

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NHA TRANG
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ, BỘ MÔN VẬT LÝ
TÀI LIỆU ÔN TẬP VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG
Nội dung: Điện - Từ - Quang - Lượng tử
(Gồm 10 trang)

Chương III. ĐIỆN TRƯỜNG

1. Điện tích

- Vật chất được cấu tạo từ nguyên tử, nguyên tử được cấu tạo từ các hạt cơ bản sau:
 - Hạt neutron (n) có điện tích: $q_n = 0$
 - Hạt proton (p) có điện tích: $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 - Hạt electron (e^-) có điện tích: $e = - 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Gọi N_e và N_p lần lượt là số **hạt electron** và số **hạt proton** trong nguyên tử hay trong một vật:
 - Nếu $N_e = N_p$: Nguyên tử hay vật trung hòa về điện
 - Nếu $N_e < N_p$: Nguyên tử hay vật mất electron nên nhiễm điện dương (+)
 - Nếu $N_e > N_p$: Nguyên tử hay vật nhận thêm electron nên nhiễm điện âm (-)
- Điện tích nguyên tố là điện tích có giá trị $e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Giá trị điện tích nhỏ nhất mà một vật nhiễm điện có thể nhận $q_{\min} = e_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Khi điện tích q của một vật thay đổi, giá trị đó là gián đoạn: $q = n e_0$ (với $n = 1, 2, 3 \dots$)
- Điện tích điểm là điện tích có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách từ nó đến điểm khảo sát hay đến điện tích khác.

Một số câu hỏi:

- 1) Trình bày định nghĩa điện trường? Điện trường được sinh ra xung quanh các điện tích đứng yên hay chuyển động?
- 2) Nếu dùng một thanh nhựa cọ xát vào vải hay giấy và nó có thể hút các mảnh giấy nhỏ, như vậy thanh nhựa có bị nhiễm điện không? Nếu bị nhiễm điện thì nó sẽ nhiễm điện dương hay âm và giải thích tại sao thanh nhựa lại bị nhiễm điện? Lực hút đó gọi là lực gì?
- 3) Vào mùa đông mặc áo len, khi cởi áo ra thường có tiếng nổ lách tách cùng các đốm sáng phát ra, bằng kiến thức Vật lý đã học hãy giải thích hiện tượng này?

2. Định luật Coulomb (Được áp dụng để tính lực tương tác tĩnh điện):

- Lực tĩnh điện do điện tích điểm q_1 tác dụng lên q_2 : $\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r_{12}^2} \vec{r}_{12}$; về độ lớn $F_{12} = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon r_{12}^2}$
Với $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ và ϵ là hằng số điện môi đặc trưng tính chất điện của môi trường chứa các điện tích (môi trường chân không $\epsilon = 1$; Nước $\epsilon = 81$; ϵ_0 là hằng số điện).
- Lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm q_1, q_2 cách nhau 1 khoảng r đặt trong môi trường (khác chân không) nhỏ hơn trong chân không ϵ lần.
- Lực tương tác tĩnh điện \vec{F} do các điện tích điểm q_1, q_2, \dots, q_n lên điện tích điểm q_0 : $\vec{F} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$
- Định luật Coulomb áp dụng trực tiếp để tính lực tương tác tĩnh điện giữa:
a) Hai điện tích điểm; **b)** Hai quả cầu mang điện; **c)** Quả cầu mang điện và điện tích điểm

Một số câu hỏi:

- 1) Hãy vận dụng định luật Coulomb để vẽ hình, phân tích vectơ lực và giải thích tại sao hai điện tích cùng dấu thì đẩy nhau, hai điện tích khác dấu thì hút nhau?
- 2) Hãy nêu các ứng dụng trong thực tế cuộc sống và kỹ thuật của định luật Coulomb?
- 3) Người ta ứng dụng định luật Coulomb để chế tạo máy lọc bụi trong không khí. Hãy giải thích cơ sở vật lý và cơ chế hoạt động?

4) Sơn tĩnh điện ngày nay rất phổ biến trong công nghiệp, bằng kiến thức đã học, hãy trình bày và giải thích cơ sở vật lý của ứng dụng này ?

3. Vectơ cường độ điện trường \vec{E}

- $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \Rightarrow \vec{F} = q_0 \vec{E}$ (lực của điện trường tác dụng lên một đơn vị điện tích điểm dương)
- Vectơ cường độ điện trường \vec{E} của điện trường do một điện tích điểm q gây ra: $\vec{E} = k \frac{q}{\epsilon r^3} \vec{r}$
- Giá trị cường độ điện trường tại một điểm trong điện trường của điện tích điểm q: $E = k \frac{|q|}{\epsilon r^2}$
 - Đơn vị của cường độ điện trường E là: V/m (Hệ đơn vị quốc tế S.I).
 - Cường độ điện trường E phụ thuộc vào ϵ nên phụ thuộc vào môi trường chứa điện tích. Cùng giá trị điện tích q và khoảng cách r: Cường độ điện trường E trong môi trường nhỏ hơn trong chân không ϵ lần. Ví dụ: Hằng số điện môi của nước $\epsilon = 81$ nên cường độ điện trường E trong nước nhỏ hơn trong chân không 81 lần.
- Vectơ cường độ điện trường \vec{E} tại 1 điểm do hệ hai điện tích điểm q_1, q_2 gây ra: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

4. Vectơ cảm ứng điện \vec{D}

- Vectơ cảm ứng điện: $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{q}{r^3} \vec{r}$
- Giá trị của vectơ cảm ứng điện D của một điện tích điểm q: $D = \frac{|q|}{4\pi r^2}$
 - Vectơ cảm ứng điện D không phụ thuộc vào ϵ nên không phụ thuộc vào môi trường chứa điện tích
 - Cùng giá trị điện tích q và khoảng cách r thì độ lớn của vectơ cảm ứng điện D trong chân không và trong nước bằng nhau.
- Cường độ điện trường E gây ra bởi một mặt cầu mang điện tích Q:
 - Điện trường ở trong mặt cầu bằng không: $E = 0$
 - Điện trường ở ngoài mặt cầu và cách tâm mặt cầu một khoảng r: $E = k \frac{|Q|}{\epsilon r^2}$

5. Đường sức điện trường

- Mật độ đường sức điện trường E trong môi trường (khác chân không) nhỏ hơn trong chân không ϵ lần (Hằng số điện môi của nước $\epsilon = 81$ nên mật độ đường sức điện trường E trong nước nhỏ hơn trong chân không 81 lần).
- Mật độ đường sức cảm ứng điện D trong môi trường (khác chân không) và trong chân không bằng nhau, nên mật độ đường cảm ứng điện D trong chân không và trong nước bằng nhau.

6. Điện thông Φ_e

- Điện thông Φ_e đi qua mặt S bằng số đường cảm ứng điện đi qua mặt S
- Điện thông Φ_e đi vào mặt kín S luôn luôn âm; Điện thông Φ_e đi ra mặt kín S luôn luôn dương
- Định lý O-G dạng tích phân: $\Phi_e = \oint_{(S)} \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_{i=1}^n q_i$

Phát biểu **định lý O-G**: Điện thông đi qua mặt kín S bằng tổng đại số các điện tích chứa trong mặt kín S. (Do đó, Φ_e có thể dương, âm hay bằng không tùy theo môi trường điện trong mặt kín).

7. Thế năng trong trường tĩnh điện

- Biểu thức toán học diễn tả tính chất thế của trường tĩnh điện: $\oint_{(C)} \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0$

- Thế năng của một điện tích điểm q_0 trong điện trường:

- Thế năng của một điện tích điểm q_0 trong điện trường \vec{E} bất kỳ: $W_t = q_0 \int_{(1)}^{\infty} \vec{E} \cdot \vec{ds}$ (Chọn gốc thế năng ở vô cùng, $W_{t\infty} = 0$)

- Thế năng của một điện tích điểm q_0 trong điện trường \vec{E} của điện tích điểm q : $W_t = k \frac{qq_0}{\epsilon r}$

- Thế năng của điện tích điểm q_0 trong điện trường do hệ hai điện tích q_1 và q_2 : $W_t = k \frac{q_1 q_0}{\epsilon r_1} + k \frac{q_2 q_0}{\epsilon r_2}$

8. Điện thế

- Định nghĩa điện thế: $V = \frac{W_t}{q_0} = k \frac{q}{\epsilon r} \Rightarrow W_t = q_0 V$

- Điện thế tại vị trí M trong điện trường \vec{E} bất kỳ: $V_M = \int_{(M)}^{\infty} \vec{E} \cdot \vec{ds}$

Lấy gốc điện thế ở ∞ bằng 0 ($V_{\infty} = 0$, thường chọn tại mặt đất)

- Điện thế tại vị trí M trong điện trường \vec{E} của điện tích điểm q : $V_M = k \frac{q}{\epsilon r}$

- Điện thế tại vị trí (M) trong điện trường \vec{E} của hệ hai điện tích điểm q_1 và q_2 : $V_M = k \frac{q_1}{\epsilon r_1} + k \frac{q_2}{\epsilon r_2}$

- Một mặt cầu bán kính R, mang điện tích Q:

- Điện thế mọi điểm trong mặt cầu bằng nhau và bằng điện thế trên mặt cầu: $V_1 = V_2 = V_R = k \frac{Q}{\epsilon R}$

- Điện thế tại điểm P ở ngoài mặt cầu và cách tâm mặt cầu một khoảng r: $V_P = k \frac{Q}{\epsilon r}$

9. Công của lực tĩnh điện và Hiệu điện thế

- Công của lực tĩnh điện làm q_0 di chuyển từ M đến N: $A_{MN} = W_{tM} - W_{tN} = q_0 (V_M - V_N)$

- Hiệu điện thế: $V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q_0}$ (nếu $q_0 = +1C$ thì $V_M - V_N = A_{MN}$)

- Hiệu điện thế tại hai vị trí M và N trong điện trường \vec{E} bất kỳ: $V_M - V_N = \int_M^N \vec{E} \cdot \vec{ds}$

Một số câu hỏi:

1) Nguồn cấp điện của máy vi tính có hiệu điện thế $9V = V_M - V_N$, xác định giá trị của điện thế V_M và V_N ? Xác định vị trí của M và N?

2) Một bóng đèn nối với 2 cực (+) và (-) của bình ắc qui, đèn sáng là do dòng điện tích chạy trong mạch. Hỏi lực nào đã tác dụng để đẩy các điện tích chạy trong mạch? Giả sử đèn không bị hỏng và mạch điện luôn kín, hỏi khi nào thì đèn sẽ tắt, hãy giải thích đèn tắt trên cơ sở lý thuyết của chương điện trường?

10. Vật dẫn điện

- Trình bày định nghĩa và ứng dụng của vật dẫn điện? Điện tích được phân bố tập trung lớn nhất ở những vị trí nào đối với vật dẫn?
- Giải thích tại sao các cột thu lôi chống sét phía trên đỉnh của nó thường có các mũi nhọn chọc lên trời?
- Một dây dẫn kim loại tròn đồng trục mang điện tích Q, điện tích của vật dẫn được phân bố nhiều nhất ở đâu? Trong các dây dẫn có đường kính tương đối lớn sẽ có 3 lớp: Vỏ nhựa ngoài cùng, lớp đồng (Cu), và lõi của dây làm bằng hợp kim ở giữa. Hãy giải thích cơ sở vật lý tại sao dây được cấu tạo như vậy?
- Điện thế tại mọi điểm của vật dẫn sẽ như thế nào nếu vật dẫn ở trạng thái cân bằng tĩnh điện.

11. Vật cách điện

- Trình bày định nghĩa và ứng dụng
- Vật dẫn điện và vật cách điện có điểm giống và khác nhau như thế nào về tính chất điện?
- Muối khô tinh khiết và nước tinh khiết có dẫn điện không, giải thích? Nếu hòa tan muối vào nước tinh khiết thì dung dịch này có dẫn điện không? Nếu dẫn điện, hãy giải thích tại sao?

12. Chất bán dẫn

- Trình bày định nghĩa chất bán dẫn. Trình bày thuyết vùng năng lượng. Vai trò và ứng dụng của chất bán dẫn trong đời sống con người hiện nay.
- Trình bày định nghĩa, tính chất, phương pháp tạo ra đối với: a) Bán dẫn tinh khiết; b) Bán dẫn loại p; c) Bán dẫn loại n?
- Cấu tạo, nguyên tắc hoạt động và nêu ứng dụng của đi-ốt (diode) bán dẫn?
- Thế nào là đi-ốt (diode) phân cực thuận và phân cực nghịch?
- Đi-ốt (diode) phân cực thuận cho dòng điện chạy qua, đi-ốt phân cực nghịch không cho dòng điện chạy qua. Hãy giải thích tại sao?

Bài tập chương III ĐIỆN TRƯỜNG

1. Lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = q_0 > 0$ đặt tại A và B là $F_{12} = 5 \text{ N}$. Nếu đặt thêm vào trung điểm của AB một điện tích $q_3 = q_0$. Hãy tính lực tĩnh điện F do điện tích q_1 và q_3 tác dụng lên q_2 . **ĐS:** $F = 25 \text{ N}$ (**HD:** $\vec{F} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}$; $F_{32} = 4F_{12}$)
2. Lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = q_0 > 0$ đặt tại A và B là $F_{12} = 5 \text{ N}$. Nếu đặt thêm vào trung điểm của AB một điện tích $q_3 = -q_0$. Hãy tính lực tĩnh điện F do điện tích q_1 và q_3 tác dụng lên q_2 . **ĐS:** $F = 15 \text{ N}$ (**HD:** $\vec{F} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}$; $F_{32} = 4F_{12}$)
3. Lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = q_0 > 0$ đặt tại A và B là $F_{12} = 5 \text{ N}$. Nếu đặt thêm vào trung điểm của AB một điện tích $q_3 = -q_0$. Hãy tính lực tĩnh điện F do điện tích q_1 và q_2 tác dụng lên q_3 . **ĐS:** $F = 0 \text{ N}$ (**HD:** $\vec{F} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$; $F_{13} = F_{23} = 4F_{12}$)
4. Tại vị trí cách điện tích điểm q một khoảng $r_1 = 1 \text{ m}$ có cường độ điện trường $E_1 = 10 \text{ V/m}$. Tính cường độ điện trường E_2 tại vị trí cách q một khoảng $r_2 = 2 \text{ m}$. **ĐS:** $E_2 = 2,5 \text{ V/m}$ (**HD:**
$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$
)
5. Hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = 10^{-9} \text{ C}$ đặt tại hai đỉnh AB của tam giác đều cạnh $r = 1 \text{ m}$, ở trong chân không. Tính cường độ điện trường E tại đỉnh C. **ĐS:** $E_c = 15,59 \text{ V/m}$. **HD:** $\vec{E}_C = \vec{E}_A + \vec{E}_B \Rightarrow E_C = E_A \cos\alpha + E_B \cos\alpha$; $E_A = E_B = kq_1/r^2$; $\cos\alpha = \sqrt{3}/2$; $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$)
6. Điện tích điểm $q_0 = -10^{-4} \text{ C}$ chuyển động chung quanh điện tích điểm $q = 10^{-4} \text{ C}$ trên quỹ đạo tròn bán kính $r = 1 \text{ m}$ trong chân không. Tính thế năng W_t của điện tích q_0 trong điện trường của điện tích q. **ĐS:** $W_t = -90 \text{ J}$ (**HD:** $W_t = kq_0q/r$; $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$)
7. Điện thế tại vị trí 1 cách điện tích điểm q một đoạn $r_1 = 1 \text{ m}$ là $V_1 = 9 \text{ V}$. Tính điện thế V_2 tại vị trí 2 cách q một đoạn $r_2 = 3 \text{ m}$. **ĐS:** $V_2 = 3(\text{V})$. (**HD:** $V = q / (4\pi\epsilon_0 r)$ và tỷ số $V_2/V_1 = r_1/r_2$)
8. Hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-9} \text{ C}$ và $q_2 = -10^{-9} \text{ C}$ đặt tại hai điểm A và B cách nhau 2m trong chân không. Tính điện thế V_M tại điểm M nằm trên đường trung trực của AB. **ĐS:** $V_M = 0(\text{V})$; **HD:** $V_M = kq_1/r_1 + kq_2/r_2$
9. Một mặt cầu mang điện tích $Q = 10^{-9} \text{ C}$ phân bố đều, bán kính $R = 1 \text{ m}$ đặt trong chân không. Tính điện thế V tại tâm mặt cầu. **ĐS:** $V = 9(\text{V})$; **HD:** Điện thế tại mọi điểm trong mặt cầu bằng nhau và bằng điện thế trên mặt cầu: $V = V_R = kQ/R$
10. Hai điện tích điểm $q_1 = q_2 = 10^{-3}(\text{C})$ đặt trong chân không cách nhau một khoảng $r = 1 \text{ m}$. Tính công A của lực tĩnh điện khi đưa q_1 ra xa vô cùng. **ĐS:** $A = 9 \cdot 10^3(\text{J})$. **HD:** $A = W_{t1} - W_{t\infty} = W_{t1} = kq_1q_2/r$; Thế năng ở vô cùng $W_{t\infty} = 0$

Chương IV TỪ TRƯỜNG

1. Dòng điện

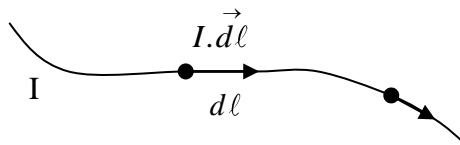
- Năm 1800, nguồn điện một chiều đầu tiên được tạo ra bởi nhà vật lý Volta (người Italia), pin đã chế tạo gồm một bản kẽm và một bản đồng nhúng trong dung dịch axit sunfuric.
- Dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích. Chiều dòng điện theo quy ước là:
 - Cùng chiều chuyển động của điện tích (+), hay ngược chiều chuyển động của điện tích (-)
 - Cùng chiều với vectơ cường độ điện trường \vec{E} tạo ra dòng điện.

2. Cường độ dòng điện

- Định nghĩa: Cường độ dòng điện I có giá trị bằng điện lượng dịch chuyển qua tiết diện dây dẫn trong một giây. Biểu thức: $I = dq/dt$
- Đơn vị cường độ dòng điện I là Ampere (A) theo hệ đơn vị quốc tế S.I.

3. Vectơ mật độ dòng điện

- Định nghĩa: Vectơ mật độ dòng điện \vec{J} là đại lượng đặc trưng cho phương chiều và độ lớn của dòng điện tại một điểm. Biểu thức: $\vec{J} = n_0 q \vec{v}$; (n_0 là mật độ hạt điện, q là điện tích hạt điện, \vec{v} vectơ vận tốc của hạt điện).
- Chiều của Vectơ mật độ dòng điện \vec{J} cùng chiều với dòng điện theo quy ước



4. Phần tử dòng điện

- Trên dòng điện I tạo một đoạn rất ngắn dl được xem như thẳng. Trên dl thiết lập vectơ $d\vec{l}$ theo chiều dòng điện.
- Phần tử dòng điện là một đại lượng vectơ được định nghĩa: $I d\vec{l}$

5. Từ trường

- Trình bày định nghĩa từ trường và các nguồn tạo ra từ trường.
- Để đặc trưng từ trường về phương diện lực, người ta dùng khái niệm vectơ cảm ứng từ \vec{B} . Độ lớn của vectơ cảm ứng từ \vec{B} được gọi là cảm ứng từ B . Đơn vị của cảm từ B là Tesla (T) theo hệ đơn vị quốc tế S.I.
- Để đặc trưng từ trường về phương diện lực, người ta còn dùng khái niệm vectơ cường độ từ trường $\vec{H} = \vec{B} / \mu\mu_0$. Độ lớn của vectơ cường độ từ trường \vec{H} được gọi là cường độ từ trường H . Đơn vị của cường độ từ trường H là (A/m) theo hệ đơn vị quốc tế (S.I).
- $\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}$ ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (H/m): hằng số từ; μ : độ từ thẩm tỉ đối của môi trường, đặc trưng cho tính chất từ của môi trường, trong chân không $\mu = 1$)

Một vài lưu ý :

- Vectơ cường độ điện trường \vec{E} phụ thuộc vào môi trường (hay $\epsilon\epsilon_0$). Vectơ cảm ứng điện \vec{D} **không** phụ thuộc vào môi trường.
- Vectơ cảm ứng từ \vec{B} phụ thuộc vào môi trường (hay $\mu\mu_0$). Vectơ cường độ từ trường \vec{H} **không** phụ thuộc vào môi trường

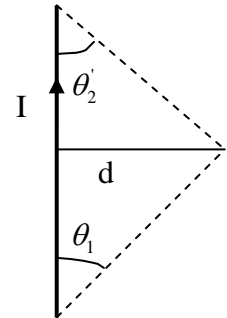
6. Định luật Biot – Savart – Laplace

- Véc tơ cảm ứng từ \vec{dB} của từ trường do phần tử dòng điện $I \vec{dl}$ gây ra được xác định theo định luật Biot – Savart – Laplace:
$$\vec{dB} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{I \vec{dl} \times \vec{r}}{r^3}$$
- \vec{dB} có phương **vuông góc** với cả $I \vec{dl}$ và \vec{r} (hay vuông góc với mặt phẳng chứa $I \vec{dl}$ và \vec{r})
- Chiều \vec{dB} xác định theo qui tắc bàn tay phải: *Bàn tay phải nắm lấy dây dẫn chứa $I \vec{dl}$ sao cho ngón tay cái choãi ra theo chiều của $I \vec{dl}$, chiều từ cổ tay đến các ngón tay là chiều của \vec{dB} .*

Một số câu hỏi:

- Véc tơ \vec{dB} do phần tử dòng điện $I \vec{dl}$ gây ra có phương hợp với $I \vec{dl}$ một góc bằng bao nhiêu?
- Véc tơ \vec{dB} do phần tử dòng điện $I \vec{dl}$ gây ra tại điểm M, có phương hợp với đường thẳng nối từ $I \vec{dl}$ đến điểm M một góc bao nhiêu?

- Cảm ứng từ do n dòng điện gây ra: $\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i$
- Từ trường gây ra bởi dòng điện tròn tại tâm O: $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}$; $H = \frac{I}{2R}$
- Từ trường gây ra bởi dòng điện thẳng: $B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi d} (\cos \theta_1 + \cos \theta_2)$
- Từ trường gây ra bởi dòng điện thẳng dài vô hạn: $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi d}$; $H = \frac{I}{2\pi d}$



7. Từ thông Φ_m

- Định nghĩa: Từ thông Φ_m đi qua mặt S bằng số đường cảm ứng từ B đi qua mặt S: $\Phi_m = \int_S \vec{B} \cdot \vec{dS}$
- Từ thông Φ_m **đi vào mặt kín S** luôn âm, từ thông Φ_m **đi ra mặt kín S** luôn dương
- Định lí O-G của từ trường: - Từ thông Φ_m **đi qua mặt kín S** bằng không.
- Biểu thức toán học định lý O-G từ trường: $\Phi_m = \oint_{(S)} \vec{B} \cdot \vec{dS} = 0$

8. Định luật Ampere về tương tác từ

- Phần tử dòng điện $I \vec{dl}$ đặt trong từ trường có véc tơ cảm ứng từ \vec{dB} . Từ trường tác dụng lên $I \vec{dl}$ một từ lực \vec{dF} xác định theo định luật Ampere: $\vec{dF} = I \vec{dl} \times \vec{dB}$
- \vec{dF} có phương vuông góc với $I \vec{dl}$ và \vec{dB} . Chiều \vec{dF} xác định theo qui tắc bàn tay trái: *Đặt bàn tay trái sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay chỉ theo chiều dòng điện, từ trường xuyên vào lòng bàn tay, chiều của ngón cái choãi ra là chiều của từ lực.*
- Ứng dụng: Từ trường tác dụng lên dòng điện một từ lực Ampere được ứng dụng trong kỹ thuật để chế tạo động cơ điện.

Một số câu hỏi:

- Phần tử dòng điện $I \vec{dl}$ đặt trong từ trường \vec{dB} , bị từ trường tác dụng một từ lực \vec{dF} . Phương của \vec{dF} hợp với $I \vec{dl}$ một góc bao nhiêu độ?
- Phần tử dòng điện $I \vec{dl}$ đặt trong từ trường \vec{dB} , bị từ trường tác dụng một từ lực \vec{dF} . Phương của \vec{dF} hợp với \vec{dB} một góc bao nhiêu độ?

9. Lực Lorentz \vec{F}_L

- Định nghĩa: *Lực Lorentz là lực từ tác dụng lên một hạt điện tích chuyển động.*
- Một hạt điện q chuyển động với vận tốc \vec{v} trong từ trường có cảm ứng từ \vec{B} , sẽ bị từ trường tác dụng một từ lực Lorentz: $\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$
- \vec{F}_L có phương vuông góc với \vec{v} và \vec{B} , có độ lớn: $F_L = qvB \cdot \sin(\vec{v}, \vec{B})$
- Chiều của \vec{F}_L xác định theo qui tắc bàn tay trái như từ lực Ampere (xem mục 8), chú ý: $q > 0$ đặt bàn tay trái với ngón tay chỉ theo chiều vận tốc hạt điện \vec{v} ; $q < 0$ đặt bàn tay trái với ngón tay chỉ ngược chiều vận tốc \vec{v} .

Chú ý:

1. Một hạt điện q chuyển động với vectơ vận tốc \vec{v} trong một từ trường \vec{B} , từ trường tác dụng lên q một lực Lorentz \vec{F}_L sẽ làm thay đổi phương chuyển động của hạt điện q .
2. Lực Lorentz \vec{F}_L được ứng dụng để chế tạo thấu kính từ trong kính hiển vi điện tử, màn hình tivi và màn hình máy tính (đời cũ – thế hệ CRT)

10. Hiệu ứng Hall

- *Vẽ hình, trình bày và giải thích hiệu ứng Hall.*
- *Hiệu ứng Hall được ứng dụng trong khóa khởi động của ô tô, hãy giải thích nguyên tắc hoạt động.*

11. Vật liệu từ

- Trình bày về chất thuận từ
- Trình bày về chất nghịch từ
- Trình bày về chất sắt từ và các ứng dụng quan trọng của chất sắt từ

Bài tập chương IV Từ trường

1. Tính cường độ từ trường H tại tâm của dòng điện tròn bán kính $R = 1(\text{m})$, cường độ dòng điện $I = 2(\text{A})$. **ĐS:** $H = 1(\text{A/m})$ (**HD:** $H = I/2R$)
2. Tính cảm ứng từ B do dòng điện thẳng dài vô hạn $I = 5(\text{A})$ trong chân không gây ra tại điểm M cách dòng điện một khoảng $d = 1(\text{m})$. **ĐS:** $B = 10^{-6}(\text{T})$ (**HD:** $B = \mu_0 I / 2\pi d$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}(\text{A/m})$)
3. Hai dòng điện thẳng $I_1 = I_2 = I = 2(\text{A})$ song song dài vô hạn cùng chiều, đặt trong chân không cách nhau $4(\text{cm})$. Tính cảm ứng từ B tại điểm M . Điểm M cách I_1 một khoảng $d_1 = 2(\text{cm})$ và cách I_2 một khoảng $d_2 = 2(\text{cm})$. **ĐS:** $B = 0$; **HD:** $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$; \vec{B}_1 và \vec{B}_2 ngược chiều $B_1 = B_2 = \mu_0 I / 2\pi d$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}(\text{A/m})$.
4. Hai dòng điện thẳng song song dài vô hạn ngược chiều, có cùng cường độ dòng điện $I = 2(\text{A})$, đặt trong chân không cách nhau $4(\text{cm})$. Tính cảm ứng từ B và cường độ từ trường H tại trung điểm M của hai dòng điện. **ĐS:** $B = 4 \cdot 10^{-5}(\text{T})$; $H = 31,8(\text{A/m})$; **HD:** $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$; \vec{B}_1 và \vec{B}_2 cùng chiều $B_1 = B_2 = \mu_0 I / 2\pi d$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}(\text{A/m})$; $H = B / \mu_0 \mu$

Chương V TRƯỜNG ĐIỆN TỬ - SÓNG ĐIỆN TỬ

1. Hiện tượng cảm ứng điện từ

- Hiện tượng cảm ứng điện từ (Faraday phát hiện năm 1831 từ thí nghiệm) chứng minh nếu có từ trường thì có thể tạo ra dòng điện.
- Từ thí nghiệm Faraday có các kết luận:

- Từ thông Φ_m qua một vòng dây dẫn kín **thay đổi theo thời gian** sẽ tạo ra trong vòng dây một dòng điện cảm ứng I_c
- Cường độ dòng điện cảm ứng I_c tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông Φ_m .
- Chiều dòng điện cảm ứng I_c phụ thuộc vào từ thông Φ_m qua vòng dây tăng hay giảm.

• **Câu hỏi:** Hãy vẽ hình, trình bày thí nghiệm của Faraday về hiện tượng cảm ứng điện từ và các phương pháp làm từ thông Φ_m biến thiên theo thời gian?

• **Ứng dụng của hiện tượng cảm ứng điện từ**

- Các nhà máy điện hoạt động dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ: Nhà máy điện nguyên tử, nhiệt điện, thủy điện, điện gió.
- Pin mặt trời hoạt động không dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ

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

- Định luật Lenz dùng để xác định chiều của dòng điện cảm ứng I_c
- Vòng dây dẫn kín đặt trong từ trường ngoài \vec{B} , dòng điện cảm ứng I_c tạo ra từ trường \vec{B}_c .
 - Nếu từ thông Φ_m qua vòng dây **tăng** thì \vec{B}_c **ngược** chiều với \vec{B}
 - Nếu từ thông Φ_m qua vòng dây **giảm** thì \vec{B}_c **cùng** chiều với \vec{B}

3. Phương trình cơ bản của hiện tượng cảm ứng điện từ: $\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt}$

Phát biểu: Suất điện động cảm ứng ε bằng trừ (-) đạo hàm của từ thông Φ_m theo thời gian t .

- Vòng dây dẫn kín quay trong từ trường đều \vec{B} , bản chất vật lý tạo ra dòng điện cảm ứng I_c là lực Lorentz \vec{F}_L tác dụng lên hạt electron tự do của dây dẫn.
- Một vòng dây dẫn kín không biến dạng đứng yên trong từ trường \vec{B} biến thiên theo thời gian, bản chất vật lý tạo ra dòng điện cảm ứng I_c là lực của điện trường xoáy \vec{E}_x tác dụng lên hạt electron tự do của dây dẫn.
- Câu hỏi:** Từ thông qua một vòng dây dẫn biến thiên theo qui luật $\phi_m = 5\cos 10t$ (Wb). Tính suất điện động cảm ứng ε trong vòng dây?

4. Hiện tượng tự cảm

- Định nghĩa : Hiện tượng tự cảm là hiện tượng cảm ứng điện từ do chính **dòng điện trong mạch thay đổi theo thời gian** tạo ra.
- Từ thông Φ_m qua mạch điện trong hiện tượng tự cảm $\Phi_m = L I$ (với L là hệ số tự cảm của mạch điện phụ thuộc vào hình dạng, kích thước và môi trường chứa mạch điện, có đơn vị là Henry (H)).
- Suất điện động tự cảm : $\varepsilon_{ic} = -L \frac{dI}{dt}$
- Câu hỏi:** Trong hiện tượng tự cảm, một mạch điện có hệ số tự cảm $L = 6$ (H), cường độ dòng điện trong mạch $i = 3\cos 3t$ (A). Tính từ thông Φ_m qua diện tích mạch điện và tính suất điện động tự cảm ε_{ic} trong mạch điện.

5. Luận điểm thứ nhất của Maxwell

- Phát biểu:** Mọi từ trường \vec{B} biến thiên theo thời gian sẽ sinh ra một điện trường xoáy \vec{E}_x . Điện trường xoáy \vec{E}_x có đường sức là đường cong kín. \vec{E}_x đóng vai trò là trường lực lạ, tạo ra suất điện động làm di chuyển điện tích trong mạch tạo thành dòng điện khép kín.

b. **Phương trình Maxwell – Faraday:** Là biểu thức toán học diễn tả luận điểm thứ nhất của Maxwell.

$$\oint_{(L)} \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = - \int_s \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

6. Luận điểm thứ hai của Maxwell: Phát biểu “Mọi điện trường \vec{E} biến thiên theo thời gian đều làm xuất hiện một từ trường \vec{B} ”.

7. Sóng điện từ

a) **Định nghĩa:** Điện trường và từ trường biến thiên theo thời gian, chuyển hóa lẫn nhau, duy trì lẫn nhau và lan truyền trong không gian, quá trình truyền đó tạo thành sóng điện từ.

b) **Tính chất tổng quát của sóng điện từ:**

- Sóng ngang: \vec{E} và \vec{B} luôn dao động theo hai phương vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng.
- Truyền được cả trong môi trường vật chất và trong chân không (khác với sóng cơ học).
- Vận tốc truyền sóng:
 - Vận tốc sóng điện từ trong chân không: $v_0 = c = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0} = 3.10^8$ m/s
 - Vận tốc sóng điện từ trong môi trường khác chân không: $v = c/n$ (với $n = \sqrt{\epsilon \mu}$ với ϵ và μ là hệ số điện môi và từ môi của môi trường ($\epsilon, \mu > 1 \Rightarrow n > 1 \Rightarrow v < c$))
- Mang năng lượng: Năng lượng sóng điện từ chính là năng lượng của điện từ trường. Mật độ năng lượng sóng điện từ là: $w = \frac{1}{2} \epsilon \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \mu \mu_0 H^2$

Câu hỏi: Trình bày định nghĩa, các tính chất và các ứng dụng của sóng điện từ

8. Hiện tượng giao thoa ánh sáng

a) **Định nghĩa:** Hiện tượng giao thoa ánh sáng là hiện tượng tại vùng không gian gặp nhau của hai chùm ánh sáng có những vùng có cường độ sáng cực đại và cực tiểu xen kẽ nhau. Hiện tượng giao thoa ánh sáng chứng tỏ ánh sáng có bản chất sóng.

b) Điều kiện để có hiện tượng giao thoa ánh sáng: Hai nguồn sáng (hay chùm ánh sáng) gặp nhau phải là hai nguồn (hay chùm) kết hợp.

c) Nguồn sáng kết hợp: Hai nguồn ánh sáng kết hợp là hai nguồn ánh sáng dao động cùng phương, cùng tần số và có hiệu pha không thay đổi theo thời gian.

d) Dao động sáng là dao động của vectơ cường độ điện trường \vec{E} của sóng điện từ.

e) Điều kiện về hiệu pha $\Delta\varphi$ và hiệu quang lộ ΔL để giao thoa ánh sáng cho **vân sáng**.

- $\Delta\varphi = 2k\pi$, với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ (cùng pha)
- $\Delta L = k\lambda$, với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

- Vị trí vân sáng trong giao thoa gây bởi khe Young xác định bởi công thức: $x = k \frac{\lambda D}{\ell}$

f) Điều kiện về hiệu pha $\Delta\varphi$ và hiệu quang lộ ΔL để giao thoa ánh sáng cho **vân tối**.

- $\Delta\varphi = (2k+1)\pi$, với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ (ngược pha)
- $\Delta L = (2k+1) \frac{\lambda}{2}$, với $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ (9-5)

Câu hỏi:

- 1) Nêu các hiện tượng giao thoa thực tế nhìn thấy trong cuộc sống và giải thích?
- 2) Trình bày hiện tượng giao thoa gây bởi khe Young? Viết công thức xác định vị trí vân sáng?
- 3) Trong hiện tượng giao thoa ánh sáng gây bởi khe Young, khoảng cách giữa hai khe hẹp là 1 mm, khoảng cách từ hai khe hẹp đến màn quan sát là 1 m, bước sóng của ánh sáng 0,5 μm . Tìm vị trí vân sáng thứ 3 trên màn quan sát. ĐS: $x_3 = 1,5$ mm (HD: $x_k = kD\lambda / \ell$)

Chương VI LÝ THUYẾT LƯỢNG TỬ & CƠ HỌC LƯỢNG TỬ

1. Bức xạ nhiệt: Là bức xạ điện từ được kích thích do năng lượng chuyển động nhiệt của nguyên tử và phân tử.

2. Định luật dịch chuyển Wien: Bước sóng bức xạ nhiệt λ_m mang năng lượng lớn nhất thỏa mãn biểu thức: $\lambda_m \cdot T = b$ (biểu thức định luật dịch chuyển Wien), với $b = 2,9 \cdot 10^{-3}$ (m.K) là hằng số Wien.

3. Thuyết lượng tử ánh sáng của Anhtanh (Einstein) (còn gọi là thuyết phôtôn hay photon)

- Bức xạ điện từ được tạo thành từ vô số hạt gọi là photon (hay lượng tử ánh sáng).
- Mỗi bức xạ điện từ là đơn sắc, các photon đều giống nhau và có năng lượng: $\epsilon = h\nu = hc/\lambda$
- Trong mọi môi trường hạt photon truyền đi với cùng vận tốc: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.
- Cường độ chùm bức xạ **tỉ lệ thuận** với số photon phát ra từ nguồn trong 1 đơn vị thời gian
- Một vật phát xạ hay hấp thụ bức xạ điện từ tức là vật đó phát xạ hay hấp thụ các photon
- Theo thuyết tương đối Einstein, photon có khối lượng: $m = h/\lambda c$
- Động lượng của photon: $p = mv = mc = h/\lambda$

4. Hiện tượng quang điện (Hiệu ứng quang điện)

a) **Định nghĩa:** Là hiện tượng các hạt electron bị bức ra khỏi bề mặt kim loại khi chiếu vào một chùm ánh sáng có bước sóng thích hợp. Các hạt electron bị bức ra được gọi là các quang electron. Hiện tượng quang điện chứng tỏ ánh sáng có bản chất hạt.

b) Phương trình Einstein về hiện tượng quang điện: $\epsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = A + \frac{1}{2} m_e v_m^2$ (Năng lượng ϵ mà electron hấp thụ từ hạt photon được chia làm hai phần: Một phần dùng để thắng công thoát A giúp electron thoát ra khỏi bề mặt kim loại, phần còn lại biến thành động năng đầu cực đại của electron).

c) **Câu hỏi:** Hãy trình bày các ứng dụng của hiện tượng (hay hiệu ứng quang điện) trong kỹ thuật và cuộc sống.

5. Lượng tính sóng hạt của vi hạt

Dựa trên lý thuyết lưỡng tính sóng hạt của ánh sáng, năm 1924 De Broglie đã đưa ra lý thuyết lưỡng tính sóng hạt của vi hạt như sau:

- Một vi hạt tự do có năng lượng E (Động năng $W_d = mv^2/2$ và động lượng $p = mv$).
- Tính chất sóng của vi hạt được diễn tả bằng:
 - Tần số sóng γ của vi hạt xác định theo động năng W_d của vi hạt: $\gamma = W_d/h = mv^2/2h$
 - Bước sóng λ của vi hạt được xác định theo động lượng p của vi hạt: $\lambda = h/p = h/mv$
- Tính chất sóng của hạt electron đã được kiểm chứng bằng thực nghiệm năm 1927 bởi Davisson (người Mỹ) và bởi Thomson (người Anh).

Bài tập chương VI

1. Tính năng lượng ϵ , khối lượng m , và động lượng p của hạt photon có bước sóng $\lambda = 0,662 \mu\text{m}$. Cho hằng số Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s. (ĐS: $\epsilon = 3 \cdot 10^{-19}$ J; $m = 0,33 \cdot 10^{-35}$ kg; $p = 10^{-27}$ kg.m/s)
HD: $\epsilon = hc/\lambda$; $m = h/\lambda c$; $p = h/\lambda$
2. Từ máy phân tích quang phổ xác định được trong quang phổ Mặt trời ánh sáng có bước sóng $\lambda_m = 0,5 \mu\text{m}$ mang năng lượng lớn nhất. Xem mặt trời là vật đen tuyệt đối. Tính nhiệt độ T của bề mặt Mặt trời. (ĐS: $T = 5796$ K; HD: Định luật Wien: $\lambda_m \cdot T = b$, hằng số Wien $b = 2,898 \cdot 10^{-3}$ m.K).
3. Hạt e^- có khối lượng $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg chuyển động tự do, có tốc độ $v = 3 \cdot 10^2$ m/s. Tính bước sóng λ tương ứng của hạt e^- . (ĐS: $\lambda = 0,24 \cdot 10^{-5}$ m; HD: $\lambda = h/mv$; Hằng số Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s)