



Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



TĨNH ĐIỆN HỌC

Nội dung chính

- Ø Phần I : Lực và điện trường
- Ø Phần II : Thế năng tĩnh điện
- Ø Phần III: Điện dung và tụ điện



Đại học Quốc Gia TpHCM
Trường Đại học Bách khoa



PHẦN I:

LỰC VÀ ĐIỆN TRƯỜNG



Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



Nội dung

v Điện tích:

- Ø Khái niệm, thuộc tính của điện tích
- Ø Vật dẫn và điện môi
- Ø Sự phân cực
- Ø Định luật Coulomb
- Ø Nguyên lý chồng chất

v Điện trường:

- Ø Khái niệm, tính chất
- Ø Đường sức điện trường



Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



Giới thiệu

Ø Cuối thế kỉ 18, khái niệm « **điện tích** » mới được hình thành nhờ hiện tượng hút và đẩy giữa hai vật được cọ xát vào nhau.

Lĩnh vực này ngày nay được gọi là **Tĩnh Điện Học**

Ø Tuy nhiên khái niệm « **điện tích** » thường được dành nói riêng cho khám phá của Benjamin Franklin vào giữa thế kỉ



Các thuộc tính của điện tích

Ø Hai loại điện tích

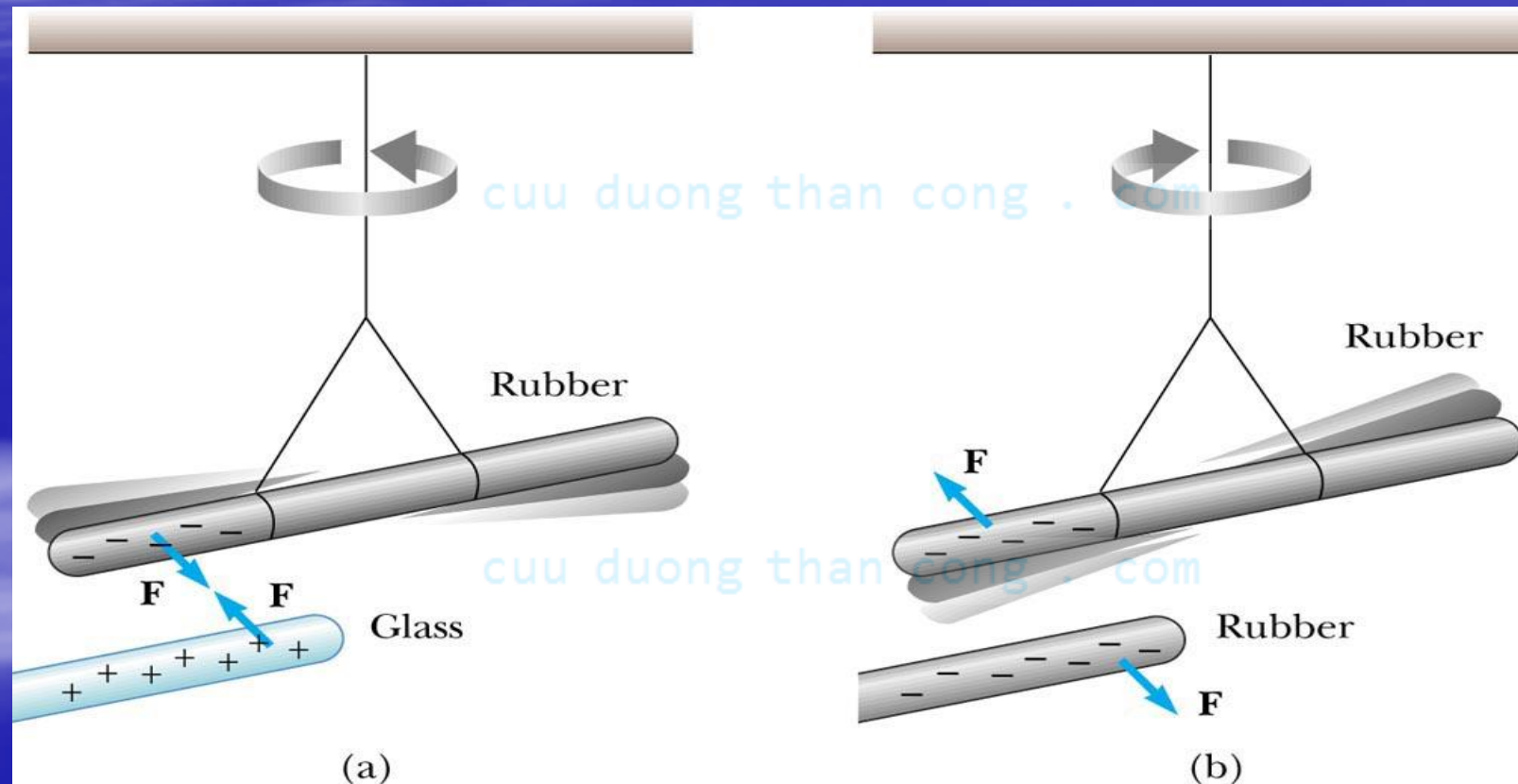
– Điện tích **Dương** và **Âm**

Ø Điện tích sơ cấp dương nhỏ nhất tồn tại trong tự nhiên là **proton**

Ø Điện tích cơ bản âm nhỏ nhất tồn tại trong tự nhiên là **electron**

Ø Những điện tích cùng dấu thì đẩy nhau, ngược dấu thì hút nhau

Cùng dấu thì đẩy, ngược dấu thì hút



Lực hút

Lực đẩy



Các thuộc tính của điện tích (tt)

Ø Một vật sẽ nhiễm điện nếu như chúng bị **mất hay nhận electron**

Ø Những **proton** không thể di chuyển trong kim loại từ nơi này đến nơi khác vì chúng chỉ dao động nhỏ quanh 1 vị trí cố định (các nút mạng).

Ø **Điện tích luôn bảo toàn:**

- Điện tích không tự sinh ra, chúng chỉ chuyển từ vật này sang vật khác
- Những vật thể trở nên nhiễm điện vì những điện tích âm được di chuyển từ nơi này đến nơi khác.



Các thuộc tính của điện tích (tt)

Ø Điện tích bị lượng tử hoá

- Điện tích của tất cả các vật đều là **số nguyên lần điện tích nguyên tố (e)**.
- Các electron có điện tích **$-e$**
- Những proton có điện tích là **$+e$**
- Đơn vị của điện tích trong hệ SI là Coulomb (C)

$$\S e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$



Vật dẫn và điện môi

- Ø **Vật dẫn điện** là những kim loại trong đó các electron có thể dịch chuyển tự do bên trong nó.
- Đồng, nhôm, vàng là những chất dẫn điện tốt
 - Nếu như ta tích điện cho vật dẫn trên một vùng nhỏ thì ngay lập tức chúng sẽ được **phân bố lại điện tích trên toàn bộ bề mặt**.



Trường Đại học Quốc Gia TpHCM Đại học Bách Khoa



Vật dẫn và điện môi (tt)

Ø Chất cách điện là những vật liệu mà điện tích không thể dịch chuyển tự do trong chúng.

- Thủy tinh, caoutchouc và những vật liệu nhựa là những ví dụ về chất cách điện.
- Khi một chất cách điện được nhiễm điện do cọ xát thì chỉ những vùng cọ xát mới nhiễm điện
- Điện tích không thể di chuyển để phân bố lại trên các vùng khác.



Trung hòa điện

Ø Phần lớn các vật thể tự nhiên thì luôn trung hòa về điện(số electron luôn bằng số proton)

cuuduongthancong.com

$$N_e = N_p$$

Ø Như vậy phần lớn vật thể không tác dụng lực lên các vật thể khác đặt xung quanh nó.

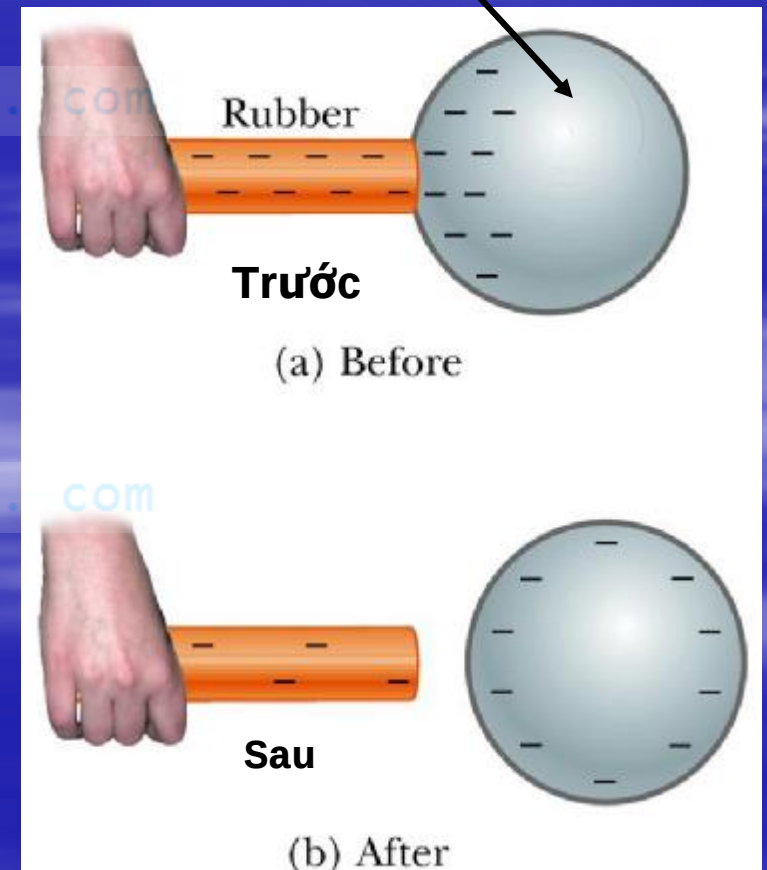
cuuduongthancong.com

Ø Những nguyên tử mà có $N_e < N_p$ hay $N_e > N_p$ (không trung hoà điện) thì được gọi là những ion.

Nhiễm điện cho vật

- Ø Một vật nhiễm điện (thanh) được cho tiếp xúc với một vật khác (quả cầu)
- § Những electron của thanh có thể dịch chuyển sang quả cầu.
- § Khi thanh được lấy ra thì quả cầu sẽ giữ lại phần điện tích chuyển qua này.
- § Vật thể luôn nhiễm điện cùng dấu với vật thể nhiễm điện cho nó

Quả cầu kim loại





Trường Đại học Quốc Gia TpHCM Đại học Bách Khoa



Nhiệm điện cho vật (tt)

Ø **Chú ý rằng:** Bề mặt trái đất được xem như là một nguồn vô tận để giữ điện tích. Vì vậy, nếu ta **nối một vật nhiễm điện xuống đất** thì vật đó sẽ trung hoà về điện

§ Nếu vật nhiễm điện dương thì **trái đất sẽ cung cấp electron để trung hoà.**

§ Nếu vật nhiễm điện âm thì **electron trong vật sẽ truyền xuống đất** để trở nên trung hòa.

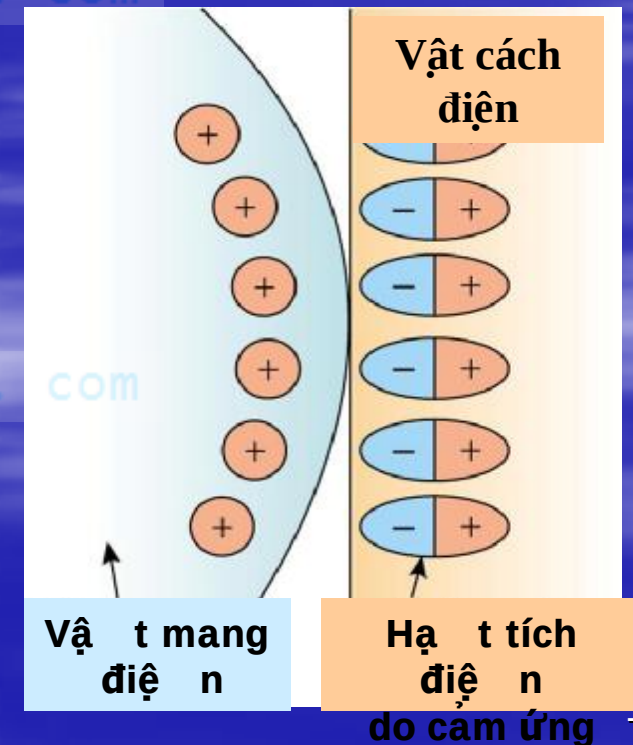


Sự phân cực

- § Trong phần lớn những nguyên tử hay phân tử trung hoà điện, tâm của chúng sẽ mang điện dương cân bằng với các điện tích âm.
- § Tuy nhiên trong một vài trường hợp những vật nhiễm điện thì tâm điện tích âm và dương có thể cách một khoảng nhỏ nào đó.
- § Điều này xảy ra khi chúng ta đặt một điện tích dương gần phân tử này hơn so với những phân tử khác.
- § Sự phân bố điện tích trên bề mặt không đều như vậy được gọi là **Sự phân cực**

Ví dụ về sự phân cực

- § Một vật nhiễm điện (ở bên trái) làm cho những phần tử trên bề mặt bị phân cực
- § Một chiếc lược được tích điện có thể hút các mẩu giấy là do sự phân cực của các mẩu giấy.





Định luật Coulomb

Ø Coulomb đã thực hiện việc thử định lượng lực tương tác tĩnh điện giữa hai điện tích vào đầu những năm 1700

Giả thiết :

- 2 điện tích kích thước nhỏ q_1 et q_2 đặt cách nhau một khoảng r .
- Chúng ta sẽ đo lực $\vec{F}$ tác dụng lên q_1 q_2 .



Định luật Coulomb (tt)

§ Cường độ của lực tương tác được cho bởi biểu thức :

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

Đơn vị lực : Newton

§ k được gọi **Hằng số Coulomb**

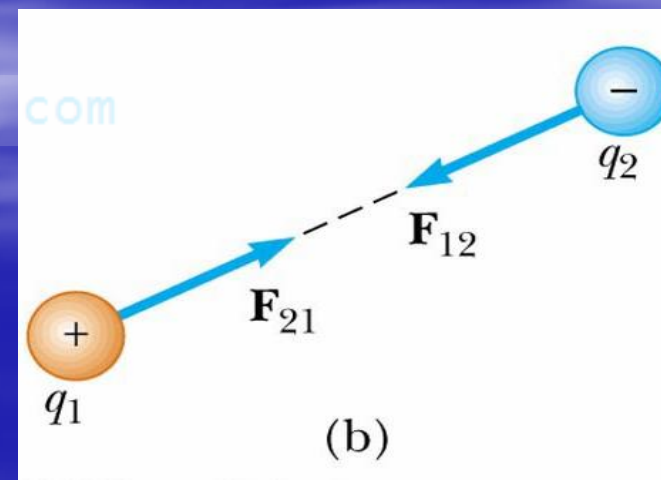
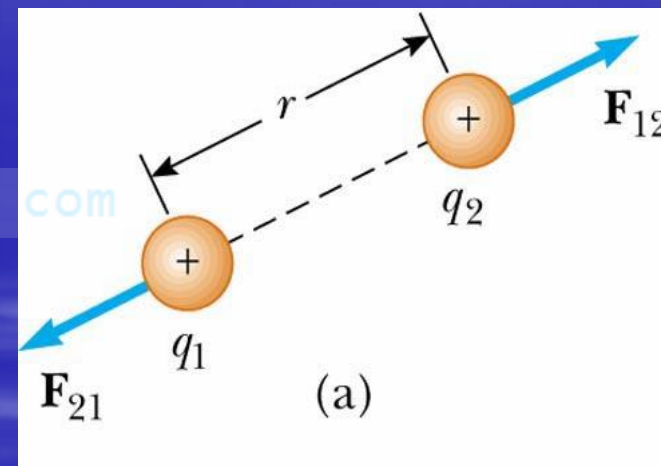
$$k = 8.99 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$$

§ Thông thường điện tích mà chúng ta gặp chỉ có điện tích ở bậc μC

§ Chú ý lực là đại lượng vector

Định luật Coulomb (tt)

- § Xét hai điện tích điểm đặt cách nhau một khoảng cách r .
- § (a) Hai điện tích cùng dấu thì đẩy nhau.
- § (b) Hai điện tích trái dấu thì hút nhau
- § Lực do q_2 tác dụng lên q_1 bằng về độ lớn với lực do q_1 tác dụng lên q_2 nhưng trái dấu.





Định luật Coulomb (tt)

Ø Chú ý:

- Định luật Coulomb chỉ được áp dụng cho **điện tích điểm** hay **hai quả cầu đồng chất**.
- Lực điện này, giống như lực hấp dẫn, là một lực của “trường”... Có nghĩa là lực này xuất hiện ở khoảng cách xa mà không cần có sự tương tác vật lý (tiếp xúc...).

So sánh: lực hấp dẫn và lực điện giữa 2 phân tử?



$$F_{elec} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

$$F_{grav} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\frac{F_{elec}}{F_{grav}} = \frac{|q_1 q_2|}{m_1 m_2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0 G}$$

Với hai electron :

$$* q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

*** Lực điện lớn hơn rất nhiều so với lực hấp dẫn !**

(R)

$$\frac{F_{elec}}{F_{grav}} = 4,17 \cdot 10^{+42}$$



Trường Đại học Quốc Gia TpHCM Đại học Bách Khoa



Bạn đã biết chưa ?

Có bao nhiêu electron trong cơ thể người ?

Trong cơ thể con người, nước là chủ yếu. Và ta giả sử rằng có 10 electron cho 1 phân tử nước.

Có bao nhiêu electron cho 1g người ?

$$\frac{6 \cdot 10^{23} \text{ phân tử/mol}}{18 \text{ g/mol}} \cdot 10 \text{ e}^-/\text{phân tử} = 3.3 \cdot 10^{23} \text{ e}^-/\text{g}$$

- Như vậy có bao nhiêu e trong 1 người nặng 80kg?

$$\rightarrow 3.3 \cdot 10^{23} \text{ e}^-/\text{g} \cdot 80 \text{ kg} = 2.6 \cdot 10^{28} \text{ e}^-$$

- Điện tích của 1 % số electron này là bao nhiêu ?

$$1\% \cdot 2.6 \cdot 10^{28} \text{ e}^- \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C/e}^- = 4.2 \cdot 10^7 \text{ C}$$



Bạn đã biết chưa ? (tt)

- Lực tương tác (lực đẩy) giữa hai người khi bắt tay nhau với mỗi bàn tay sẽ có 1% lượng electron ở trên ?

$$F = (9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \cdot \left(\frac{4.2 \cdot 10^7 \text{ C}}{0.75 \text{ m}} \right)^2$$

$$F = 2.8 \cdot 10^{25} \text{ N}$$

- Chúng ta xem trọng lượng của trái đất nhé ?

$$P_{\text{Terre}} = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$P_{\text{Terre}} = 5.9 \cdot 10^{25} \text{ N}$$

Wow, dù bị đẩy với lực mạnh bằng nửa trọng lượng Trái đất mà ta vẫn bắt tay nhau được
à 2 tay ta nâng được Trái đất đấy



Nguyên lý chồng chất

§ Lực tác dụng lên một điện tích là **tổng vector** các lực thành phần do các điện tích khác tác dụng lên điện tích đó.

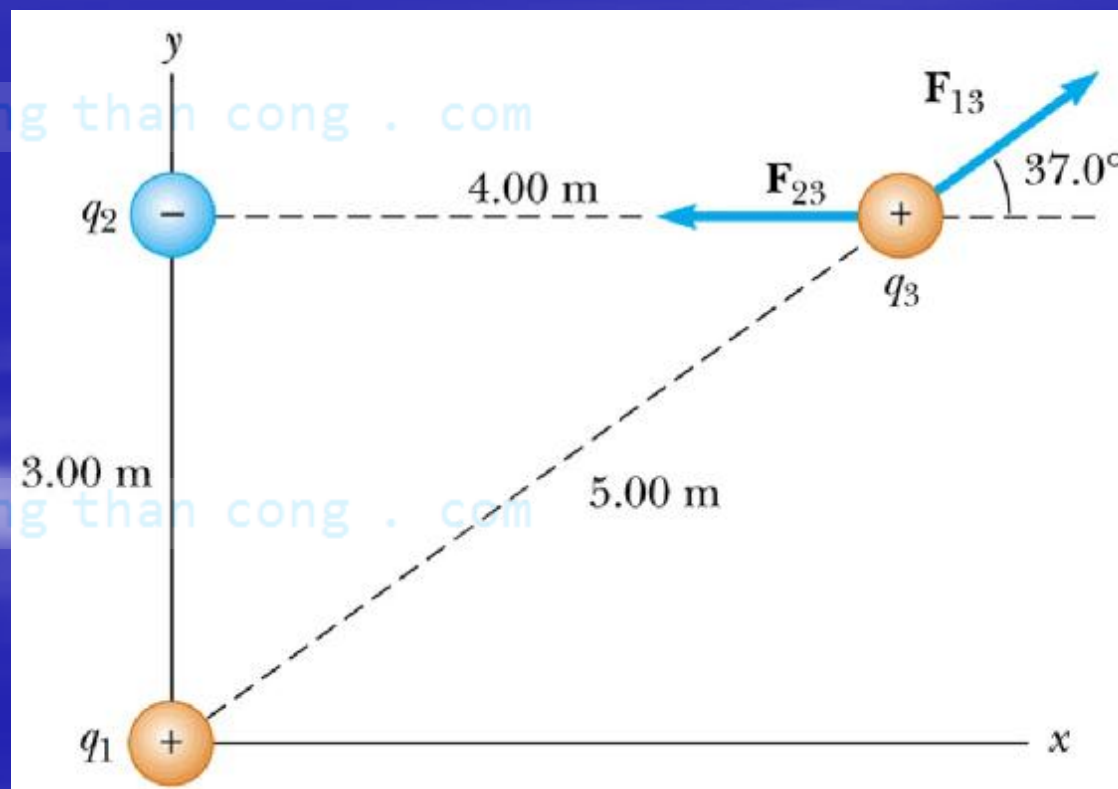
– **Chú ý rằng đây là phép cộng vector.**

Ví dụ áp dụng nguyên lý chồng chất

§ Lực do q_1 tác dụng lên q_3 là F_{13}

§ Lực do q_2 tác dụng lên q_3 là F_{23}

§ Tổng hợp lực tác dụng lên q_3 là tổng vector của F_{13} và F_{23}





Trường Đại học Quốc Gia TpHCM

Đại học Bách Khoa



Ví dụ áp dụng nguyên lý chồng chất (tt)

Nếu $q_1 = 6.00 \times 10^{-9} \text{ C}$, $q_2 = -2.00 \times 10^{-9} \text{ C}$, và $q_3 = 5.00 \times 10^{-9} \text{ C}$ ta tính được F_{23} F_{13} :

$$F_{23} = (8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2) \frac{(2.00 \times 10^{-9} \text{ C})(5.00 \times 10^{-9} \text{ C})}{(4.00 \text{ m})^2}$$

$$F_{13} = (8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2) \frac{(6.00 \times 10^{-9} \text{ C})(5.00 \times 10^{-9} \text{ C})}{(5.00 \text{ m})^2}$$

$$F_{23} = 5.62 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$F_{13} = 1.08 \times 10^{-8} \text{ N}$$



Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



Ví dụ áp dụng nguyên lý chồng chất (tt)

Như vậy lực tác dụng lên q_3

$$F_{13,x} = F_{13} \cos(37^\circ) = 8.63 \times 10^{-9} \text{ N}$$

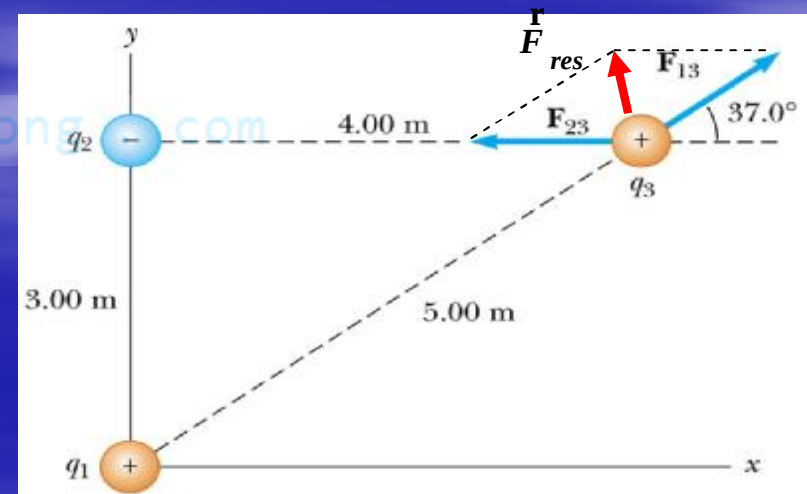
$$F_{13,y} = F_{13} \sin(37^\circ) = 6.50 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$F_{23,x} = F_{23} = 5.62 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$F_{23,y} = 0 \text{ N}$$

$$F_{res} = \sqrt{(8.63 \times 10^{-9} \text{ N} - 5.62 \times 10^{-9} \text{ N})^2 + (6.50 \times 10^{-9} \text{ N})^2} = 7.26 \times 10^{-9} \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{6.494}{2.998}\right) = 65.22^\circ$$





Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



Điện trường

- § **Maxwell** là nhà vật lý đưa ra khái niệm điện trường
- § Điện trường là một dạng vật chất luôn tồn tại xung quanh hạt mang điện (vật mang điện).
- § Khi một vật khác tích điện đi vào hay được đặt trong điện trường này thì chúng sẽ chịu tác dụng của lực điện trường.

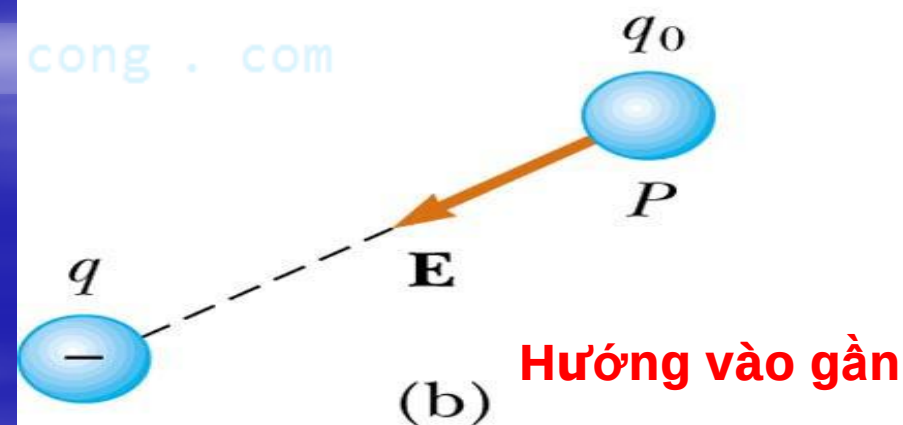
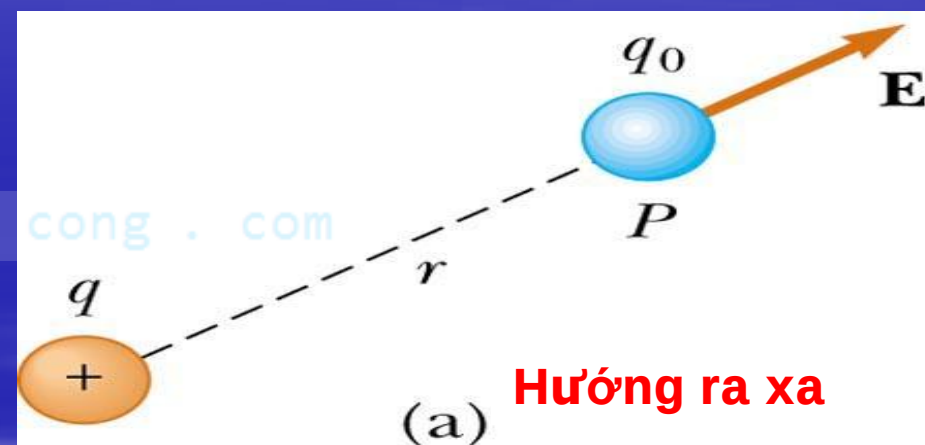
Định nghĩa điện trường

Lực

$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{k|q|q_0}{q_0 r^2}$$

Điện tích thử(dương)

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





Tính chất điện trường

- § Trường điện tác dụng lực lên điện tích thử đặt trong nó.
- § Trường điện vẫn tồn tại cho dù không còn điện tích thử.
- § Nguyên lý chồng chất cũng được áp dụng cho điện trường.

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n$$

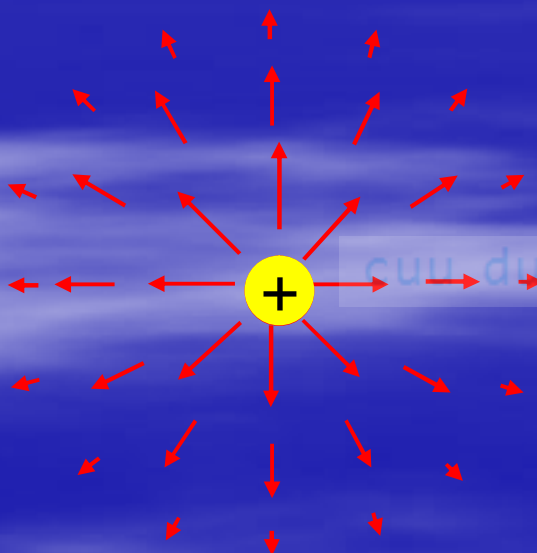
Biểu diễn điện trường

Có hai cách để biểu diễn điện trường

Lấy ví dụ cho điện trường của điện tích điểm dương

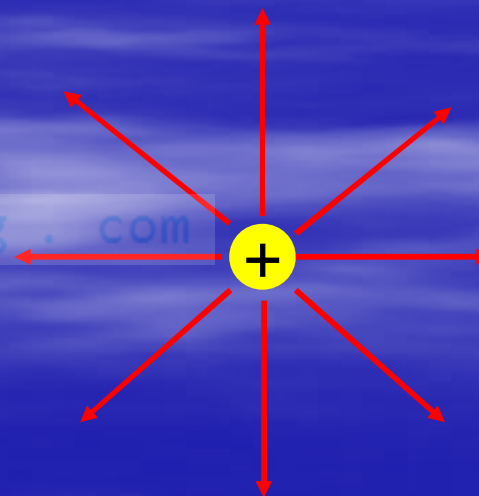
cuuduongthancong.com

Tập hợp vectơ



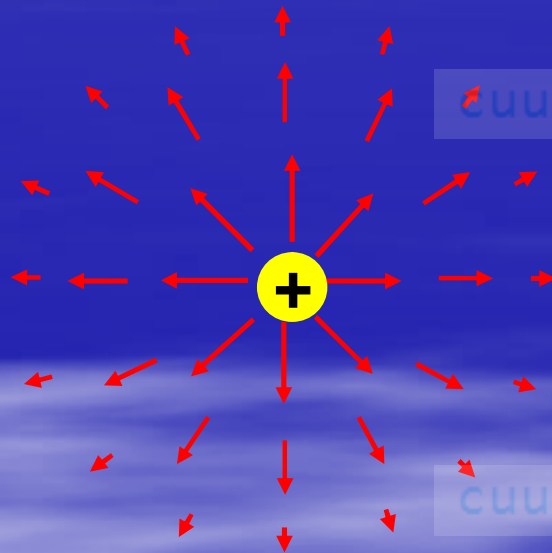
Điện +

Tập hợp các đường



Điện +

Biểu diễn bằng các vectơ

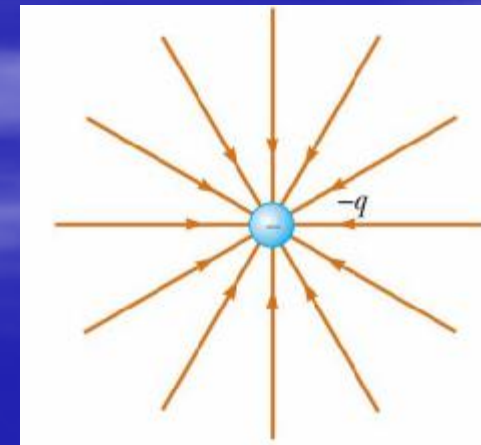
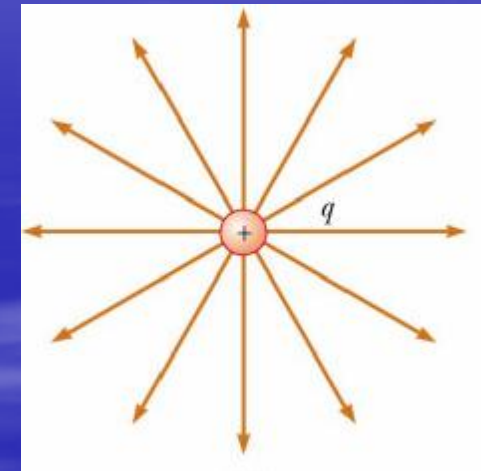
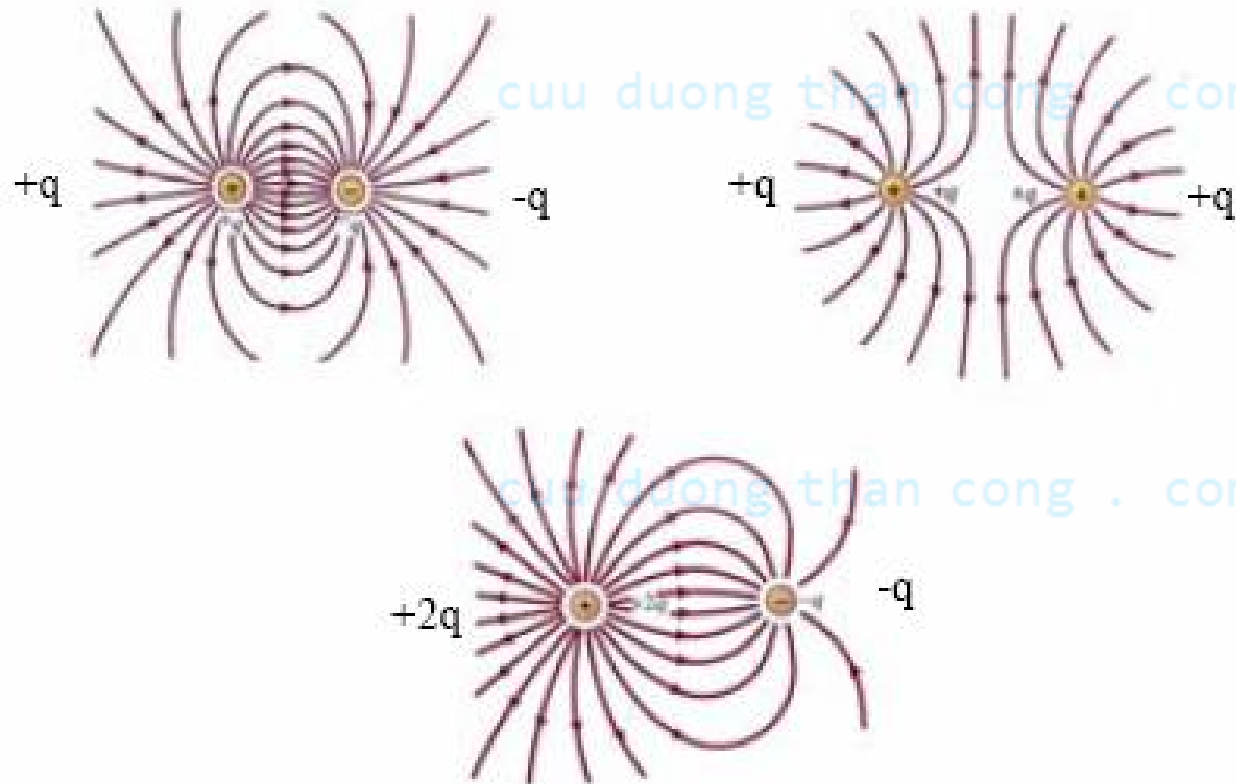


• Hướng của vectơ chỉ hướng của điện trường.

• Chiều dài của vectơ đặc trưng cho độ lớn của E

Đường sức

More Field Lines





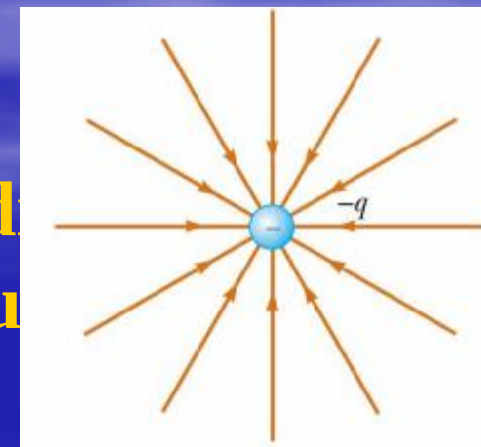
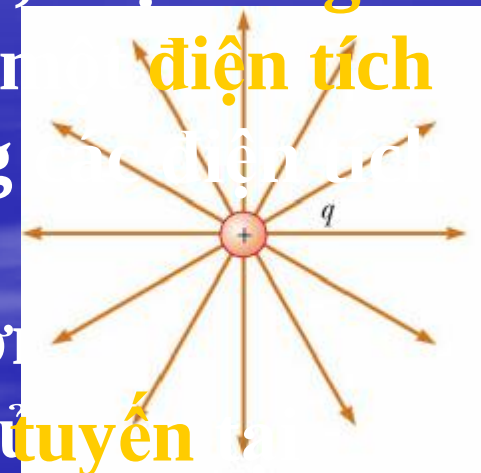
Đặc điểm của đường sức điện trường

5) Các đường sức điện của một hệ các điện tích ở điện trường cách xa (hoặc gần) các đường sức của nó có điện tích bằng tổng điện tích của các điện tích trong hệ.

3) Số các đường sức đi ra từ điện tích dương

6) Điện trường tại một điểm là tổng của các điện trường tại điểm đó với đường sức đi qua điểm đó.

7) Các đường sức không cắt nhau. phẳng và vị đặt vuông góc với đường sức tỷ lệ thuận độ điện trường ở vùng đó.





Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa

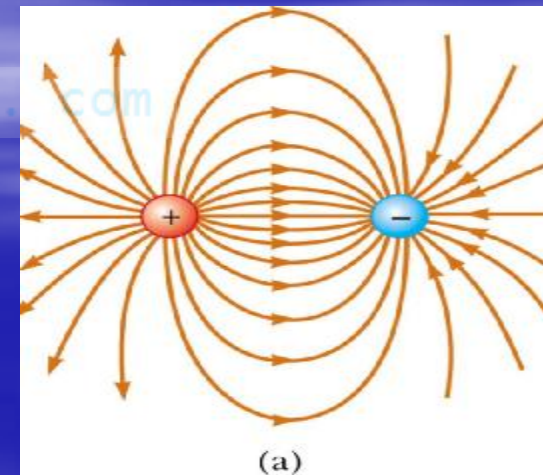
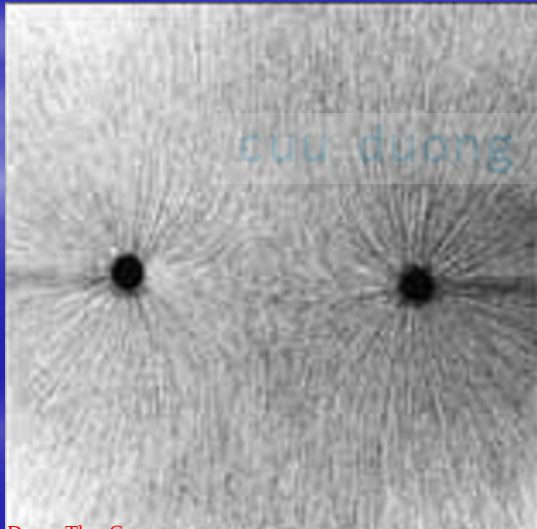


Đường sức (tt)

§ Một cặp điện tích trái dấu cùng độ lớn gọi là một lưỡng cực

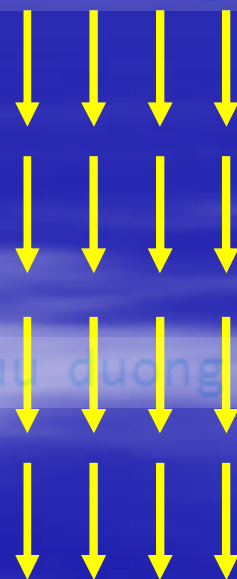
cuuduongthancong.com

§ Mật độ đường sức giữa hai điện tích chỉ điện trường tổng hợp của hai điện tích trong vùng này

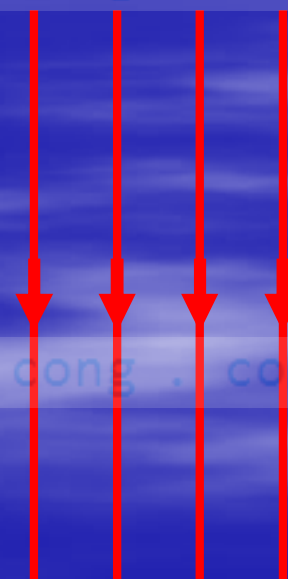


Ví dụ

Biểu diễn điện trường đều bằng những đường thẳng song song cách đều hay bằng những vector cùng chiều và độ lớn bằng nhau



Vector



Đường sức



Kết thúc Phần I

Những vấn đề quan trọng cần nắm trong phần này:

Ø Định luật Coulomb

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

Ø Nguyên lý chồng chất

Ø Điện trường:

$$E = \frac{F}{q_{thu}}$$

Điện trường điện tích điểm

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