

CHƯƠNG 3: ĐIỆN TRƯỜNG - HỆ THỐNG LÝ THUYẾT

Mục lục

BÀI 16. LỰC TƯƠNG TÁC GIỮA HAI ĐIỆN TÍCH	4
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	4
1. Điện tích và tương tác điện.....	4
2. Định luật Coulomb trong chân không	4
3. Lực điện trong điện môi	4
II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT.....	5
1. Dấu điện tích quyết định hút hay đẩy.....	5
2. Khoảng cách ảnh hưởng rất mạnh đến lực	5
3. Hai lực điện là một cặp lực tương tác.....	5
III. GHI NHỚ NHANH.....	5
IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH	5
BÀI 17. KHÁI NIỆM ĐIỆN TRƯỜNG	6
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	6
1. Khái niệm điện trường.....	6
2. Cường độ điện trường.....	6
3. Điện trường của điện tích điểm.....	6
4. Nguyên lý chồng chất điện trường.....	6
5. Điện phổ và đường sức điện	6
II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT.....	7
1. Cường độ điện trường không phụ thuộc điện tích thử	7
2. Điện tích thử âm không làm đổi điện trường.....	7
3. Cộng điện trường phải theo quy tắc vector.....	7
III. GHI NHỚ NHANH.....	7
IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH	7
BÀI 18. ĐIỆN TRƯỜNG ĐỀU.....	8
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	8

1. Khái niệm điện trường đều	8
2. Điện trường đều giữa hai bản phẳng song song.....	8
3. Tác dụng lên điện tích	8
4. Điện tích bay vuông góc với đường sức.....	8
5. Một số ứng dụng	9
II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT.....	9
1. Điện trường chỉ gần đều ở vùng trung tâm.....	9
2. Lực điện không phụ thuộc vận tốc	9
3. Cấu trúc chuyển động giống ném ngang	9
III. GHI NHỚ NHANH.....	9
IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH	9
BÀI 19. THỂ NĂNG ĐIỆN	10
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	10
1. Công của lực điện trong điện trường đều	10
2. Tính chất công của lực điện.....	10
3. Thế năng điện.....	10
II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT.....	11
1. Công dương thì thế năng giảm.....	11
2. Hiệu thế năng không phụ thuộc mốc.....	11
3. Phải xét cả dấu điện tích khi xét dấu công.....	11
III. GHI NHỚ NHANH.....	11
IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH	11
BÀI 20. ĐIỆN THẾ	12
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	12
1. Điện thế tại một điểm	12
2. Hiệu điện thế.....	12
3. Mối liên hệ giữa điện thế và thế năng	12
4. Mối liên hệ giữa điện trường và hiệu điện thế.....	12

II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT.....	13
1. Điện thế là đại lượng gắn với vị trí	13
2. Hiệu điện thế không đổi khi đổi mốc	13
3. Chiều tự chuyển động phụ thuộc dấu điện tích.....	13
III. GHI NHỚ NHANH.....	13
IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH	13
BÀI 21. TỤ ĐIỆN.....	14
I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT	14
1. Tụ điện và sự tích điện	14
2. Điện dung của tụ điện.....	14
3. Ghép tụ điện nối tiếp	14
4. Ghép tụ điện song song	15
5. Năng lượng của tụ điện.....	15
6. Ứng dụng và giới hạn làm việc	15
II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT.....	15
1. Điện dung lớn nghĩa là tích được nhiều điện tích hơn	15
2. Ghép nối tiếp và song song có tác dụng ngược nhau lên điện dung tương đương	16
3. Năng lượng tăng nhanh theo điện áp.....	16
III. GHI NHỚ NHANH.....	16
IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH	16

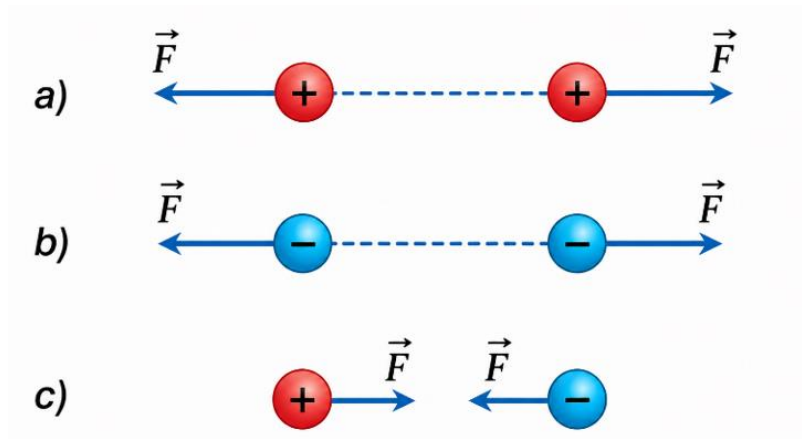
BÀI 16. LỰC TƯƠNG TÁC GIỮA HAI ĐIỆN TÍCH

I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Điện tích và tương tác điện

Điện tích có hai loại: điện tích dương và điện tích âm.

- Các điện tích cùng dấu đẩy nhau; các điện tích trái dấu hút nhau.
- Lực điện giữa hai điện tích điểm có phương trùng với đường thẳng nối hai điện tích.
- Hai lực tương tác tác dụng lên hai điện tích có cùng độ lớn và ngược chiều.



Mình họa quy tắc hút – đẩy và định luật Coulomb

Quy tắc hút – đẩy giữa hai điện tích

2. Định luật Coulomb trong chân không

Điện tích điểm là vật tích điện có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách đang xét.

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

- F là độ lớn lực điện, đơn vị niutơn (N).
- q_1, q_2 là điện tích; r là khoảng cách giữa hai điện tích.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N m}^2)$$

3. Lực điện trong điện môi

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$$

- ϵ là hằng số điện môi của môi trường; trong cùng điều kiện, lực điện trong điện môi giảm ϵ lần so với trong chân không.
- Với không khí khô ở điều kiện thông thường, có thể lấy gần đúng hằng số điện môi bằng 1.

II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT

1. Dấu điện tích quyết định hút hay đẩy

Dấu của hai điện tích quyết định bản chất hút – đẩy; công thức Coulomb dùng giá trị tuyệt đối để tính độ lớn lực.

2. Khoảng cách ảnh hưởng rất mạnh đến lực

Lực điện biến thiên theo nghịch đảo bình phương khoảng cách, nên khi khoảng cách tăng gấp đôi thì lực giảm bốn lần.

3. Hai lực điện là một cặp lực tương tác

Hai lực có cùng độ lớn, cùng phương, ngược chiều và đặt lên hai vật khác nhau.

III. GHI NHỚ NHANH

- Cùng dấu $\rightarrow$ đẩy; trái dấu $\rightarrow$ hút.
- Độ lớn lực tỉ lệ với tích độ lớn hai điện tích.
- Độ lớn lực tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách.
- Trong điện môi, lực giảm ϵ lần.
- Đổi μC về C và cm về m trước khi tính.

IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Không dùng dấu âm của điện tích trong phép tính độ lớn lực.
- Khoảng cách r là khoảng cách giữa hai điện tích điểm, không phải khoảng cách đến mép vật.
- Sau khi tính độ lớn, phải kết luận lực hút hay lực đẩy.

BÀI 17. KHÁI NIỆM ĐIỆN TRƯỜNG**I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT****1. Khái niệm điện trường**

Điện trường là một dạng vật chất tồn tại xung quanh điện tích và truyền tương tác điện.

- Điện tích đặt trong điện trường chịu tác dụng của lực điện.
- Điện tích thử được chọn dương và có độ lớn đủ nhỏ để không làm thay đổi đáng kể điện trường đang khảo sát.

2. Cường độ điện trường

$$E = \frac{F}{q}$$

- Vectơ cường độ điện trường cùng phương, cùng chiều với lực điện tác dụng lên điện tích thử dương.

$$1 \text{ N/C} = 1 \text{ V/m}$$

Độ lớn lực tác dụng lên một điện tích đặt trong điện trường:

$$F = |q|E$$

3. Điện trường của điện tích điểm

$$E = k \frac{|Q|}{\epsilon r^2}$$

- Nếu điện tích nguồn dương, vectơ cường độ điện trường hướng ra xa điện tích nguồn.
- Nếu điện tích nguồn âm, vectơ cường độ điện trường hướng về điện tích nguồn.

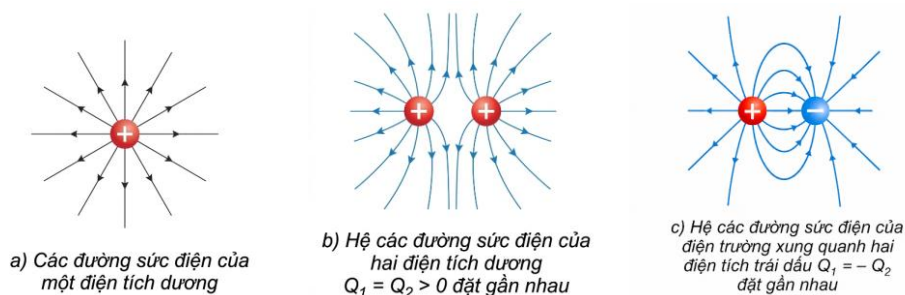
4. Nguyên lý chồng chất điện trường

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

- Tính riêng điện trường do từng điện tích gây ra tại điểm xét rồi cộng các vectơ theo quy tắc hình bình hành hoặc quy tắc đa giác.
- Độ lớn điện trường tổng hợp phụ thuộc cả độ lớn và góc giữa các vectơ thành phần.

5. Điện phổ và đường sức điện

- Điện phổ là hình ảnh biểu diễn sự phân bố của các đường sức điện.
- Tiếp tuyến với đường sức tại một điểm cho phương của vectơ cường độ điện trường tại điểm đó; chiều đường sức là chiều của vectơ cường độ điện trường.
- Đường sức xuất phát từ điện tích dương và kết thúc ở điện tích âm hoặc ở vô cực; các đường sức không cắt nhau.



Một số dạng đường sức điện điển hình

II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT

1. Cường độ điện trường không phụ thuộc điện tích thử

Cường độ điện trường là đặc trưng của điện trường tại điểm xét; thay điện tích thử không làm thay đổi giá trị của điện trường đang khảo sát.

2. Điện tích thử âm không làm đổi điện trường

Nếu dùng điện tích thử âm, lực điện ngược chiều vector cường độ điện trường nhưng giá trị cường độ điện trường vẫn không đổi.

3. Cộng điện trường phải theo quy tắc vector

Tại điểm đối xứng giữa hai điện tích bằng nhau cùng dấu, các vector điện trường có thể triệt tiêu; vì vậy không được cộng máy móc các độ lớn.

III. GHI NHỚ NHANH

- Điện tích dương tạo điện trường hướng ra; điện tích âm tạo điện trường hướng vào.
- Điện trường tổng hợp là tổng vector các điện trường thành phần.
- Đường sức điện không cắt nhau.
- Mật độ đường sức biểu thị tương đối độ mạnh yếu của điện trường.

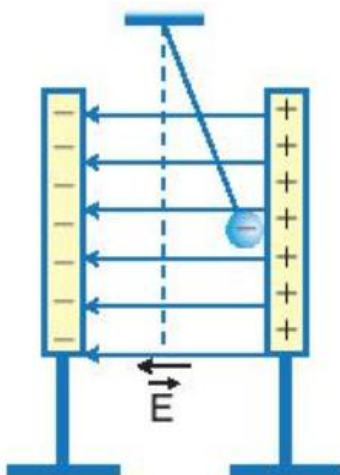
IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Phải phân biệt vector lực điện và vector cường độ điện trường.
- Với điện tích âm, lực điện ngược chiều vector cường độ điện trường.
- Trong công thức điện trường của điện tích điểm, r là khoảng cách từ điện tích Q đến điểm xét.

BÀI 18. ĐIỆN TRƯỜNG ĐỀU**I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT****1. Khái niệm điện trường đều**

Điện trường đều là điện trường có vector cường độ điện trường như nhau tại mọi điểm.

- Đường sức là các đường thẳng song song, cùng chiều và cách đều nhau.
- Vùng trung tâm giữa hai bản phẳng song song tích điện trái dấu có thể coi gần đúng là điện trường đều.

2. Điện trường đều giữa hai bản phẳng song song

Điện trường đều giữa hai bản phẳng song song

- Vector cường độ điện trường hướng từ bản nhiễm điện dương sang bản nhiễm điện âm.

$$E = \frac{U}{d}$$

- U là hiệu điện thế giữa hai bản; d là khoảng cách giữa hai bản. Công thức áp dụng trực tiếp cho điện trường đều.

3. Tác dụng lên điện tích

$$F = |q|E$$

$$a = \frac{|q|E}{m}$$

- Điện tích dương chịu lực cùng chiều điện trường; điện tích âm chịu lực ngược chiều điện trường.
- Nếu bỏ qua trọng lực và các lực khác, gia tốc của điện tích là hằng số.

4. Điện tích bay vuông góc với đường sức

Chọn trục Ox theo vận tốc ban đầu và trục Oy cùng chiều điện trường. Khi q mang dấu đại số:

$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{qE}{2m} t^2$$

$$y = \frac{qEx^2}{2mv_0^2}$$

5. Một số ứng dụng

- Làm lệch chùm electron hoặc ion trong thiết bị điện tử.
- Lọc bụi tĩnh điện trong nhà máy và máy lọc không khí.
- Điều khiển chuyển động của hạt tích điện trong các hệ đo và phân tích.

II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT

1. Điện trường chỉ gần đều ở vùng trung tâm

Gần mép hai bản, các đường sức bị cong nên điện trường không còn đều như ở vùng trung tâm.

2. Lực điện không phụ thuộc vận tốc

Lực điện không phụ thuộc vận tốc của hạt, nhưng quỹ đạo phụ thuộc vận tốc ban đầu.

3. Cấu trúc chuyển động giống ném ngang

Chuyển động vuông góc đường sức có cấu trúc toán học giống chuyển động ném ngang; điện tích âm và dương cong về hai phía ngược nhau trong cùng điện trường.

III. GHI NHỚ NHANH

- Điện trường đều: vectơ cường độ điện trường không đổi.
- Đường sức thẳng, song song, cùng chiều và cách đều.
- Chiều điện trường luôn từ bản dương sang bản âm.
- Hạt bay vuông góc đường sức có quỹ đạo parabol.

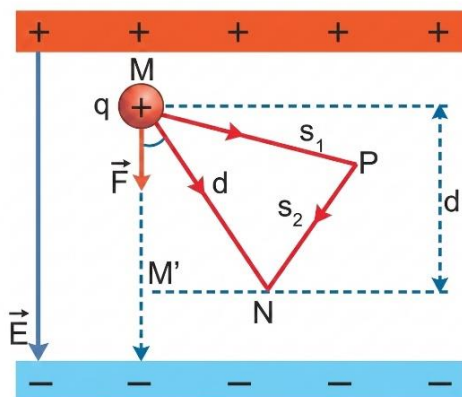
IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Đổi khoảng cách d về mét trước khi dùng công thức liên hệ giữa E và U .
- Khi tính độ lớn lực với điện tích âm, dùng độ lớn điện tích rồi xét chiều riêng.
- Công thức quỹ đạo parabol giả thiết điện trường đều và bỏ qua các lực khác.

BÀI 19. THỂ NĂNG ĐIỆN

I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Công của lực điện trong điện trường đều



Dịch chuyển của điện tích trong điện trường đều

$$A_{MN} = qEd = qE MN \cos \alpha$$

- d là độ dài đại số của hình chiếu vector MN lên phương của điện trường.
- Công có thể dương, âm hoặc bằng không tùy dấu điện tích và chiều dịch chuyển.
- Nếu đoạn dịch chuyển vuông góc với điện trường thì hình chiếu bằng 0 và công của lực điện bằng 0.

2. Tính chất công của lực điện

Công của lực điện chỉ phụ thuộc vị trí đầu và vị trí cuối, không phụ thuộc hình dạng đường đi.

- Công của lực điện trên một đường kín bằng 0.
- Điện trường tĩnh là một trường thế.

3. Thế năng điện

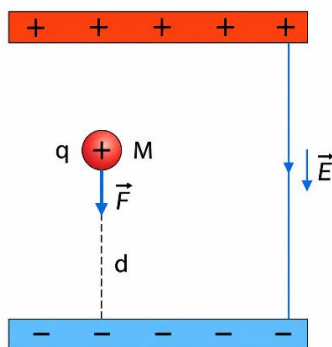
Thế năng điện đặc trưng cho khả năng sinh công của điện trường đối với điện tích.

$$A_{MN} = W_M - W_N$$

$$\Delta W = W_N - W_M = -A_{MN}$$

Trong điện trường đều, với mốc thế năng thích hợp:

$$W_M = qEd_M$$



Mốc thế năng trong điện trường đều

- Thế năng phụ thuộc điện tích, điện trường và vị trí đang xét.
- Với điện trường của điện tích hoặc hệ điện tích bất kỳ, tài liệu chọn mốc thế năng điện ở vô cực.

II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT

1. Công dương thì thế năng giảm

Lực điện sinh công dương thì thế năng điện giảm; lực điện sinh công âm thì thế năng tăng.

2. Hiệu thế năng không phụ thuộc mốc

Thế năng phụ thuộc mốc chọn nhưng hiệu thế năng giữa hai điểm không phụ thuộc mốc.

3. Phải xét cả dấu điện tích khi xét dấu công

Không nên kết luận dấu công chỉ từ chiều dịch chuyển; cần xét cả dấu của điện tích.

III. GHI NHỚ NHANH

- d là hình chiếu đại số của độ dời lên phương điện trường.
- Công của lực điện không phụ thuộc đường đi.
- Công của lực điện bằng độ giảm thế năng.
- Dịch chuyển vuông góc với điện trường thì công bằng 0.

IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Phân biệt độ dài quãng đường s với hình chiếu d .
- Nếu dùng điện tích có dấu, công thức công tự cho dấu của công.
- Không nhầm công của lực điện với độ biến thiên thế năng: hai đại lượng trái dấu.
- Mốc thế năng có thể chọn tùy ý nhưng phải dùng nhất quán.

BÀI 20. ĐIỆN THẾ

I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1. Điện thế tại một điểm

$$V_M = \frac{W_M}{q} = \frac{A_{M\infty}}{q}$$

Điện thế đặc trưng cho điện trường về phương diện tạo thế năng tại điểm xét.

- Điện thế là đại lượng vô hướng; đơn vị là vôn (V).

2. Hiệu điện thế

$$U_{MN} = V_M - V_N = \frac{A_{MN}}{q}$$

Công của lực điện:

$$A_{MN} = qU_{MN}$$

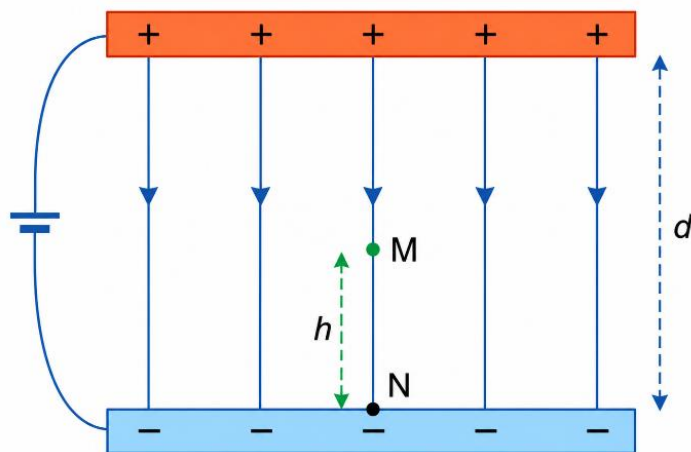
- Hiệu điện thế còn được gọi là điện áp; dấu của hiệu điện thế phụ thuộc thứ tự hai điểm M và N.

3. Mối liên hệ giữa điện thế và thế năng

$$W_M = qV_M$$

- Điện thế không phụ thuộc điện tích thử; thế năng phụ thuộc điện tích q.
- Với điện tích dương, thế năng biến thiên cùng chiều với điện thế; với điện tích âm, thế năng biến thiên ngược chiều với điện thế.

4. Mối liên hệ giữa điện trường và hiệu điện thế



Điện thế trong điện trường đều giữa hai bản phẳng

$$E = \frac{U}{d}$$

- Trong điện trường đều, điện thế giảm theo chiều điện trường.

- Công thức dùng độ lớn hiệu điện thế giữa hai điểm nằm trên cùng đường sức và khoảng cách d theo phương điện trường.

II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT

1. Điện thế là đại lượng gắn với vị trí

Điện thế có thể dương, âm hoặc bằng không tùy mốc chọn.

2. Hiệu điện thế không đổi khi đổi mốc

Đổi mốc điện thế làm giá trị điện thế tại từng điểm thay đổi nhưng không làm thay đổi hiệu điện thế giữa hai điểm.

3. Chiều tự chuyển động phụ thuộc dấu điện tích

Điện tích dương có xu hướng tự chuyển động từ nơi điện thế cao xuống thấp; điện tích âm có xu hướng ngược lại.

III. GHI NHỚ NHANH

- Điện thế là đại lượng vô hướng.
- Hiệu điện thế bằng điện thế điểm đầu trừ điện thế điểm cuối.
- Công của lực điện bằng điện tích nhân hiệu điện thế.
- Trong điện trường đều, điện thế giảm theo chiều điện trường.

IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Chú ý thứ tự chỉ số của hiệu điện thế.
- Khi điện tích âm, dấu của công có thể ngược dấu hiệu điện thế.
- Trong công thức liên hệ E và U , d là khoảng cách theo phương đường sức.
- Không nhầm điện thế là đại lượng vô hướng với cường độ điện trường là đại lượng vector.

BÀI 21. TỤ ĐIỆN**I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT****1. Tụ điện và sự tích điện**

Tụ điện là linh kiện điện tử gồm hai vật dẫn đặt gần nhau và ngăn cách bởi điện môi.

- Khi tích điện, hai bản mang điện tích trái dấu và có độ lớn bằng nhau; điện tích của tụ là độ lớn điện tích trên một bản.
- Tụ điện có thể tích trữ điện tích và năng lượng điện trường.



Kí hiệu tụ điện trong mạch điện

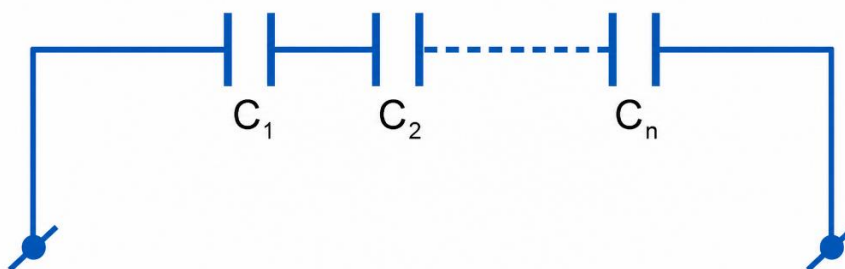
2. Điện dung của tụ điện

$$C = \frac{Q}{U}$$

- Điện dung đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ tại một hiệu điện thế xác định.

$$1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}, \quad 1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}, \quad 1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$$

- Với tụ điện đã cho, điện dung phụ thuộc cấu tạo và điện môi, không phụ thuộc Q và U trong giới hạn làm việc.

3. Ghép tụ điện nối tiếp

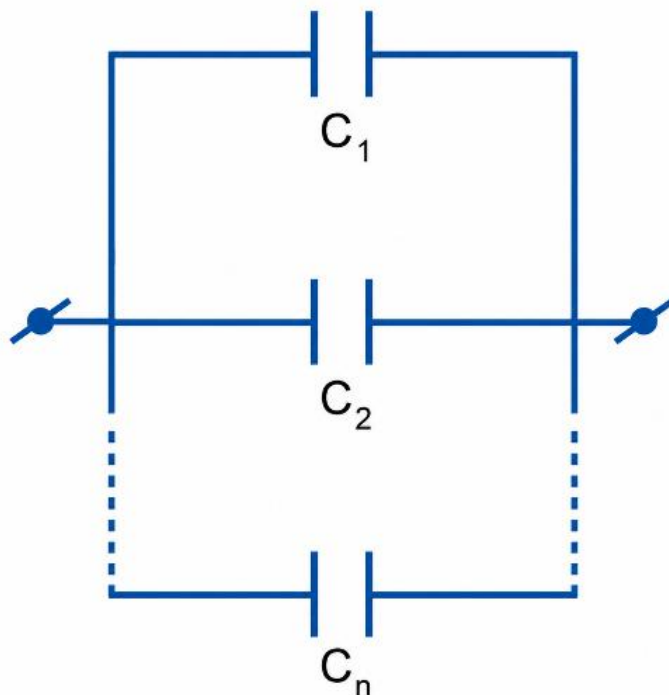
Ghép tụ điện nối tiếp

$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$\frac{1}{C_{\text{nt}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

- Điện dung tương đương nối tiếp nhỏ hơn điện dung nhỏ nhất của các tụ thành phần.

4. Ghép tụ điện song song

Ghép tụ điện song song

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$C_{ss} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

- Điện dung tương đương song song lớn hơn từng điện dung thành phần.

5. Năng lượng của tụ điện

$$W = \frac{1}{2}QU = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}CU^2$$

- Năng lượng được tích trữ trong điện trường giữa hai bản tụ; đơn vị là jun (J).
- Khi tụ phóng điện, năng lượng được truyền cho mạch ngoài.

6. Ứng dụng và giới hạn làm việc

- Tụ điện được dùng trong bộ lọc nguồn, mạch tạo xung, đèn flash, khởi động động cơ và nhiều thiết bị điện tử.
- Điện áp ghi trên vỏ tụ là giới hạn làm việc an toàn; vượt quá có thể làm đánh thủng điện môi.
- Tụ điện có thể còn điện tích sau khi ngắt nguồn, cần xả tụ đúng cách trước khi thao tác.

II. HIỂU SÂU BẢN CHẤT**1. Điện dung lớn nghĩa là tích được nhiều điện tích hơn**

Ở cùng một điện áp, tụ có điện dung lớn tích được nhiều điện tích hơn.

2. Ghép nối tiếp và song song có tác dụng ngược nhau lên điện dung tương đương

Ghép nối tiếp làm giảm điện dung tương đương; ghép song song làm tăng điện dung tương đương.

3. Năng lượng tăng nhanh theo điện áp

Năng lượng của tụ tỉ lệ với bình phương điện áp nên tăng điện áp làm năng lượng tăng rất nhanh.

III. GHI NHỚ NHANH

- Nối tiếp: điện tích trên các tụ bằng nhau; nghịch đảo điện dung cộng.
- Song song: hiệu điện thế trên các tụ bằng nhau; điện dung cộng.
- Không vượt điện áp định mức của tụ.
- Tụ đã ngắt nguồn vẫn có thể còn điện tích.

IV. LƯU Ý CHO HỌC SINH

- Đổi μF , nF , pF về F khi tính theo hệ SI.
- Không nhầm công thức ghép tụ với công thức ghép điện trở.
- Điện dung tương đương nối tiếp luôn nhỏ hơn tụ nhỏ nhất.
- Phải xả tụ đúng cách trước khi thao tác để bảo đảm an toàn.