

BỘ QUỐC PHÒNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ SỐ 20
----- o0o -----

GIÁO TRÌNH

ĐIỆN KỸ THUẬT

Thời gian 60h
(Dành cho ngành Điện tử công nghiệp)

Biên soạn: Nguyễn Tạo Lập

(Tài liệu lưu hành nội bộ)

Nam Định, tháng 01 năm 2013

LỜI NÓI ĐẦU

Kỹ thuật điện là ngành kỹ thuật ứng dụng các hiện tượng điện từ để biến đổi năng lượng, đo lường, điều khiển, xử lý tín hiệu,... bao gồm việc tạo ra, biến đổi và sử dụng điện năng, tín hiệu điện từ trong các hoạt động thực tế của con người.

Điện năng có ưu điểm nổi bật là có thể sản xuất tập trung với nguồn công suất lớn, có thể truyền tải đi xa và phân phối tới nơi tiêu thụ với tổn hao tương đối nhỏ. Điện năng dễ dàng biến đổi thành các dạng năng lượng khác. Mặt khác, quá trình biến đổi năng lượng và tín hiệu điện từ dễ dàng tự động hoá và điều khiển từ xa, cho phép giải phóng lao động chân tay và cả lao động trí óc của con người.

Năm 1875 Ch.Coulomb nghiên cứu các định luật về tĩnh điện. Năm 1800 A.Volta dựa trên cơ sở phát minh của L.Galvani đã chế tạo ra chiếc pin đầu tiên. Năm 1819 C.H.Oersted nghiên cứu tác dụng cơ học của dòng điện. Năm 1826 G.S.Ohm tìm ra quan hệ giữa dòng điện và điện áp trong mạch không phân nhánh. Mốc quan trọng nhất phải kể đến là năm 1831 M.Faraday phát minh ra định luật cảm ứng điện từ, năm 1833 H.Lentz tìm ra chiều của dòng điện cảm ứng. Định luật cảm ứng điện từ là cơ sở lý luận cho sự xuất hiện của các loại máy điện và các thiết bị điện. Năm 1847 G.R.Kirchhoff phát biểu định luật về dòng điện và điện áp trong mạch phân nhánh. Năm 1896 A.S.Popov chế tạo máy thu vô tuyến đầu tiên, ngành kỹ thuật điện tử ra đời. Từ những năm 50 của thế kỉ 20 với sự hoàn thiện của kỹ thuật bán dẫn và vi điện tử ngành kỹ thuật điện tử và tin học có bước phát triển nhảy vọt góp phần thúc đẩy quá trình nghiên cứu biến đổi năng lượng điện từ. Gần đây ngành điện tử công suất một lĩnh vực hội tụ của kỹ thuật điện và kỹ thuật điện tử đã phát triển mạnh mẽ, ở đó kỹ thuật điện và điện tử hoà nhập.

Giáo trình Điện kỹ thuật được viết dựa trên chương trình khung của Tổng cục Dạy nghề dành cho ngành Điện tử công nghiệp.

Nội dung của giáo trình được đúc rút từ kinh nghiệm làm việc thực tế cũng như giảng dạy tại Trường và tham khảo các tài liệu khác.

Do kiến thức có hạn nên giáo trình còn nhiều thiếu sót, rất mong nhận được phản hồi của đồng nghiệp và người đọc để lần chỉnh sửa sau được tốt hơn.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	2
MỤC LỤC	3
Chương 1: TĨNH ĐIỆN	6
1. Khái niệm về điện trường	6
1.1. Điện tích	6
1.2. Khái niệm về điện trường	7
2. Điện thế - Hiệu điện thế	8
2.1. Công của lực điện trường	8
2.2. Điện thế	8
2.3. Hiệu điện thế	8
3. Tác dụng của điện trường lên vật dẫn và điện môi	8
3.1. Vật dẫn trong điện trường	8
3.2. Điện môi trong điện trường	9
4. Bài tập, thí nghiệm chương 1	11
Chương 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU	13
1. Khái niệm dòng điện một chiều và mạch điện	13
1.1. Dòng điện và dòng điện một chiều	13
1.2. Quy ước của dòng điện	14
1.3. Cường độ và mật độ dòng điện	14
2. Mạch điện và các phần tử của mạch điện	16
2.1. Mạch điện	16
2.2. Các phần tử cấu thành mạch điện	17
3. Các định luật và các biểu thức cơ bản trong mạch điện một chiều	17
3.1. Định luật Ohm.	17
3.2. Công suất và điện năng trong mạch điện một chiều	19
3.3. Định luật Joule – lenz	19
3.4. Định luật Faraday	20
3.5. Hiện tượng nhiệt điện	22
3.6. Định luật Kirchoff	23
4. Các phương pháp giải mạch một chiều	26
4.1. Phương pháp biến đổi điện trở	26
4.2. Phương pháp xếp chồng dòng điện	31
4.3. Phương pháp áp dụng định luật Kirchoff	32
5. Bài tập chương 2	35
Chương 3: TỪ TRƯỜNG VÀ CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ	40
1. Đại cương về từ trường	40
1.1. Tương tác từ	40
1.2. Khái niệm về từ trường	41
1.3. Đường sức từ	42
2. Từ trường của dòng điện	42
2.1. Từ trường của dây dẫn thẳng	42
2.2. Từ trường của vòng dây, ống dây	43
3. Các đại lượng đặc trưng của từ trường	44
3.1. Sức từ động	44
3.2. Cường độ từ trường	44

3.3. Cường độ từ cảm.....	45
3.4. Vật liệu từ.....	46
4. Lực từ	49
4.1. Công thức Amper.....	49
4.2. Qui tắc bàn tay trái.....	50
4.3. Lực từ tác dụng lên hai dây dẫn thẳng song song.....	50
5. Hiện tượng cảm ứng điện từ.....	51
5.1. Từ thông	51
5.2. Công của lực điện từ	52
5.3. Hiện tượng cảm ứng điện từ	53
5.4. Sức điện động cảm ứng	55
6. Hiện tượng tự cảm và hồ cảm	56
6.1. Từ thông móc vòng và hệ số tự cảm	56
6.2. Sức điện động tự cảm.....	58
6.3. Hệ số hồ cảm	59
6.4. Sức điện động hồ cảm	59
6.5. Dòng điện Foucault.....	60
7. Câu hỏi ôn tập	62
Chương 4: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN	63
1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều	63
1.1. Dòng điện xoay chiều.....	63
1.2. Chu kỳ và tần số của dòng điện xoay chiều.....	65
1.3. Các đại lượng đặc trưng	66
2. Giải mạch điện xoay chiều không phân nhánh.....	70
2.1. Giải mạch xoay chiều thuần trở, thuần cảm, thuần dung	70
2.2. Giải mạch xoay chiều RLC	75
2.3. Công suất và hệ số công suất trong mạch điện xoay chiều	76
2.4. Cộng hưởng điện áp	82
3. Mạch xoay chiều 3 pha	85
3.1. Hệ thống 3 pha cân bằng	85
3.2. Các đại lượng trong mạch điện xoay chiều ba pha.	87
3.3. Sơ đồ đấu dây trong mạng 3 pha.....	88
3.4. Công suất mạng 3 pha	94
3.5. Phương pháp giải mạch 3 pha cân bằng	95
4. Giải mạch xoay chiều phân nhánh.....	97
4.1. Giải mạch bằng phương pháp đồ thị	97
4.2. Cộng hưởng dòng điện	107
4.3. Phương pháp nâng cao hệ số công suất.....	109
5. Ứng dụng của mạch điện xoay chiều trong công nghiệp	112
6. Câu hỏi và bài tập chương 4	115
Chương 5: MẠCH ĐIỆN PHI TUYẾN	118
1. Mạch điện phi tuyến	118
1.1. Khái niệm	118
1.2. Một số linh kiện phi tuyến thường gặp	119
2. Mạch có dòng điện không sin	124
2.1. Khái niệm	124
2.2. Nguyên nhân.....	124

3. Mạch lọc điện.....	125
3.1. Khái niệm	125
3.2. Các dạng mạch lọc thông dụng	125
DANH MỤC HÌNH VẼ	129
TÀI LIỆU THAM KHẢO	130

TaiLieu.vn

Chương 1: TÍNH ĐIỆN

1. Khái niệm về điện trường

1.1. Điện tích

Môn khoa học nghiên cứu sự tương tác giữa các điện tích đứng yên gọi là *Tĩnh điện học*. Điện tích là một thuộc tính cơ bản của vật chất.

a) Khái quát:

Điện tích là một tính chất cơ bản và không đổi của một số hạt hạ nguyên tử, đặc trưng cho tương tác điện từ giữa chúng. Điện tích tạo ra trường điện từ và cũng như chịu sự ảnh hưởng của trường điện từ. Sự tương tác giữa một điện tích với trường điện từ, khi nó chuyển động hoặc đứng yên so với trường điện từ này, là nguyên nhân gây ra lực điện từ, một trong những lực cơ bản của tự nhiên.

Điện tích còn được hiểu là "hạt mang điện".

Theo quy ước, có hai loại điện tích: **điện tích âm** và **điện tích dương**. Điện tích của electron là âm, ký hiệu là $-e$ còn điện tích của proton là dương, ký hiệu là $+e$ với e là giá trị của một điện tích nguyên tố.

Các hạt mang điện cùng dấu (cùng dương hoặc cùng âm) sẽ đẩy nhau. Ngược lại, các hạt mang điện khác dấu sẽ hút nhau.

b) Tính chất:

Điện tích là một đại lượng bất biến tương đối tính, điều đó có nghĩa là vật (hoặc hạt) mang điện tích q khi đứng yên, thì vẫn sẽ mang điện tích q như vậy khi chuyển động. Điều này đã được kiểm chứng trong một thực nghiệm, ở đó điện tích của một hạt nhân heli (gồm 2 proton và 2 neutron, hạt nhân này di chuyển rất nhanh) được quan sát là gấp đôi điện tích của một hạt nhân deuteri (gồm 1 proton và 1 neutron, được xem là chuyển động rất chậm so với hạt nhân helium).

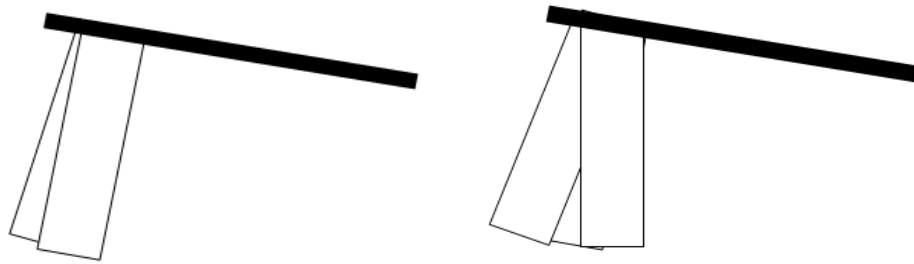
Điện tích tuân theo **định luật bảo toàn điện tích**: *Tổng điện tích của một hệ kín là không thay đổi theo thời gian, không phụ thuộc vào các biến đổi trong hệ.*

c) Thí nghiệm:

Một vật bị nhiễm điện (mang điện tích) có khả năng hút các vật khác. Nếu hai vật đều bị nhiễm điện thì chúng hút nhau hay đẩy nhau?

Thí nghiệm 1:

- Kẹp hai mảnh nilông vào thân bút chì rồi nhấc lên. Quan sát xem chúng có hút hay đẩy nhau không.



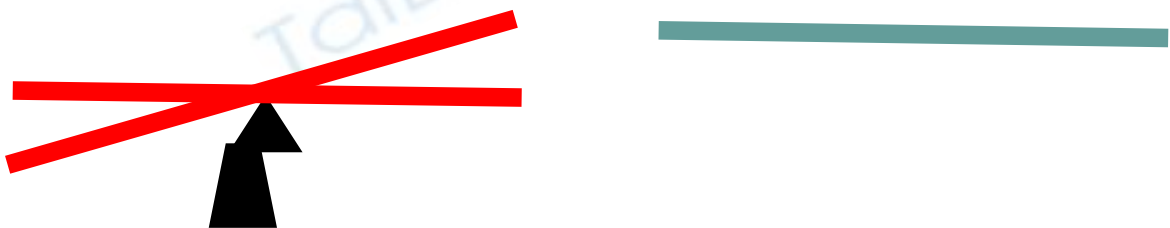
Hình 1.1. Thí nghiệm về điện tích 1

=> Hai mảnh nilông không hút hay đẩy nhau.

- Trải hai mảnh nilông xuống mặt bàn, dùng miếng len cọ xát chúng nhiều lần. Cầm thân bút chì nhắc lên, quan sát xem chúng hút nhau hay đẩy nhau.

Kết luận: Hai vật giống nhau, được cọ xát như nhau thì mang điện tích cùng loại và khi được đặt gần nhau thì chúng đẩy nhau.

Thí nghiệm 2:



Hình 1.1. Thí nghiệm về điện tích 2

Bố trí thí nghiệm như hình, hai thanh nhựa sẫm màu giống nhau. Đặt một trong hai thanh này lên trục nhọn để nó có thể quay dễ dàng trong đó thanh nhựa sẫm màu được cọ xát bằng vải khô và được đặt vào trục quay. Đưa đầu thanh thủy tinh đã được cọ xát bằng mảnh lụa lại gần đầu đã được cọ xát của thanh nhựa sẫm màu. Quan sát xem chúng đẩy hay hút nhau.

=> Thanh nhựa bị thanh thủy tinh hút thanh nhựa sẫm màu và thanh thủy tinh sau khi cọ xát thì chúng hút nhau do chúng mang điện tích khác loại.

1.2. Khái niệm về điện trường

a) Khái niệm: vật lý học hiện đại cho thấy rằng xung quanh điện tích có một môi trường vật chất gọi là điện trường. Một tính chất cơ bản của điện trường là khi có một điện tích đặt trong điện trường thì điện tích đó chịu tác dụng của lực điện. Nhờ có điện trường mà hai điện tích tác dụng được vào nhau. Tác dụng đó xảy ra như sau: mỗi điện tích xung quanh có một điện trường và điện trường của điện tích này tác dụng vào

điện tích kia một lực. Chính dựa vào tính chất cơ bản này của điện trường mà ta biết được sự có mặt của nó và nghiên cứu được các đặc trưng của nó.

Điện trường là dạng vật chất tồn tại xung quanh điện tích và tác dụng lực điện lên điện tích khác đặt trong nó.

b) Cường độ điện trường

Cường độ điện trường tại một điểm là đại lượng vật lý đặc trưng cho điện trường về phương diện tác dụng lực, được đo bằng thương số của lực điện trường tác dụng lên một điện tích thử đặt tại điểm đó và độ lớn của điện tích thử đó.

2. Điện thế - Hiệu điện thế

Thực nghiệm chứng tỏ rằng *trường tĩnh điện có tính chất thế*. Nghĩa là nếu dịch chuyển một điện tích điểm trong một điện trường bất kỳ không phụ thuộc vào đường cong dịch chuyển mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối của dịch chuyển, nếu đường dịch chuyển là đường cong khép kín thì công của lực tĩnh điện để di chuyển điện tích đó bằng không.

2.1. Công của lực điện trường

Điện trường *tác dụng lực lên các điện tích* có thể làm cho điện tích *di chuyển trong điện trường*, khi đó lực điện *thực hiện một công* gọi là *công của lực điện trường*.

2.2. Điện thế

Trong điện học, điện thế là trường thế vô hướng của điện trường; tức là gradien của điện thế là vectơ ngược hướng và cùng độ lớn với điện trường.

Cũng như mọi trường thế vô hướng, điện thế có giá trị tùy theo quy ước điện thế của điểm lấy mốc. Trong kỹ thuật điện và điện tử học, khái niệm hiệu điện thế hay điện áp thường được dùng khi so sánh điện thế giữa hai điểm, hoặc nói về điện thế của một điểm khi lấy điểm kia là mốc có điện thế bằng 0.

2.3. Hiệu điện thế

Hiệu điện thế giữa hai điểm trong điện trường là một đại lượng về trị số bằng công của lực tĩnh điện để dịch chuyển một đơn vị điện tích dương từ điểm đầu đến điểm cuối. Hay là giá trị so sánh giữa điện thế tại hai điểm đó.

3. Tác dụng của điện trường lên vật dẫn và điện môi

3.1. Vật dẫn trong điện trường

Trong các vật dẫn có những hạt mang điện tích có thể chuyển động tự do gọi là điện tích tự do. Trong vật dẫn kim loại đó là các electron tự do.

Dưới đây ta xét những tính chất của vật dẫn trong trạng thái cân bằng điện khi bên trong nó không có dòng điện tích chuyển động.

a) Điện trường ở vật dẫn:

Ở mọi điểm bên trong vật dẫn cân bằng điện, cường độ điện trường bằng không. Bởi vì, nếu cường độ điện trường tại một điểm nào đó khác không, điện trường sẽ tác dụng lực lên điện tích tự do và gây ra dòng điện.

Tại mọi điểm trên mặt vật dẫn cân bằng điện, cường độ điện trường vuông góc với mặt vật dẫn. Bởi vì, nếu vector cường độ điện trường không vuông góc với mặt vật dẫn, nó sẽ có một thành phần hướng dọc theo mặt vật dẫn, nó sẽ có một thành phần hướng dọc theo mặt vật gây ra lực làm di chuyển các điện tích tự do.

b) Điện thế của vật dẫn:

Vì tại mọi điểm bên trong vật dẫn cân bằng điện, cường độ điện trường bằng không nên công của lực điện làm di chuyển một điện tích giữa hai điểm bất kì trong vật dẫn đó bằng không. Điều đó có nghĩa là hiệu điện thế giữa hai điểm bất kì trong vật dẫn đó bằng không và điện thế tại mọi điểm trong vật dẫn đó bằng nhau. Ta nói rằng vật dẫn cân bằng điện là vật đẳng thế.

c) Sự phân bố điện tích ở vật dẫn:

Nếu vật dẫn cân bằng điện có mang điện tích thì điện tích chỉ phân bố trên mặt ngoài của vật. Thật vậy nếu ở một điểm nào đó trong vật có một điện tích thừa, nó sẽ gây ra điện trường, do đó gây ra sự di chuyển điện tích.

Tuy nhiên sự phân bố điện tích ở mặt ngoài vật dẫn là không đều: điện tích tập trung nhiều ở những chỗ lồi nhô của vật. Do đó cường độ điện trường tại các điểm khác nhau trên mặt vật dẫn cũng khác nhau: cường độ điện trường mạnh nhất ở những chỗ lồi nhọn. Điều đó giải thích hiện tượng “rò điện” ở các mũi nhọn. Hiện tượng “rò điện” được ứng dụng trong việc làm cột trồng sét. Trong kĩ thuật người ta tìm các biện pháp chống “rò điện” ở các máy móc và dụng cụ hoạt động ở điện thế cao (các thanh kim loại được bọc ở đầu bằng quả cầu kim loại chẳng hạn).

Những tính chất nêu ra ở trên đúng cho vật dẫn ở trạng thái cân bằng điện. Các tính chất đó cũng đúng cho cả vật dẫn rỗng nếu trong phần rỗng không có điện tích.

Tính chất của vật dẫn cân bằng điện được áp dụng để làm màn chắn tĩnh điện. Để bảo vệ các dụng cụ đo lường hoặc máy móc chính xác khỏi chịu ảnh hưởng của điện trường ngoài, người ta đặt chúng vào những hộp bằng kim loại gọi là màn chắn tĩnh điện. Trong trường hợp thực tế màn chắn tĩnh điện chỉ cần là một cái lưới kim loại, không cần phải kín.

3.2. Điện môi trong điện trường

Khác với vật dẫn, trong điện môi hầu như không có điện tích tự do. Mọi electron đều liên kết chặt chẽ với nguyên tử. Tuy vậy, do điện môi được cấu tạo bởi các hạt điện (electron và hạt nhân) nếu nó cũng có những tính chất điện xác định. Một biểu hiện rõ mà ta đã biết là: lực tương tác giữa hai điện tích điểm đặt trong điện môi giảm đi lần so với trong chân không. Đó là vì dưới tác dụng của điện trường do các điện tích đó gây ra, trong điện môi có những biến đổi, làm xuất hiện một cường độ điện ngược chiều làm giảm cường độ điện trường của các điện tích đó. Nếu xét một khối điện môi đặt trong điện trường (điện trường giữa hai tấm kim loại tích điện trái dấu chẳng hạn) ta thấy rằng nó vẫn chung hoà điện như ở hai mặt điện môi vuông góc với phương cường độ điện trường có xuất hiện những điện tích trái dấu không thể tách riêng ra gọi là điện tích liên kết. Hiện tượng đó gọi là sự phân cực điện môi.

Sự phân cực ở các loại điện môi khác nhau xảy ra khác nhau, do đó hằng số điện môi cũng khác nhau.

4. Bài tập, thí nghiệm chương 1

Câu 1: Hai quả cầu nhỏ giống nhau (xem như hai điện tích điểm) có $q_1 = 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ và $q_2 = - 4,8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ được đặt tại hai điểm cách nhau 10cm.

a) Quả cầu nào thừa electron, quả cầu nào thiếu electron. Tính lượng electron thừa (hoặc thiếu) của mỗi quả cầu.

b) Tính lực tương tác giữa hai quả cầu (có vẽ hình) nếu môi trường tương tác là:

- Chân không

- Dầu hỏa ($\epsilon = 2$)

c) Cho hai quả cầu tiếp xúc với nhau:

- Tìm điện tích của mỗi quả sau khi tiếp xúc.

- Nếu sau khi tiếp xúc ta lại đặt chúng cách nhau 15cm trong dầu hỏa, tìm lực tương tác giữa chúng (có vẽ hình).

Đs: a) thiếu $2 \cdot 10^{10}$ electron, thừa $3 \cdot 10^{10}$ electron b) $1,3824 \cdot 10^{-5} \text{ N}$;

$6,912 \cdot 10^{-6} \text{ N}$ (lực hút) c) $q_1 = q_2 = -8 \cdot 10^{-10}$ lực đẩy: $1,28 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

Câu 2: Xác định lực tương tác (có vẽ hình) giữa hai điện tích điểm q_1 và q_2 cách nhau một khoảng r trong điện môi ϵ , với các trường hợp sau:

a) $q_1 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$; $q_2 = - 8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$; $r = 4 \text{ cm}$; $\epsilon = 2$

b) $q_1 = -6 \mu \text{ C}$; $q_2 = - 9 \mu \text{ C}$; $r = 3 \text{ cm}$; $\epsilon = 5$

Đs: 90N và 108N.

Câu 3: Hai quả cầu nhỏ có điện tích $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ và $q_2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ tác dụng với nhau một lực 36N trong chân không. Tính khoảng cách giữa chúng.

Đs: 5cm.

Câu 4: Hai quả cầu có $q_1 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$; $q_2 = - 8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ đặt cách nhau một khoảng 4cm trong dầu hỏa ($\epsilon = 2$) thì tương tác với nhau bằng một lực F . Tìm F

-Nếu vẫn giữ nguyên q_1 nhưng giảm điện tích q_2 đi hai lần thì để lực tương tác giữa chúng vẫn là F thì phải thay đổi khoảng cách giữa chúng ra sao.

Đs: 90N $2\sqrt{2} \cdot \text{cm}$

Câu 5: Cho rằng trong nguyên tử Hydro, electron chuyển động tròn đều quanh hạt nhân với bán kính quỹ đạo $5 \cdot 10^{-9} \text{ cm}$ (xem rằng hạt nhân có độ lớn điện tích bằng điện tích của electron, nhưng trái dấu)

a) Xác định lực hút tĩnh điện giữa hạt nhân và electron.

b) Xác định tần số chuyển động f của electron.

Đs: $0,92 \cdot 10^{-7} \text{ N}$ $7,7 \cdot 10^{19}$ vòng/s

Câu 6: Hai điện tích điểm trong chân không cách nhau một khoảng r tác dụng lên nhau một lực F . Khi đặt trong một điện môi có hằng số điện môi bằng 9 đồng thời

giảm khoảng cách giữa chúng so với trong chân không một đoạn 20cm thì lực tương tác vẫn là F. Tìm r. **Đs: $r = 30\text{cm}$**

Câu 7: Hai điện tích điểm trong chân không cách nhau một khoảng r tác dụng lên nhau một lực F. Khi đặt trong một điện môi có hằng số điện môi bằng 16 đồng thời thay đổi khoảng cách giữa chúng so với trong chân không một đoạn 30cm thì lực tương tác vẫn là F. Tìm r. **Đs: $r = 40\text{cm}$**

Câu 8: Cho hai điện tích q_1 và q_2 đặt cách nhau trong không khí một khoảng 30cm, thì lực tương tác giữa chúng là F. Nếu đặt chúng trong dầu thì lực tương tác này giảm đi 2,25 lần. vậy cần phải dịch chuyển chúng trong dầu lại gần nhau một đoạn bằng bao nhiêu để lực tương tác giữa chúng vẫn bằng F.

Đs: 10cm

Câu 9: Nếu tăng đồng thời độ lớn của hai điện tích lên gấp đôi và giảm khoảng cách giữa chúng đi 3 lần thì lực tương tác giữa chúng thay đổi như thế nào. **Đs: tăng 36 lần**

Câu 10: Hai điện tích q_1 và q_2 đặt cách nhau 10cm thì tương tác với nhau một lực F trong không khí và bằng F/4 nếu đặt trong điện môi. Để lực tương tác giữa hai điện tích đặt trong điện môi vẫn bằng F thì hai điện tích đặt cách nhau một khoảng bao nhiêu. **Đs: 5cm**

Câu 11: Tính giá trị của hai điện tích điểm q_1 và q_2 đặt trong không khí, biết $|q_1| = |q_2|$ và:

a) chúng cách nhau 3cm và *đẩy nhau* bằng một lực $F = 9 \cdot 10^{-3}\text{N}$.

b) chúng cách nhau 20cm và *hút nhau* bằng một lực $F = 3,6 \cdot 10^{-4}\text{N}$.

Đs: a) $q_1 = q_2 = \pm 3 \cdot 10^{-8}\text{C}$

b) $q_1 = \pm 4 \cdot 10^{-8}; q_2 = \mp 4 \cdot 10^{-8}\text{C}$

Câu 12: Hai quả cầu nhỏ có điện tích $q_1 = 4 \cdot 10^{-7}\text{C}$ và q_2 đặt cách nhau một khoảng 3cm trong chân không thì *hút nhau* một lực bằng 0,2N. Xác định q_2

-Hai quả cầu nhỏ có điện tích $q_1 = -4 \cdot 10^{-7}\text{C}$ và q_2 đặt cách nhau một khoảng 10cm trong dầu $\epsilon = 2$ thì *đẩy nhau* một lực bằng 0,072N. Xác định q_2

Đs: $-5 \cdot 10^{-8}\text{C}$ & $-4 \cdot 10^{-7}\text{C}$

Câu 13: Trong chân không, hai quả cầu nhỏ giống nhau đặt cách nhau 1m *hút nhau* bằng một lực $F = 1,8\text{N}$. Nếu cho hai quả cầu tiếp xúc với nhau thì điện tích tổng cộng của hai quả cầu sau khi tiếp xúc là 10^{-7}C . Hỏi dấu và độ lớn của hai quả cầu trước khi tiếp xúc. **Hd: giải hệ: $q_1 + q_2 = 10^{-7}$ & $q_1 \cdot q_2 = -2 \cdot 10^{-10}$**

Chương 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

1. Khái niệm dòng điện một chiều và mạch điện

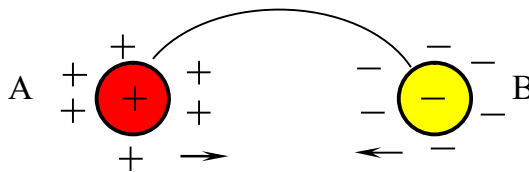
1.1. Dòng điện và dòng điện một chiều

Nếu có tổng một lượng điện tích khác không, được chuyển qua một mặt tưởng tượng nào đó thì ta có thể nói rằng có một dòng điện đã chuyển qua mặt đó.

Trong tự nhiên và đời sống xung quanh chúng ta tồn tại rất nhiều loại dòng điện khác nhau: dòng cực lớn hàng chục nghìn ampere tạo nên sét, dòng điện nhỏ cực bé điều khiển các hoạt động của cơ bắp, dòng điện trong các thiết bị điện,...

Để có được dòng điện, vật (hoặc môi trường) phải chứa các hạt tích điện và các hạt tích điện này có thể chuyển động được trong toàn phạm vi giới hạn của vật. Những hạt đó được gọi là những hạt mang điện. Các hạt này có thể là electron, ion, hoặc các hạt vĩ mô có tích điện như hạt bụi hạt nước,...

1.1.1. Khái niệm



Hình 2.1. Khái niệm dòng điện

Khi ta nối một vật tích điện A với một vật chưa tích điện B bằng một dây dẫn ta có dòng điện tích chuyển dịch từ A ÷ B qua dây dẫn vì giữa 2 đầu dây có một hiệu điện thế (sự chênh lệch điện thế), hiệu điện thế này làm dòng điện tích chuyển dời có hướng.

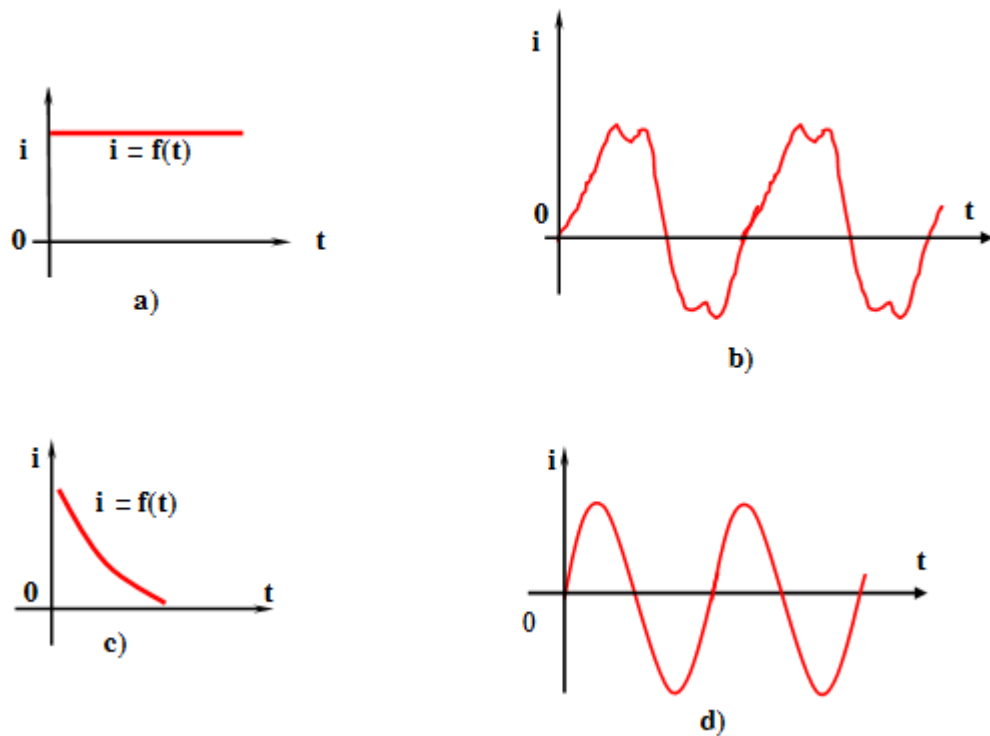
1.1.2. Định nghĩa:

Dòng điện là dòng chuyển dời có hướng của các hạt mang điện.

Sự di chuyển điện tích theo một hướng nhất định với tốc độ không đổi sẽ tạo thành dòng điện một chiều.

* **Định nghĩa** : *Dòng điện một chiều là dòng điện có chiều và trị số không đổi theo thời gian.*

* **Đồ thị dòng điện một chiều**: là đường thẳng song song với trục thời gian.



Hình 2.2: Đồ thị dòng điện không đổi(a), tắt dần(b), chu kỳ (c) và xoay chiều hình sin(d).

1.2. Quy ước của dòng điện

• Chiều dòng điện:

Người ta quy ước chiều dòng điện là chiều di chuyển của các điện tích dương (hướng từ nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp đó là chiều của điện trường) trong vật dẫn:

Chiều dòng điện đi từ cực dương (+) đến cực âm của nguồn điện (-).

• Điều kiện để có dòng điện:

Điều kiện cần bản để có dòng điện trong các vật dẫn là giữa hai đầu của vật dẫn phải có một hiệu điện thế trong vật dẫn phải có một điện trường.

• Điều kiện duy trì dòng điện:

Muốn duy trì dòng điện trong một dây dẫn (làm bằng vật dẫn điện) ta phải duy trì điện áp giữa hai đầu dây ấy bằng cách dùng một nguồn điện như pin, ắc quy, máy phát điện.

1.3. Cường độ và mật độ dòng điện

a. Cường độ dòng điện:

Sử dụng phạm vi hẹp:

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow I = \frac{q}{t}$$

Phạm vi sử dụng rộng:

I: Cường độ dòng điện đại lượng đặc trưng cho độ lớn

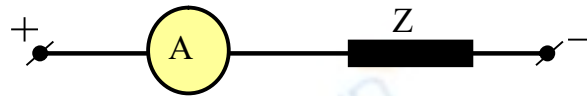
q: Điện tích qua tiết diện

t: Thời gian

- Đơn vị cường độ dòng điện:

$$\text{Ampe (A)} = \text{culông(c)}/\text{giây(s)}$$

Ta muốn đo dòng điện thì phải mắc 1 ampe kế với tải:



Hình 2.3. Mắc ampe kế đo dòng điện

$$I = q/t; \quad q = 1 \text{ (c)}; \quad t = 1 \text{ (s)} \qquad I = \frac{1c}{1s}$$

Vậy: Cường độ dòng điện là lượng điện tích (điện lượng) đi qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong một đơn vị thời gian 01 giây.

$$1 \text{ KA (kilô ampe)} = 10^3 \text{ A}$$

$$1 \text{ mA (mili ampe)} = 10^{-3} \text{ A}$$

$$1 \mu\text{A (micro ampe)} = 10^{-3} \text{ mA} = 10^{-6} \text{ A}$$

Ví dụ: Trong một thời gian $t = 0,01 \text{ s}$, tụ điện nạp được 10^{-3} culông trên cực. Tìm giá trị trung bình của dòng điện nạp cho tụ.

$$\text{Giải: } dt = 0,01 \text{ s}, dq = 10^{-3} \text{ c, tìm } i = ?$$

Ta áp dụng công thức cường độ dòng điện:

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{10^{-3}}{0.01} = 10^{-1} \text{ (A)}$$

Vậy giá trị trung bình của $i = 10^{-1} \text{ (A)}$

b. Mật độ dòng điện:

Cường độ dòng điện qua một đơn vị diện tích tiết diện được gọi là mật độ dòng điện: ký hiệu: δ (delta)

S: tiết diện dẫn (mm^2)

I: cường độ dòng điện

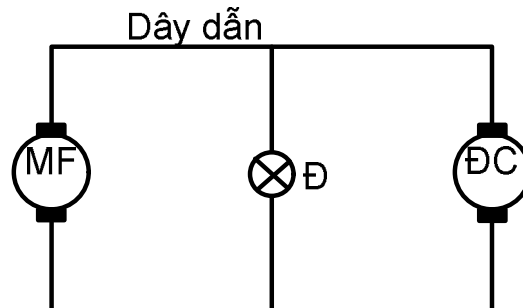
Đơn vị: A/m^2 ; A/cm^2 , A/mm^2

$$\delta = \frac{I}{S}$$

2. Mạch điện và các phần tử của mạch điện

2.1. Mạch điện

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện, nối với nhau bằng các dây dẫn, tạo thành những vòng kín mà trong đó có dòng điện chạy qua.



Hình 2.4: Mạch điện

Mạch điện được cấu trúc từ nhiều thiết bị khác nhau, chúng thực hiện các chức năng xác định được gọi là phần tử mạch điện. Có hai loại phần tử mạch điện chính là nguồn điện và phụ tải.

a, Nguồn điện:

Là thiết bị phát ra điện năng, về nguyên lý là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng khác thành điện năng.

Ví dụ: Pin và acquy biến đổi hóa năng thành điện năng; máy phát điện biến cơ năng thành điện năng;....



Hình 2.5: Nguồn điện

b, Phụ tải:

Phụ tải là các thiết bị tiêu thụ điện năng, biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác.

Ví dụ: động cơ biến điện năng thành cơ năng; đèn điện biến điện năng thành quang năng;....



Hình 2.6: Phụ tải

Ngoài hai loại chính trên, trong mạch điện còn có hệ thống dây dẫn nối từ nguồn đến tải để tạo thành một mạch vòng khép kín và để truyền tải điện năng từ nguồn đến tải.

2.2. Các phần tử cấu thành mạch điện

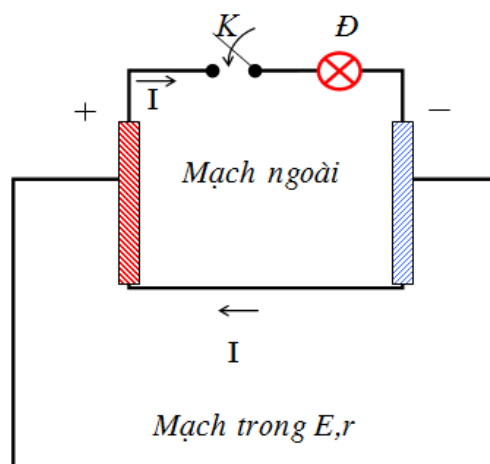
Kết cấu hình học của mạch điện bao gồm: Nhánh, vòng và nút

- Nhánh: Là một bộ phận của mạch điện, gồm các phần tử mắc nối tiếp nhau trong đó có cùng một dòng điện chạy qua. Mạch điện ở hình vẽ trên có 3 nhánh được đánh số 1,2,3
- Nút: Là chỗ gặp nhau của ba nhánh trở lên. Mạch điện trên có 2 nút, kí hiệu là a và b
- Vòng: Là đường đi khép kín qua các nhánh. Mạch điện trên được chia thành ba vòng kí hiệu là I, II và III

3. Các định luật và các biểu thức cơ bản trong mạch điện một chiều

3.1. Định luật Ohm.

a. Định luật:



Hình 2.7: Sơ đồ định luật Ôm cho toàn mạch điện

Muốn có một dòng điện chảy liên tục trong một đoạn mạch điện thì ta phải duy trì liên tục trong đoạn mạch đó một điện áp giữa hai đầu đoạn mạch, điều này chỉ có

thể thực hiện được khi nối 2 đầu của đoạn mạch điện đó với hai cực của một nguồn điện. Tạo thành một mạch điện kín. Như vậy một mạch điện kín gồm hai phần:

- Mạch ngoài: Các phụ tải điện, dây dẫn điện, các thiết bị đóng cắt.
- Mạch trong: Nguồn điện

Mạch ngoài và mạch trong đều có điện trở vì vậy giữa 2 đầu mạch ngoài và mạch trong khi có dòng điện chạy qua thì đều có độ giảm hiệu điện thế.

Gọi sức điện động của nguồn là E , độ giảm hiệu điện thế mạch ngoài là U_{ng} , mạch trong là U_{tr}

Khi đó một điện tích q chuyển dời trong mạch thì công của điện trường sinh ra ở mạch ngoài là $A_1 = q \cdot U_{ng}$ và mạch trong là $A_2 = q \cdot U_{tr}$ và công của nguồn điện sinh ra làm chuyển dời điện tích q trong toàn mạch là $A = q \cdot E$

$$A = A_1 + A_2 \Rightarrow E \cdot q = U_{ng} \cdot q + U_{tr} \cdot q$$

Gọi điện trở mạch ngoài R , mạch trong là r , cường độ dòng điện trong toàn mạch là I

$$\Rightarrow E = U_{ng} + U_{tr} \Rightarrow E = I \cdot R + I \cdot r = I(R + r)$$

$$\Rightarrow I = \frac{E}{R + r} = \frac{V}{\Omega} = A(**)$$

Từ biểu thức (**) phát biểu định luật:

Cường độ dòng điện trong một mạch điện kín (toàn mạch) tỷ lệ thuận với sức điện động của nguồn điện, tỷ lệ nghịch với điện trở của toàn mạch điện.

b. Các trường hợp đặc biệt:

+ Trường hợp mạch hở: ($R \gg r$)

E là một đại lượng không đổi; $r = \text{const}$

U thay đổi tùy theo mạch điện

$$I = \frac{E}{R + r} \Rightarrow E = I \cdot R + I \cdot r \Rightarrow IR = E - I \cdot r$$

$$\Rightarrow U = E - I \cdot r \quad (1) \text{ thay } I = \frac{E}{R + r} \text{ vào (1)}$$

$$\Rightarrow U = E - \frac{E \cdot r}{R + r} = E \left(1 - \frac{r}{R + r}\right) \quad (2)$$

$$\text{do mạch hở } R \gg r \Rightarrow \frac{r}{R + r} \approx 0$$

$$\text{Từ (2)} \Rightarrow U = E \text{ (hoặc từ } U = E - I \cdot r \text{ vì hở mạch } I = 0 \Rightarrow I \cdot r = 0 \Rightarrow U = E)$$

Vậy: Khi mạch hở, điện áp trên các cực của nguồn điện chính bằng sức điện động của nguồn. Ta đo gần đúng E bằng cách mắc vôn kế vào hai cực nguồn với điều kiện điện trở vôn kế $\gg R_v \gg r$

+ Trường hợp đoản mạch (ngắn mạch) $R \approx 0$

Nối tắt 2 cực của nguồn khi R giảm $\Rightarrow I$ tăng và khi R giảm bằng 0 thì I tăng cực đại.

$$I = \frac{E}{R + r} \Rightarrow I_{\text{cực đại}} = \frac{E}{r}$$

trường hợp này gọi là ngắn mạch.

Đơn vị nguồn điện có $r \ll$ như ắc quy ($r = 0,001 \div 0,1\Omega$) khi ngắn mạch $\Rightarrow I$ tăng $\gg$ làm hỏng bản cực ắc quy, cháy dây dẫn.

$U = 110 \div 220V$ khi ngắn mạch $I = \frac{U}{R}$ dòng điện tăng cực lớn dây dẫn cháy hỏng các phần tử điện bị hư thì ta dùng cầu chì, áp tô mát để bảo vệ mạch điện khi ngắn mạch.

+ Sức phản điện động:

Nếu trong một mạch điện có máy thu điện

Ví dụ: Động cơ điện, bình điện phân...thì định luật ôm được viết như sau:

$$U = e + R.I$$

Nếu trong toàn mạch khi có máy thu điện thì định luật ôm có:

$$E = R.I + e \text{ với } R: \text{điện trở toàn mạch}$$

$$R = R_{\text{ngoài}} + R_{\text{nguồn}} + R_{\text{máy thu}}$$

Với e : gọi là sức phản điện động của máy thu.

Tổng quát: Nếu trong mạch điện có máy phát điện, máy thu điện và nhiều điện trở tác dụng khác nhau ta có định luật ôm toàn mạch:

$$\sum_{i=1}^n E_i - \sum_{i=1}^n e_i = I \cdot \sum_{i=1}^n R_i$$

ΣE : Tổng số sức điện động của các nguồn điện

Σe : Tổng số sức phản điện động của các máy thu

ΣR : Tổng số các điện trở của toàn mạch

I : Cường độ dòng điện trong mạch

3.2. Công suất và điện năng trong mạch điện một chiều

3.3. Định luật Joule – lenz

2.2.1. Sự biến đổi điện năng thành nhiệt năng

Tất cả các phần tử của mạch điện đều có xu hướng chống lại sự chuyển dời có hướng của các điện tích, tức là cản trở lại dòng điện do đó dòng điện chạy trong mạch đã phải bỏ ra một phần năng lượng để thắng lại sức cản đó. Kết quả là dây dẫn và các phần tử của mạch điện bị nóng lên, còn năng lượng ta thu được bị hút đi một phần

bằng số năng lượng đã mất trên đường đi. Năng lượng mất đi đó đã biến đổi thành nhiệt năng.

2.2.2. Định luật Jun – Lenxơ:

Vào năm 1844 bằng thực nghiệm hai nhà bác học Jun và Lenxơ đã nghiên cứu xác định được nhiệt lượng toả ra trong dây dẫn khi có dòng điện chảy qua theo công thức sau:

$$Q = U.I.t = R.I^2.t \text{ (J)}$$

$$Q = 0,24.R.I^2.t \text{ (calo)} \Rightarrow 1J = 0,24 \text{ calo}$$

$$Q = 0,24 \text{ Pt (calo)}$$

Q: nhiệt lượng

I: cường độ dòng điện

R: điện trở dây dẫn

t: thời gian dòng điện chảy qua dây dẫn (s)

Từ công thức trên 2 nhà bác học đã xây dựng lên một định luật Jun – Lenxơ:

$$Q = R.I^2.t$$

* Định luật: Nhiệt lượng toả ra trên một vật dẫn tỷ lệ thuận với điện trở của vật dẫn, với bình phương cường độ dòng điện với thời gian dòng điện chạy qua.

* Nhiệt lượng do dòng điện chạy trong mạch điện tạo ra sẽ tiêu tán để đốt nóng dây dẫn và toả ra môi trường xung quanh để đảm bảo cho dây dẫn dẫn điện an toàn ta quy định dòng điện định mức I_{dm} chạy qua dây dẫn.

Trong thực tế, lợi dụng tác dụng nhiệt của dòng điện $\Rightarrow$ người ta làm các lò sấy, bếp điện, lò sưởi, bàn là, đèn điện...làm dây chảy cầu chì, role nhiệt để bảo vệ các thiết bị điện được an toàn.

3.4. Định luật Faraday

Năm 1831, Michael Faraday đã chứng tỏ bằng thực nghiệm rằng từ trường có thể sinh ra dòng điện. Thực vậy, khi cho từ thông gửi qua một mạch kín thay đổi thì trong mạch xuất hiện một dòng điện. Dòng điện đó được gọi là dòng điện cảm ứng. Hiện tượng đó được gọi là **hiện tượng cảm ứng điện từ**.

Thí nghiệm Faraday