

BÁCH KHOA ĐẠI CƯƠNG MÔN PHẢI



ĐỀ CƯƠNG ÔN TẬP VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG II

TÁC GIẢ: Phạm Trung – Phương Thảo

HÀ NỘI - 2020

LỜI MỞ ĐẦU

Học phần vật lý đại cương II là một trong những học phần đại cương bắt buộc đối với sinh viên Đại Học Bách Khoa Hà Nội. Đây là một học phần tuy không quá khó nhưng đòi hỏi sinh viên phải có sự cẩn mẫn đào sâu lý thuyết và lấy đó làm gốc để đi vào làm các bài tập vận dụng. Đối với các bạn sinh viên năm nhất, chắc hẳn sẽ ngỡ ngàng và gặp nhiều khó khăn vì cách học vật lý trên đại học sẽ khác khá nhiều so với cách học vật lý ở phổ thông. Một trong những khó khăn lớn nhất mà các bạn gặp phải chắc hẳn sẽ là bài thi cuối kì, thay vì chỉ cần giải bài tập thì bài thi này còn yêu cầu các bạn nắm tương đối vững kiến thức lý thuyết của môn học. Thấu hiểu được điều này, hai anh chị Phương Thảo – Phạm Trung của nhóm Bách Khoa Đại Cương Môn Phái đã dựa trên những kiến thức và kinh nghiệm của bản thân để biên tập tài liệu này nhằm giúp các bạn ôn luyện một cách hiệu quả hơn. Do kiến thức còn nhiều thiếu sót và trong quá trình biên soạn cũng không tránh được sai sót nên nhóm rất mong nhận được sự đóng góp của các bạn để tài liệu được hoàn thiện hơn. Lưu ý, đây là tài liệu được nhóm chia sẻ miễn phí cho các bạn sinh viên, tài liệu không sử dụng cho mục đích mua bán trao đổi hoặc dùng làm phao thi. Chúc các bạn đạt kết quả cao trong kì thi sắp tới !

NHÓM TÁC GIẢ

MỤC LỤC

Câu 1: Định nghĩa đường cảm ứng điện? Cho biết chiều quy ước của đường cảm ứng điện? Viết công thức xác định thông lượng cảm ứng điện (điện thông) qua diện tích S . Tính điện thông qua một mặt cầu bao quanh điện tích điểm?.....	5
Câu 2: Phát biểu và viết biểu thức định lý O-G trong điện trường? Chứng minh định lý OG cho trường hợp điện tích điểm nằm trong mặt Gauss?.....	5
Câu 3: Phát biểu và viết biểu thức của định lý O-G trong điện trường. Chứng minh định lý O-G cho trường hợp điện tích điểm q nằm ngoài mặt Gauss.....	6
Câu 4: Định nghĩa tụ điện. Dẫn ra biểu thức điện dung của tụ điện phẳng và tụ điện cầu.	7
Câu 5: Dẫn ra công thức 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 điện trường là trường thế.....	7
Câu 6: 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 điện hưởng một phần và thế nào là điện hưởng toàn phần.....	9
Câu 7: Trình bày về thế năng của một điện tích trong điện trường.	9
Câu 8: Thiết lập công thức liên hệ giữa hai vectơ cường độ điện trường và điện thế. Từ đó suy ra công thức tính hiệu điện thế giữa hai bản cực của một tụ điện phẳng tích điện với mật độ điện mặt σ và khoảng cách giữa hai bản cực là d	10
Câu 9: 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 điện tích điểm phân bố rời rạc và tại một điểm của điện trường bất kỳ.....	11
Câu 10: Định nghĩa lưỡng cực điện. Cho biết hướng và độ lớn của vectơ momen lưỡng cực điện (vectơ momen điện). Khi đặt một phân tử không phân cực trong điện trường ngoài, sự phân cực diễn ra thế nào. Tại sao trong trường hợp này phân tử được xem như một lưỡng cực đàn hồi.	12
Câu 11: Nêu điều kiện cân bằng tĩnh điện của một vật dẫn mang điện. Chứng tỏ rằng điện tích chỉ phân bố trên bề mặt của vật dẫn. Điều kiện cân bằng tĩnh điện của một vật dẫn mang điện.....	13
Câu 12: Viết công thức tính năng lượng tương tác của hệ hai điện tích điểm (giải thích kí hiệu). Từ đó suy ra năng lượng của tụ điện phẳng và mật độ năng lượng điện trường. ...	13
Câu 13a: 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.	14

Câu 13b: . Xác định cường độ điện trường tổng hợp trong chất điện môi đồng chất và đẳng hướng. Thế nào là hiệu ứng áp điện thuận và áp điện nghịch:	16
Câu 14: Trình bày các vấn đề sau:	17
Dạng vi phân định luật Ohm.	17
Khái niệm nguồn điện, thiết lập biểu thức suất điện động của nguồn điện.....	17
Câu 15: Phát biểu và viết biểu thức của định luật Bio-Savart-Laplace. Minh họa bằng hình vẽ. Áp dụng tính cảm ứng từ gây bởi một đoạn dòng điện thẳng tại điểm M cách dòng điện một khoảng bằng r. Xét trường hợp dòng điện thẳng dài vô hạn.	18
Câu 16: Tính 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 một khoảng h. Từ kết quả trên xét hai trường hợp giới hạn khi M trùng với tâm O của dòng điện ($h=0$) và khi M ở rất xa dòng điện ($h \gg R$).	20
Câu 17: Phát biểu và viết biểu thức định lý Ampe về lưu số của vectơ cường độ từ trường. Ý nghĩa của định lý. Áp dụng công thức của định lý trên để tính cảm ứng từ trong lòng cuộn dây điện hình xuyên và ống dây điện thẳng dài vô hạn.....	21
Câu 18: Cho hạt điện có điện tích q, khối lượng m, bay vào trong một từ trường đều cảm ứng từ B theo phương vuông góc với đường sức từ với vận tốc v. Tìm phương trình chuyển động và phương trình quỹ đạo của hạt điện.....	22
Câu 19: Định nghĩa đường sức từ. Trình bày khái niệm từ thông và ý nghĩa. Phát biểu và viết công thức định lý O-G đối với từ trường.....	24
Câu 20: Trình bày 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.....	24
Câu 21: Hiện tượng tự cảm là gì. Thiết lập biểu thức tính suất điện động tự cảm và biểu thức tính độ tự cảm của ống dây thẳng dài vô hạn. Nêu một ví dụ thực tế ứng dụng hiện tượng tự cảm.....	26
Câu 22: Phát biểu luận điểm 1 của Maxwell. Phân biệt giữa 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.....	27
Câu 23: 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-Ampe dạng tích phân.....	28
Câu 24: Trình bày về chất thuận từ, chất nghịch từ, vectơ từ độ?	28
Câu 25: Sắt từ là gì. Đường cong từ trễ (Đường cong từ hóa).	30
Câu 25: Trình bày sự biến đổi năng lượng trong mạch dao động LC.	31
Câu 26: Phương trình sóng điện từ. Tính chất của sóng điện từ. Phân loại sóng điện từ.	31

- Câu 28:** Thế nào là từ hóa. Trình bày tính chất từ của nguyên tử. 32
- Câu 29:** Sử dụng định lý O-G chứng minh công thức cường độ điện trường tại điểm M nằm trong và nằm ngoài quả cầu tích điện đều điện tích q và mặt phẳng vô hạn..... 33
- Câu 30:** Tìm biểu thức cường độ điện trường gây ra bởi một đĩa tròn mang điện với bán kính R , mật độ điện mặt σ tại điểm M nằm trên trục của đĩa và cách trục của đĩa một đoạn là h : 34
- Câu 31:** Chứng minh công thức cường độ điện trường gây bởi vòng dây mang điện 35
- Câu 32:** Trình bày định luật kirchoff cho mạch điện..... 35
- Câu 33:** Trình bày về bộ lọc vận tốc và hiệu ứng Hall..... 36

ĐỀ CƯƠNG ÔN TẬP VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG II

Câu 1: Định nghĩa đường cảm ứng điện? Cho biết chiều quy ước của đường cảm ứng điện? Viết công thức xác định thông lượng cảm ứng điện (điện thông) qua diện tích S. Tính điện thông qua một mặt cầu bao quanh điện tích điểm?

- Định nghĩa: Đường cảm ứng điện là đường cong mà tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó trùng với phương của vectơ điện cảm $\vec{D}$
- Chiều: là chiều của $\vec{D}$
- Công thức xác định thông lượng cảm ứng gửi qua diện tích S

$$\Phi_e = \int d\phi_e = \int \vec{D} \cdot d\vec{S}$$

Nếu α là góc hợp bởi $\vec{n}$ và $\vec{D}$ ta có: $\phi_e = \int D \cdot dS \cdot \cos\alpha$
- Điện thông qua một mặt cầu bao quanh điện tích điểm

$$\Phi_e = \int d\phi_e = \frac{q}{4\pi} \int d\Omega$$

Câu 2: Phát biểu và viết biểu thức định lý O-G trong điện trường? Chứng minh định lý OG cho trường hợp điện tích điểm nằm trong mặt Gauss?

- Định lý: Điện thông gửi qua một mặt kín có độ lớn bằng tổng điện tích chứa trong mặt kín đó.
- Chứng minh:

Chọn mặt (S) bao quanh q như hình vẽ.

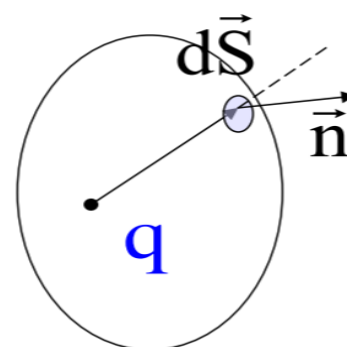
Chọn mặt vi phân dS có vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ với $\alpha = (\vec{n}, \vec{D})$.

$$\text{Ta có: } d\Phi_e = \vec{D} \cdot d\vec{S} = D \cdot dS \cdot \cos\alpha$$

$$\text{Mà } D = \frac{|q|}{4\pi r^2}$$

$$\Rightarrow d\Phi_e = \frac{|q|}{4\pi} \frac{dS \cdot \cos\alpha}{r^2}$$

$$\Rightarrow \Phi_e = \int_{(S)} d\Phi_e = \int_{(S)} \frac{|q|}{4\pi} \frac{dS \cdot \cos\alpha}{r^2}$$



Theo định lý góc khối: $\Phi_e = \frac{|q|}{4\pi} \int_{(S)} d\Omega$

Do mặt bao quanh điện tích nên: $\int_{(S)} d\Omega = 4\pi$

$$\Rightarrow \Phi_e = \frac{|q|}{4\pi} 4\pi = q$$

Câu 3: Phát biểu và viết biểu thức của định lý O-G trong điện trường. Chứng minh định lý O-G cho trường hợp điện tích điểm q nằm ngoài mặt Gauss.

- Định lý O-G: Điện thông qua một mặt kín bằng tổng đại số các điện tích chứa trong mặt kín ấy.

Biểu thức: $\Phi_e = \int \vec{D} \cdot \vec{ds} = \sum_i q_i$

Trong đó $\sum_i q_i$ là phép lấy tổng đại số các điện tích chứa trong mặt kín S .

- Chứng minh định lý cho trường hợp điện tích q nằm ngoài mặt Gauss: Khi điện tích nằm ngoài mặt kín (S). Điện thông do điện tích đó gây ra gửi qua (S) là:

$$\Phi_e = \frac{q}{4\pi} \int_{(S)} d\Omega$$

Ta dựng mặt nón đỉnh O tiếp xúc với (S), đường tiếp xúc với (S) chia (S) thành S_1

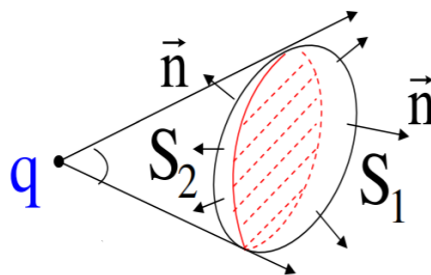
và S_2 như hình vẽ. Ta có: $\int_{(S)} d\Omega = \int_{(S_1)} d\Omega + \int_{(S_2)} d\Omega$

Với quy ước chiều pháp tuyến hướng ra ngoài

$$\text{Ta có: } \begin{cases} \int_{(S_1)} d\Omega = +\Delta\Sigma \\ \int_{(S_2)} d\Omega = -\Delta\Sigma \end{cases}$$

$$\Rightarrow \int_{(S)} d\Omega = \Delta\Sigma - \Delta\Sigma = 0$$

$$\text{Vậy } \Phi_e = 0$$



Câu 4: Định nghĩa tụ điện. Dẫn ra biểu thức điện dung của tụ điện phẳng và tụ điện cầu

- Tụ điện là hệ thống gồm 2 hay nhiều vật dẫn đặt gần nhau sao cho giữa chúng xảy ra hiện tượng điện hưởng toàn phần.
- Điện dung của tụ điện phẳng: tụ điện phẳng có 2 bản cùng diện tích S , cách nhau khoảng d . Nếu d rất nhỏ so với kích thước của mỗi bản tụ ta có thể coi điện trường giữa hai bản tụ điện như điện trường gây bởi 2 mặt phẳng song song vô hạn mang điện đều:

$$\text{điện đều: } V_1 - V_2 = \frac{d\sigma}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{dQ}{\epsilon\epsilon_0 S}$$

$$\Rightarrow C = \frac{Q}{V_1 - V_2} = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$$

- Biểu thức tính điện dung của tụ cầu: Tụ cầu là hệ gồm 2 bản mặt cầu kim loại đồng tâm, bán kính R_1 và R_2 ($R_1 > R_2$). Điện tích Q , $-Q$ và điện thế V_1 , V_2 . Điện dung C của tụ là:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{4\pi\epsilon\epsilon_0 R_1 R_2}{R_1 - R_2}$$

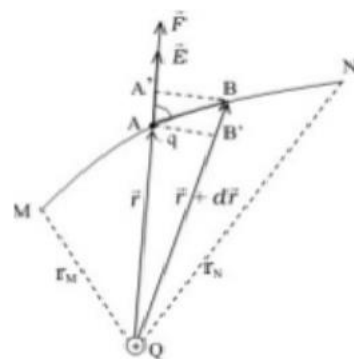
Câu 5: Dẫn ra công thức tính công của lực tĩnh điện khi dịch chuyển điện tích điểm q_0 trong điện trường của điện tích điểm q . Tại sao nói điện trường là trường thế.

- Xét điện tích điểm q_0 đặt trong điện trường gây ra bởi điện tích điểm q đứng yên. Dưới tác dụng của lực tĩnh điện, điện tích q_0 di chuyển theo đường cong MN . Giả sử tại thời điểm t điện tích q_0 có vị trí là điểm A trên quỹ đạo MN . Tại đó, vectơ cường độ điện trường do điện tích q tạo ra xác định bởi

$$\vec{E} = \frac{kq}{\epsilon r^3} \vec{r}$$

Lực tĩnh điện tác dụng lên điện tích là

$$\vec{F} = q_0 \cdot \vec{E} = \frac{kq_0 q}{\epsilon r^3} \vec{r}$$



Sau thời gian dt , điện tích q_0 thực hiện chuyển dời vô cùng nhỏ tới điểm B trên quỹ đạo. Vectơ dịch chuyển $\vec{ds} = \vec{AB}$.

Công của lực tĩnh điện trong chuyển dời vi phân này là

$$dA = \vec{F} \cdot \vec{ds} = q_0 \cdot \vec{E} \cdot \vec{ds} = q_0 \cdot E \cdot ds \cdot \cos\alpha = \frac{kq_0q}{\epsilon r^2} \cdot ds \cdot \cos\alpha$$

trong đó $\alpha = (\vec{r}, \vec{ds})$

$$ds \cdot \cos\alpha = dr$$

Vậy công của lực tĩnh điện trong sự dịch chuyển của điện tích q_0 từ M đến N sẽ bằng:

$$dA = \frac{kq_0q}{\epsilon r^2} \cdot dr$$

$$\Rightarrow A = \int_M^N dA = \frac{kq_0q}{\epsilon} \int_{r_M}^{r_N} \frac{dr}{r^2} = \frac{kq_0q}{\epsilon r_M} - \frac{kq_0q}{\epsilon r_N}$$

- Tại sao nói điện trường là trường thế: thay vì điện tích q , bây giờ điện trường tĩnh là hệ điện tích điểm đứng yên $q_1, q_2, \dots, q_n$. Bằng cách áp dụng nguyên lý chồng chất điện trường và cách tính tương tự như trên ta sẽ thu được kết quả:

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{kq_0q_i}{\epsilon r_{iM}} - \sum_{i=1}^n \frac{kq_0q_i}{\epsilon r_{iN}}$$

Trong đó r_{iM} và r_{iN} lần lượt là khoảng cách từ điện tích q_i tới các điểm M và N.

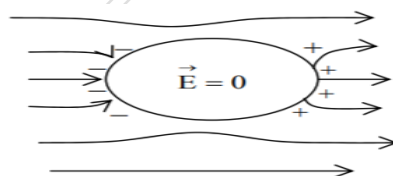
Ta thấy công của lực tĩnh điện trong quá trình dịch chuyển điện tích q_0 trong điện trường có 2 đặc điểm là

- Không phụ thuộc vào dạng đường cong dịch chuyển mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối của dịch chuyển.
- Nếu q_0 dịch chuyển trong một đường cong kín ($r_M = r_N$) thì công của lực tĩnh điện $A = 0$.

Vậy điện trường là trường thế.

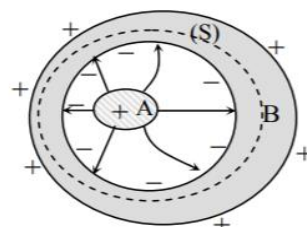
Câu 6: Định nghĩa hiện tượng điện hưởng. Thế nào là hai phần tử tương ứng. Phát biểu định lý các phần tử tương ứng. Thế nào là điện hưởng một phần và thế nào là điện hưởng toàn phần.

- Hiện tượng điện hưởng: hiện tượng các điện tích cảm ứng xuất hiện ở bề mặt vật dẫn (lúc đầu không mang điện) khi đặt trong điện trường ngoài.
- Hai phần tử tương ứng: là 2 phần tử có điện tích cảm ứng bằng nhau và trái dấu.
- Định lý các phần tử tương ứng: điện tích cảm ứng trên các phần tử tương ứng có độ lớn bằng nhau và trái dấu.
- Hiện tượng điện hưởng một phần: Chỉ một phần đường cảm ứng điện của điện trường ngoài tới tận cùng trên bề mặt vật dẫn, phần còn lại đi ra vô cùng. Điện tích cảm ứng q' có độ lớn nhỏ hơn điện tích trên vật mang điện q



$$|q'| < |q|$$

- Hiện tượng điện hưởng toàn phần: Toàn bộ đường cảm ứng điện của điện trường ngoài đều tới tận cùng trên vật dẫn. Điện tích cảm ứng q' có độ lớn bằng điện tích trên vật mang điện q .



$$|q'| = |q|$$

Câu 7: Trình bày về thế năng của một điện tích trong điện trường.

Vì điện trường là trường thế, công của lực tĩnh điện trong sự dịch chuyển một điện tích q_0 trong điện trường cũng bằng độ giảm thế năng W của điện tích đó trong điện trường. Trong một chuyển dời nguyên tố ds , ta có:

$$dA = -dW \text{ với } dA = q_0 \vec{E} \cdot \vec{ds}$$

Trong chuyển dời hữu hạn từ điểm M tới N trong điện trường ta có:

$$A_{MN} = \int_M^N dA = \int_M^N -dW = W_M - W_N$$

hay
$$A_{MN} = \int_M^N dA = \int_M^N q_0 \vec{E} \cdot \vec{ds} = W_M - W_N$$

Xét trường hợp điện tích q_0 dịch chuyển trong điện trường của một điện tích điểm q . Ta có:

$$A_{MN} = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_M} - \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_N}$$

$$\Rightarrow W_M - W_N = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_M} - \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_N}$$

Từ đó suy ra biểu thức thế năng của điện tích điểm q_0 đặt trong điện trường của điện tích điểm q và cách điện tích điểm q một đoạn r bằng:

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

Quy ước: $C = W_\infty = 0$

Ta có:
$$W = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

Với trường hợp điện tích điểm q_0 đặt trong điện trường của hệ điện tích điểm

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = \sum_{i=1}^n \frac{q_0 q_i}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_i}$$

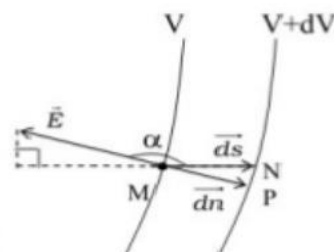
Thế năng của điện tích điểm q_0 trong một điện trường bất kì

$$W = \int_M^\infty q_0 \vec{E} \cdot \vec{ds}$$

Vậy: Thế năng của điện tích điểm q_0 tại một điểm trong điện trường là một đại lượng có giá trị bằng công của lực tĩnh điện trong sự dịch chuyển điện tích đó từ điểm ta đang xét ra xa vô cùng.

Câu 8: Thiết lập công thức liên hệ giữa hai vectơ cường độ điện trường và điện thế. Từ đó suy ra công thức tính hiệu điện thế giữa hai bản cực của một tụ điện phẳng tích điện với mật độ điện mặt σ và khoảng cách giữa hai bản cực là d .

- Thiết lập công thức liên hệ: xét 2 điểm M và N rất gần nhau trong điện trường. Điểm M thuộc mặt đẳng thế có điện thế



V, còn điểm N thuộc mặt đẳng thế có điện thế $V + dV$ (với $dV > 0$). Giả sử dưới tác dụng của lực tĩnh điện, một điện tích điểm $q < 0$ dịch chuyển từ điểm M sang điểm N. Khi đó công của lực tĩnh điện trong dịch chuyển này bằng:

$$dA = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{ds} \text{ với } \vec{ds} = \overrightarrow{MN}$$

$$\text{Mặt khác: } dA = q (V_M - V_N) = q ([V - (V + dV)] = -qdV.$$

$$\text{Do đó: } \vec{E} \cdot \vec{ds} = -dV$$

$$\text{Gọi } \alpha = (\vec{E}, \vec{ds}), \text{ khi đó: } \vec{E} \cdot \vec{ds} = E \cdot ds \cdot \cos \alpha = E_s \cdot ds = -dV < 0$$

Ta suy ra các kết luận sau:

- Vectơ cường độ điện trường E luôn hướng theo chiều giảm của điện thế (góc α tù).
- Hình chiếu của E lên một phương nào đó về trị số bằng độ giảm điện thế trên một đơn vị dài của phương đó: $E_s = \frac{-dV}{ds}$. Trong hệ tọa độ Đề-các, biểu thức trên được tổng hợp như sau:

$$\vec{E} = -\overrightarrow{grad}V = -\left(\vec{i} \frac{\partial V}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial V}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial V}{\partial z}\right)$$

Câu 9: 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 điện tích điểm phân bố rời rạc và tại một điểm của điện trường bất kỳ.

- Điện thế: Ta có nhận xét tỉ số $\frac{W}{q_0}$ không phụ thuộc vào độ lớn của điện tích q_0 mà chỉ phụ thuộc vào các điện tích gây ra điện trường và vào vị trí của điểm đang xét trong điện trường. Vì vậy ta có thể dùng tỉ số đó để đặc trưng cho điện trường tại điểm đang xét. Theo định nghĩa tỉ số $V = \frac{W}{q_0}$ được gọi là điện thế của điện trường tại điểm đang xét.

- Ý nghĩa của điện thế: Điện thế tại một điểm trong điện trường là một đại lượng vật lý 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 của hệ điện tích điểm phân bố rời rạc:

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n \frac{kq_i}{\epsilon r_i} \text{ (V)}$$

Trong đó: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} = 9.10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

ϵ là hằng số điện môi

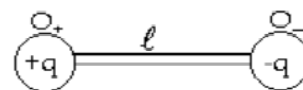
r_i là khoảng cách từ điểm đang xét đến điện tích q_i

- Điện thế tại một điểm trong điện trường bất kỳ:

$$V_M = \int_M^{\infty} \vec{E} \cdot d\vec{s} \text{ (V)}$$

Câu 10: Định nghĩa lưỡng cực điện. Cho biết hướng và độ lớn của vecto momen lưỡng cực điện (vecto momen điện). Khi đặt một phân tử không phân cực trong điện trường ngoài, sự phân cực diễn ra thế nào. Tại sao trong trường hợp này phân tử được xem như một lưỡng cực đàn hồi.

- Lưỡng cực điện: Lưỡng cực điện là một hệ hai điện tích điểm có độ lớn bằng nhau nhưng trái dấu nhau (+q và -q), cách nhau một đoạn l rất nhỏ so với khoảng cách từ lưỡng cực điện tới những điểm đang xét của trường.



- Momen lưỡng cực điện: $\vec{P}_e = q\vec{l}$
 - Hướng: từ -q đến +q
 - Độ lớn: $|\vec{P}_e| = ql$ với l là khoảng cách từ -q đến +q.
- Khi đặt phân tử không phân cực trong điện trường ngoài, các điện tích âm và dương của phân tử bị điện trường ngoài tác dụng và dịch chuyển ngược chiều nhau: điện tích dương theo chiều điện trường, điện tích âm ngược chiều điện trường, phân tử trở thành một lưỡng cực điện có momen điện $\vec{P}_e$ khác không. $\vec{P}_e$ tỉ lệ thuận với vecto cường độ điện trường $\vec{E}$.

$$\vec{P}_e = \epsilon_0 \alpha \vec{E}$$

Trong đó: ϵ_0 là hằng số điện

A là độ phân cực của phân tử

- Ta thấy độ dịch chuyển của các trọng tâm điện tích dương và âm của phân tử phụ thuộc vào điện trường $\vec{E}$ tương tự như một biến dạng đàn hồi. Vì vậy, phân tử không phân cực khi đặt trong điện trường ngoài cũng giống như một lưỡng cực đàn hồi.

Câu 11: Nêu điều kiện cân bằng tĩnh điện của một vật dẫn mang điện. Chứng tỏ rằng điện tích chỉ phân bố trên bề mặt của vật dẫn. Điều kiện cân bằng tĩnh điện của một vật dẫn mang điện

- Vectơ cường độ điện trường tại mọi điểm bên trong vật dẫn bằng 0

$$\vec{E}_{\text{trong}} = 0$$

- Thành phần tiếp tuyến $\vec{E}_t$ của vectơ cường độ điện trường tại mọi điểm trên mặt vật dẫn bằng 0.

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

- Chứng minh rằng điện tích chỉ phân bố trên bề mặt của vật dẫn: chọn S là một mặt kín nằm trong lòng vật dẫn và rất sát với bề mặt vật dẫn, khi đó áp dụng định lý O-G cho mặt kín S này ta có: $\sum_i q_i = \int \vec{D} \cdot d\vec{s} = 0$ vì trong lòng vật dẫn $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E} = 0$. Do đó, trong lòng mặt kín S này không có điện tích nào cả và điện tích của vật dẫn cân bằng tĩnh điện chỉ được phân bố trên bề mặt vật dẫn.

-

Câu 12: Viết công thức tính năng lượng tương tác của hệ hai điện tích điểm (giải thích kí hiệu). Từ đó suy ra năng lượng của tụ điện phẳng và mật độ năng lượng điện trường.

- Năng lượng tương tác của hệ 2 điện tích điểm:

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

Trong đó: W là năng lượng tương tác của 2 điện tích điểm q_1, q_2 .

r_{12} là khoảng cách giữa hai điện tích

ϵ là hằng số điện môi

Ta thấy năng lượng tương tác của điện tích q_1 lên q_2 và q_2 lên q_1 là như nhau

$$W_{12} = W_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$$

$$\text{Hoặc } V_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_{12}} \quad V_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r_{12}} \text{ với } V_1, V_2 \text{ là điện thế tại } q_1, q_2.$$

- Năng lượng của tụ điện phẳng:

$$W = \frac{1}{2} (q_1 U_1 + q_2 U_2)$$

$$q_1 = -q_2 = q \text{ (giả sử } q > 0)$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2} q (V_1 - V_2) = \frac{1}{2} q U = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} C U^2 \text{ với } C \text{ là điện dung của tụ.}$$

- Mật độ năng lượng điện trường

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

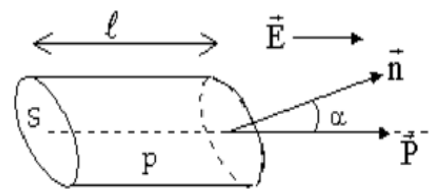
Câu 13a: Thế nào là hiện tượng phân cực điện môi. Định nghĩa vectơ phân cực điện môi. Tìm mối liên hệ giữa vectơ phân cực điện môi và mật độ điện tích liên kết trên bề mặt điện môi.

- Xét điện trường của một vật mang điện A. Đưa một thanh điện môi đồng chất và đẳng hướng vào điện trường trên, thì trên các mặt giới hạn của thanh điện môi sẽ xuất hiện các điện tích trái dấu nhau. Mặt gần với A được tích điện trái dấu với A, mặt còn lại tích điện cùng dấu với A. Như vậy hiện tượng xuất hiện các điện tích trái dấu ở 2 đầu của thanh điện môi khi đưa thanh điện môi này vào điện trường ngoài được gọi là hiện tượng phân cực điện môi.
- Vectơ phân cực điện môi: là đại lượng đo bằng tổng các vectơ momen lưỡng cực điện của các phân tử có trong một đơn vị thể tích của chất điện môi.

$$\vec{P}_e = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{P}_{ei}}{\Delta V}$$

- Mối liên hệ giữa vectơ phân cực điện môi và mật độ điện tích liên kết trên bề mặt điện môi: Xét khối điện môi có dạng hình trụ xiên, đồng chất, độ dài l , diện tích đáy S . Đặt khối điện môi trong điện trường $\vec{E}$ sao cho đường sinh của nó song song với điện trường $\vec{E}$.

Gọi σ là mật độ điện mặt xuất hiện trên 2 đáy của khối điện môi. Quy ước chiều dương của pháp tuyến $\vec{n}$ trên 2 đáy hướng ra ngoài. Điện tích tổng cộng trên 2 đáy là $+\sigma S$ và $-\sigma S$. Toàn bộ khối điện môi có thể coi như một lưỡng cực điện có



momen lưỡng cực bằng: $p = \sigma \cdot S \cdot l$

Thể tích của khối điện môi là: $\Delta V = S \cdot l \cdot \cos \alpha$ với $\alpha = (\vec{P}, \vec{n})$. Theo định nghĩa vectơ phân cực điện môi ta có:

$$P = \frac{p}{\Delta V} = \frac{\sigma \cdot S \cdot l}{S \cdot l \cdot \cos \alpha} = \frac{\sigma}{\cos \alpha}$$

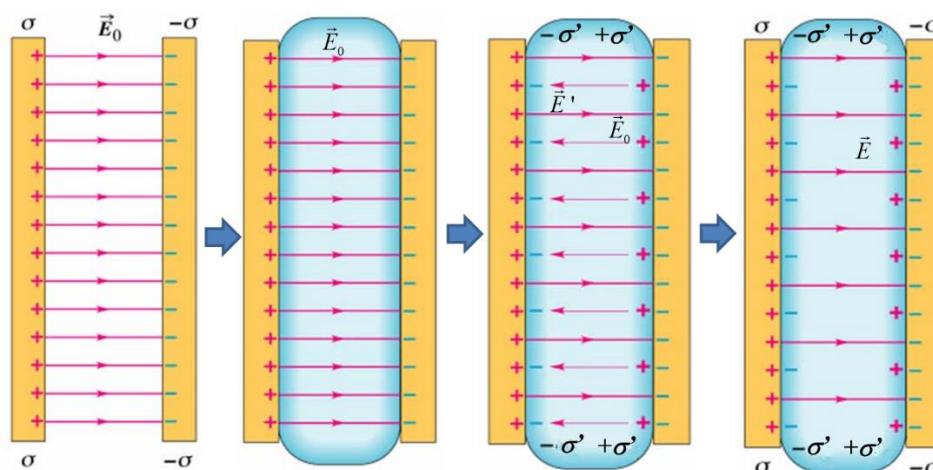
$$\Rightarrow P \cdot \cos \alpha = \sigma$$

Lại có: $P \cdot \cos \alpha = P_n$, trong đó P_n là hình chiếu của $\vec{P}$ xuống phương pháp tuyến $\vec{n}$

$$\text{Do đó: } P_n = \sigma$$

Vậy mật độ điện tích liên kết xuất hiện trên mặt giới hạn của khối điện môi có giá trị bằng hình chiếu của vectơ phân cực điện môi lên pháp tuyến của mặt giới hạn đó.

Câu 13b: . Xác định cường độ điện trường tổng hợp trong chất điện môi đồng chất và đẳng hướng. Thế nào là hiệu ứng áp điện thuận và áp điện nghịch:



- Giả sử xét 1 tụ phẳng :
 - + Ban đầu giữa hai bản tụ chứa không khí.
 - + Sau đó giữa hai bản tụ chứa một chất điện môi có hệ số điện môi tương đối là ϵ .

- Ta có: $\vec{E}$ là véc tơ cường độ điện trường tổng hợp

$\vec{E}_0$ là véc tơ cường độ điện trường giữa hai bản tụ

$\vec{E}'$ là véc tơ cường độ điện trường phụ khi xuất hiện hiện tượng phân cực điện môi

- Chiều theo chiều của $\vec{E}_0$ ta có: $E = E_0 - E'$
- E' là điện trường phụ khi xuất hiện hiện tượng phân cực điện môi nên ta có:

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

- Với $\sigma' = P_{en} = \epsilon_0 \chi_e E_n = \epsilon_0 \chi_e E$
- Suy ra: $E' = \chi_e E$
- Vậy : $E = E_0 - \chi_e E$ hay $E = \frac{E_0}{1 + \chi_e} = \frac{E_0}{\epsilon}$
- Kết luận :

- + ϵ là hệ số điện môi tương đối đặc trưng cho tính chất của môi trường điện môi đó
- + Cường độ điện trường trong chất điện môi đồng chất và đẳng hướng giảm đi ϵ lần so với cường độ điện trường trong chân không.

Câu 14: Trình bày các vấn đề sau:

Dạng vi phân định luật Ohm.

Khái niệm nguồn điện, thiết lập biểu thức suất điện động của nguồn điện.

Trả lời:

- Dạng vi phân định luật Ohm: Xét 2 diện tích nhỏ dS_n nằm vuông góc với các đường dòng và cách nhau một khoảng nhỏ dl . Gọi V và $V + dV$ là điện thế tại hai diện tích ấy, dI là dòng điện chạy qua chúng. Theo định luật Ohm, ta có:

$$dI = \frac{[V - (V + dV)]}{R} = \frac{-dV}{R}$$

Trong đó: $-dV$ là độ giảm điện thế khi ta đi từ diện tích A sang diện tích B theo chiều dòng điện.

R là điện trở của đoạn mạch AB

Ta có: $R = \rho \frac{dl}{dS_n}$

Nên ta có: $dI = \frac{-dV}{\rho \frac{dl}{dS_n}} = \frac{1}{\rho} \frac{-dV}{dl} dS_n$

Từ đó suy ra biểu thức của mật độ dòng điện: $j = \frac{dI}{dS_n} = \frac{1}{\rho} \frac{-dV}{dl}$

Ta lại có: $\frac{-dV}{dl} = E$ với E là cường độ điện trường giữa hai diện tích A và B

Do đó: $j = \frac{1}{\rho} \cdot E$

Đại lượng nghịch đảo của điện trở suất: $\frac{1}{\rho} = \sigma$ được gọi là điện dẫn suất của môi trường.

Vì 2 vectơ $\vec{j}$ và $\vec{E}$ luôn cùng phương chiều với nhau nên ta có thể viết:

$$\vec{j} = \sigma \vec{E}$$

Đây là dạng vi phân của định luật Ohm, dạng vi phân này chứng tỏ: Tại một điểm bất kì trong môi trường có dòng điện chạy qua, vecto mật độ dòng điện tỉ lệ thuận với vecto cường độ điện trường tại điểm đó.

- Khái niệm nguồn điện:
- Thiết lập biểu thức suất điện động của nguồn điện: Gọi $\vec{E}$ là vecto cường độ điện trường tĩnh và $\vec{E}^*$ là vecto cường độ trường lạ tại cùng 1 điểm bất kì trong mạch khi đó công của lực điện trường tổng hợp trong sự dịch chuyển điện tích q một vòng quanh mạch kín bằng: $A = \oint_{(C)} q(\vec{E} + \vec{E}^*) \cdot d\vec{s}$

Suy ra suất điện động của nguồn điện là:

$$\xi = \frac{A}{q} = \oint_{(C)} (\vec{E} + \vec{E}^*) \cdot d\vec{s} = \oint_{(C)} \vec{E} \cdot d\vec{s} + \oint_{(C)} \vec{E}^* \cdot d\vec{s}$$

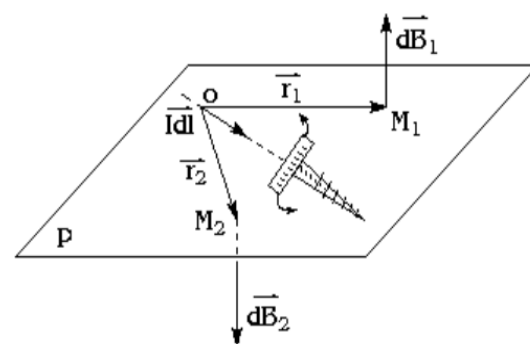
Đối với điện trường tĩnh ta có: $\oint_{(C)} \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0$

Vì vậy: $\xi = \oint_{(C)} \vec{E}^* \cdot d\vec{s}$

Nghĩa là: Suất điện động của nguồn điện có giá trị bằng công của lực lạ trong sự dịch chuyển điện tích $+1$ một vòng quanh mạch kín của nguồn đó.

Câu 15: Phát biểu và viết biểu thức của định luật Bio-Xava-Laplace. Minh họa bằng hình vẽ. Áp dụng tính cảm ứng từ gây bởi một đoạn dòng điện thẳng tại điểm M cách dòng điện một khoảng bằng r . Xét trường hợp dòng điện thẳng dài vô hạn.

- Định luật Bio-Xava-Laplace: Vecto cảm ứng từ $d\vec{B}$ do phần tử dòng điện $I d\vec{l}$ gây ra tại điểm M cách phần tử một đoạn r được xác định như sau:
 - Có gốc đặt tại điểm M
 - Có phương vuông góc với mặt phẳng chứa $I d\vec{l}$ và điểm M
 - Có chiều sao cho 3 vecto $I d\vec{l}$, $\vec{r}$, $d\vec{B}$ theo thứ tự này hợp thành một tam diện thuận, có thể xác định chiều của $d\vec{B}$ theo quy tắc vặn cái nút chai hoặc quy tắc nắm bàn tay phải.



- Có độ lớn: $dB = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \frac{Idl.\sin\theta}{r^2}$
- Biểu thức:
- Tính cảm ứng từ gây bởi một đoạn dây dẫn thẳng tại điểm M cách dòng điện một khoảng bằng r: Xét phần tử dòng điện Idl gây ra tại M vecto cảm ứng từ có độ lớn

là:

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

Vecto cảm ứng từ do $\vec{B}$ do đoạn dây gây ra là: $\vec{B} = \int_l d\vec{B}$

Vì các vecto $d\vec{B}$ do các phần tử dòng điện của đoạn dây gây ra tại M có cùng phương chiều, ta có:

$$B = \int_l dB = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi} \int_l \frac{dl.\sin\theta}{r^2}$$

Ta có: $\frac{l}{R} = \cot\theta \Rightarrow l = R.\cot\theta$ và $\frac{R}{r} = \sin\theta$

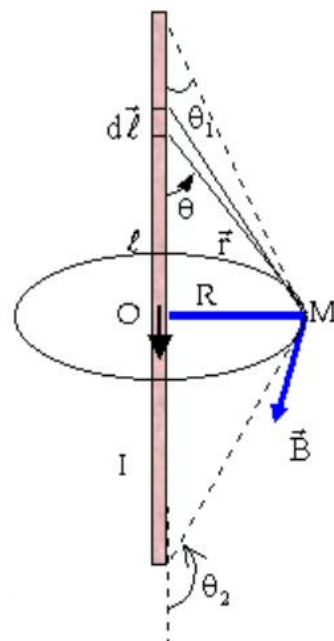
$$\Rightarrow dl = \frac{R.d\theta}{\sin^2\theta} \text{ và } r = \frac{R}{\sin\theta}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi} \int_l \frac{R.d\theta.\sin\theta}{\sin^2\theta.\frac{R^2}{\sin^2\theta}} = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi R} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin\theta.d\theta$$

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

- Trường hợp dây dài vô hạn: $\begin{cases} \theta_1 = 0 \\ \theta_2 = \pi \end{cases}$

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

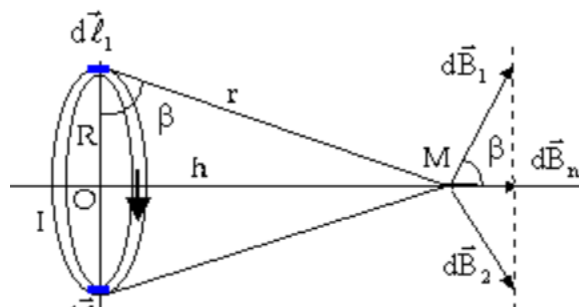


Câu 16: Tính cảm ứng từ gây bởi dòng điện tròn có cường độ I , bán kính R , tại điểm M nằm trên trục của dòng điện cách tâm O một khoảng h . Từ kết quả trên xét hai trường hợp giới hạn khi M trùng với tâm O của dòng điện ($h=0$)

và khi M ở rất xa dòng điện ($h \gg R$).

Chia dòng điện tròn thành các phần tử dòng điện $I d\vec{l}$. Mỗi phần tử này sẽ gây ra tại M cảm ứng từ có độ lớn

$$dB = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{r^2} \text{ do } \sin\theta = 1 \text{ vì } d\vec{l} \text{ vuông góc với } \vec{r}$$



Xét 2 phần tử $I d\vec{l}_1$ và $I d\vec{l}_2$ có cùng độ lớn, đối xứng qua tâm O . Các vectơ $d\vec{B}_1$ và $d\vec{B}_2$ do chúng gây ra tại điểm M trên trục của dòng điện cũng nằm đối xứng nhau qua trục đó. Vectơ cảm ứng từ tổng hợp $d\vec{B}_1 + d\vec{B}_2$ nằm trên trục của dòng điện. Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ do cả dòng điện tròn gây ra cũng nằm trên trục ấy.

Gọi $d\vec{B}_n$ là hình chiếu của $d\vec{B}$ lên trục của dòng điện. Ta có: $dB_n = dB \cdot \cos\beta = \frac{\mu\mu_0 I \cos\beta}{4\pi r^2} dl$

Do đó cảm ứng từ B do dòng điện gây ra tại M là: $B = \int_l dB_n = \frac{\mu\mu_0 I \cos\beta}{4\pi r^2} \int_l dl$

$$\text{Mà } \int_l dl = 2\pi R; \cos\beta = \frac{R}{r}; r = \sqrt{R^2 + h^2}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu\mu_0 I R}{4\pi r^2 r} 2\pi R = \frac{\mu\mu_0 I R^2}{2(R^2 + h^2)^{3/2}}$$

Lại có: $\pi R^2 = S$ là diện tích dòng điện tròn.

$$\text{Đặt } P_m = IS \Rightarrow B = \frac{\mu\mu_0 P_m}{2\pi(R^2 + h^2)^{3/2}}$$

- Trường hợp M trùng với tâm O ($h=0$): $B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R}$

- Trường hợp M ở rất xa dòng điện ($h \gg R$): $B = \frac{\mu\mu_0 P_m}{2\pi h^3}$

Câu 17: Phát biểu và viết biểu thức định lý Ampe về lưu số của vectơ cường độ từ trường. Ý nghĩa của định lý. Áp dụng công thức của định lý trên để tính cảm ứng từ trong lòng cuộn dây điện hình xoắn và ống dây điện thẳng dài vô hạn.

- Định lý Ampe

- Phát biểu: Lưu số vectơ cường độ từ trường dọc theo đường con kín bất kì bằng tổng đại số các dòng điện xuyên qua diện tích giới hạn bởi đường cong đó.

- Biểu thức: $\oint_{(C)} \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{i=1}^n I_i$

- Ý nghĩa: Ta thấy công thức định nghĩa lưu số véc tơ cường độ từ trường giống với công thức định nghĩa của lưu số véc tơ cường độ điện trường. Tuy vậy, lưu số của véc tơ cường độ điện trường dọc theo đường cong kín bất kì luôn bằng 0, còn lưu số véc tơ cường độ từ trường dọc một đường cong kín nói chung là khác 0. Vì thế, ta khẳng định từ trường là trường xoáy, khác với điện trường là trường thế.

- Tính cảm ứng từ trong lòng cuộn dây hình xoắn: Giả sử cuộn dây có n vòng dây

Ta có: $\oint_{(C)} \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{i=1}^n I_i \Rightarrow \oint_{(C)} H \cdot dl = nI \Rightarrow H \cdot \oint_{(C)} dl = nI$

$\Rightarrow H \cdot 2\pi R = nI$

Vậy $H = \frac{nI}{2\pi R}$; $B = \frac{\mu\mu_0 nI}{2\pi R}$



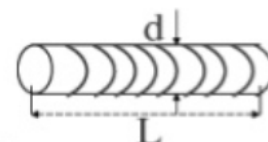
- Tính cảm ứng từ trong ống dây thẳng dài vô hạn: ống dây thẳng dài vô hạn có thể xem như cuộn dây hình xoắn có bán kính vô cùng lớn: $R = \infty$

Do đó cường độ từ trường tại mọi điểm trong lòng ống dây

bằng nhau: $H = \frac{nI}{2\pi R}$

Đặt $n_0 = \frac{n}{2\pi R}$ là số vòng dây trên một đơn vị chiều dài

Khi đó: $H = n_0 I$; $B = \mu\mu_0 n_0 I$



Câu 18: Cho hạt điện có điện tích q , khối lượng m , bay vào trong một từ trường đều cảm ứng từ $\vec{B}$ theo phương vuông góc với đường sức từ với vận tốc $\vec{v}$. Tìm phương trình chuyển động và phương trình quỹ đạo của hạt điện.

Chọn hệ tọa độ Đề-Các sao cho $\vec{B}$ song song Oz. Khi đó vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ có tọa độ là:

$$\vec{B} = (0, 0, B)$$

Tọa độ của hạt điện: $r = (x, y, z)$

Vận tốc của hạt: $v = (v_x, v_y, v_z)$

Lực Loren $\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$ có các thành phần hình chiếu trên các trục tọa độ Đề-các được tính theo các thành phần của tích vectơ

$$\vec{F}_L = (qBv_y, -qBv_x, 0)$$

Phương trình Newton mô tả chuyển động của hạt điện dưới tác dụng của từ trường đều:

$$m\vec{a} = \vec{F}_L$$

với m là khối lượng của hạt điện và $\vec{a}$ là vectơ gia tốc của hạt điện

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \left(\frac{dv_x}{dt}, \frac{dv_y}{dt}, \frac{dv_z}{dt} \right)$$

Chiếu đẳng thức trên lên 3 trục tọa độ ta được các phương trình sau:

$$m \cdot \frac{dv_x}{dt} = qBv_y \quad (1)$$

$$m \cdot \frac{dv_y}{dt} = -qBv_x \quad (2)$$

$$m \cdot \frac{dv_z}{dt} = 0 \quad (3)$$

Phương trình (3) cho biết: $v_z = \text{const}$

Đặt $\frac{qB}{m} = \omega$ ($q > 0$). Phương trình (1) và (2) trở thành:

$$\frac{dv_x}{dt} = \omega \cdot v_y \quad (4)$$

$$\frac{dv_y}{dt} = -\omega \cdot v_x \quad (5)$$

Gọi $\alpha = (\vec{v}, O_x)$ ta có:
$$\begin{cases} v_x = v \cdot \cos\alpha \\ v_y = v \cdot \sin\alpha \\ v_z = \text{const} \end{cases}$$

Đạo hàm theo t ta có

$$\frac{dv_x}{dt} = -v \cdot \sin\alpha \cdot \frac{d\alpha}{dt}; \quad \frac{dv_y}{dt} = v \cdot \cos\alpha \cdot \frac{d\alpha}{dt}$$

Thay vào (4) và (5) ta có:
$$\begin{cases} -v \cdot \sin\alpha \cdot \frac{d\alpha}{dt} = \omega \cdot v \sin\alpha \\ v \cdot \cos\alpha \cdot \frac{d\alpha}{dt} = -\omega \cdot v \cos\alpha \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{d\alpha}{dt} = -\omega$$

Suy ra: $\alpha = -\omega t + \alpha_0$ với α_0 là giá trị tại $t = 0$. Từ đó ta có:

$$v_x = v \cos(-\omega t + \alpha_0); \quad v_y = v \sin(-\omega t + \alpha_0)$$

Giả sử tại $t = 0$, $v_{0x} = 0$ và $v_{0y} = 0$, suy ra $\alpha_0 = 0$

Vậy phương trình chuyển động của hạt điện:
$$\begin{cases} v_x = v \cos\omega t \\ v_y = -v \sin\omega t \end{cases}$$

Lại có: $v_x = \frac{dx}{dt} = v \cos\omega t; \quad v_y = \frac{dy}{dt} = -v \sin\omega t$

Tích phân 2 vế ta có: $x = \frac{v}{\omega} \sin\omega t + x_0; \quad y = \frac{v}{\omega} \cos\omega t + y_0$

Chọn $x_0 = 0$ và $y_0 = 0$ ta có: $x = \frac{v}{\omega} \sin\omega t; \quad y = \frac{v}{\omega} \cos\omega t$

Vậy phương trình quỹ đạo của hạt điện là: $x^2 + y^2 = \frac{v^2}{\omega^2} = R^2$. Chứng tỏ quỹ đạo của hạt điện là đường tròn trong mặt phẳng Oxy, tâm O, bán kính $R = \frac{v}{\omega}$ với $\omega = \frac{v}{R}$.

Câu 19: Định nghĩa đường sức từ. Trình bày khái niệm từ thông và ý nghĩa. Phát biểu và viết công thức định lý O-G đối với từ trường.

- Đường sức từ là đường cong vạch ra trong từ trường mà tiếp tuyến của nó tại mọi điểm trùng với phương của vectơ cường độ từ trường tại điểm đó. Chiều của đường cảm ứng từ là chiều của vectơ cường độ từ trường.
- Từ thông: Thông lượng véc tơ cảm ứng từ gửi qua một thiết diện có trị số tỉ lệ với số đường sức cắt vuông góc với thiết diện đó. Thông lượng cảm ứng từ gửi qua một mặt nhỏ dS_0 đặt vuông góc với đường cảm ứng từ của từ trường đều $\vec{B}$ được đo bằng:

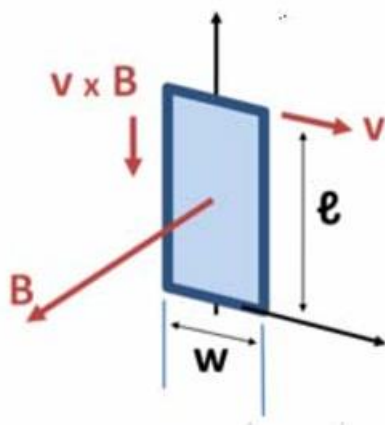
$$d\Phi = B \cdot dS_0 = B \cdot S_0 \cdot \cos\alpha$$

- Định lý O-G đối với từ trường:
 - Phát biểu: Từ thông toàn phần gửi qua một mặt kín (S) bất kì luôn bằng 0.
 - Biểu thức: $\Phi = \oint_{(S)} \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$
 - Theo phép biến đổi giải tích ta có: $\oint_{(S)} \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_{(V)} \text{div} \vec{B} \cdot dV = 0$
- $\Rightarrow \text{div} \vec{B} = 0$. Vậy từ trường là trường xoáy.

Câu 20: Trình bày hiện tượng cảm ứng điện từ. Phát biểu định luật Lenxo về chiều của dòng điện cảm ứng. Thiết lập biểu thức suất điện động cảm ứng.

- Hiện tượng cảm ứng điện từ: Khi từ thông qua mạch kín thay đổi thì trong mạch xuất hiện 1 dòng điện gọi là dòng điện cảm ứng. Hiện tượng đó được gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ.
 - Sự biến đổi của từ thông qua mạch kín là nguyên nhân sinh ra dòng điện cảm ứng trong mạch đó.
 - Dòng điện cảm ứng chỉ tồn tại trong thời gian từ thông gửi qua mạch thay đổi.
 - Cường độ dòng điện cảm ứng tỉ lệ thuận với tốc độ biến đổi của từ thông.
 - Chiều của dòng điện cảm ứng phụ thuộc vào từ thông gửi qua mạch tăng hay giảm.

- Định luật Lenz về chiều dòng điện cảm ứng: Dòng điện cảm ứng phải có chiều sao cho từ thông do nó sinh ra có tác dụng chống lại nguyên nhân sinh ra nó.
- Biểu thức suất điện động cảm ứng:



Giả sử khung dây chuyển động trong từ trường như hình vẽ.

Ta có trong khoảng thời gian dt thì từ thông gửi qua khung dây sẽ là $d\phi_m$

Do từ thông biến thiên nên sẽ sinh ra một dòng điện cảm ứng I_c trong ống dây, tương ứng với nó là sự xuất hiện của một suất điện động cảm ứng ξ_c .

Công của lực từ để dịch chuyển vòng dây trong từ trường là: $dA = I_c d\phi_m$.

Theo định luật Lenz, lực từ tác dụng lên dòng I_c sẽ là sự ngăn cản sự di chuyển của vòng dây nên nó sẽ là công cản:

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

Theo định luật bảo toàn năng lượng thì dA' sẽ chuyển hóa thành năng lượng của I_c , nên ta có:

$$dA' = -I_c d\phi_m = -\xi_c I_c dt \Rightarrow \xi_c = \frac{-d\phi_m}{dt}$$

Vậy biểu thức của suất điện động cảm ứng là $\xi_c = \frac{-d\phi_m}{dt}$

Câu 21: Hiện tượng tự cảm là gì. Thiết lập biểu thức tính suất điện động tự cảm và biểu thức tính độ tự cảm của ống dây thẳng dài vô hạn. Nêu một ví dụ thực tế ứng dụng hiện tượng tự cảm.

Hiện tượng tự cảm: Nếu ta thay đổi cường độ dòng điện chạy qua 1 mạch để từ thông do chính dòng điện đó gửi qua diện tích giới hạn bởi mạch biến thiên thì trong mạch xuất hiện dòng điện cảm ứng. Dòng điện này do sự cảm ứng của dòng điện trong mạch sinh ra nên được gọi là dòng tự cảm. Hiện tượng trên được gọi là hiện tượng tự cảm.

- Thiết lập biểu thức suất điện động tự cảm: Theo định luật cơ bản của hiện tượng cảm ứng điện từ: $\xi_{tc} = \frac{-d\Phi_m}{dt}$ trong đó Φ_m là từ thông do chính dòng trong mạch gửi qua tiết diện của mạch. Ta thấy Φ_m tỷ lệ thuận với B, và B tỷ lệ thuận với I. Do đó Φ_m tỷ lệ thuận với I

$$\Phi_m = LI \quad \text{trong đó } L \text{ là hệ số tự cảm}$$

$$\text{Thay } \Phi_m \text{ vào phương trình ban đầu có: } \xi_{tc} = \frac{-d(LI)}{dt}$$

$$\text{Do } L = \text{const} \Rightarrow \xi_{tc} = -L \frac{dI}{dt}$$

- Độ tự cảm của ống dây thẳng dài vô hạn: từ trường bên trong ống dây là từ trường đều, cảm ứng từ tại mọi điểm trong ống là:

$$B = \mu\mu_0 \frac{n}{l} I = \mu\mu_0 n_0 I$$

Trong đó: I là cường độ dòng điện chạy trong ống dây

$$n_0 = \frac{n}{l} \text{ là số vòng dây chứa trong một đơn vị chiều dài của ống.}$$

Nếu gọi S là diện tích của một vòng dây thì từ thông gửi qua cả ống dây gồm n vòng là:

$$\Phi_m = n B S = \mu\mu_0 \frac{n^2 S}{l} I$$

$$\text{Vậy hệ số tự cảm của ống dây là: } L = \frac{\Phi_m}{I} = \mu\mu_0 \frac{n^2 S}{l}$$

- Ví dụ chứng minh hiện tượng tự cảm: Hiệu ứng bề mặt của dòng cao tần khi chạy qua một vật dẫn (chỉ xuất hiện trên bề mặt chứ không xuất hiện trong lòng vật dẫn)
)- Đọc thêm trong giáo trình

Câu 22: Phát biểu luận điểm 1 của Maxwell. Phân biệt giữa 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.

- Luận điểm 1 của Maxwell: Mọi từ trường biến thiên theo thời gian đều làm xuất hiện từ trường xoáy.
- Phân biệt điện trường tĩnh và điện trường xoáy

Điện trường tĩnh	Điện trường xoáy
Tồn tại xung quanh điện tích	Điện tích di chuyển
Đường sức không khép kín	Đường sức khép kín
Công trong di chuyển điện tích theo đường cong kín bằng 0: $\oint_{(C)} q \cdot \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$	Công trong di chuyển điện tích theo đường cong kín khác 0: $\oint_{(C)} q \cdot \vec{E} \cdot d\vec{l} \neq 0$

- Thiết lập phương trình Maxwell-Faraday: suất điện động cảm ứng xuất hiện trong mạch có giá trị bằng tốc độ biến thiên của từ thông qua mặt kín giới hạn bởi mạch:

$$\xi_c = \frac{-d\Phi_m}{dt}$$

trong đó $\Phi_m = \vec{B} \cdot d\vec{S}$ là từ thông qua diện tích S giới hạn bởi mạch.

$$\text{Do đó: } \xi_c = \frac{-d\Phi_m}{dt} = \frac{-d}{dt} \left(\int_{(S)} \vec{B} \cdot d\vec{S} \right)$$

Mặt khác, suất điện động trong mạch có giá trị bằng lưu số vectơ điện trường xoáy

$$\vec{E}: \quad \xi_c = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\Rightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{-d}{dt} \left(\int_{(S)} \vec{B} \cdot d\vec{S} \right) \text{ là phương trình Maxwell-Faraday dạng tích phân.}$$

Câu 23: 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-Ampe dạng tích phân.

- Luận điểm 2 của Maxwell: Mọi điện trường biến thiên theo thời gian đều làm xuất hiện 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.
- So sánh dòng điện dịch và dòng điện dẫn:

Dòng điện dịch	Dòng điện dẫn
Tương đương với điện trường biến đổi theo thời gian về phương diện sinh ra từ trường. Tồn tại được trong chân không	Là dòng các hạt điện chuyển động có hướng
Không gây tỏa nhiệt	Gây tỏa nhiệt Jun-len-xơ
Không chịu tác dụng của từ trường ngoài	Chịu tác dụng của từ trường ngoài
Sinh ra từ trường biến đổi theo thời gian	Sinh ra từ trường

- Phương trình Maxwell-Ampe:

Theo định lý Ampe: $I = \oint \vec{H} \cdot d\vec{l}$

Mặt khác: $I = \oint \vec{j} \cdot d\vec{s} = \oint \left(\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \delta \vec{E} \right) \cdot d\vec{s}$

Nên ta có: $\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \oint \left(\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} + \delta \vec{E} \right) \cdot d\vec{s}$

Câu 24: Trình bày về chất thuận từ, chất nghịch từ, vectơ từ độ?

- Vectơ từ độ ($\vec{J}$)
 - Vectơ từ độ là momen từ của một đơn vị thể tích của khối vật liệu từ.
 - Đặc trưng cho mức độ từ hóa của vật liệu từ.
 - Nếu khối vật liệu từ bị từ hóa đồng đều: $\vec{J} = \frac{\sum \Delta V \vec{P}_{mi}}{\Delta V}$

Nếu khối vật liệu từ bị từ hóa không đồng đều: $\vec{J} = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\sum \Delta V \vec{P}_{mi}}{\Delta V}$

- Trong môi trường đồng nhất $\vec{J}$ tỉ lệ thuận với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_0$: $\vec{J} = \frac{\chi_m}{\mu_0} \vec{B}_0$

$$\text{Mà } \vec{B}_0 = \mu_0 \vec{H} \Rightarrow \vec{J} = \chi_m \vec{H}$$

Trong đó χ_m là một hệ số phụ thuộc vào bản chất của vật liệu từ, gọi là độ từ hóa của vật liệu từ.

- Chất nghịch từ

- Là những chất mà khi chưa đặt trong từ trường ngoài, tổng momen từ nguyên tử (hay phân tử) của chúng bằng không.
- Ví dụ: Pb, Zn, Si, Ge, CO₂.... Và đa số hợp chất hữu cơ
- Tính độ từ hóa: khi đặt trong môi trường ngoài, trong mỗi nguyên tử đều xuất

$$\text{hiện một momen từ phụ } \Delta \vec{P}_m = -\frac{e^2 Z \overline{r^2}}{6m} \vec{B}_0$$

Giả sử xét khối chất nghịch từ đồng nhất, n_0 là mật độ nguyên tử của chất nghịch từ, có: $\vec{J} = n_0 \Delta \vec{P}_m$

$$\text{Do đó: } \vec{J} = -\frac{n_0 e^2 Z \overline{r^2}}{6m} \vec{B}_0$$

- Mà $\vec{J} = \frac{\chi_m}{\mu_0} \vec{B}_0$

Vậy $\chi_m = -\frac{n_0 e^2 Z \overline{r^2} \mu_0}{6m}$. Đối với các chất nghịch từ, vectơ từ độ luôn hướng ngược chiều với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_0$ của từ trường ngoài, độ từ hóa χ_m luôn âm.

- Chất thuận từ

- Là những chất khi chưa có từ trường ngoài, momen từ nguyên tử (hay phân tử) của chúng khác không.
- Ví dụ: các kim loại kiềm (Na, K....), Al, NO....
- Tính độ từ hóa: khi chưa đặt khối chất thuận từ trong từ trường ngoài, theo thuyết Langovin, hình chiếu của nguyên tử lên một phương $\vec{B}_0$ nào đó là

$$P_{mB_0} = P_m \cos\theta \text{ với } \theta = (\vec{P}_m, \vec{B}_0)$$

$\overline{\cos\theta} = \frac{P_m B_0}{3kT}$ với k là hằng số Boltzman, T là nhiệt độ của khối chất thuận từ.

Khi đó, giá trị trung bình của hình chiếu của $\vec{P}_m$ là: $\bar{P}_{mB_0} = P_m \cos\theta = \frac{P_m^2 B_0}{3kT}$

Đối với khối thuận từ đồng nhất, mật độ nguyên tử n_0 có

$$J = n_0 \bar{P}_{mB_0} = \frac{n_0 P_m^2 B_0}{3kT}$$

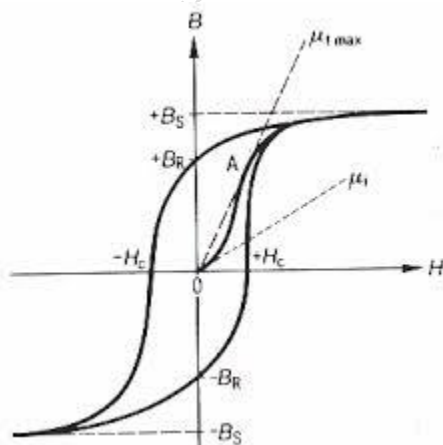
Vì $\vec{J}$ và $\vec{B}_0$ luôn hướng cùng chiều nên ta có: $\vec{J} = \frac{n_0 P_m^2 B_0}{3kT} \vec{B}_0$

$$\text{Mà } \vec{J} = \frac{\chi_m}{\mu_0} \vec{B}_0$$

Vậy $\chi_m = \frac{n_0 P_m^2 \mu_0}{3kT} = \frac{C}{T}$. Với $C = \frac{n_0 P_m^2 \mu_0}{3k}$ là hằng số phụ thuộc bản chất của chất thuận từ được gọi là hằng số Curie.

Câu 25: Sắt từ là gì. Đường cong từ trễ (Đường cong từ hóa).

- Sắt từ là một loại vật liệu từ mạnh. Độ từ hóa của sắt từ có thể lớn hơn độ từ hóa của chất nghịch từ và chất thuận từ hàng trăm triệu lần. Từ tính mạnh như vậy lần đầu tiên được phát hiện ở quặng sắt và sắt, sau đó ở nhiều chất khác.
- Đường cong từ hóa: là đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của từ độ J vào cường độ từ trường ngoài H . Nếu khối sắt từ chưa bị từ hóa lần nào, thì khi $H = 0$, từ độ J cũng bằng 0. Lúc đầu, J tăng nhanh theo H , sau đó tăng chậm hơn. Khi H tăng tới giá trị cực đại (khoảng vài trăm ampe/m), J đạt tới giá trị cực đại. Nếu tiếp tục tăng H thì J cũng không tăng nữa. Khi đó, sự từ hóa đã đạt tới trạng thái bão hòa.



Câu 25: Trình bày sự biến đổi năng lượng trong mạch dao động LC.

Ta có năng lượng điện trường của tụ điện là: $W_0 = \frac{1}{2} \frac{q_0^2}{C}$

Khi đóng khóa K, tụ điện C bắt đầu phóng điện qua cuộn dây L. Dòng điện do tụ phóng ra tăng dần từ giá trị 0. Dòng điện gửi qua cuộn dây L một từ thông tăng dần. Trong cuộn L xuất hiện dòng điện tự cảm. Theo định luật Lenx, dòng điện tự cảm có chiều ngược với chiều dòng điện do tụ phóng ra. Kết quả là, dòng điện tổng hợp I trong mạch tăng dần từ giá trị 0 đến giá trị cực đại I_0 . Còn điện tích q của tụ giảm dần từ giá trị cực đại q_0 .

Về mặt năng lượng, năng lượng điện trường của tụ điện $W_c = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$ sẽ giảm dần, còn năng lượng từ trường của ống dây $W_m = \frac{1}{2} LI^2$ sẽ tăng dần

Vậy đã có sự chuyển hóa dần năng lượng điện trường thành năng lượng từ trường.

Khi tụ phóng hết điện ($q = 0$), năng lượng điện trường $W_c = 0$, $I_{\max} = I_0$, năng lượng từ trường đạt cực đại $W_{m\max} = \frac{1}{2} LI_0^2$

Sau đó vì tụ điện C không còn tác dụng duy trì dòng điện, nên dòng do nó phóng ra bắt đầu giảm. Nhưng liền khi đó, trong cuộn dây L lại xuất hiện dòng điện tự cảm cùng chiều với dòng do tụ phóng ra (theo định luật Lenx). Kết quả là dòng điện tổng hợp trong mạch giảm dần (bắt đầu từ I_0). Cuộn dây L đóng vai trò là nguồn nạp điện lại cho tụ C, theo chiều ngược với chiều trước. Điện tích của tụ tăng dần từ 0 đến giá trị cực đại q_0 . Về mặt năng lượng, thì năng lượng điện trường của tụ tăng dần, năng lượng từ trường của tụ giảm dần. Vậy có sự chuyển đổi giữa năng lượng từ trường thành năng lượng điện trường. Khi L giải phóng hết năng lượng $I = 0$, $q = q_0$, $W_{c\max} = \frac{1}{2} \frac{q_0^2}{C}$

Từ đây toàn bộ quá trình biến đổi lại được tái diễn.

Câu 26: Phương trình sóng điện từ. Tính chất của sóng điện từ. Phân loại sóng điện từ.

- Hệ phương trình Maxwell của sóng điện từ

$$\text{rot}\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}; \quad \text{rot}\vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}; \quad \text{div}\vec{D} = \rho; \quad \text{div}\vec{B} = 0$$

Nếu môi trường đồng chất và đẳng hướng thì:

$$\vec{D} = \epsilon_0\epsilon\vec{E}; \quad \vec{B} = \mu_0\mu\vec{H}; \quad \vec{j} = \sigma\vec{E}$$

Theo trên, sóng điện từ là trường điện từ biến thiên cả ở đây ta chỉ xét sóng điện từ tự do nghĩa là sóng điện từ trong một môi trường không dẫn (không có dòng điện) và không có điện tích. Do đó: $\vec{j} = 0$; $\rho = 0$

Vậy, các phương trình Maxwell của sóng điện từ là:

$$\text{rot}\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}; \quad \text{rot}\vec{H} = \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}; \quad \text{div}\vec{D} = 0; \quad \text{div}\vec{B} = 0;$$

$$\text{và } \vec{D} = \epsilon_0\epsilon\vec{E}; \quad \vec{B} = \mu_0\mu\vec{H}$$

- Tính chất của sóng điện từ:

- Sóng điện từ tồn tại cả trong môi trường chất và môi trường chân không
- Sóng điện từ là sóng ngang
- Vận tốc truyền sóng điện từ trong môi trường đồng chất và đẳng hướng

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}}$$

trong chân không $\epsilon = \mu = 1 \Rightarrow v = c$. Với $c = 3.10^8$ m/s.

- Phân loại sóng điện từ

Câu 27: Lượng cực điện là gì. Trường bức xạ của lượng cực điện.

Câu 28: Thế nào là từ hóa. Trình bày tính chất từ của nguyên tử.

- Từ hóa: mọi chất đặt trong từ trường đều sẽ bị từ hóa. Khi đó chúng trở nên có từ tính và sinh ra một từ trường phụ hay từ trường riêng $\vec{B}'$ khiến từ trường tổng hợp $\vec{B}$ trong chất bị từ hóa trở thành

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

Trong đó $\vec{B}_0$ là vecto cảm ứng từ của từ trường ban đầu.

Câu 29: Sử dụng định lý O-G chứng minh công thức cường độ điện trường tại điểm M nằm trong và nằm ngoài quả cầu tích điện đều điện tích q và mặt phẳng vô hạn.

- TH1: Cường độ điện trường tại điểm nằm ngoài quả cầu cách tâm cầu 1 khoảng r

Chọn mặt Gauss là mặt cầu tâm O (trùng với tâm của quả cầu) và bán kính r (tự vẽ hình)

Theo định lý O-G ta có: $\sum q_i = \int_{S_{Gauss}} D \cdot ds = D \int_{S_{Gauss}} ds = D \cdot S_{Gauss} = D 4\pi r^2$

$\sum q_i = q$ (do mặt Gauss bao quanh quả cầu nên điện tích chứa trong mặt Gauss là điện tích của quả cầu)

$$\Rightarrow q = D 4\pi r^2. \text{ Do đó: } D = \frac{q}{4\pi r^2} \text{ và } E = \frac{D}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{q}{4\pi \epsilon\epsilon_0 r^2}$$

- TH2: Cường độ điện trường tại điểm nằm trong quả cầu mật độ điện khối ρ cách tâm cầu 1 khoảng r

Chọn mặt Gauss là mặt cầu tâm O bán kính r (tự vẽ hình)

Theo định lý O-G ta có: $\sum q_i = \int_{S_{Gauss}} D \cdot ds = D \int_{S_{Gauss}} ds = D \cdot S_{Gauss} = D 4\pi r^2$

Do điểm M nằm trong quả cầu nên điện tích chứa trong mặt Gauss là:

$$\sum q_i = \rho V_{Gauss} = \frac{q}{V_{Cầu}} V_{Gauss} = \frac{q}{\frac{4}{3}\pi R^3} \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{qr^3}{R^3}$$

$$\Rightarrow \sum q_i = D 4\pi r^2 \Rightarrow \frac{qr^3}{R^3} = D 4\pi r^2 \Rightarrow D = \frac{qr}{4\pi R^3}$$

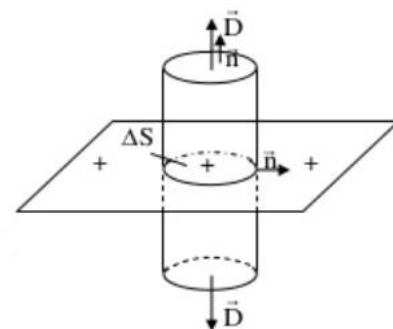
$$\text{Vậy } E = \frac{D}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{qr}{4\pi \epsilon\epsilon_0 R^3}$$

- TH3: Mặt phẳng vô hạn tích điện đều mật độ điện mặt σ

Chọn mặt Gauss là mặt trụ đồng trục vuông góc với mặt phẳng và đối xứng qua mặt phẳng, có đáy đi qua điểm M

Theo định lý O-G ta có:

$$\sum q_i = \int_{S_{Gauss}} D \cdot ds = \int_{S_{xq}} D \cdot ds + \int_{2 \text{ đáy}} D \cdot ds = 2 \int_{S_{đáy}} D \cdot ds = 2D \int_{S_{đáy}} ds = 2D\pi r^2$$

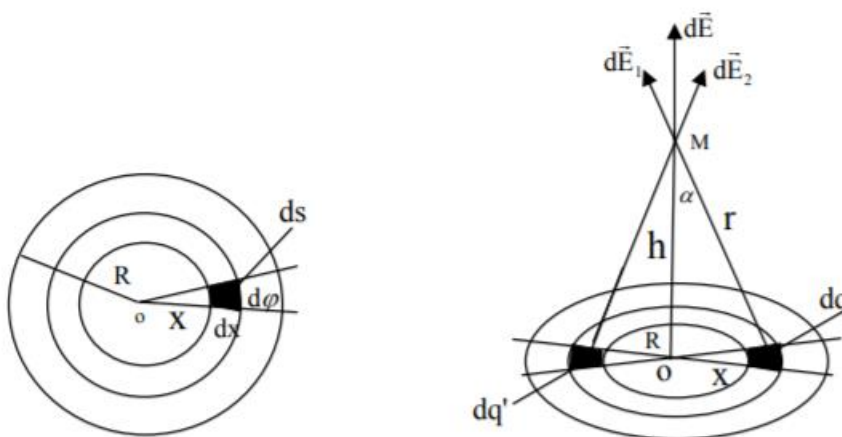


$\sum q_i = \sigma \pi r^2$ (điện tích chứa trong hình tròn là phần giao giữa mặt trụ và mặt phẳng bán đầu)

$$\Rightarrow \sum q_i = \sigma \pi r^2 = 2D\pi r^2$$

Vậy $D = \frac{\sigma}{2}$ và $E = \frac{D}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$

Câu 30: Tìm biểu thức cường độ điện trường gây ra bởi một đĩa tròn mang điện với bán kính R, mật độ điện mặt σ tại điểm M nằm trên trục của đĩa và cách trục của đĩa một đoạn là h:



Trước hết ta chia đĩa thành những phần diện tích vô cùng nhỏ gọi là dS và mỗi phần diện tích đó mang lượng điện tích là dq như hình trên:

Ta có:

$$dS = x dx d\varphi$$

dq sẽ gây ra tại điểm M một véc tơ vi phân cường độ $\vec{dE}$ có độ lớn:

$$dE_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} = \frac{\sigma x dx d\varphi}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$$

Trong đó $r = \sqrt{h^2 + R^2}$

Do tính đối xứng của đĩa tròn mang điện nên ta có $dE = 2dE_1 \cos\alpha$ với $\cos\alpha = \frac{h}{r} = \frac{h}{\sqrt{h^2 + R^2}}$

Từ đó suy ra:

$$\begin{aligned} dE &= \frac{\sigma h dx d\varphi}{\pi \epsilon \epsilon_0 (x^2 + h^2)^{3/2}} \\ \Rightarrow E &= \int_S dE = \int_S \frac{\sigma h dx d\varphi}{\pi \epsilon \epsilon_0 (x^2 + h^2)^{3/2}} \\ \Rightarrow E &= \frac{\sigma h}{2\pi \epsilon \epsilon_0} \int_0^R \frac{x dx}{(x^2 + h^2)^{3/2}} \int_0^\pi d\varphi \\ &= \frac{\sigma}{2\epsilon \epsilon_0} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{h^2}}}\right) \end{aligned}$$

Ta thấy nếu $R \rightarrow \infty$ có nghĩa là mặt phẳng rộng vô hạn thì ta có:

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

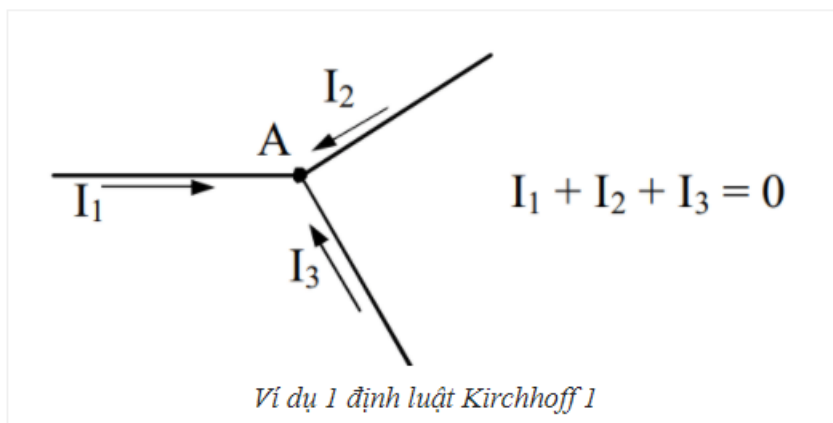
Câu 31: Chứng minh công thức cường độ điện trường gây bởi vòng dây mang điện

Câu 32: Trình bày định luật kirchoff cho mạch điện

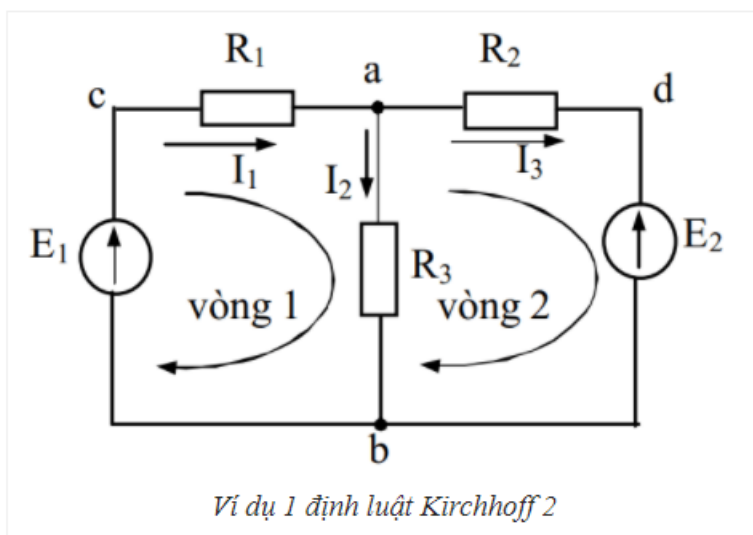
Định luật Kirchoff về dòng điện: Tổng đại số các dòng điện tại một nút bằng 0.

$$\sum_1^N I_j$$

Giả sử xét nút A gồm 3 dòng điện đi qua như hình vẽ ta sẽ có hệ thức sau



Định luật Kirchhoff về điện áp: Tổng đại số điện áp của các phần tử trong một vòng kín bất kì thì bằng 0.



Câu 33: Trình bày về bộ lọc vận tốc và hiệu ứng Hall

Hiệu ứng Hall: Là hiệu ứng được thực hiện khi áp dụng một từ trường vuông góc lên một bản kim loại, bán dẫn hoặc dẫn điện đang có dòng điện chạy qua. Lúc đó xuất hiện một hiệu điện thế gọi là hiệu điện thế Hall giữa hai mặt của của bản đang xét. Tỉ số giữa hiệu điện thế Hall và dòng điện chạy trong thanh được gọi là điện trở Hall.

Bộ lọc vận tốc (Tham khảo trong giáo trình của thầy Lương Duyên Bình)