

Đề cương ôn tập VLDC2

Ngày 18 tháng 1 năm 2024

Mục lục

Chương 1	3
1.1 Câu 1	3
1.2 Câu 2	3
1.3 Câu 3	4
1.4 Câu 4	4
1.5 Câu 5	5
1.6 Câu 6	5
1.7 Câu 7	6
1.8 Câu 8	6
Chương 2	7
2.1 Câu 1	7
2.2 Câu 2	9
2.3 Câu 3	9
2.4 Câu 4	10
2.5 Câu 5	10
Chương 3	11
3.1 Câu 1	11
3.2 Câu 2	12
Chương 4	12
4.1 Câu 1	13
4.1.1 Dạng vi phân của định luật Ôm	13
4.1.2 Nguồn điện	13
4.2 Câu 2	15

Ôn tập VLDC2	Mục lục
4.2.1 Định luật Biot – Savard – Laplace	15
4.2.2 Áp dụng cảm ứng từ dòng điện thẳng	15
4.3 Câu 3	16
4.4 Câu 4	16
4.5 Câu 5	17
4.5.1 Khái niệm đường sức từ trường	17
4.5.2 Định nghĩa từ thông	17
4.5.3 Định lý O-G trong từ trường	18
4.6 Câu 6	18
4.7 Câu 7	19
Chương 5	20
5.1 Câu 1	20
5.2 Câu 2	21
5.2.1 Hiện tượng tự cảm	21
5.2.2 Hiệu ứng bề mặt	21
5.3 Câu 3	23
Chương 6	23
6.1 Câu 1	23
6.1.1 Chất nghịch từ, thuận từ, sắt từ	23
6.1.2 Từ độ \vec{J}	24
6.2 Câu 2	24
Chương 7	25
7.1 Câu 1	25
7.2 Câu 2	26
Chương 8	27
8.1 Câu 1	27
8.2 Câu 2	27
8.3 Câu 3	28
Ghi chú thêm	29

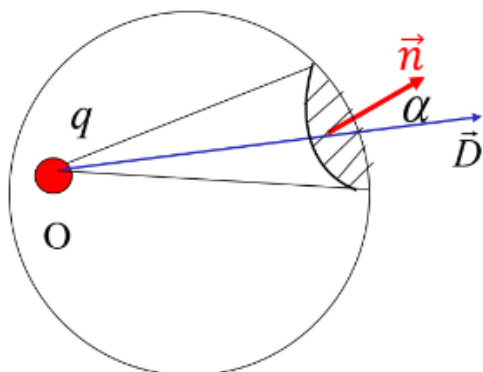
※ Chương 1: Điện trường

1.1 Câu 1: Trình bày khái niệm điện trường. Nêu định nghĩa và ý nghĩa của vector cường độ điện trường. Thiết lập công thức xác định vectơ cường độ điện trường gây bởi điện tích điểm, hệ điện tích điểm và của một vật mang điện.

- 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
- Vectơ 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
 - Vectơ cddt gây bởi 1 điện tích điểm: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^3}\vec{r}$
 - Vectơ 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
 - Vectơ 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: Định nghĩa đường cảm ứng điện. Cho biết sự khác nhau cơ bản giữa phổ đường sức điện trường và phổ đường cảm ứng điện. Viết công thức xác định thông lượng cảm ứng điện qua diện tích S . Tính điện thông qua một mặt cầu bao quanh một điện tích điểm.

- Đường cảm ứng điện là đường cong mà tiếp tuyến tại mỗi điểm trùng với phương của vectơ 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: Nêu định nghĩa và ý nghĩa của mômen lưỡng cực điện. Xác định vector cường độ điện trường gây bởi lưỡng cực điện tại điểm M nằm trên đường trung trục và cách tâm O của lưỡng cực một khoảng r khá lớn so với khoảng cách giữa hai điện tích.

- Lưỡng 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: Phát biểu, viết biểu thức và nêu ý nghĩa của định lý O-G trong điện trường. Áp dụng định lý O-G xác định cường độ điện trường gây bởi mặt phẳng vô hạn tích điện đều với mật độ điện mặt σ . Từ kết quả trên suy ra cường độ điện trường trong tụ điện phẳng tích điện.

- 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 $D = \frac{\sigma}{2}$
- Cddt trong tụ phẳng: $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon S}$

1.5 Câu 5: Phát biểu và viết biểu thức của định lý O-G đối với điện trường (dạng tích phân và dạng vi phân). Áp dụng định lý tính cường độ điện trường gây bởi mặt trụ dài vô hạn, bán kính tiết diện ngang R , tích điện đều với mật độ điện mặt σ , tại điểm M cách trục của trụ một khoảng $r > R$.

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

1.6 Câu 6: Phát biểu và viết biểu thức của định lý O-G đối với điện trường (dạng tích phân và dạng vi phân). Áp dụng tính cường độ điện trường gây bởi mặt cầu tích điện q , bán kính R tại điểm nằm ngoài cách tâm mặt cầu một khoảng $r > R$.

- 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 khi dịch chuyển điện tích điểm q_0 trong điện trường của điện tích điểm q . Tại sao nói trường tĩnh điện là trường thế?

- Tính công của lực tĩnh điện trong chuyển dời:
 - Xét công của lực điện trên một chuyển dời nhỏ ds :

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

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

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

- 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: Định nghĩa và nêu ý nghĩa của điện thế. Dẫn ra công thức tính điện thế tại một điểm trong điện trường, của một hệ các điện tích điểm phân bố rời rạc và tại một điểm của điện trường bất kỳ. Thiết lập công thức liên hệ giữa cường độ điện trường và điện thế.

Điện thế của điện trường tại một điểm là đại lượng đặc trưng cho điện trường tại điểm đang xét.

Điện thế có trị số bằng giá trị của thế năng của một đơn vị điện tích dương tại điểm đang xét

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

Ý nghĩa của điện thế: Điện thế tại một điểm trong điện trường là một đại lượng về trị số bằng công của lực tĩnh điện trong sự dịch chuyển một đơn vị điện tích dương từ điểm đó ra xa vô cùng.

- 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:

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

Liên hệ giữa cường độ điện trường và điện thế:

- Xét công dA trong chuyển dời nhỏ ds :

$$dA = q_0 \vec{E} d\vec{s} \quad (1)$$

- Đồng thời có

$$dA = q_0(V - (V + dV)) = -q_0 dV \quad (2)$$

- Từ (1), (2) có

$$dV = -\vec{E} d\vec{s}$$

Các công thức khác biến đổi ra được:

$$E_s = -\frac{dV}{ds}$$

$$\vec{E} = -\text{grad}V$$

※ Chương 2: Vật dẫn

2.1 Câu 1: Trình bày

- Điều kiện cân bằng tĩnh điện của một vật dẫn mang điện.
- Các tính chất của vật dẫn tích điện cân bằng (có chứng minh)
- Nêu ứng dụng về tính chất của vật dẫn tích điện cân bằng

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 về tính chất của vật dẫn tích điện cân bằng:

- Máy phát điện Van de Graaf
- Giải phóng điện tích
- Cột thu lôi

2.2 Câu 2: Định nghĩa hiện tượng điện hưởng. Thế nào là hai phần tử tương ứng? Phát biểu định lý các phần tử tương ứng. Thế nào là hiện tượng điện hưởng một phần và điện hưởng toàn phần?

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

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

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

- Điện 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: Định nghĩa tụ điện. Thiết lập biểu thức điện dung của tụ điện phẳng và tụ điện cầu.

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: Trình bày năng lượng tương tác của hệ điện tích điểm, năng lượng của vật dẫn mang điện và năng lượng của tụ điện.

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: Tính năng lượng điện trường của tụ điện phẳng tích điện từ đó suy ra công thức mật độ năng lượng điện trường và năng lượng của một điện trường bất kỳ.

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

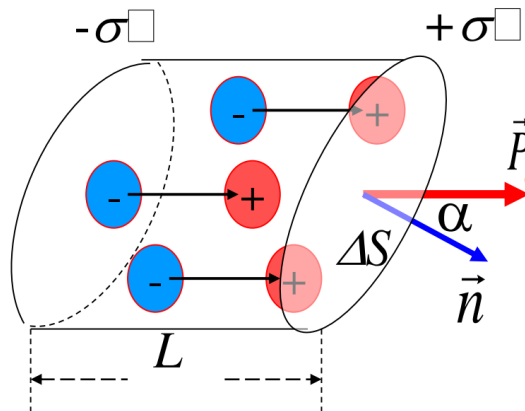
3.1 Câu 1: Thế nào là hiện tượng phân cực điện môi? Định nghĩa vectơ phân cực điện môi. Tìm mối liên hệ giữa vectơ phân cực điện môi và mật độ điện tích liên kết trên bề mặt điện môi

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.

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

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

Mối liên hệ giữa vectơ 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 .

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

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

3.2 Câu 2: Xác định công thức tính cường độ điện trường tổng hợp trong chất điện môi đồng chất và đẳng hướng. Thế nào là hiệu ứng áp điện thuận và nghịch?

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:

1. Thiết lập biểu thức của định luật Ohm dạng vi phân
2. Trình bày khái niệm nguồn điện và thiết lập biểu thức suất điện động của nguồn điện.

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 trường 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:

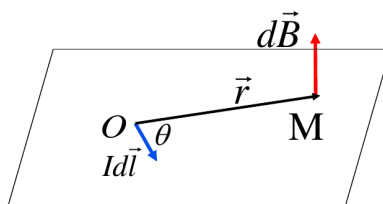
1. Phát biểu và viết biểu thức định luật Biot – Savart – Laplace, minh họa bằng hình vẽ.
2. Áp dụng định luật Biot – Savart – Laplace tìm cảm ứng từ gây bởi một đoạn dòng điện thẳng tại điểm M , cách dòng điện một khoảng r ; từ đó suy ra biểu thức cho trường hợp dòng điện thẳng dài vô hạn.

4.2.1 Định luật Biot – Savart – Laplace

Vector cảm ứng từ $d\vec{B}$ do một phần tử dòng điện $I d\vec{l}$ 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 vắn nút chai)
- Có độ lớn

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



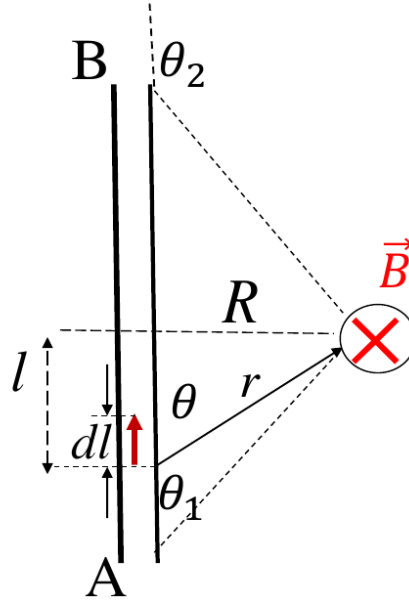
4.2.2 Áp dụng cảm ứng từ dòng điện thẳng

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

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

Dòng vô tận có

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



4.3 Câu 3: Xác định vector cảm ứng từ gây bởi dòng điện tròn có cường độ I , bán kính R , tại điểm M nằm trên trục của dòng điện, cách tâm O của dòng điện một khoảng h . Từ kết quả trên xét hai trường hợp giới hạn:

- M trùng với tâm O của dòng điện ($h = 0$)
- M ở rất xa dòng điện ($h \gg R$).

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: Phát biểu, viết biểu thức và nêu ý nghĩa của định lý Ampe về lưu số của vector cường độ từ trường. Áp dụng định lý Ampe để xác định biểu thức cảm ứng từ trong lòng cuộn dây điện hình xoắn và trong lòng ống dây điện thẳng dài vô hạn mang dòng điện I .

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

diện 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 xoắn 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: Trình bày:

1. Khái niệm đường sức từ trường
2. Định nghĩa từ thông qua diện tích S
3. Phát biểu, viết biểu thức và nêu ý nghĩa của định lý O-G đối với từ trường

4.5.1 Khái niệm đường sức từ trường

Đường sức từ trường (hay 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.

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

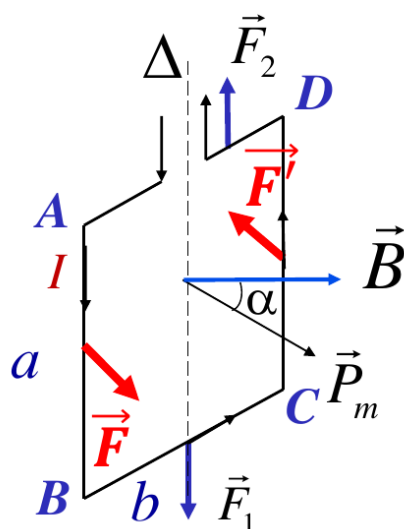
4.5.3 Định lý O-G trong từ trường

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: Trình bày tác dụng của từ trường đều lên một mạch điện kín (mạch kín là một khung dây dẫn cứng hình chữ nhật có dòng điện cường độ I chạy qua) trong trường hợp cảm ứng từ hợp với vectơ pháp tuyến mặt phẳng khung một góc α .



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: Trình bày về lực Lorentz tác dụng lên hạt mang điện chuyển động trong từ trường có cảm ứng từ \vec{B} . Thành lập phương trình chuyển động của hạt mang điện q , khối lượng m , chuyển động vận tốc \vec{v} dưới tác dụng của từ trường \vec{B} (góc giữa \vec{v} và \vec{B} là α)

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

- Hạt điện chuyển động tương đương phần tử 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

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

※ Chương 5: Cảm ứng điện từ

5.1 Câu 1: Thế nào là hiện tượng cảm ứng điện từ? Phát biểu định luật Lenz về chiều của dòng điện cảm ứng. Thiết lập biểu thức suất điện động cảm ứng.

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: Hiện tượng tự cảm là gì? Thiết lập biểu thức tính suất điện động tự cảm và biểu thức tính độ tự cảm của một ống dây thẳng dài vô hạn. Nêu một ứng dụng của hiện tượng tự cảm và phân tích.

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.

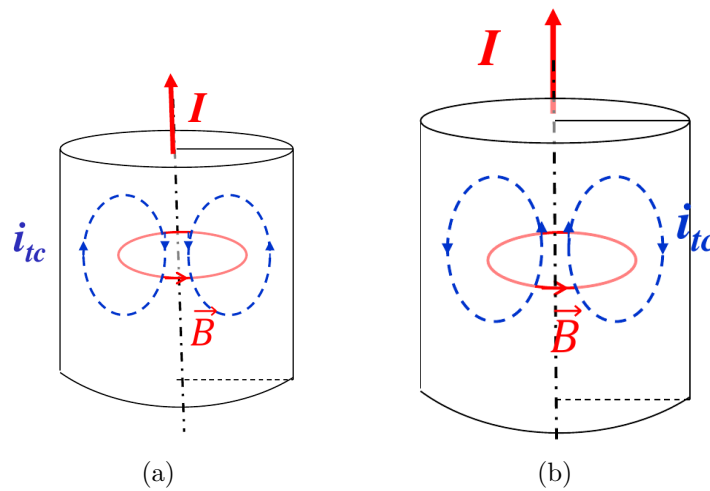
$$E_{tc} = -L \frac{dI}{dt}$$

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: Thiết lập biểu thức năng lượng từ trường của ống dây điện thẳng dài, từ đó suy ra năng lượng của từ trường bất kỳ.

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 6: Vật liệu từ

6.1 Câu 1:

1. Thế nào là chất nghịch từ, thuận từ, sắt từ?
2. Trình bày về vecto từ độ \vec{J} .

6.1.1 Chất nghịch từ, thuận từ, sắt từ

Mọi chất đặt trong từ trường đều bị từ hóa. Khi đó chúng trở thành mang từ tính và sinh ra một từ trường phụ \vec{B}' . Từ trường tổng hợp \vec{B} trong chất bị từ hóa là

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}'$$

- Chất nghịch từ: \vec{B}' ngược chiều $\vec{B}_0 \Rightarrow |\vec{B}| < |\vec{B}_0|$
- Chất thuận từ: \vec{B}' thuận chiều $\vec{B}_0 \Rightarrow |\vec{B}| > |\vec{B}_0|$
- Chất sắt từ: \vec{B}' thuận chiều $\vec{B}_0 \Rightarrow |\vec{B}| \gg |\vec{B}_0|$

6.1.2 Từ độ \vec{J}

Vector từ độ là momen từ của một đơn vị thể tích của khối vật liệu từ.

Gọi $\sum \vec{P}_{mi}$ là tổng các momen từ nguyên tử có trong một thể tích ΔV của vật liệu. Nếu khối vật liệu bị từ hóa đồng đều thì vector từ độ \vec{J} là

$$\vec{J} = \frac{\sum \vec{P}_{mi}}{\Delta V}$$

$J = |\vec{J}|$ là từ độ của vật liệu từ.

Thực nghiệm cho thấy \vec{J} tỉ lệ thuận với từ trường ngoài \vec{B}_0 .

$$\begin{cases} \vec{J} = \frac{\chi_m}{\mu_0} \vec{B}_0 \\ \vec{B}_0 = \mu_0 \vec{H} \end{cases} \Rightarrow \vec{J} = \chi_m \vec{H}$$

χ_m là hệ số tỷ lệ phụ thuộc vào bản chất của vật liệu từ và gọi là độ từ hóa của vật liệu từ.

6.2 Câu 2: Xây dựng công thức tính cảm ứng từ tổng hợp trong chất thuận từ đồng chất và đẳng hướng.

- Xét khối thuận từ đồng nhất hình trụ dài vô hạn, tiết diện thẳng S
- Trụ đặt trong từ trường đều \vec{B}_0 có phương song song với đường sinh
- Giả sử dưới tác dụng của từ trường ngoài, các momen nguyên tử \vec{P}_m nằm dọc theo hướng \vec{B}_0

Xét các dòng điện nguyên tử trong 1 tiết diện thẳng của trụ:

- Bên trong tiết diện thì các dòng điện nguyên tử ngược chiều và triệt tiêu lẫn nhau

- Chỉ có các dòng điện nằm dọc trên chu vi của tiết diện là cùng chiều và tạo 1 dòng điện tròn chạy quanh chu vi của tiết diện

Vậy nếu xét cả hình trụ thì tất cả các dòng điện nguyên tử trong các tiết diện thẳng sẽ tương đương với 1 dòng điện duy nhất chạy quanh mặt ngoài của trụ như 1 ống dây điện thẳng dài vô hạn.

- n_0 là số dòng điện tròn trên 1m hình trụ
- i là cường độ dòng điện
- Cảm ứng phụ sinh ra là $B' = \mu_0 n_0 i$

Mặt khác có

$$J = \frac{n_0 i S}{S} = n_0 i$$

$$\Rightarrow B' = \mu_0 J$$

Vì \vec{B}' thuận chiều $\vec{J} \Rightarrow \vec{B}' = \mu_0 \vec{J}$

Từ trường tổng hợp là

$$\begin{cases} \vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0 \vec{J} \\ \vec{J} = \frac{\chi_m}{\mu_0} \vec{B}_0 \end{cases} \Rightarrow \vec{B} = (1 + \chi_m) \vec{B}_0 = \mu \vec{B}_0 = \mu_0 \mu \vec{H}$$

Lý luận trên cũng đúng với chất nghịch từ.

- Thuận từ: $\chi_m > 0 \Rightarrow \mu > 1$
- Nghịch từ: $\chi_m < 0 \Rightarrow \mu < 1$

✳ Chương 7: Trường điện từ

7.1 Câu 1: Phát biểu luận điểm 1 của Maxwell. Phân biệt điện trường tĩnh và điện trường xoáy về nguồn gốc phát sinh và tính chất cơ bản. Thiết lập phương trình Maxwell – Faraday dạng tích phân và vi phân.

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:

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

7.2 Câu 2: Phát biểu luận điểm 2 của Maxwell. Khái niệm dòng điện dịch. So sánh dòng điện dịch và dòng điện dẫn. Thiết lập phương trình Maxwell – Ampere dạng tích phân và vi phân.

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

8.1 Câu 1: Thiết lập biểu thức trong dao động điện từ điều hòa.

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 $\frac{d^2 I}{dt^2} + \omega_0^2 I = 0$

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

8.2 Câu 2: Thiết lập biểu thức trong dao động điện từ tắt dần.

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 $RI^2 dt$

$$-dW = RI^2 dt$$

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

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

8.3 Câu 3: Thiết lập biểu thức trong dao động điện từ cưỡng bức.

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

※ Ghi chú thêm

Biểu thức của vector mật độ dòng điện \vec{j} :

$$\vec{j} = n_0 e \vec{v}$$

Điện thế của quả cầu bán kính R tích điện q :

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon R}$$