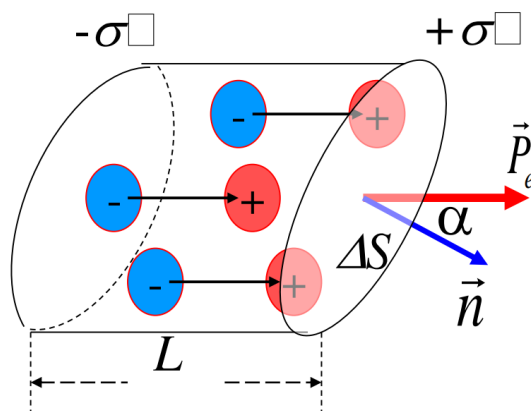
3.1 Câu 1

Điện môi là các vật cách điện. Hiện tượng trên thanh điện môi đặt trong điện trường có xuất hiện điện tích được gọi là hiện tượng phân cực điện môi.

Vector phân cực điện môi là tổng các momen lưỡng cực điện của các phân tử có trong 1 đơn vị điện tích

$$\vec{P}_e = \frac{\sum \vec{p}_{ei}}{\Delta V}$$

Mối liên hệ giữa vector phân cực điện môi và mật độ điện mặt:



Tách ra khối trụ xiên có

- Đường sinh có chiều dài L , song song \vec{E}
- Hai đáy song song có diện tích ΔS
- $+\sigma', -\sigma'$ là mật độ điện mặt mỗi đáy
- \vec{n} là pháp tuyến của mặt tích điện dương

Coi khối trụ xiên như 1 lưỡng cực điện có 2 điện tích $+\sigma'\Delta S$ và $-\sigma'\Delta S$ cách nhau L .

$$P_e = \left| \vec{P}_e \right| = \frac{\sigma' \Delta S L}{\Delta S L \cos \alpha} = \frac{\sigma'}{\cos \alpha} \Rightarrow \sigma' = P_e \cos \alpha = P_{en}$$

Mật độ điện mặt có giá trị bằng vector phân cực điện môi chiếu lên phương pháp tuyến.

3.2 Câu 2

Tính cường độ điện trường tổng hợp trong điện môi:

- Xét điện trường đều \vec{E}_0 giữa 2 mp mang điện tích bằng nhau trái dấu
- Chất điện môi lấp đầy khoảng giữa

- Xảy ra hiện tượng phân cực điện môi, xuất hiện điện tích liên kết σ'
- Điện trường phụ \vec{E}'

$$\text{Có } \vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}' \Rightarrow E = E_0 - E'$$

$$\begin{cases} E' = \frac{\sigma'}{\epsilon_0} \\ \sigma' = P_{en} = \epsilon_0 \chi_e E \end{cases} \Rightarrow E' = \chi_e E$$

$$E = E_0 - \chi_e E \Rightarrow E = \frac{E_0}{1 + \chi_e} = \frac{E_0}{\epsilon}$$

Hiệu ứng áp điện:

- Áp điện thuận: Khi nén hoặc kéo giãn một số tinh thể điện môi, xuất hiện điện tích trái dấu
- Áp điện nghịch: Khi đặt lên hai mặt của tinh thể một hiệu điện thế thì bị nén hoặc giãn

※ Chương 4: Từ trường

4.1 Câu 1

4.1.1 Dạng vi phân của định luật Ôm

Xét dòng điện trong dây dẫn

- Chọn khối trụ nhỏ, dài dl , 2 đáy là dS_n , vuông góc với \vec{E}
- Gọi V và $V + dV$ là điện thế ở 2 đáy trụ

$$dI = \frac{V - (V + dV)}{R} = -\frac{dV}{\rho \frac{dl}{dS_n}} = \frac{E}{\rho} dS_n$$

$$\Rightarrow j = \frac{dI}{dS_n} = \frac{E}{\rho} = \sigma E$$

4.1.2 Nguồn điện

- Xét 2 vật dẫn A mang điện dương, B mang điện âm. Nối AB bằng vật dẫn M
- Các hạt dương đi từ $A \rightarrow B$, các hạt âm đi từ $B \rightarrow A$
- Trong vật M xuất hiện dòng điện, đồng thời V_A giảm, V_B tăng. Đến khi $V_A = V_B$ thì dòng dừng

Muốn duy trì dòng điện

- Đưa các hạt điện dương từ $B \rightarrow A$ và $A \rightarrow B$. Vì điện trường nên các hạt này không thể tự di chuyển
- Phải tác động lực để hạt dương chạy ngược chiều điện trường, hạt âm chạy thuận chiều điện trường
- Lực này là lực phi điện tĩnh hay lực lạ
- Trường sinh ra lực lạ là trường lạ
- Nguồn sinh ra lực lạ là nguồn điện

Suất điện động của nguồn điện là đại lượng có giá trị bằng công của lực điện trường để dịch chuyển điện tích 1C 1 vòng quanh mạch kín của nguồn đó.

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

Xét công của lực điện trường tổng hợp $\vec{E} + \vec{E}^*$

$$A = \oint q(\vec{E} + \vec{E}^*)d\vec{s}$$

$$\zeta = \frac{A}{q} = \oint \vec{E}d\vec{s} + \oint \vec{E}^*d\vec{s} = \oint \vec{E}^*d\vec{s}$$

Suất điện động của nguồn điện có giá trị bằng công của lực lạ để dịch chuyển điện tích 1C quanh mạch kín của nguồn đó.

$$\zeta = \oint_C \vec{E}^*d\vec{s}$$

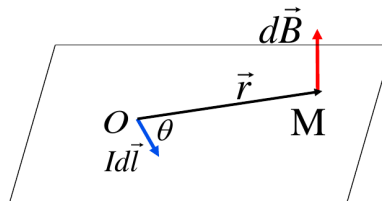
4.2 Câu 2

4.2.1 Định luật Biot – Savard – Laplace

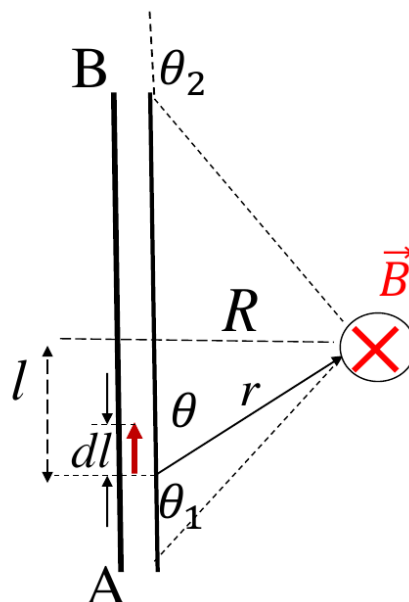
Vector cảm ứng từ $d\vec{B}$ do một phần tử dòng điện $Id\vec{l}$ gây ra tại điểm M cách một khoảng \vec{r} có

- Gốc đặt tại M
- Phương vuông góc với mặt phẳng chứa $d\vec{l}$ và \vec{r}
- Chiều sao cho $d\vec{l}, \vec{r}, d\vec{B}$ tạo 1 tam diện thuận (hoặc theo quy tắc vặn nút chai)
- Có độ lớn

$$dB = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{Idl \sin \theta}{r^2}$$



4.2.2 Áp dụng cảm ứng từ dòng điện thẳng



$$dB = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \frac{Idl \sin \theta}{r^2}$$

$$B = \int_{AB} dB = \dots = \frac{\mu_0 \mu I}{4\pi R} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

Dòng vô tận có

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2\pi R}$$

4.3 Câu 3

Tính cảm ứng từ gây bởi dòng điện tròn (tự làm):

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu I \vec{S}}{2\pi(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$$

- Ở tâm thì $B = \frac{\mu_0 \mu I}{2R}$
- Ở xa thì $B = \frac{\mu_0 \mu I S}{2\pi h^3}$

4.4 Câu 4

Định lý Ampe về lưu số của vector cường độ từ trường: Lưu số của vector cường độ từ trường dọc theo một đường cong kín bằng tổng đại số cường độ các dòng điện xuyên qua phần diện tích giới hạn bởi đường cong đó.

$$\oint_C \vec{H} d\vec{l} = \sum I_i$$

Ý nghĩa: Cho ta biết rằng từ trường là một trường xoáy

- Cảm ứng từ trong lòng cuộn dây hình xuyên n vòng, bán kính R : $B = \frac{\mu_0 \mu n I}{2\pi R}$
- Cảm ứng từ trong lòng cuộn dây dài vô tận: $B = \mu_0 \mu n_0 I$

4.5 Câu 5

4.5.1 Khái niệm đường sức từ trường

Đường cảm ứng từ là đường cong trong từ trường mà tiếp tuyến tại mọi điểm trùng với phương của vector cảm ứng từ tại điểm đó, chiều của đường cảm ứng từ là chiều của vector cảm ứng từ

4.5.2 Định nghĩa từ thông

Từ thông qua diện tích dS là đại lượng có trị số bằng

$$d\Phi = \vec{B}d\vec{S}$$

Từ thông qua diện tích dS về trị số là số đường cảm ứng từ qua diện tích ấy.

Tìm từ thông qua diện tích S , ta chia thành các diện tích nhỏ dS sao cho \vec{B} trên mỗi diện tích ấy coi như không đổi.

$$\Phi = \int_S d\Phi = \int_S \vec{B}d\vec{S}$$

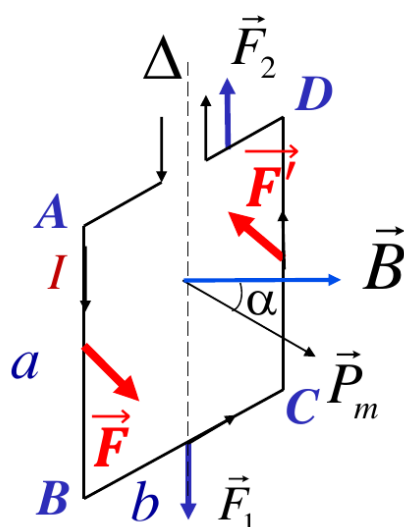
4.5.3 Định lý O-G trong từ trường

Từ thông toàn phần gửi qua mặt kín bất kỳ bằng 0

$$\oint_S \vec{B}d\vec{S} = 0$$

Ý nghĩa: Từ trường là một trường xoáy. Trong tự nhiên không tồn tại các hạt mang từ tính.

4.6 Câu 6



Xét khung dây hình chữ nhật có 2 cạnh a, b và dòng I

- Khung đặt trong từ trường đều \vec{B} có phương vuông góc với AB, CD
- Khung quay quanh trục Δ
- Ban đầu mặt phẳng khung không vuông góc với từ trường

Từ lực lên khung có $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F} + \vec{F}'$

- $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$. Phản lực triệt tiêu
- $F = F' = IaB$, tạo thành ngẫu lực khiến khung quay quanh Δ cho đến khi mặt phẳng khung vuông góc với từ trường
- Khung quay theo chiều giảm α

Khi đó momen ngẫu lực đối với trục Δ là

$$\mu = Fd = IaB \cdot b \sin \alpha = ISB \sin \alpha = P_m B \sin \alpha$$

Chiều momen ngẫu lực vuông góc với mp chứa \vec{P}_m và \vec{B}

$$\vec{\mu} = \vec{P}_m \times \vec{B}$$

Năng lượng khung dây trong từ trường:

$$W_m(\alpha) = -P_m B \cos \alpha = -\vec{P}_m \vec{B}$$

4.7 Câu 7

Xét hạt điện q chuyển động với vận tốc \vec{v} trong từ trường \vec{B}

- Hạt điện chuyển động tương đương phần từ điện tích $Id\vec{l} = q\vec{v}$
- Từ lực lên phần tử dòng điện: $d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B}$
- Lực Lorentz tác dụng lên hạt điện: $\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$

Lực Lorentz:

- Đặt tại hạt điện q
- Phương vuông góc với phương chuyển động của q và \vec{B}

- Chiều sao cho $q\vec{v}, \vec{B}, \vec{F}_L$ tạo tam diện thuận
- Độ lớn $|F_L| = |q|vB \sin \alpha$

Trường hợp chuyển động với góc α : Chia \vec{v} thành 2 thành phần $\vec{v}_{//}$ và \vec{v}_{\perp}

Khi đó trong mp vuông góc với \vec{B} thì q chuyển động trên đường tròn:

$$R = \frac{mv_{\perp}}{|q|B} = \frac{mv \sin \alpha}{|q|B}$$

Quỹ đạo của hạt là hình xoắn ốc với bước

$$h = v_{//}T = \frac{2\pi m v \cos \alpha}{|q|B}$$

※ Chương 5: Cảm ứng điện từ

5.1 Câu 1

Hiện tượng cảm ứng điện từ là hiện tượng hình thành một suất điện động trên vật dẫn khi vật dẫn được đặt trong một từ trường biến thiên.

Định luật Lenz: Dòng điện cảm ứng sinh ra có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra có chiều chống lại nguyên nhân sinh ra nó.

- Dịch chuyển 1 vòng dây kim loại trong từ trường để từ thông Φ_m thay đổi
- Trong thời gian dt , từ thông biến thiên một lượng $d\Phi_m$
- Xuất hiện dòng điện cảm ứng I_c

Khi đó công của từ lực lên dòng là $dA = I_c d\Phi_m$. Theo định luật Lenz thì công này là công cản (chống lại sự chuyển động). Để dây chuyển động ta cần công dA'

$$dA' = -dA = -I_c d\Phi_m$$

Công dA' chuyển thành năng lượng của dòng cảm ứng

$$E_c I_c dt = -I_c d\Phi_m \Rightarrow E_c = -\frac{d\Phi_m}{dt}$$

Suất điện động cảm ứng bằng về trị số nhưng trái dấu với độ biến thiên của từ thông gửi qua diện tích của mạch.

5.2 Câu 2

5.2.1 Hiện tượng tự cảm

- Ban đầu mạch đóng, điện kế chỉ vị trí a
- Nếu ngắt mạch thì kim điện kế chạy quá số 0 rồi mới trở lại
- Nếu đóng mạch thì kim điện kế chạy quá a rồi mới trở lại

Giải thích:

- Khi ngắt mạch, I về 0. Từ thông giảm, trong mạch xuất hiện dòng cảm ứng I_c cùng chiều I để chống lại sự giảm \Rightarrow quá vạch
- Khi đóng mạch, I tăng. Từ thông tăng, trong mạch xuất hiện dòng cảm ứng I_c ngược chiều I để chống lại sự tăng \Rightarrow quá vạch

Nếu ta thay đổi I trong mạch để từ thông do dòng đó gửi qua diện tích của mạch thay đổi thì trong mạch cũng xuất hiện dòng cảm ứng I_c . Vì dòng này do sự cảm ứng dòng trong mạch gây ra nên gọi là hiện tượng tự cảm.

Tính suất điện động tự cảm: Trong mạch đứng yên không đổi hình dạng, suất điện động tự cảm tỉ lệ và trái dấu với độ biến thiên cường độ dòng điện trong mạch.

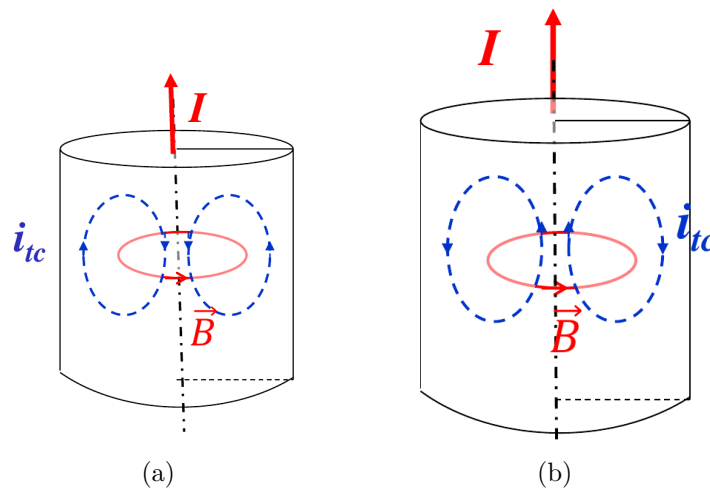
$$E_{tc} = -L \frac{dI}{dt}$$

Xét cuộn dây thẳng dài

$$\begin{aligned} B = \mu_0 \mu \frac{n}{l} I &\Rightarrow \Phi = nBS = \mu_0 \mu \frac{n^2}{l} IS \\ &\Rightarrow L = \frac{\mu_0 \mu n^2 S}{l} \end{aligned}$$

5.2.2 Hiệu ứng bề mặt

Khi dòng điện cao tần chạy qua 1 dây dẫn thì do hiện tượng tự cảm, dòng điện đó hầu như không chạy trong lòng dây dẫn mà chỉ chạy ở mặt ngoài.



Giả sử dòng cao tần đi lên

- Dòng I sinh từ trường, biến thiên nên sinh \vec{B} biến thiên
- Xét 1 tiết diện S chứa trục đối xứng của dây, Φ_m qua đó biến thiên, sinh dòng tự cảm khép kín

Trong 1/4 chu kì đầu, giả sử dòng đang tăng

- Φ_m qua S tăng, I_{tc} sinh \vec{B}' chống lại \vec{B} , dòng có chiều như hình (a).
- Bên trong thì I_{tc} ngược chiều I , dòng giảm
- Trên bề mặt I_{tc} cùng chiều I , dòng tăng

Trong 1/4 chu kì sau, dòng đang giảm

- Φ_m qua S giảm, I_{tc} sinh \vec{B}' chống lại \vec{B} , dòng có chiều như hình (b).
- Bên trong thì I_{tc} cùng chiều I , dòng mạnh lên
- Trên bề mặt I_{tc} ngược chiều I , dòng giảm đi

Ứng dụng:

- Tỏi kim loại ở bề mặt
- Làm dây dẫn rỗng để tiết kiệm kim loại

5.3 Câu 3

Áp dụng định lý Ôm trong mạch

$$E + E_{tc} = IR \Rightarrow E = IR + L \frac{dI}{dt}$$

$$EIdt = RI^2dt + LI dI$$

Vậy trong quá trình thành lập dòng thì phần năng lượng của nguồn tiềm tàng dưới dạng năng lượng từ trường là

$$W_m = \int_0^{W_m} dW_m = \int_0^I LI dI = \frac{1}{2}LI^2$$

Mật độ năng lượng từ trường:

$$w_m = \frac{W_m}{V} = \frac{\frac{1}{2}LI^2}{V} = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 \mu n^2 S I^2}{l^2 S} = \frac{1}{2} \mu_0 \mu \frac{n^2}{l^2} I^2$$

Có $B = \mu_0 \mu \frac{n}{l} I$

$$w_m = \frac{1}{2}BH$$

Năng lượng từ trường bất kỳ:

$$W_m = \int_V w_m dV = \frac{1}{2} \int_V BH dV$$

※ Chương 7: Trường điện từ

6.1 Câu 1

Luận điểm thứ nhất của Maxwell: Bất kỳ từ trường nào biến đổi theo thời gian cũng sinh ra một điện trường xoáy.

Phân biệt điện trường tĩnh và điện trường xoáy:

Điện trường tĩnh	Điện trường xoáy
Điện trường tĩnh sinh ra bởi điện tích đứng yên	Điện trường xoáy sinh ra bởi từ trường biến thiên theo thời gian
Là điện trường hở	Là điện trường kín

Phương trình Maxwell – Faraday dạng tích phân:

$$\oint_C \vec{E} d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \left(\int_C \vec{B} d\vec{S} \right)$$

Lưu số của vector cường độ điện trường dọc theo đường cong kín bất kỳ bằng về trị số nhưng trái dấu với tốc độ biến thiên theo thời gian của từ thông gửi qua diện tích giới hạn bởi đường cong đó.

Phương trình Maxwell – Faraday dạng vi phân:

$$\text{rot } \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

6.2 Câu 2

Luận điểm thứ hai của Maxwell: Bất kì một điện trường nào biến đổi theo thời gian cũng sinh ra một từ trường.

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

Phân biệt dòng điện dẫn và dòng điện dịch:

Dòng điện dẫn	Dòng điện dịch
Là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện	Là \vec{E} biến thiên theo t
Gây ra tỏa nhiệt theo Joule – Lenz	Không gây ra tỏa nhiệt theo Joule – Lenz
Đều gây ra từ trường \vec{B}	

Phương trình Maxwell – Ampere dạng tích phân:

$$\oint_C \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{J}_{\text{dẫn}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

Lưu số của vector cường độ từ trường dọc theo đường cong kín bất kỳ bằng cường độ dòng điện toàn phần chạy qua diện tích giới hạn bởi đường cong đó.

Phương trình Maxwell – Ampere dạng vi phân:

$$\text{rot } \vec{H} = \vec{J}_{\text{dẫn}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

※ Chương 8: Dao động điện từ

7.1 Câu 1

Xét mạch LC . Trong quá trình dao động năng lượng không đổi: $W_e + W_m = \text{const}$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} LI^2 = \text{const} \\ \Rightarrow & \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} + LI \frac{dI}{dt} = 0 \\ \Rightarrow & \frac{q}{C} + L \frac{dI}{dt} = 0 \\ \Rightarrow & \frac{d^2 I}{dt^2} + \frac{1}{LC} I = 0 \end{aligned}$$

Đặt $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$, ta có $\frac{d^2 I}{dt^2} + \omega_0^2 I = 0$

$$I = I_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

7.2 Câu 2

Xét mạch RLC . Do tỏa nhiệt Joule – Lenz biên độ giảm dần.

- Trong thời gian dt , năng lượng mạch giảm một lượng $-dW$
- Nhiệt lượng tỏa ra là $RI^2 dt$

$$\begin{aligned} & -dW = RI^2 dt \\ \Rightarrow & -d \left(\frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} LI^2 \right) = RI^2 dt \\ \Rightarrow & \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} + LI \frac{dI}{dt} = -RI^2 \\ \Rightarrow & \frac{q}{C} + L \frac{dI}{dt} + RI = 0 \\ \Rightarrow & \frac{1}{C} \frac{dq}{dt} + L \frac{d^2 I}{dt^2} + R \frac{dI}{dt} = 0 \\ \Rightarrow & \frac{d^2 I}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dI}{dt} + \frac{1}{LC} I = 0 \end{aligned}$$

Đặt $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ và $\beta = \frac{R}{2L}$. Khi đó có $\frac{d^2I}{dt^2} + 2\beta\frac{dI}{dt} + \omega_0^2I = 0$

$$I = I_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi)$$

với $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$

7.3 Câu 3

Xét thế điện động tuần hoàn gắn với mạch RLC

- Thế điện động là hàm tuần hoàn theo thời gian: $E = E_0 \sin \Omega t$
- Trong thời gian dt , nguồn cung cấp năng lượng $EIdt$
- Năng lượng này là phần tăng năng lượng điện từ của mạch cùng với nhiệt lượng Joule – Lenz

$$\begin{aligned} EIdt &= d\left(\frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}LI^2\right) + RI^2dt \\ \Rightarrow E_0 \sin \Omega t \cdot I &= \frac{q}{C} \frac{dq}{dt} + LI \frac{dI}{dt} + RI^2 \\ \Rightarrow E_0 \sin \Omega t &= \frac{q}{C} + L \frac{dI}{dt} + RI \\ \Rightarrow \frac{d^2I}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dI}{dt} + \frac{1}{LC}I &= \frac{E_0 \Omega}{L} \cos \Omega t \end{aligned}$$

Đặt $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ và $\beta = \frac{R}{2L}$. Khi đó $\frac{d^2I}{dt^2} + 2\beta\frac{dI}{dt} + \omega_0^2I = \frac{E_0 \Omega}{L} \cos \Omega t$

$$I = I_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi) + I_0 \cos(\Omega t + \Phi)$$

với $I_0 = \frac{E_0}{\sqrt{R^2 + (\Omega L + \frac{1}{\Omega C})^2}}$