

ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 2

Chương 1

ĐIỆN TRƯỜNG TĨNH

I – TƯƠNG TÁC ĐIỆN – ĐỊNH LUẬT BTĐT

1 – Sự nhiễm điện:

I – TƯƠNG TÁC ĐIỆN – ĐỊNH LUẬT BTĐT

2 – Điện tích, định luật bảo toàn điện tích:

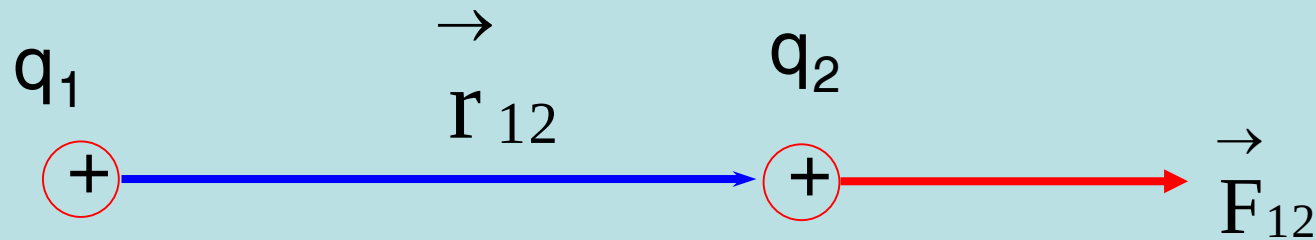
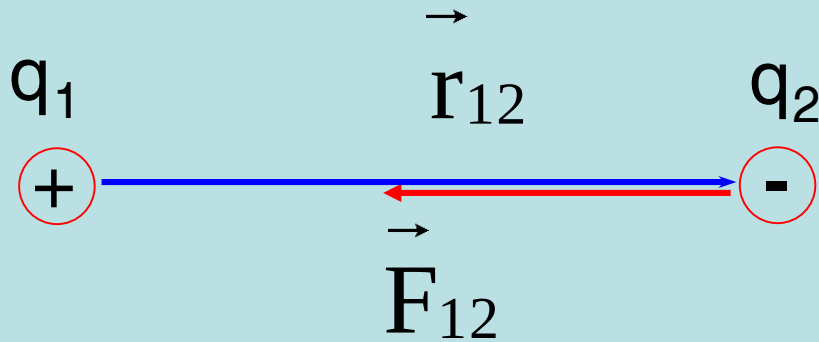
- Có hai loại điện tích: **dương (+)** và **âm (-)**.
- Điện tích có giá trị nhỏ nhất gọi là **điện tích nguyên tố**:

$$\pm e = \pm 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

- Điện tích của một vật nhiễm điện luôn bằng **bội số nguyên lần của điện tích nguyên tố**: **$Q = ne$**
- Giá trị tuyệt đối của điện tích được gọi là **điện lượng**.
- Điện tích của một chất điểm gọi là **điện tích điểm**.
- **Hệ cô lập thì điện tích của hệ được bảo toàn.**
- Các điện tích **cùng dấu thì đẩy nhau**, **trái dấu thì hút nhau**.

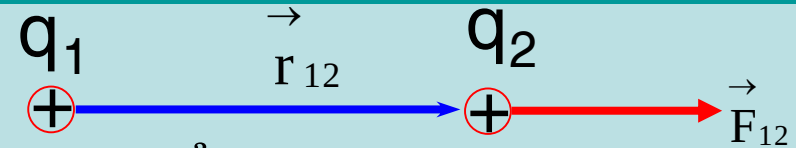
I – TƯƠNG TÁC ĐIỆN – ĐỊNH LUẬT BTĐT

3 – Định luật Coulomb:



I – TƯƠNG TÁC ĐIỆN – ĐỊNH LUẬT BTĐT

3 – Định luật Coulomb:



Lực tương tác giữa hai điện tích điểm đứng yên trong chân không:

$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}_{12}}{r}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ (Nm}^2\text{/C}^2\text{)}$$

r: k/c giữa 2 đtích

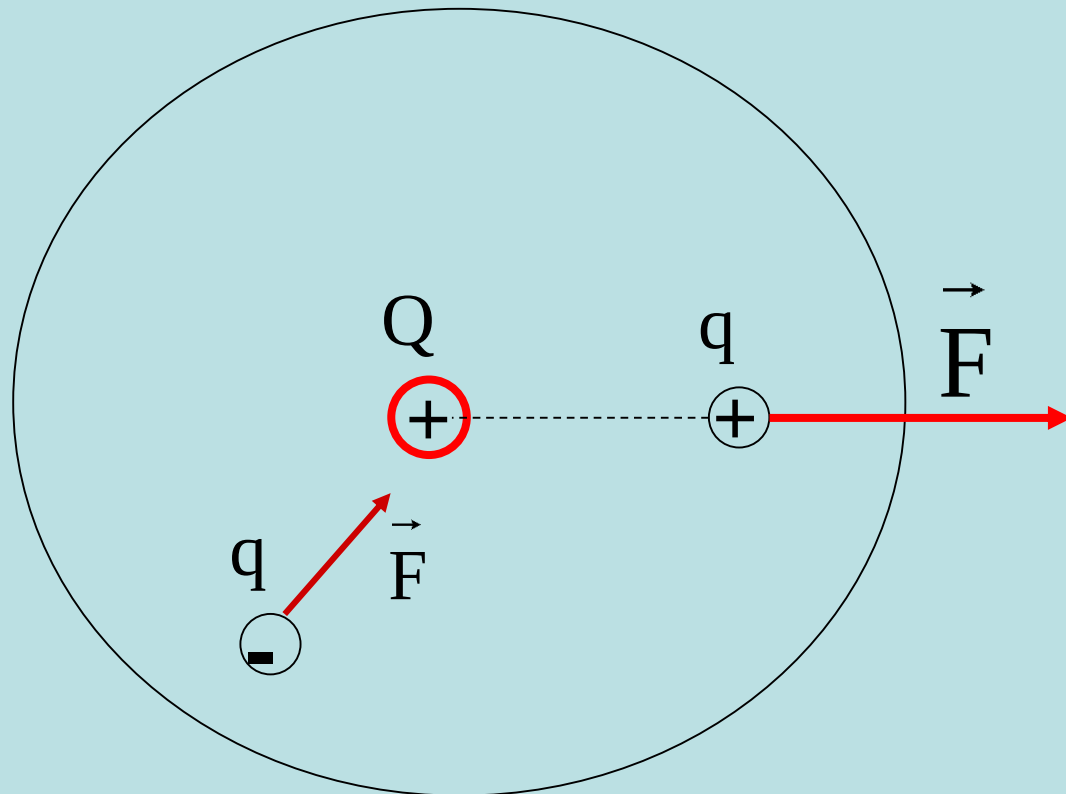
- $\vec{F}$ {
- **Phương:** Trong mtvc đẳng hướng, lực tương tác giảm đi ϵ lần:
 - **Chiều:**
 - **Modun:** $F = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$
 - **Điểm đặt:**

$$\vec{F}_{12} = \frac{\vec{F}_{ck}}{\epsilon}$$

II – ĐIỆN TRƯỜNG

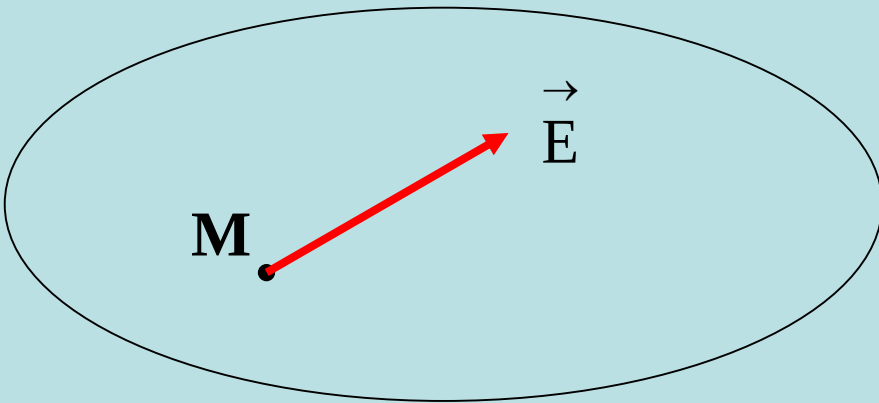
1 – Khái niệm về điện trường:

Điện trường là môi trường vật chất bao quanh các điện tích, tác dụng lực lên điện tích khác đặt trong nó.



II – ĐIỆN TRƯỜNG

2 – Vectơ cường độ điện trường:



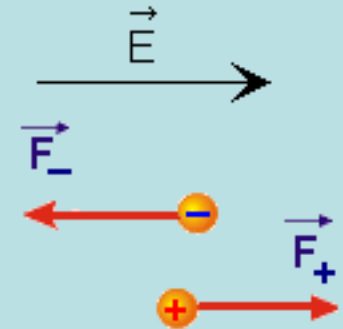
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$



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

$$q > 0: \vec{F} \uparrow \uparrow \vec{E}$$

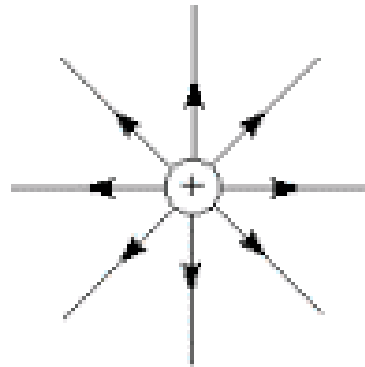
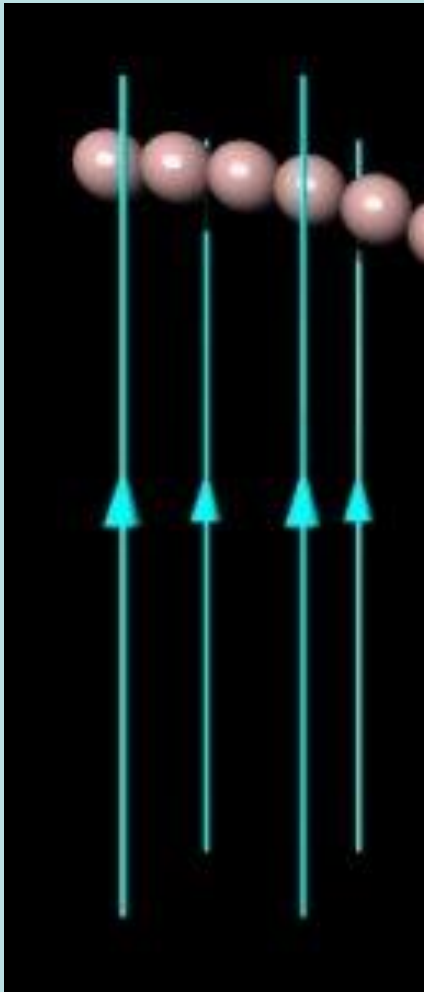
$$q < 0: \vec{F} \uparrow \downarrow \vec{E}$$



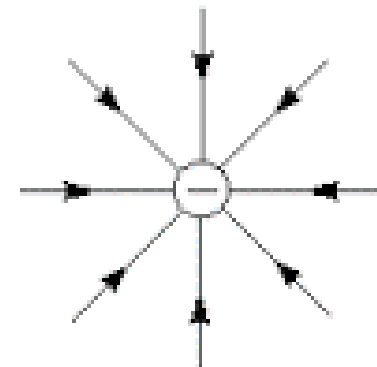
ĐT tĩnh: $\vec{E}$ không thay đổi theo t/g.

ĐT đều: $\vec{E}$ không thay đổi theo k/g.

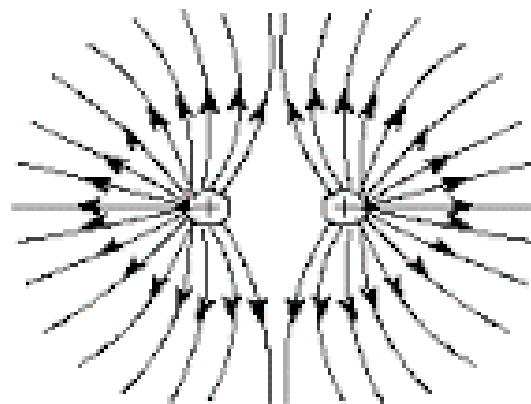
Đơn vị đo cường độ điện trường: (V/m)



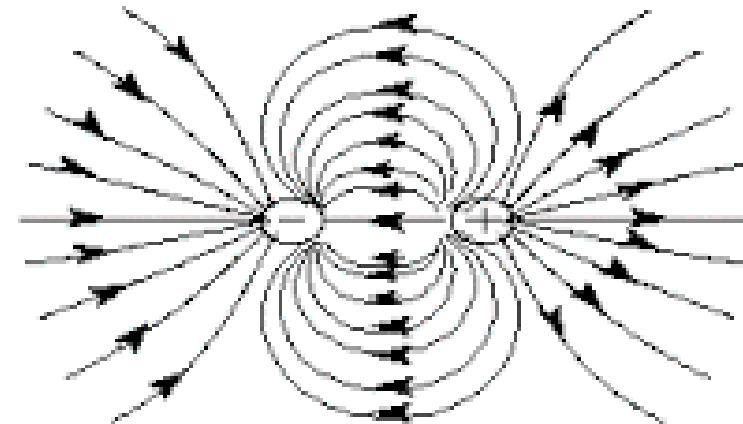
Đường sức của 1 điện tích dương



Đường sức của 1 điện tích âm



Đường sức của hệ gồm 2
điện tích dương đặt gần nhau



Đường sức của 1 điện tích dương
và 1 điện tích âm đặt gần nhau

II – ĐIỆN TRƯỜNG

3 – Vectơ CĐĐT do một điện tích điểm gây ra:

$$\vec{E} = k \frac{Q}{\epsilon r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{\epsilon r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F / m}$$

$\vec{E}$

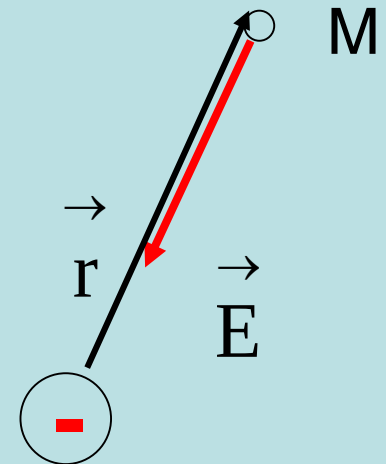
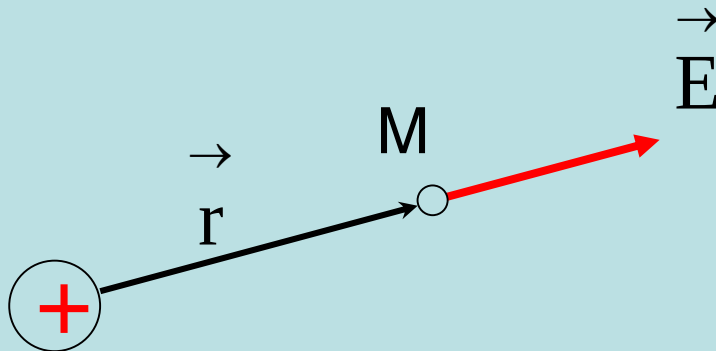
* Phương:

* Chiều:

* Độ lớn:

* Điểm đặt:

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

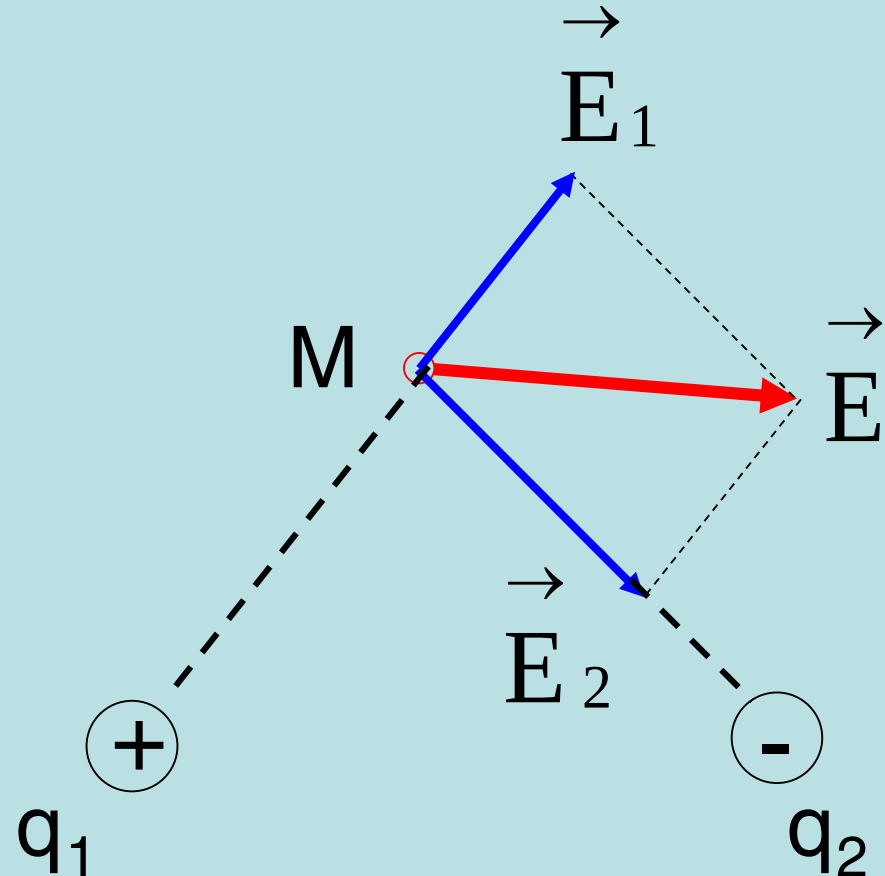


II – ĐIỆN TRƯỜNG

4 – Vectơ CĐĐT do hệ điện tích điểm gây ra:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$$

(Nguyên lý chồng chất điện trường)



II – ĐIỆN TRƯỜNG

5 – Vector CĐĐT do một vật tích điện gây ra:

$$\vec{E} = \int_{\text{vật mang điện}} d\vec{E}$$

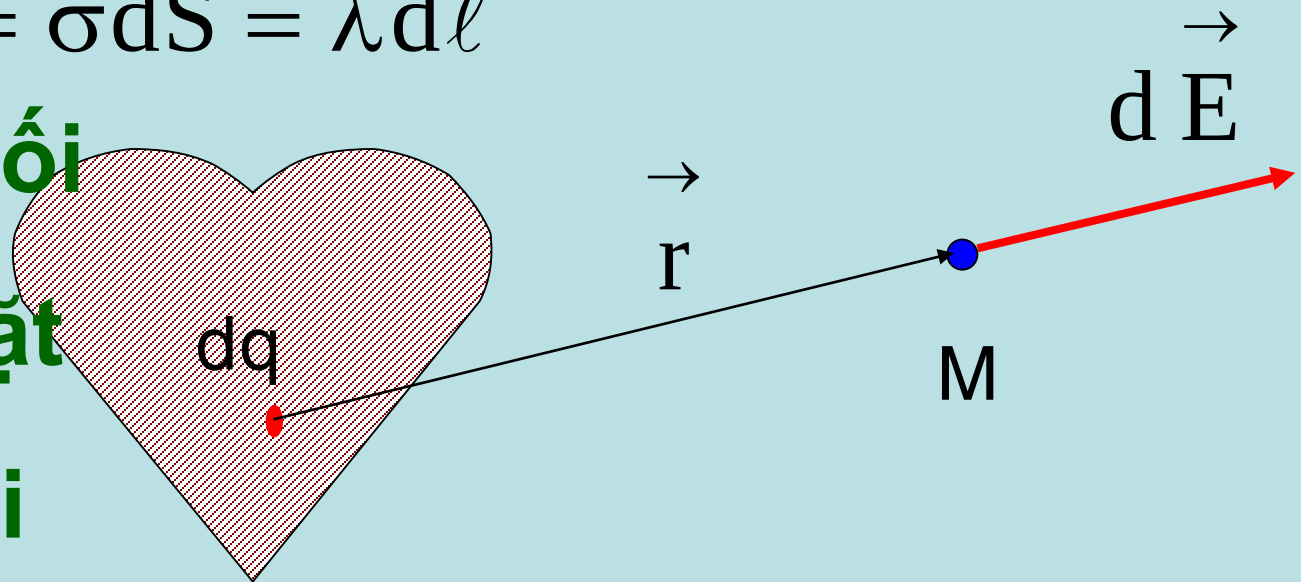
$$d\vec{E} = k \frac{dq}{r^3} \cdot \vec{r}$$

$$dq = \rho dV = \sigma dS = \lambda d\ell$$

ρ : mật độ khối

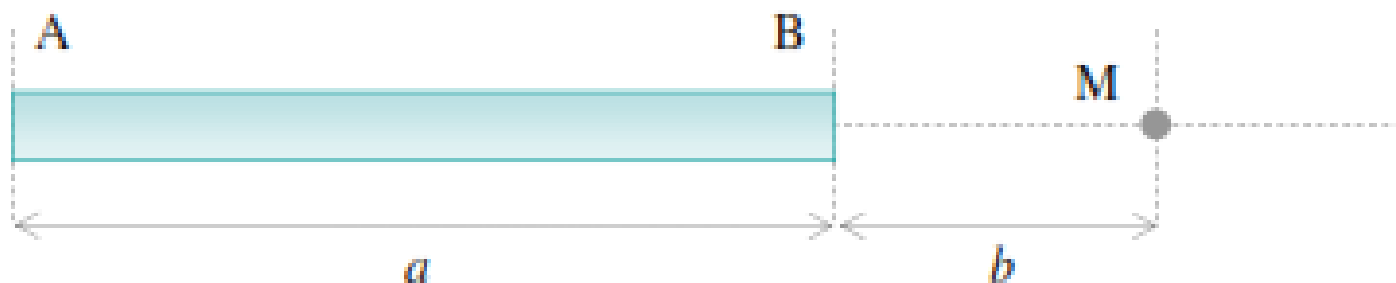
σ : mật độ mặt

λ : mật độ dài



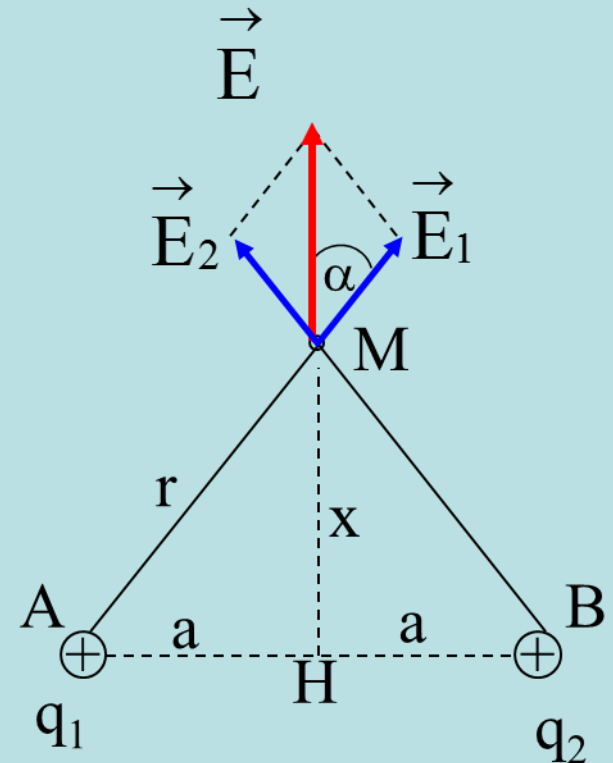
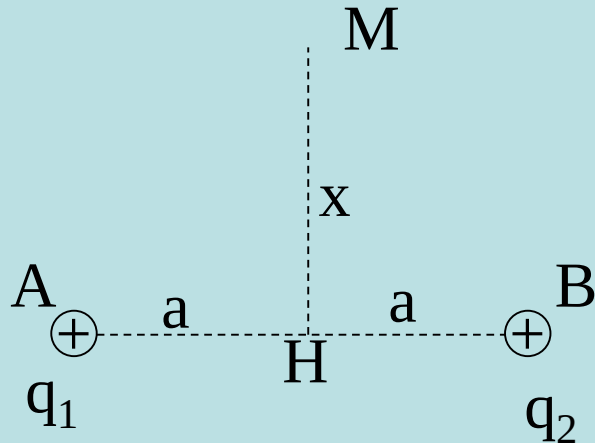
BÀI TẬP 1

Một thanh thẳng AB có chiều dài a được tích điện đều với mật độ $\lambda > 0$. Tìm độ lớn điện trường tại một điểm M nằm trên đường nối dài của thanh, cách đầu B một đoạn b .



Ví dụ 1:

Hai điện tích điểm cùng dấu $q_1 = q_2 = q$, đặt tại A và B cách nhau một khoảng $2a$. Xét điểm M trên trung trực của hai điểm AB, cách đường thẳng AB một khoảng x . Xác định vectơ cường độ điện trường tại điểm M. Tìm x để E_M đạt cực đại.

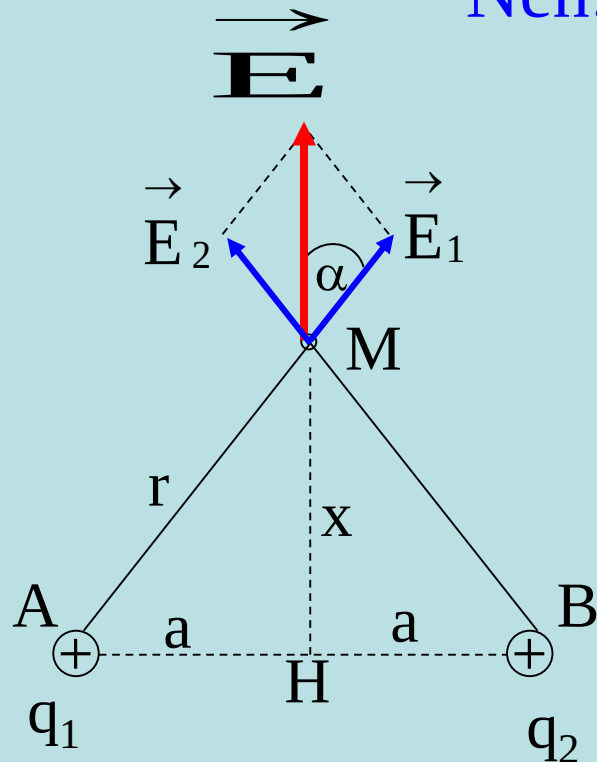


Ví dụ 1:

Cđdt tại M: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

Dễ thấy: $E_1 = E_2 = k \frac{q}{r^2} = k \frac{q}{a^2 + x^2}$

Nên: $\vec{E}$ hướng vuông góc với AB và có độ lớn:



$$E = 2E_1 \cos \alpha = \frac{2kqx}{(a^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$x = 0$$

$$E = 0$$

$$x = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

$$E_{\max} = \frac{4kq}{3\sqrt{3}a^2}$$

II – ĐIỆN TRƯỜNG

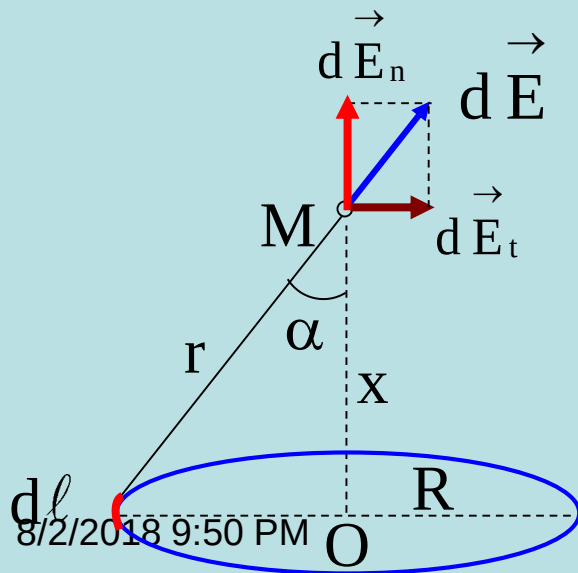
Ví dụ 2:

Xác định vector cường độ điện trường do vòng dây dẫn tròn bán kính R , tích điện đều với mật độ điện dài λ gây ra tại điểm M trên trục vòng dây, cách tâm vòng dây một khoảng x . Xác định x để $E_M = 0$; E_M cực đại.

Cđđt tại M: $\vec{E} = \int_{v/d} d\vec{E} = \int_{v/d} d\vec{E}_n + \int_{v/d} d\vec{E}_t = \int_{v/d} d\vec{E}_n$

Vì $d\vec{E}_n$ luôn hướng **vuông** góc với mặt phẳng vòng dây,
nên $\vec{E}$ hướng vuông góc với mặt phẳng vòng dây, ra xa
vòng dây – nếu vòng dây tích điện dương.

Độ lớn: $E = \int_{v/d} dE_n = \int_{v/d} dE \cdot \cos \alpha = \int_{v/d} \frac{k dq}{r^2} \cdot \cos \alpha$



$$E = \frac{k \cdot \cos \alpha}{r^2} \int_{v/d} dq = \frac{kqx}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

$x = 0$

$$E_O = 0$$

$x = \frac{R}{\sqrt{2}}$

$$E_{\max} = \frac{2kq}{3\sqrt{3} \cdot R^2}$$

II – ĐIỆN TRƯỜNG

Ví dụ 3:

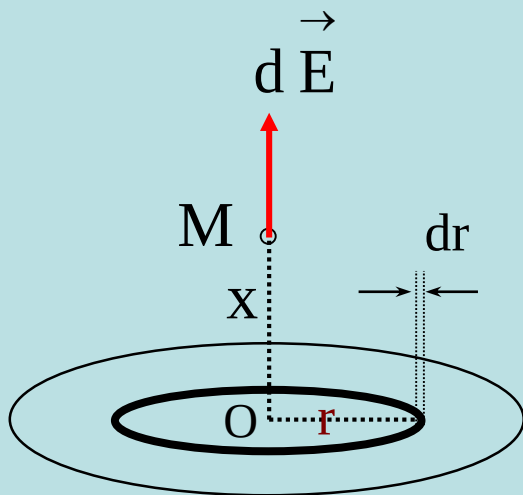
Xác định vectơ cường độ điện trường do đĩa tròn bán kính R , tích điện đều với mật độ điện mặt σ gây ra tại điểm M trên trục đĩa, cách tâm đĩa một khoảng x .

Xét một phần của đĩa tròn có dạng hình vành khăn, bán kính r , bề rộng dr , tích điện dq . Phần này xem như một vòng dây tròn, nên nó gây ra tại M vector cđđt hướng vuông góc với đĩa tròn và có độ lớn:

$$dE = \frac{kx \cdot dq}{(r^2 + x^2)^{3/2}}; \quad dq = \sigma dS = \sigma 2\pi r dr$$

Do đó vector cđđt $\vec{E}$ do toàn đĩa tròn gây ra cũng hướng vuông góc với đĩa tròn và có độ lớn:

$$E = \int_{\text{đĩa tròn}} dE = kx\sigma \cdot 2\pi \int_0^R \frac{r \cdot dr}{(r^2 + x^2)^{3/2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$



$R = \infty$ (mặt phẳng rộng vô hạn)

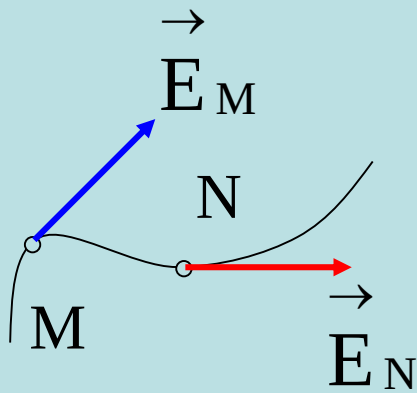
Hoặc gần tâm của đĩa tròn ($x \rightarrow 0$)

$$E_{mp} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad (\text{điện trường đều})$$

II – ĐIỆN TRƯỜNG

6 – Đường sức của điện trường:

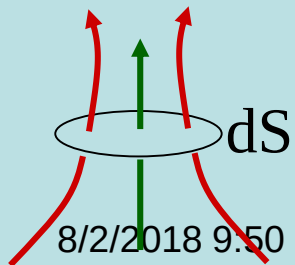
a) Định nghĩa: Đường sức của đt là đường mà tiếp tuyến với nó tại mỗi điểm trùng với phương của vectơ $\vec{E}$ tại điểm đó, **chiều của đường sức là chiều của vectơ $\vec{E}$.**

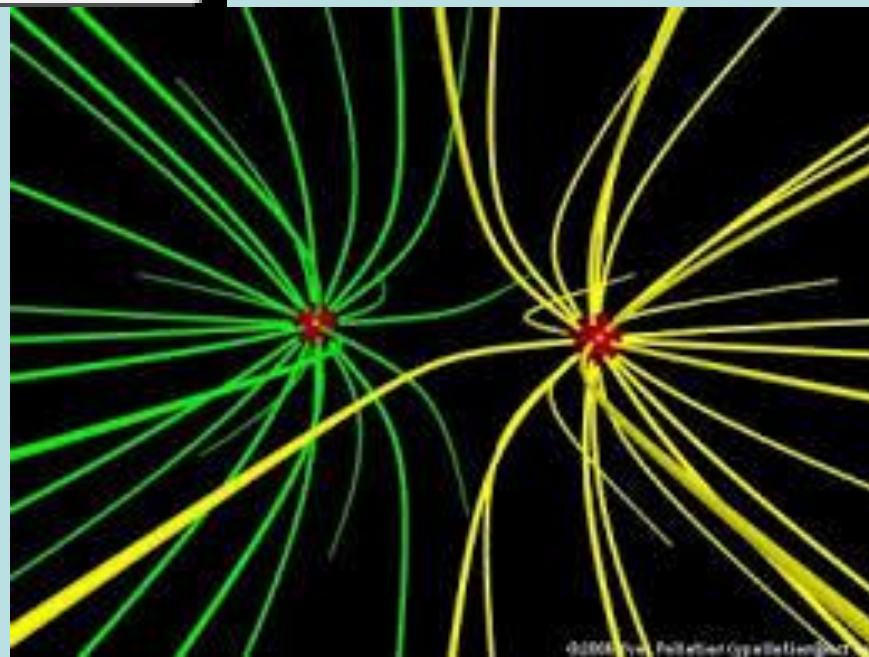
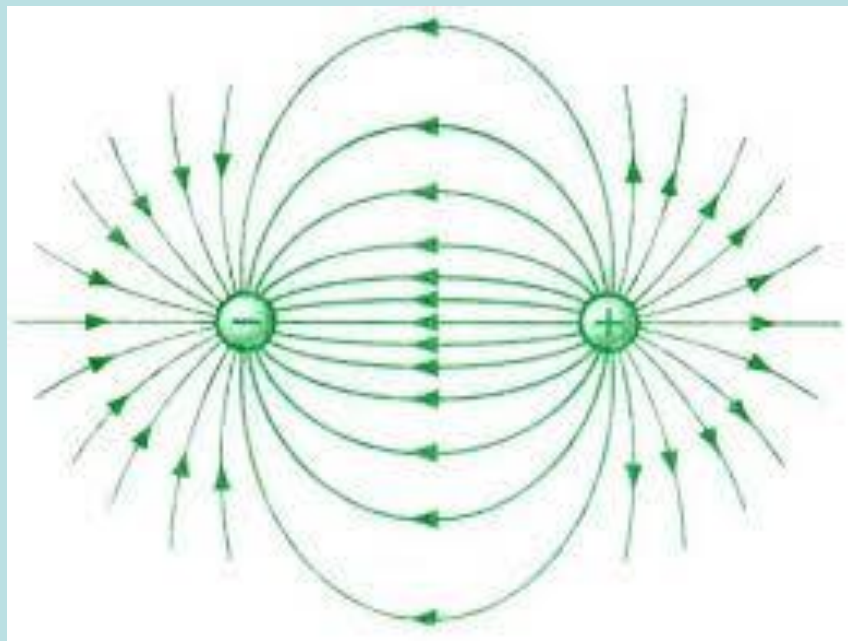
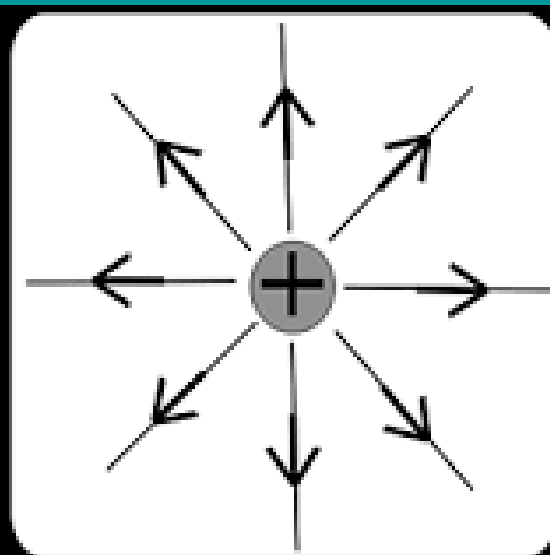
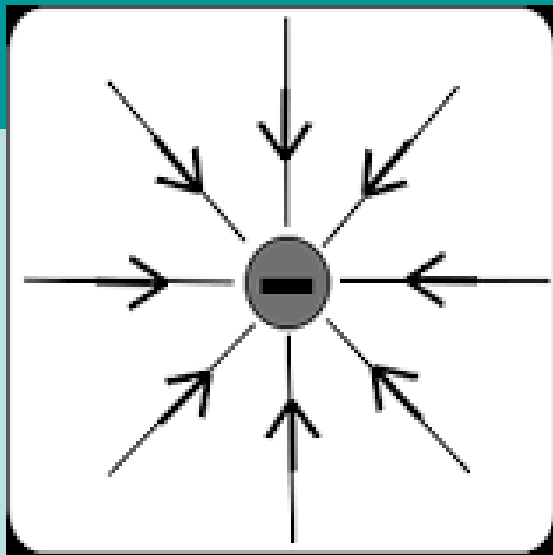


b) Tính chất: Qua bất kì 1 điểm nào trong điện trường cũng vẽ được 1 đường sức.

c) Qui ước vẽ: Các đường sức không cắt nhau.

Số đường sức xuyên qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với phương của đường sức **bằng độ lớn của vectơ $\vec{E}$ tại đó.**

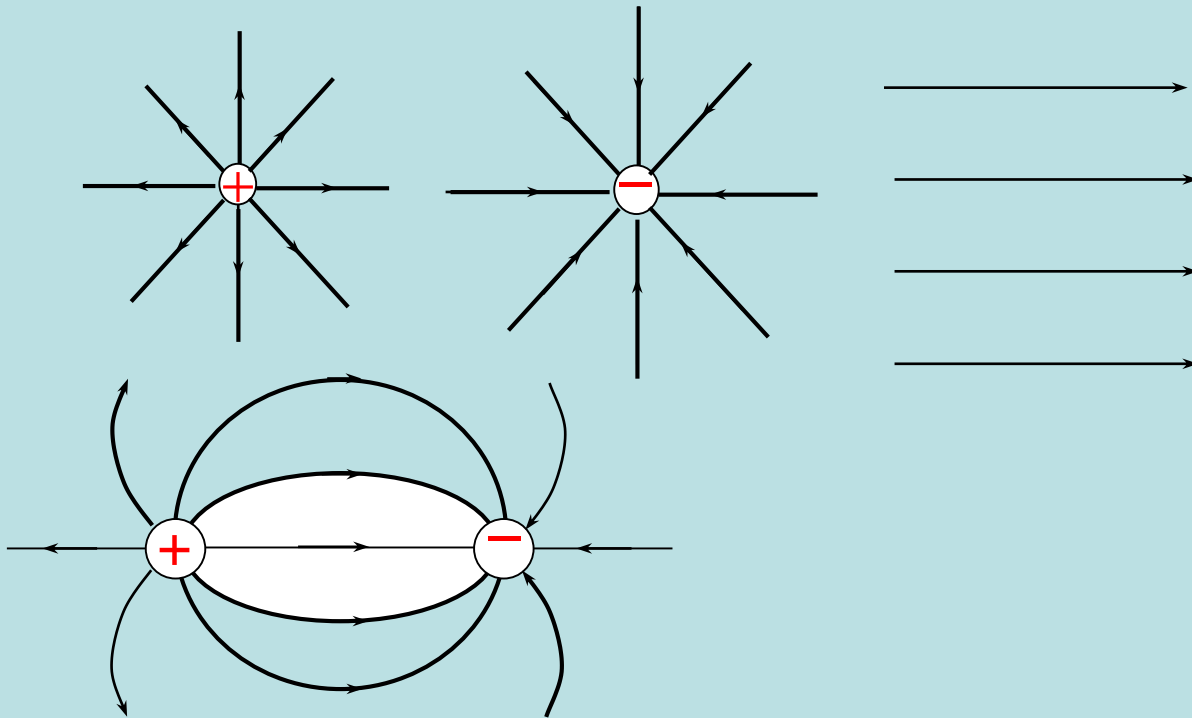




II – ĐIỆN TRƯỜNG

7 - Điện phổ: Tập hợp các đsức điện trường gọi là **điện phổ** (phổ của điện trường).

Điện phổ cho biết **phân bố** điện trường một cách trực quan



Điện trường
đều có các đsức
song song cách
đều nhau.

Đsức của điện
trường tĩnh thì
không khép kín

III – ĐỊNH LÝ OSTROGRADSKY – GAUSS (O – G)

1 – Điện thông (thông lượng điện trường):

Điện thông gởi qua yếu tố diện tích dS :

$$d\Phi_E = E \cdot dS \cdot \cos \alpha = \vec{E} \cdot \vec{n} \cdot dS = \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

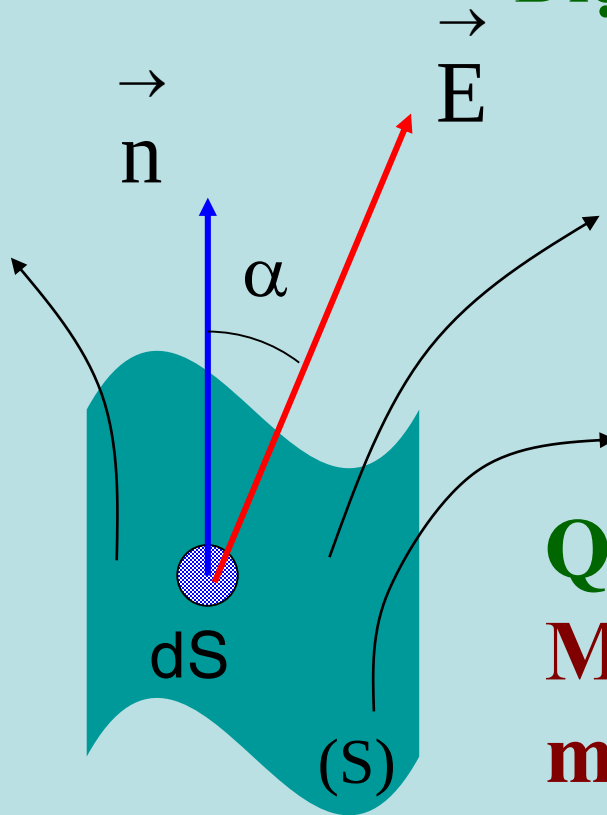
Điện thông gởi qua mặt (S):

$$\Phi_E = \int_{(S)} d\Phi_E$$

Qui ước chọn pháp vectơ đơn vị:

Mặt kín: chọn hướng ra ngoài;

mặt hở: chọn tùy ý.



Ý nghĩa của điện thông: đại lượng vô hướng có thể âm, dương, hoặc $= 0$. Giá trị tuyệt đối của điện thông cho biết số đường sức gởi qua mặt (S).

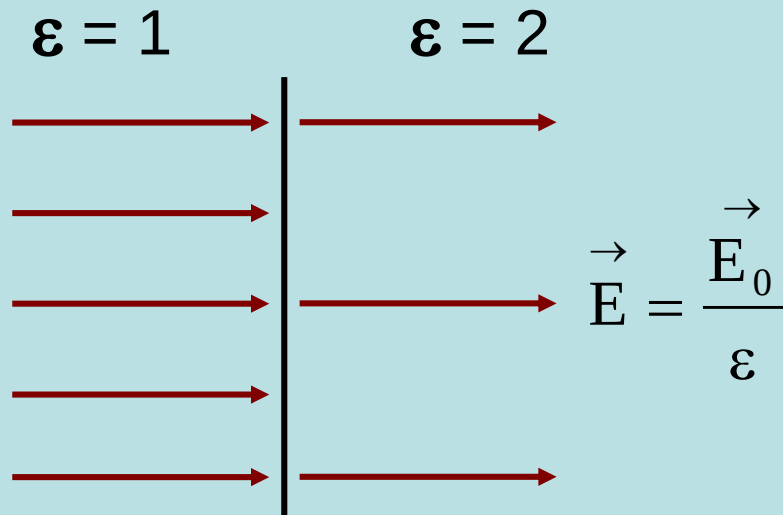
III – ĐỊNH LÝ OSTROGRADSKY – GAUSS (O – G)

2 – Vector cảm ứng điện, thông lượng điện cảm:

Vector cảm ứng điện trong môi trường đồng nhất, đẳng hướng:

$$\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$$

Vector cảm ứng điện do một điện tích điểm gây ra:



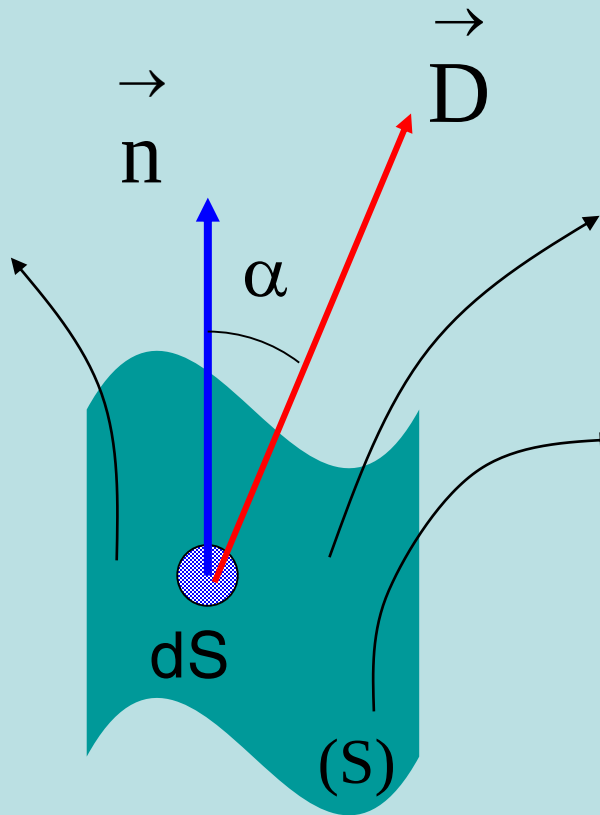
$$\vec{D} = \frac{Q}{4\pi r^3} \cdot \vec{r}$$

Vector cảm ứng điện không phụ thuộc tính chất của môi trường.

Đơn vị đo: **C/m²**

III – ĐỊNH LÝ OSTROGRADSKY – GAUSS (O – G)

2 – Vector cảm ứng điện, thông lượng điện cảm:



Tương tự, ta có khái niệm: **Đường cảm ứng điện, thông lượng cảm ứng điện**

Thông lượng điện cảm gởi qua yếu tố diện tích dS:

$$d\Phi_D = D \cdot dS \cdot \cos \alpha = \vec{D} \cdot \vec{n} \cdot dS = \vec{D} \cdot d\vec{S}$$

Thông lượng điện cảm gởi qua mặt (S):

$$\Phi_D = \int_{(S)} d\Phi_D$$

III – ĐỊNH LÝ OSTROGRADSKY – GAUSS (O – G)

3 – Nội dung định lý O – G:

Dạng vi phân:

$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho$$

Hay:
$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon \epsilon_0}$$

Dạng tích phân:

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \sum q_{\text{trong}(S)} \quad \text{Hay:} \quad \oint_{(S)} \vec{E} d\vec{S} = \frac{\sum q_{\text{trong}(S)}}{\epsilon \epsilon_0}$$

III – ĐỊNH LÝ OSTROGRADSKY – GAUSS (O – G)

4 – Ứng dụng định lý O – G:

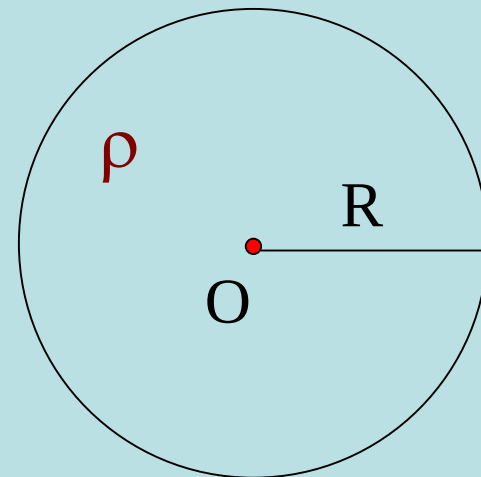
- B1:** Chọn mặt kín (S) – gọi là mặt Gauss, sao cho việc tính tích phân được đơn giản nhất.
- B2:** Tính thông lượng điện trường gởi qua (S).
- B3:** Tính tổng điện tích chứa trong (S).
- B4:** Thay vào biểu thức của định lý O – G, suy ra đại lượng cần tìm.

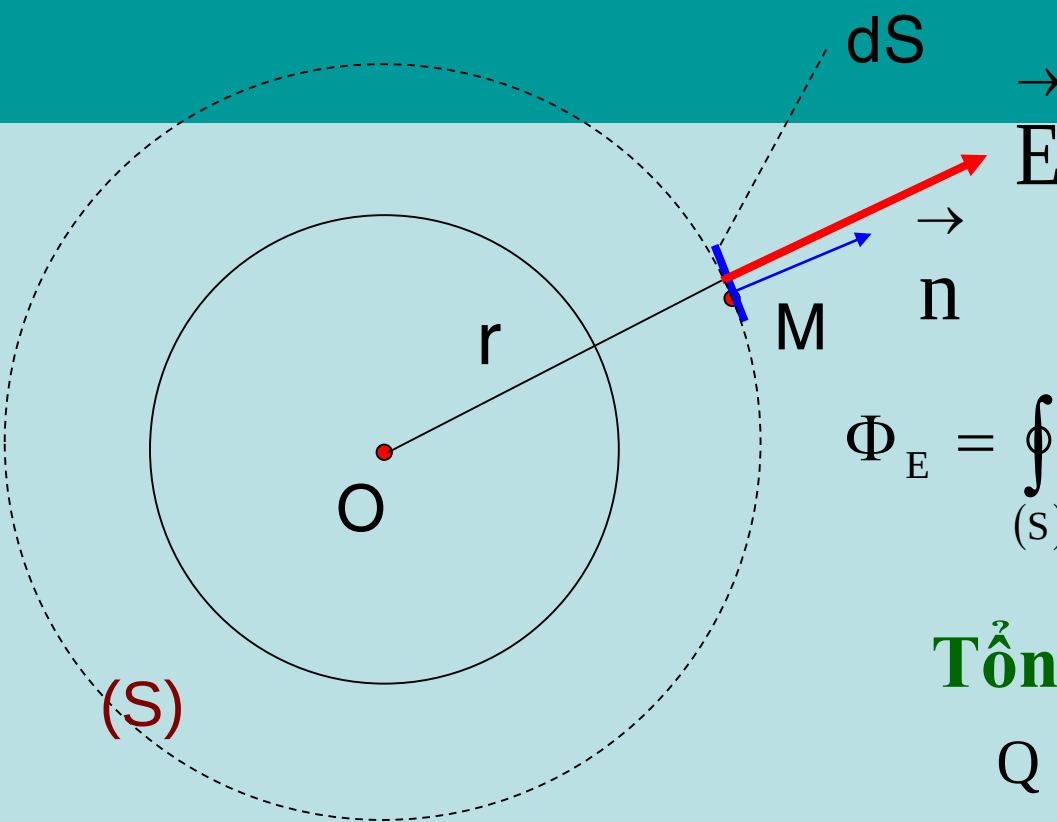
III – ĐỊNH LÝ OSTROGRADSKY – GAUSS (O – G)

Ví dụ 1:

Xác định cường độ điện trường tại điểm bên trong và bên ngoài khối cầu bán kính R , tích điện đều với mật độ điện khối ρ . Cho biết hệ số điện môi ở trong và ngoài khối cầu đều bằng ϵ .

Suy rộng trong trường hợp vỏ cầu tích điện đều





M bên ngoài khối cầu:

Điện thông gửi qua mặt gauss (S):

$$\Phi_E = \oint_{(S)} \vec{E} d\vec{S} = \oint_S E dS = ES_G = E \cdot 4\pi r^2$$

Tổng điện tích trong (S):

$$Q = \sum q_{\text{trong}(S)} = \rho \cdot V = \frac{4}{3} \pi \rho R^3$$

Theo đ lí O - G: $\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0}$

Vậy cường độ đtrường bên ngoài khối cầu là:

$$E = E_n = \frac{Q}{4\pi \epsilon \epsilon_0 r^2} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$$

$$\vec{E}_n = \frac{kQ}{\epsilon r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

M bên trong khối cầu:

Điện thông gửi qua mặt (S):

$$\Phi_E = \oint_{(S)} \vec{E} d\vec{S} = \oint_S E dS = ES_G = E \cdot 4\pi r^2$$

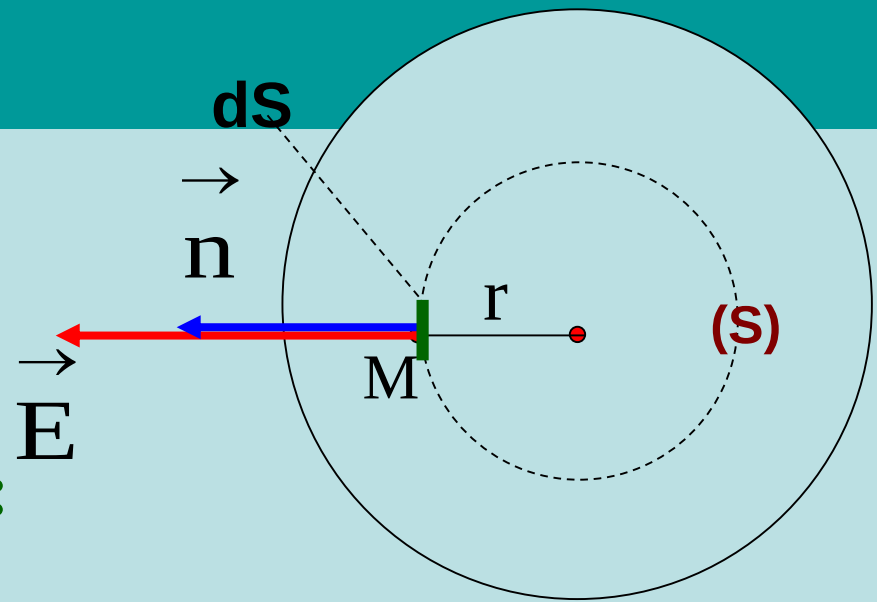
Tổng điện tích chứa trong (S):

$$Q = \sum q_{\text{trong}(S)} = \rho \cdot V_{(S)} = \frac{4}{3} \pi \rho r^3$$

Theo đ lí O - G: $\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0}$

Vậy cường độ đtrường bên trong khối cầu là:

$$E_t = \frac{\rho r}{3\epsilon \epsilon_0}$$



$$\vec{E}_t = \frac{\rho r}{3\epsilon \epsilon_0}$$

Kết luận:

Bên trong khối cầu tích điện đều:

$$\vec{E}_t = \frac{\rho r}{3\epsilon\epsilon_0}$$

Bên ngoài khối cầu hoặc vỏ cầu tích điện đều: cường độ điện trường giống như một điện tích điểm đặt tại tâm gây ra.

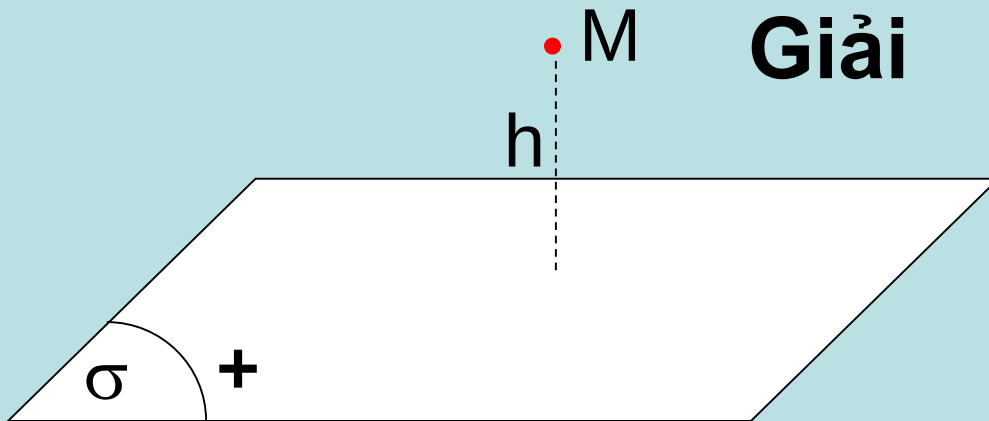
$$\vec{E}_n = \frac{kQ}{\epsilon r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

Bên trong vỏ cầu tích điện đều: cường độ điện trường bằng không.

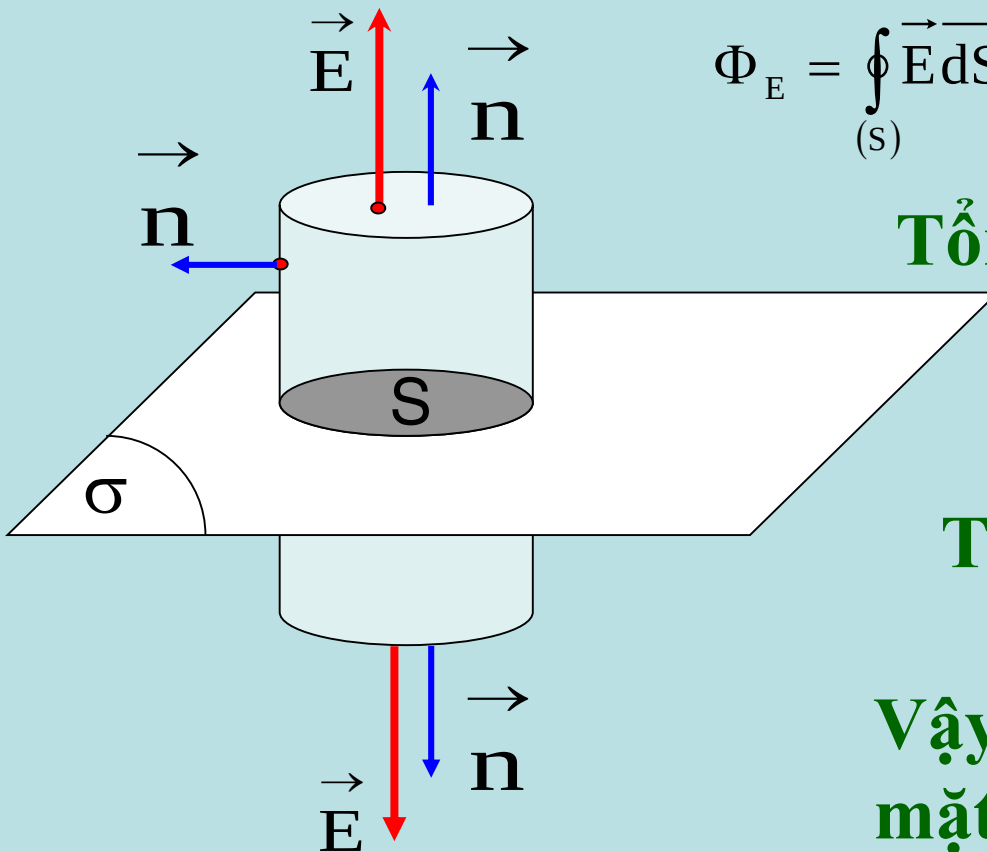
III – ĐỊNH LÝ OSTROGRADSKY – GAUSS (O – G)

Ví dụ 2:

Xác định cường độ điện trường do mặt phẳng rộng vô hạn, tích điện đều với mật độ điện mặt σ gây ra tại điểm cách mặt phẳng (σ) một khoảng h . Cho biết hệ số điện môi là ϵ .



Điện thông gởi qua mặt (S):



$$\Phi_E = \oint_{(S)} \vec{E} d\vec{S} = \oint_{xq} \vec{E} d\vec{S} + \oint_{2day} \vec{E} d\vec{S} = 2 \oint_{day} \vec{E} d\vec{S} = 2ES_{day}$$

Tổng điện tích chứa trong (S):

$$Q = \sum q_{\text{trong}(S)} = \sigma S_{day}$$

Theo đ lí O - G: $\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_0}$

Vậy cường độ điện trường do mặt phẳng gây ra là:

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

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \cdot \vec{n}$$

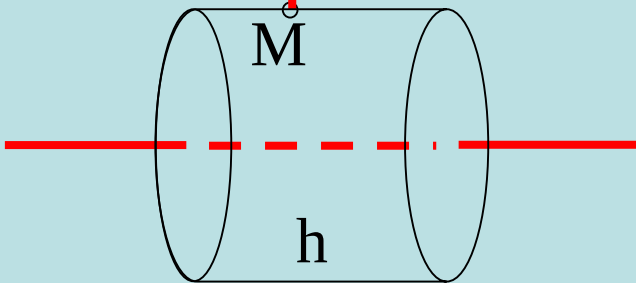
III – ĐỊNH LÍ OSTROGRADSKY – GAUSS (O – G)

Ví dụ 3:

Một dây dẫn thẳng, dài vô hạn, tích điện đều với mật độ điện dài λ . Xác định cường độ điện trường tại điểm M cách dây dẫn một đoạn r.

Giải:

$\vec{E}$



$$\Phi_E = \oint_{(S)} \vec{E} d\vec{S} = \oint_{xq} \vec{E} d\vec{S} + \oint_{2\text{day}} \vec{E} d\vec{S} = \oint_{xq} E dS = E \cdot 2\pi r h$$

$$Q = \sum q_{\text{trong}(S)} = \lambda \cdot h$$

$$\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon \epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\lambda \cdot h}{2\pi \epsilon \epsilon_0 r h} = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon \epsilon_0 r}$$

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon \epsilon_0 r} \cdot \vec{n} = \frac{2k\lambda}{\epsilon r} \cdot \vec{n}$$

Chú ý cường độ điện trường gây bởi:

Một điện tích điểm:

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

Đoạn dây AB = a:

$$E = \frac{|\lambda| \cdot \sin \alpha}{2\pi\epsilon\epsilon_0 h} = \frac{2k |\lambda|}{\epsilon h} \cdot \sin \alpha$$

$$E = \frac{k |\lambda|}{\epsilon} \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a+b} \right)$$

Khối cầu tích điện đều:

$$E_t = \frac{|\rho| r}{3\epsilon\epsilon_0}$$

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

Vòng dây tròn tích điện đều:

$$E = \frac{k |Q| \cdot x}{\epsilon (R^2 + x^2)^{3/2}}$$

Mặt phẳng tích điện đều:

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

Đĩa tròn tích điện đều:

$$E = \frac{|\sigma|}{2\epsilon\epsilon_0} \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right)$$

Dây dài tích điện đều:

$$E = \frac{|\lambda|}{2\pi\epsilon\epsilon_0 h} = \frac{2k |\lambda|}{\epsilon h}$$

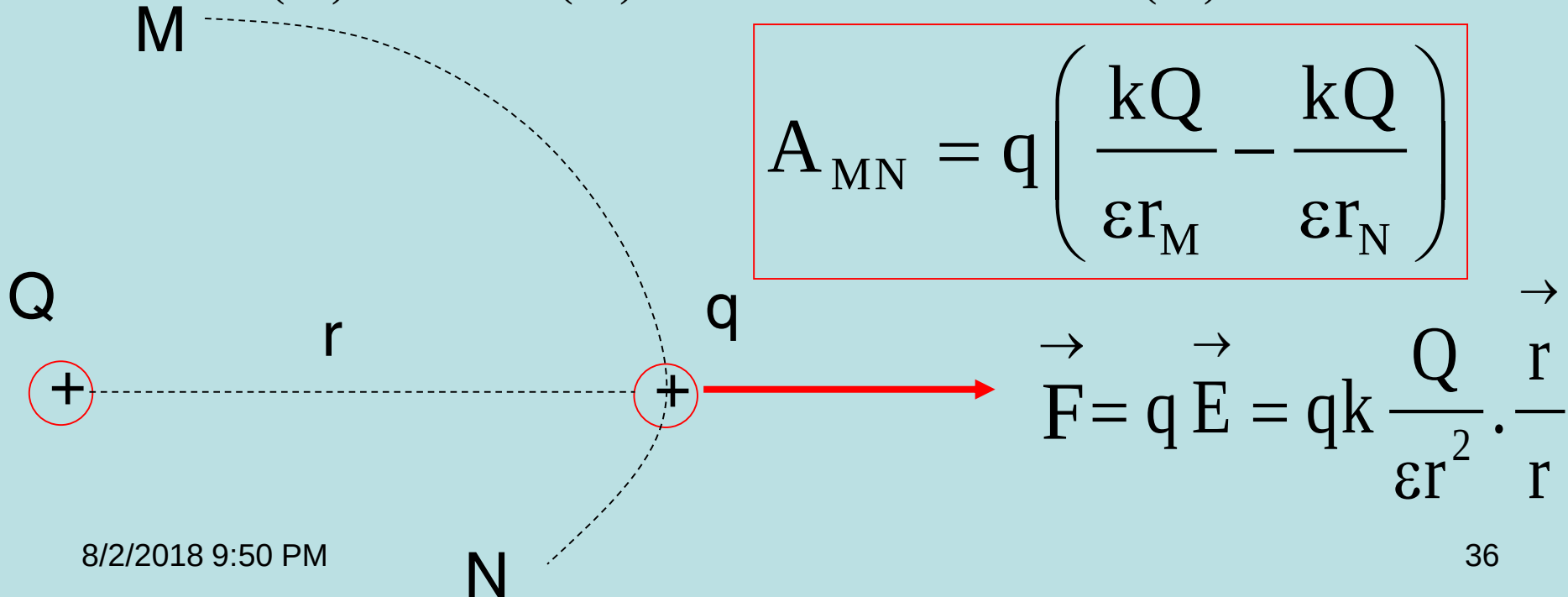
IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

1 – Công của lực điện trường:

Điện tích q di chuyển trong điện trường của điện tích Q

$$A = \int_{(M)}^{(N)} \vec{F} d\vec{r} = \int_{(M)}^{(N)} k \frac{Qq}{\epsilon r^2} \frac{\vec{r}}{r} d\vec{r} = kQq \int_{(M)}^{(N)} \frac{d\vec{r}}{\epsilon r^3}$$

$$A_{MN} = q \left(\frac{kQ}{\epsilon r_M} - \frac{kQ}{\epsilon r_N} \right)$$



IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

1 – Công của lực điện trường:

Nhận xét:

Trong trường hợp tổng quát, người ta chứng minh được: **Công của lực điện trường không phụ thuộc vào hình dạng đường đi, chỉ phụ thuộc vào vị trí đầu và cuối.**

Lực điện trường là **LỰC THẾ**.

Đối với các trường lực thế, người ta xây dựng các hàm vô hướng phụ thuộc vị trí của các điểm trong trường lực thế, gọi là **hàm thế**. **Hàm thế của điện trường gọi là điện thế $V(x,y,z)$.**

IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

2 – Điện thế - hiệu điện thế:

a) Khái niệm: Điện thế là một hàm vô hướng $V(x,y,z)$, sao cho:

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

b) Nhận xét: Điện thế không xác định đơn giá mà sai khác nhau một hằng số cộng, tùy thuộc vào việc chọn gốc điện thế.

Lí thuyết: chọn gốc điện thế ở vô cùng;

Thực hành: chọn gốc điện thế ở đất, vỏ máy.

IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

2 – Điện thế - hiệu điện thế:

c) Điện thế do các hệ điện tích gây ra:

Điện thế gây bởi 1 điện tích điểm:

$$V = k \frac{Q}{\epsilon r} + C$$

Điện thế gây bởi hệ điện tích điểm:

$$V_M = \sum V_i = \sum k \frac{Q_i}{\epsilon r_{iM}} + C$$

Điện thế gây bởi vật tích điện:

$$V_M = \int_{\text{vat md}} dV = \int_{\text{vat md}} k \frac{dq}{\epsilon r} + C$$

Chú ý: Nếu chọn gốc điện thế ở vô cùng thì $C = 0$

IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

3) Thế năng của điện tích trong điện trường:

Ta có:

$$W_{tM} - W_{tN} = A_{MN} = qU_{MN} = q(V_M - V_N)$$

Vậy thế năng của điện tích q trong điện trường là:

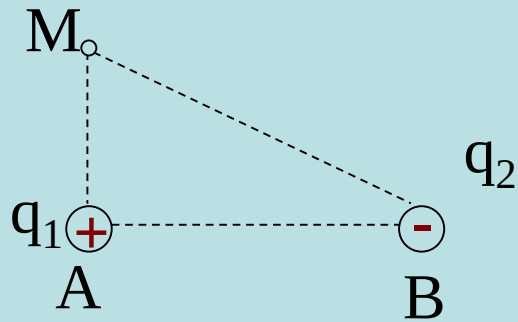
$$W_{tM} = qV_M$$

IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

Ví dụ 1:

Cho $q_1 = 5.10^{-8}$ C; $q_2 = - 8.10^{-8}$ C, đặt tại A, B trong không khí. Tính điện thế tại M cách A, B lần lượt là 10 cm, 20cm. Chọn gốc điện thế ở vô cùng.

Giải



$$V = \frac{kq_1}{r_1} + \frac{kq_2}{r_2} = k\left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2}\right)$$

$$V = 9.10^9 \left(\frac{5.10^{-8}}{0,1} - \frac{8.10^{-8}}{0,2} \right) = 900V$$

IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

Ví dụ 2:

Vòng dây tròn, bán kính a , tích điện đều với điện tích tổng cộng Q . Tính điện thế tại tâm O của vòng dây và tại điểm M trên trục vòng dây, cách O một đoạn x . Suy ra hiệu điện thế U_{OM} .

Ad số: $a = 5\text{cm}$; $x = 12\text{cm}$; $Q = -2,6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$.

Xét 2 trường hợp:

a) Gốc điện thế ở vô cùng;

b) Gốc điện thế tại O .

Giải

a) Gốc điện thế ở vô cùng:

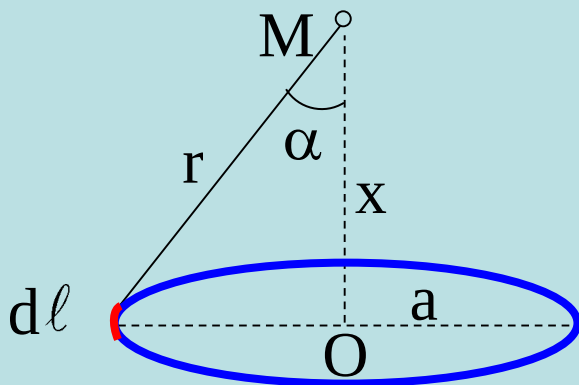
$$V_M = \int_{v/d} dV = \int_{v/d} \frac{k dq}{r} = \frac{k}{r} \int_{v/d} dq$$

$$V_M = \frac{kQ}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2,6 \cdot 10^{-9})}{\sqrt{0,05^2 + 0,12^2}} = -180V$$

$$V_O = \frac{kQ}{a} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2,6 \cdot 10^{-9})}{0,05} = -468V$$

$$\Rightarrow U_{OM} = V_O - V_M = -288V$$

b) Gốc điện thế tại O: $\Rightarrow V_O = \frac{kQ}{a} + C = -468 + C = 0$
 $\Rightarrow C = 468$



$$V_M = \frac{kQ}{\sqrt{a^2 + x^2}} + C = -180 + C = 288V$$

$$\Rightarrow U_{OM} = V_O - V_M = -288V$$

IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

4 – Mặt đẳng thế:

- a) **Khái niệm:** Tập hợp các điểm trong điện trường có cùng một giá trị điện thế, tạo nên mặt đẳng thế.
- b) **Tính chất:**
- Các mặt đẳng thế không cắt nhau
 - Khi điện tích q di chuyển trên mặt đẳng thế thì công của lực điện trường bằng không.
 - Đường sức điện trường (do đó, vectơ cường độ điện trường) luôn vuông góc với mặt đẳng thế.
- c) **Qui ước vẽ:** Độ chênh lệch ΔV giữa hai mặt đẳng thế liên tiếp là không đổi.

Suy ra: đt mạnh thì các mdt dày, đt yếu thì các mdt thưa; đt đều thì các mdt là các mp // cách đều nhau.⁴⁴

IV – CÔNG CỦA LỰC ĐT, ĐIỆN THẾ - HĐT

5 – Liên hệ giữa cường độ điện trường và điện thế:

Xét điện tích q di chuyển trong điện trường từ nơi có **điện thế cao** đến nơi có **điện thế thấp**.

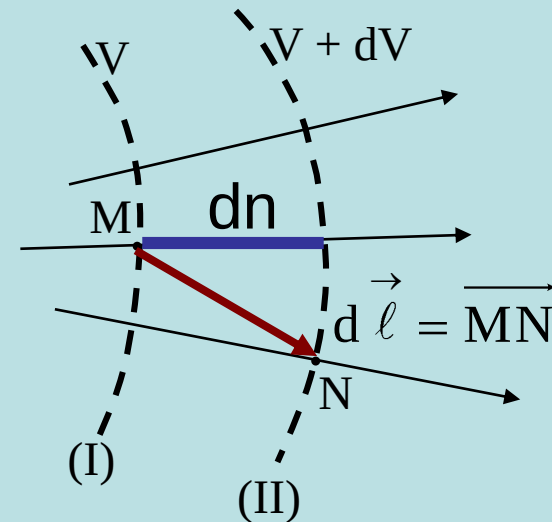
Công của lực điện trường trên đoạn đường vi cấp $d\ell$ là:

$$dA = \vec{F} d\vec{\ell} = q \vec{E} d\vec{\ell}$$

Mặt khác: $dA = q(V_1 - V_2) = -qdV$

Vậy:

$$dV = -\vec{E} d\vec{\ell} = -\vec{E} d\vec{s} = -\vec{E} \cdot d\vec{n}$$



Hay:

$$\vec{E} = -\frac{dV}{dn} \cdot \vec{n}_0 = -\text{grad } V = -\left(\frac{\partial V}{\partial x}, \frac{\partial V}{\partial y}, \frac{\partial V}{\partial z}\right)$$

Các kết luận quan trọng:

Vector cường độ điện trường hướng theo chiều giảm thế.

Độ lớn của vector cường độ điện trường tại mỗi điểm bằng độ giảm điện thế trên một đơn vị chiều dài dọc theo đường sức đi qua điểm đó.

Lân cận một điểm trong điện trường, điện thế biến thiên nhanh nhất theo phương đường sức đi qua điểm đó.

Lưu thông của vector cđđt giữa hai điểm M, N bằng hiệu điện thế giữa hai điểm đó.

$$\int_{MN} \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = \frac{A_{MN}}{q} = U_{MN} = E \cdot d$$

Lưu thông của vector cđđt dọc theo một đường cong kín bất kì thì bằng không.

$$\oint_{(C)} \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = 0$$

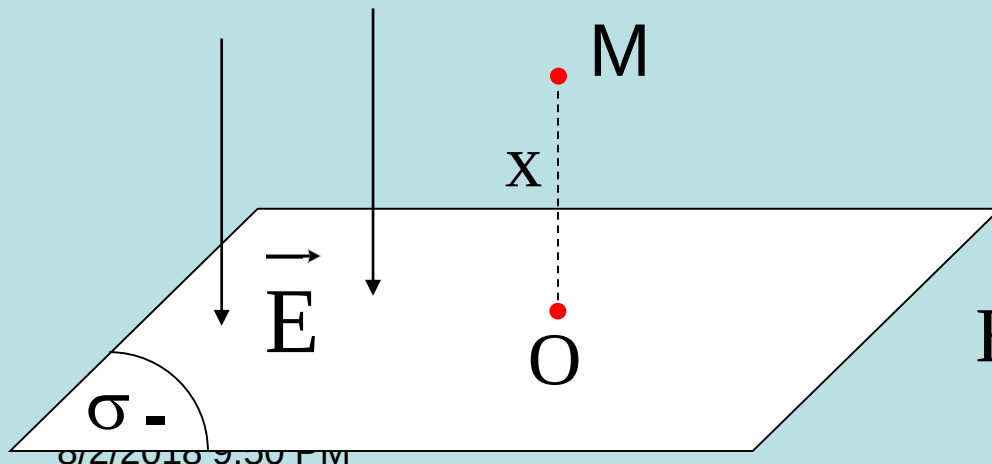
46

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 1:

Mặt phẳng rộng vô hạn, tích điện đều với mật độ điện mặt $\sigma = -2 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2$ đặt trong không khí. Tính điện thế do mặt phẳng này gây ra tại điểm M cách mặt phẳng một khoảng $x = 20 \text{ cm}$. Chọn gốc điện thế tại mặt phẳng đó.

Giải



Theo chiều đường sức điện trường thì:

$$E = -\frac{dV}{dn} = -\frac{dV}{-dx} = \frac{dV}{dx}$$

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 1:

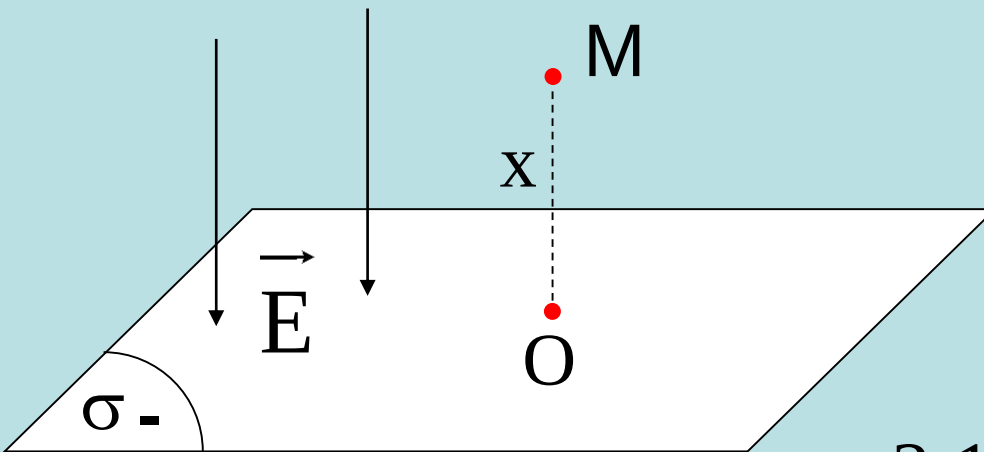
Mà: $E = \frac{|\sigma|}{2\epsilon_0} \Rightarrow dV = E \cdot dx = \frac{|\sigma|}{2\epsilon_0} \cdot dx$

$$\Rightarrow \int_{V_M}^{V_0} dV = \frac{|\sigma|}{2\epsilon_0} \int_x^0 dx \Leftrightarrow V_0 - V_M = -\frac{|\sigma|}{2\epsilon_0} \cdot x$$

Vậy: $V_M = \frac{|\sigma|}{2\epsilon_0} \cdot x$

Hay:

$$V_M = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot x$$



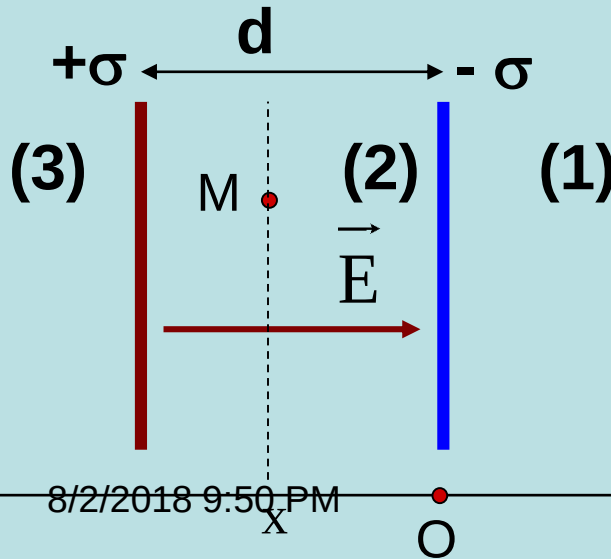
Thay số:

$$V_M = -\frac{-2 \cdot 10^{-8}}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot 0,2 = 226 \text{ (V)}$$

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 2:

Hai mặt phẳng rộng vô hạn, tích điện đều với mật độ điện mặt $\pm\sigma$, đặt cách nhau một khoảng d trong không khí. Xác định sự phân bố cường độ điện trường và điện thế 2 do mặt phẳng này gây ra tại 3 vùng không gian tạo bởi 2 mặt phẳng này. Chọn gốc điện thế tại mặt phẳng tích điện âm.



Giải

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TÍNH ĐIỆN

Ví dụ 2:

Cường độ điện trường tại điểm M: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

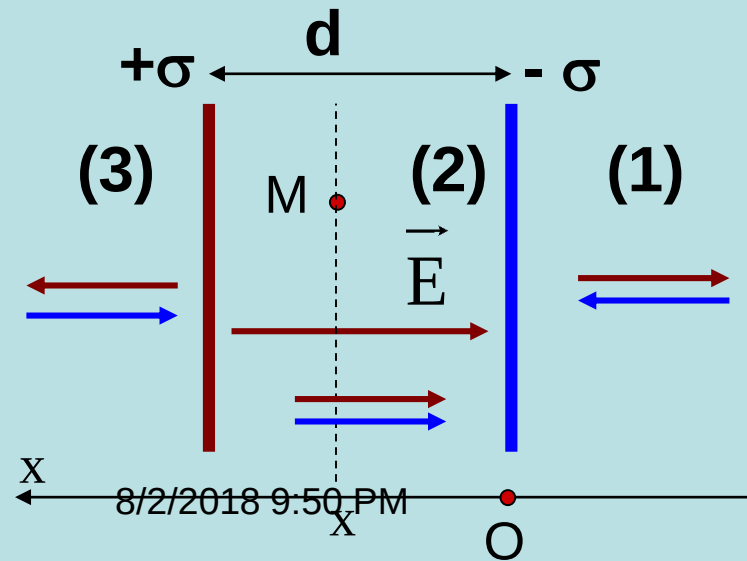
trong đó: $\vec{E}_1$ là CĐĐT do mp $+\sigma$ gây ra, luôn hướng ra xa mp $+\sigma$

$\vec{E}_2$ là CĐĐT do mp $-\sigma$ gây ra, luôn hướng gần mp $-\sigma$

Vì thế:

Những điểm M ở vùng (1) và (3) thì $E = 0$.

Những điểm M ở vùng (2) thì $\vec{E}$ luôn hướng từ mp $+\sigma$ sang mp $-\sigma$.



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 2:

Theo chiều đường sức, ở vùng (2) ta có:

$$E = E_1 + E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = -\frac{dV}{dn} = -\frac{dV}{-dx} = \frac{dV}{dx}$$

Điện thế: $\int_{V_M}^{V_0} dV = \int_x^0 E \cdot dx$

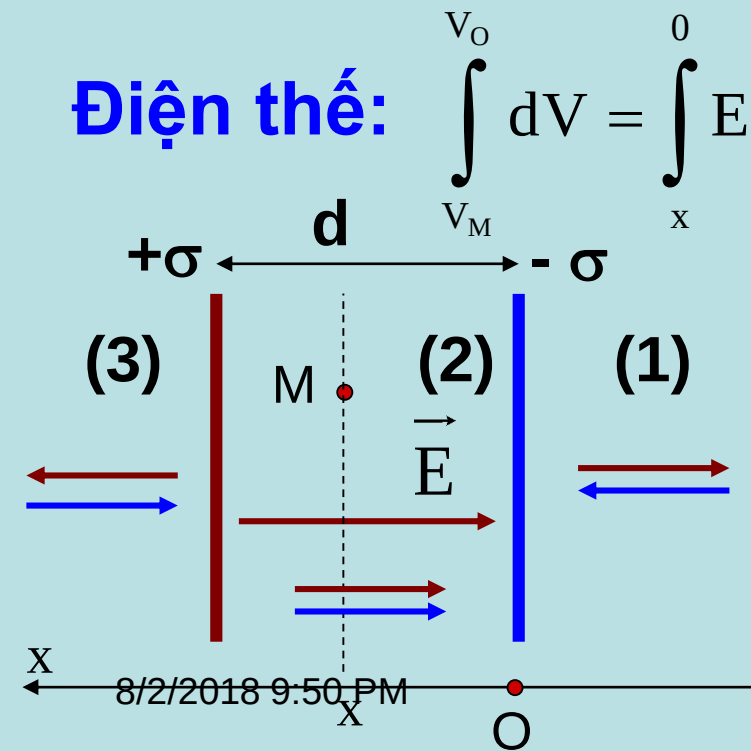
Vùng (1): $V = V_0 = 0$

Vùng (2):

$$V_M = \frac{\sigma \cdot x}{\epsilon_0}$$

Vùng (3):

$$V = V_{+\sigma} = \frac{\sigma d}{\epsilon_0}$$



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Kết luận rút ra từ ví dụ 2:

Vùng (1) và (3) không có điện trường; vùng (2) có điện trường đều:

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

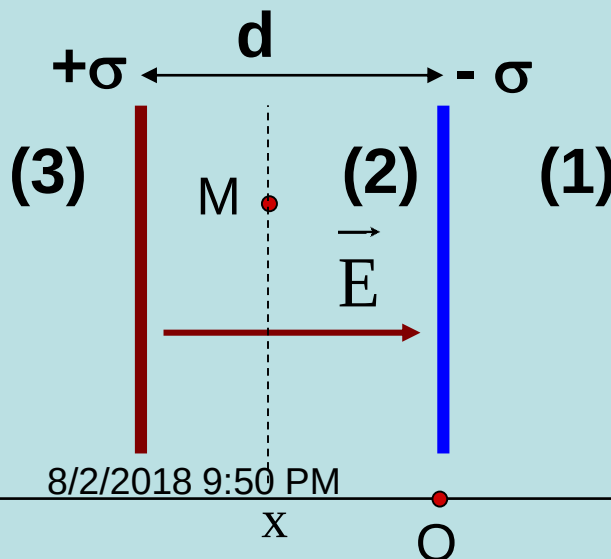
Điện thế ở vùng (1) bằng không.

Điện thế ở vùng (3) không đổi, có giá trị:

$$V = \frac{\sigma d}{\epsilon_0}$$

Điện thế ở vùng (2) tăng tuyến tính theo khoảng cách x tính từ mp $-\sigma$:

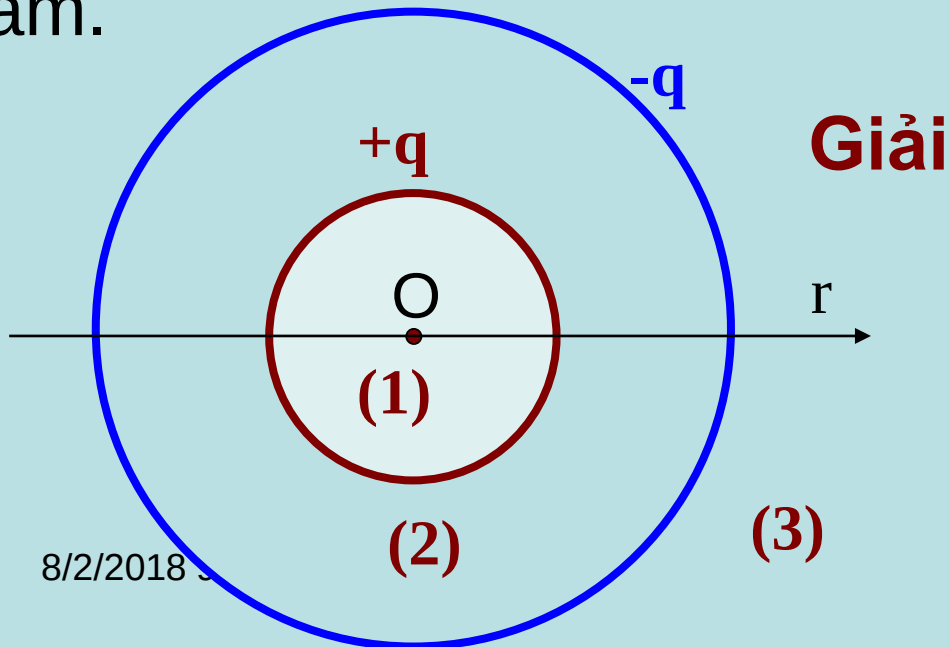
$$V_M = \frac{\sigma \cdot x}{\epsilon_0}$$



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 3:

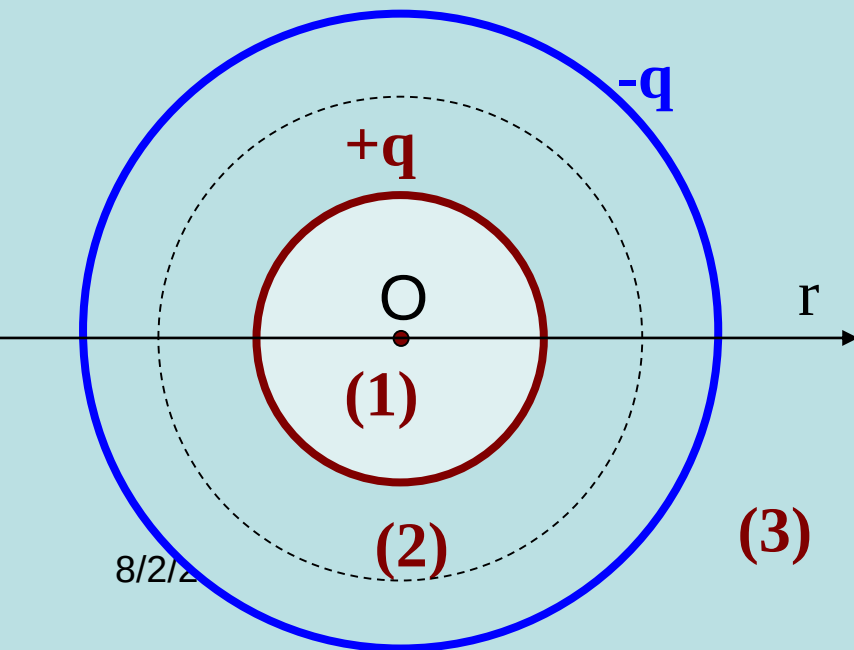
Hai mặt cầu bán kính R_1, R_2 ($R_1 < R_2$), tích điện đều với điện tích $+q$ và $-q$, đặt trong không khí. Xác định sự phân bố cường độ điện trường và điện thế 2 do mặt cầu này gây ra tại 3 vùng không gian tạo bởi 2 mặt cầu này. Chọn gốc điện thế tại mặt cầu tích điện âm.



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TÍNH ĐIỆN

Ví dụ 3:

Do tính đối xứng cầu nên cường độ điện trường tại mỗi điểm (nếu có) phải **có hướng xuyên tâm** và những điểm cách đều tâm O, độ lớn của vector cường độ điện trường phải **bằng nhau**.



Chọn mặt kín Gauss là mặt cầu tâm O, bán kính r thì điện thông gởi qua mặt Gauss là:

$$\Phi_E = \oint_{(S)} \vec{E} d\vec{S} = \oint_{(S)} E \cdot d\vec{S} = E \cdot S = E \cdot 4\pi r^2$$

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 3:

Gọi Q là tổng điện tích chứa trong mặt Gauss thì theo định lí O – G:

$$\Phi_E = E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

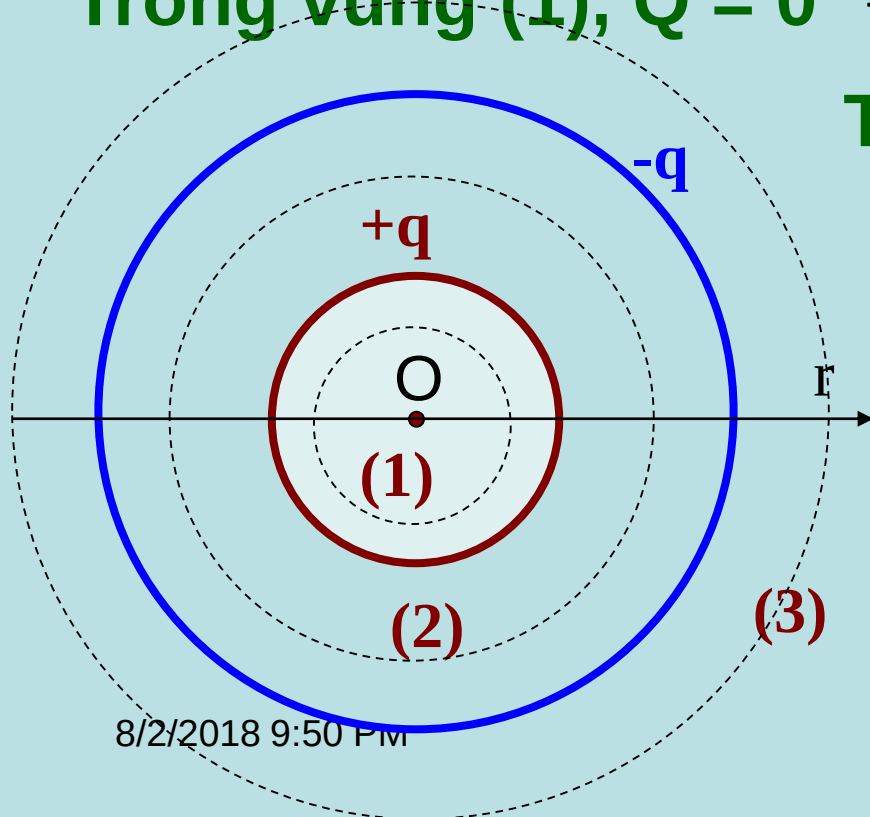
Trong vùng (1), $Q = 0 \Rightarrow E_1 = 0$

Trong vùng (2), $Q = +q$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{kq}{r^2}$$

Trong vùng (3), $Q = 0$

$$\Rightarrow E_3 = 0$$



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TÍNH ĐIỆN

Ví dụ 3:

Từ mối quan hệ giữa cường độ điện trường là điện thế: $dV = -E \cdot dn = -E \cdot dr$, suy ra:

Trong vùng (2), điện thế $V = V_A = 0$

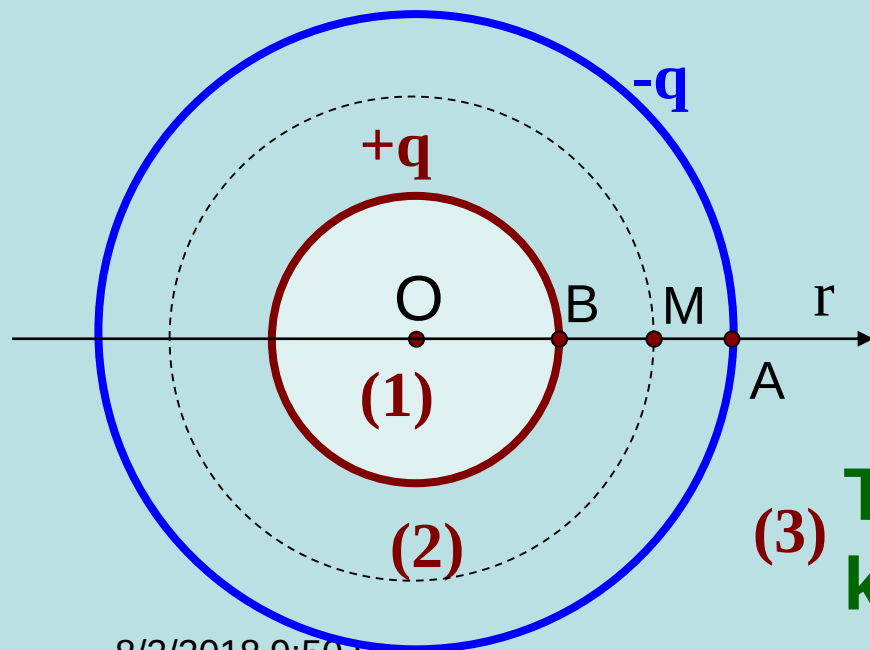
Trong vùng (2), điện thế:

$$\int_{V_M}^{V_A} dV = - \int_r^{R_2} E_2 dr = - \int_r^{R_2} \frac{kq}{r^2} dr$$

$$\Rightarrow V_M = \frac{kq}{r} - \frac{kq}{R_2}$$

(3) Trong vùng (3), điện thế không đổi:

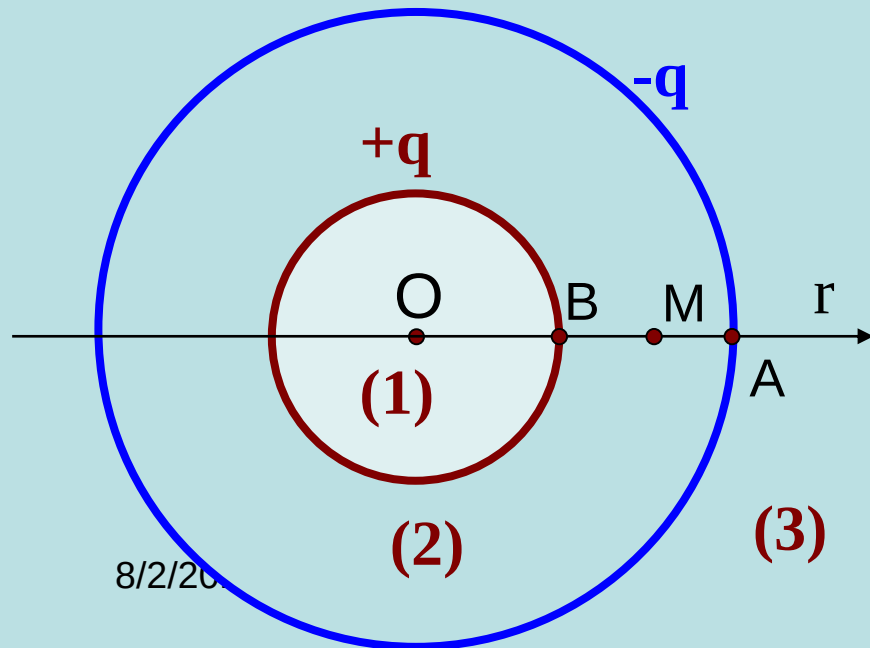
$$V = V_B = \frac{kq}{R_1} - \frac{kq}{R_2}$$



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Kết luận rút ra từ ví dụ 3:

Vùng (1) và (3) không có điện trường; Điện trường trong vùng (2) tựa hồ như do một điện tích q đặt tại tâm O gây ra.



Trong vùng (3), điện thế $V = V_A = 0$

Trong vùng (2), điện thế:

$$V_M = \frac{kq}{r} - \frac{kq}{R_2}$$

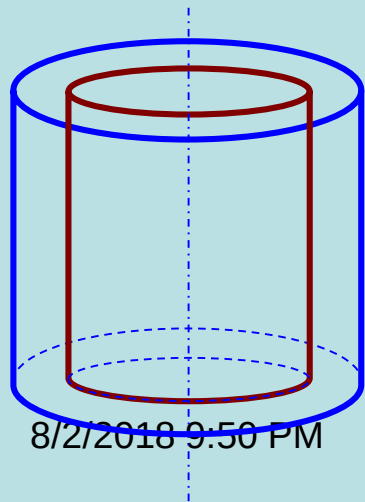
Trong vùng (1), điện thế không đổi:

$$V = V_B = \frac{kq}{R_1} - \frac{kq}{R_2}$$

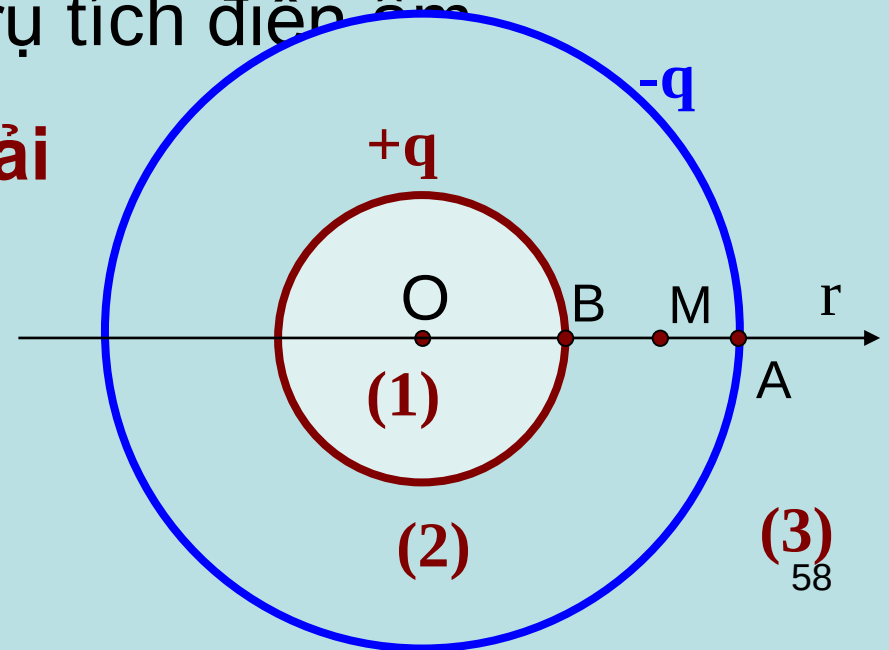
V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 4:

Hai mặt trụ bán kính R_1, R_2 ($R_1 < R_2$), tích điện đều với điện tích $+q$ và $-q$, giữa hai mặt trụ được lấp đầy chất điện môi có hệ số điện môi ε . Xác định sự phân bố cường độ điện trường và điện thế do mặt trụ này gây ra tại 3 vùng không gian tạo bởi 2 mặt trụ này. Chọn gốc điện thế tại mặt trụ tích điện âm.



Giải



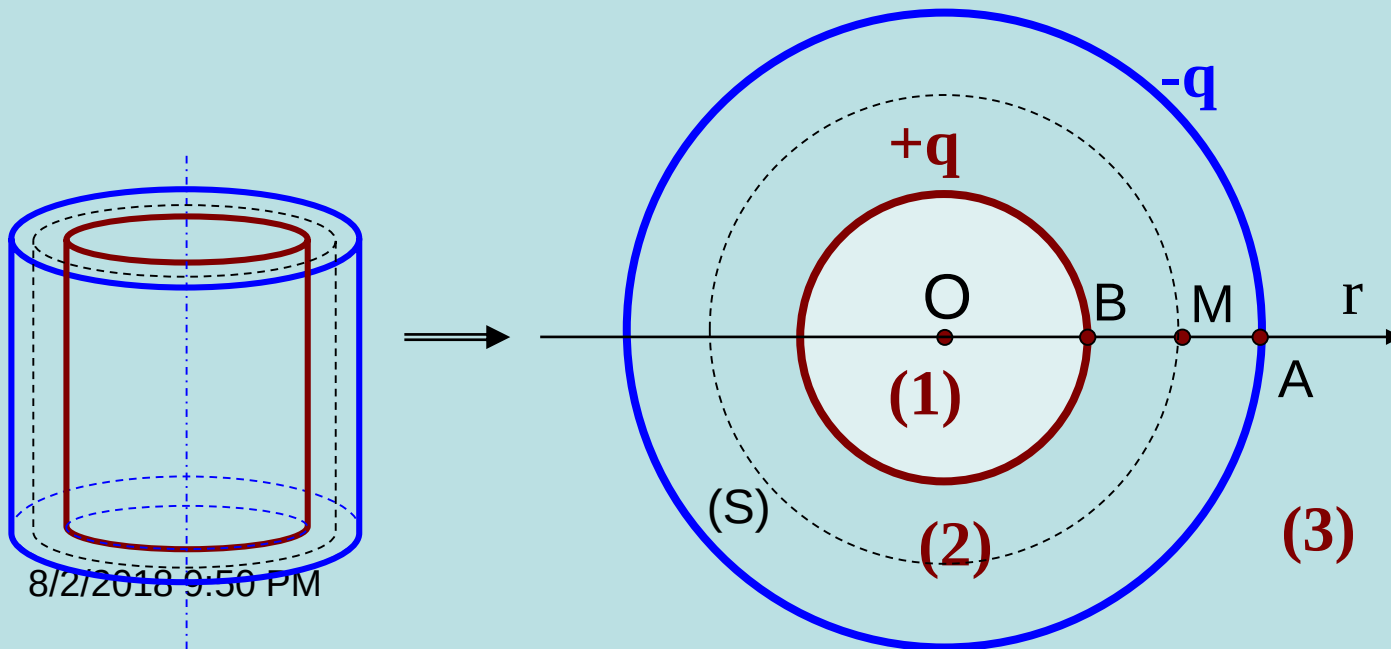
V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 4:

Dễ thấy vùng (1) và (3) không có điện trường.

Điện trường trong vùng (2) phân bố đối xứng quanh trục của Δ hình trụ.

Chọn mặt Gauss là mặt trụ có trục Δ , bán kính r .



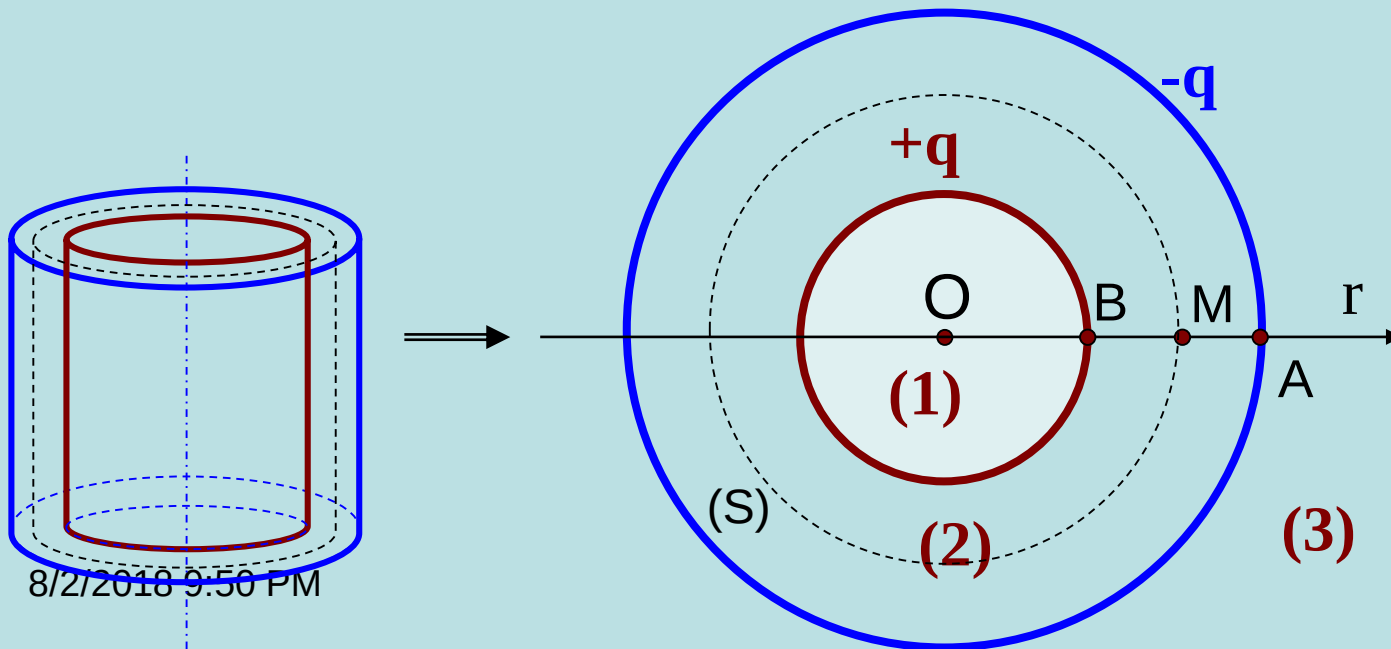
V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 4:

Thông lượng điện trường gởi qua mặt Gauss:

$$\Phi_E = \oint_{(S)} \vec{E} d\vec{S} = \int_{xq} \vec{E} d\vec{S} + \int_{2day} \vec{E} d\vec{S} = \int_{xq} E \cdot dS = ES_{xq} = E \cdot 2\pi r \cdot h$$

Tổng điện tích chứa trong mặt Gauss: **$Q = q$**



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 4:

Suy ra cường độ điện trường trong vùng (2):

$$E_2 = E = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r.h} = \frac{2kq}{\epsilon r.h}$$

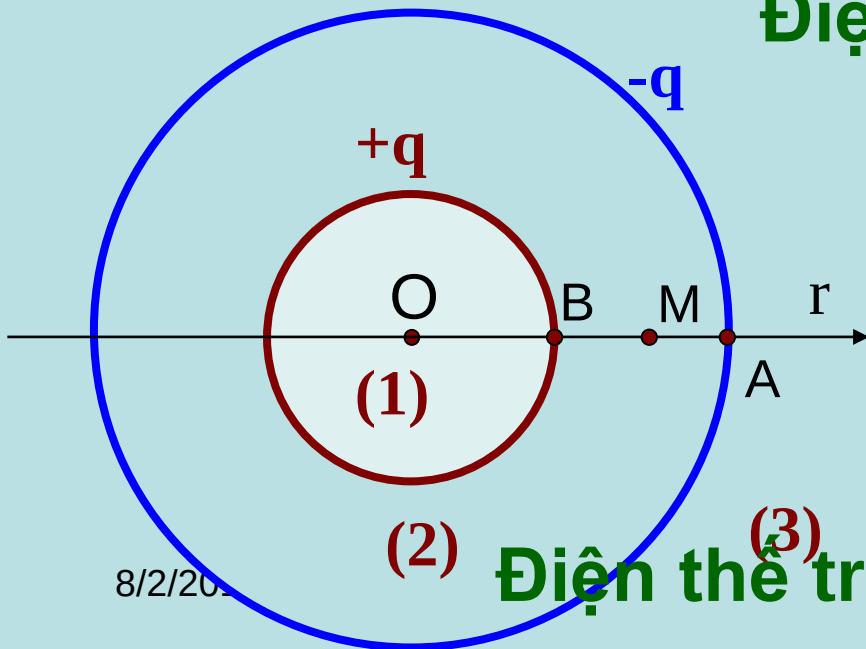
Điện thế trong vùng (1): $V = V_A = 0$

Điện thế trong vùng (2):

$$\int_{V_M}^{V_A} dV = - \int_r^{R_2} E_2 dr = - \int_r^{R_2} \frac{2kq}{\epsilon r.h} dr$$

$$V_M = \frac{2kq}{\epsilon h} \ln \frac{R_2}{r}$$

Điện thế trong vùng (3): $V = V_B = \frac{2kq}{\epsilon h} \ln \frac{R_2}{R_1}$



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Các kết luận rút ra từ ví dụ 4:

Trong vùng (1) và (3) không có điện trường; điện trường trong vùng (2):

$$E_2 = E = \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r.h} = \frac{2kq}{\epsilon r.h}$$

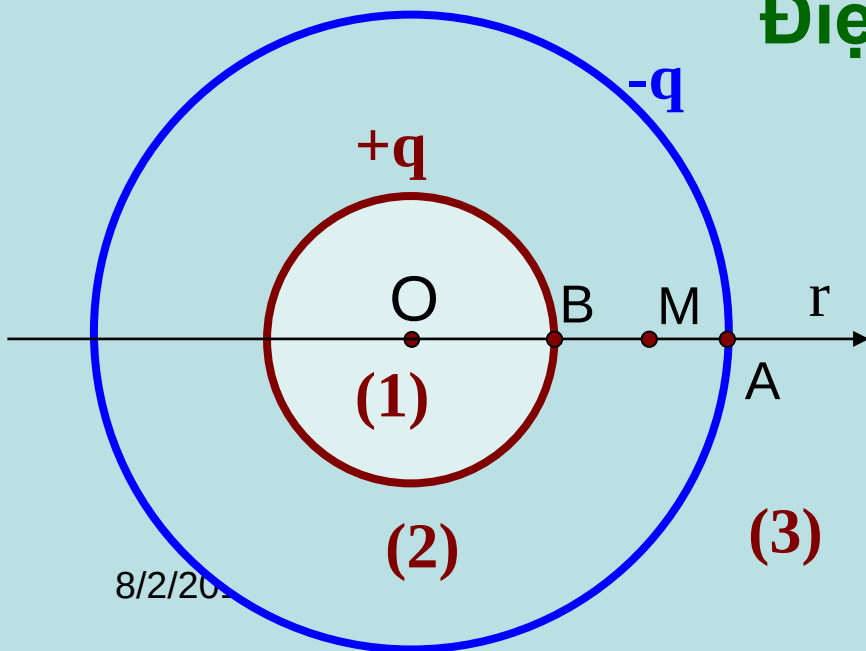
Điện thế trong vùng (1): $V = V_A = 0$

Điện thế trong vùng (2):

$$V_M = \frac{2kq}{\epsilon h} \ln \frac{R_2}{r}$$

Điện thế trong vùng (3):

$$V = V_B = \frac{2kq}{\epsilon h} \ln \frac{R_2}{R_1}$$



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TÍNH ĐIỆN

Ví dụ 5:

Xác định vectơ CĐĐT và điện thế do đoạn dây $AB = a = 10\text{cm}$ tích điện đều với mật độ điện dài $\lambda = 10^{-8} \text{ C/m}$ gây ra tại:

a) điểm M trên trung trục của AB cách AB một đoạn $h = 10\text{cm}$.

b) điểm P trên đường vuông góc với AB tại A, cách A một đoạn $h = 5\text{cm}$.

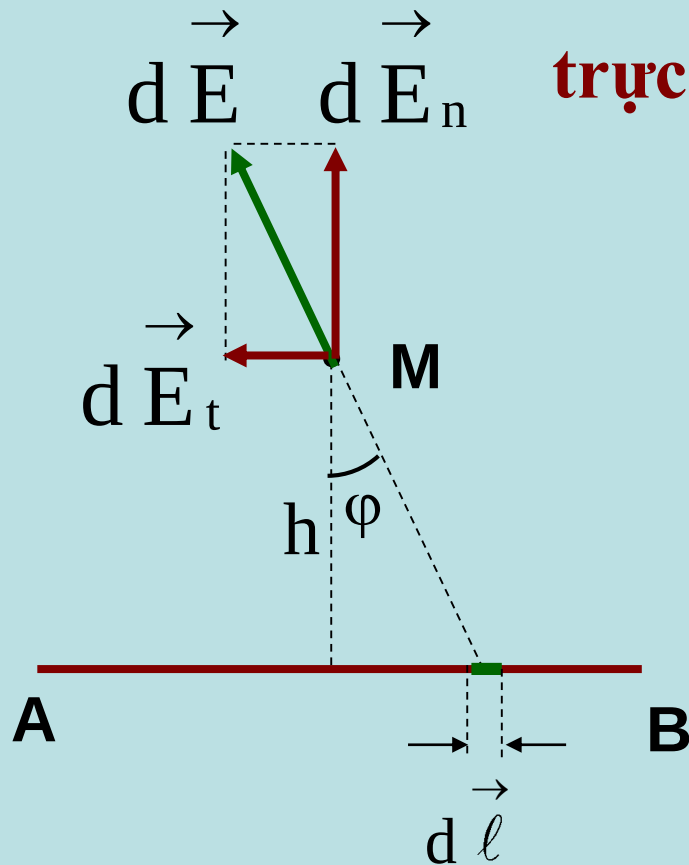
c) điểm N trên đường thẳng AB, ngoài AB, cách B một đoạn $b = 5\text{cm}$.

Giải

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TỈNH ĐIỆN

Ví dụ 5:

a) Xét điểm M trên mặt phẳng trung trực của AB, cách AB một khoảng h:



$$\vec{E}_M = \int_{AB} d\vec{E} = \int_{AB} d\vec{E}_n + \int_{AB} d\vec{E}_t$$

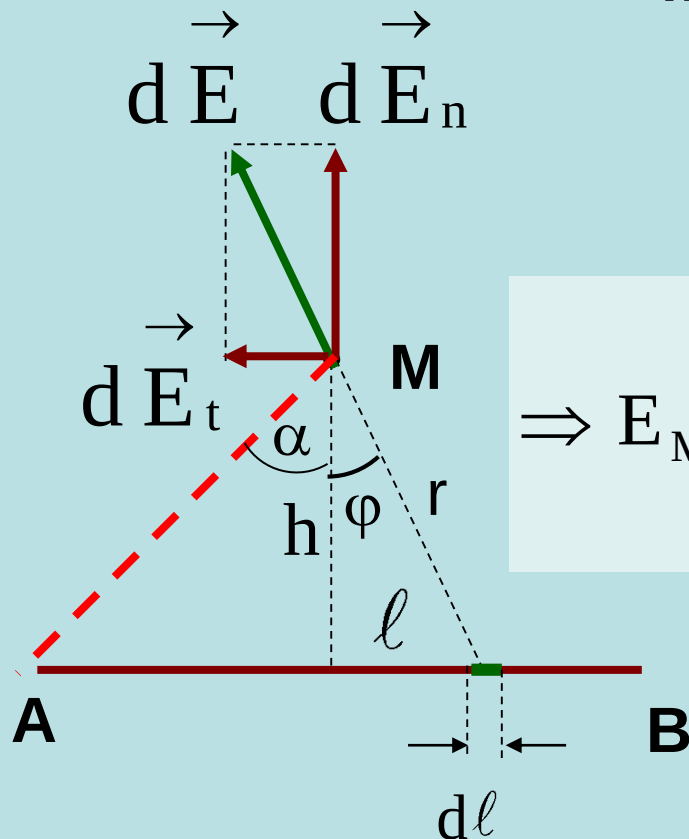
$$\Rightarrow \vec{E}_M = \int_{AB} d\vec{E}_n$$

$$\Rightarrow E_M = \int_{AB} dE_n = \int_{AB} dE \cdot \cos \varphi$$

$$\Rightarrow E_M = \int_{AB} \frac{k \cdot dq}{\epsilon r^2} \cdot \cos \varphi = \int_{AB} \frac{k \lambda \cdot d\ell}{\epsilon r^2} \cdot \frac{x}{r}$$

Mà: $\ell = x \cdot \tan \varphi \Rightarrow d\ell = h \cdot \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi}$

$$r = \frac{h}{\cos \varphi}$$



$$\Rightarrow E_M = \frac{k\lambda}{\epsilon h} \int_{AB} \cos \varphi \cdot d\varphi = \frac{2k\lambda}{\epsilon h} \int_0^\alpha \cos \varphi \cdot d\varphi$$

$$E_M = \frac{2k\lambda \cdot \sin \alpha}{\epsilon h}$$

Dây rất dài?

$$E_M = \frac{2k\lambda}{\epsilon h}$$

Ví dụ 5:

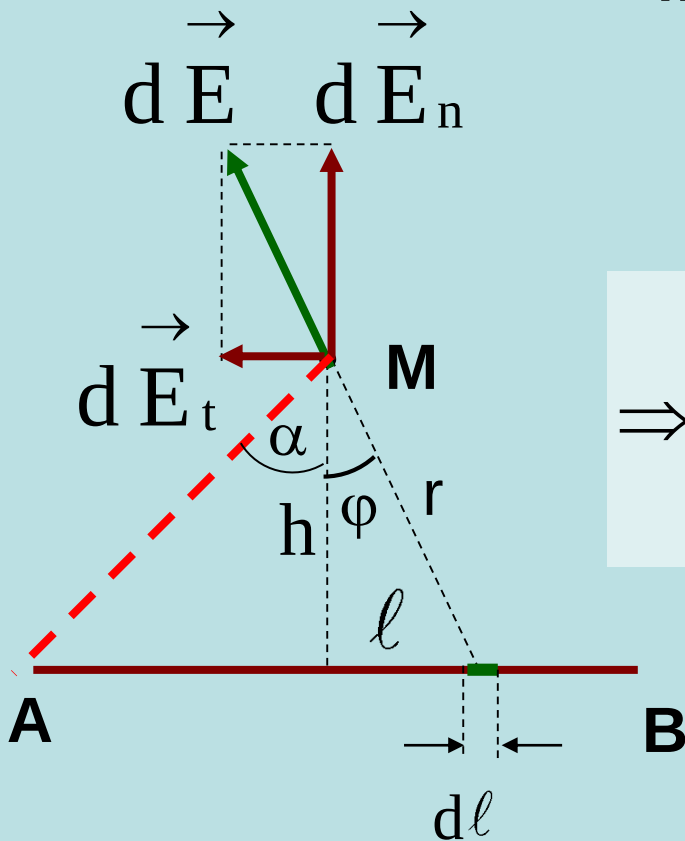
Điện thế tại M:

$$V_M = \int_{AB} \frac{k dq}{\epsilon \cdot r} = \int_{AB} \frac{k \lambda d\ell}{\epsilon \cdot r}$$

Mà: $\ell = h \cdot \tan \varphi \Rightarrow d\ell = h \cdot \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi}$

$$r = \frac{h}{\cos \varphi}$$

$$\Rightarrow V_M = \frac{2k\lambda}{\epsilon} \int_0^\alpha \frac{d\varphi}{\cos \varphi}$$

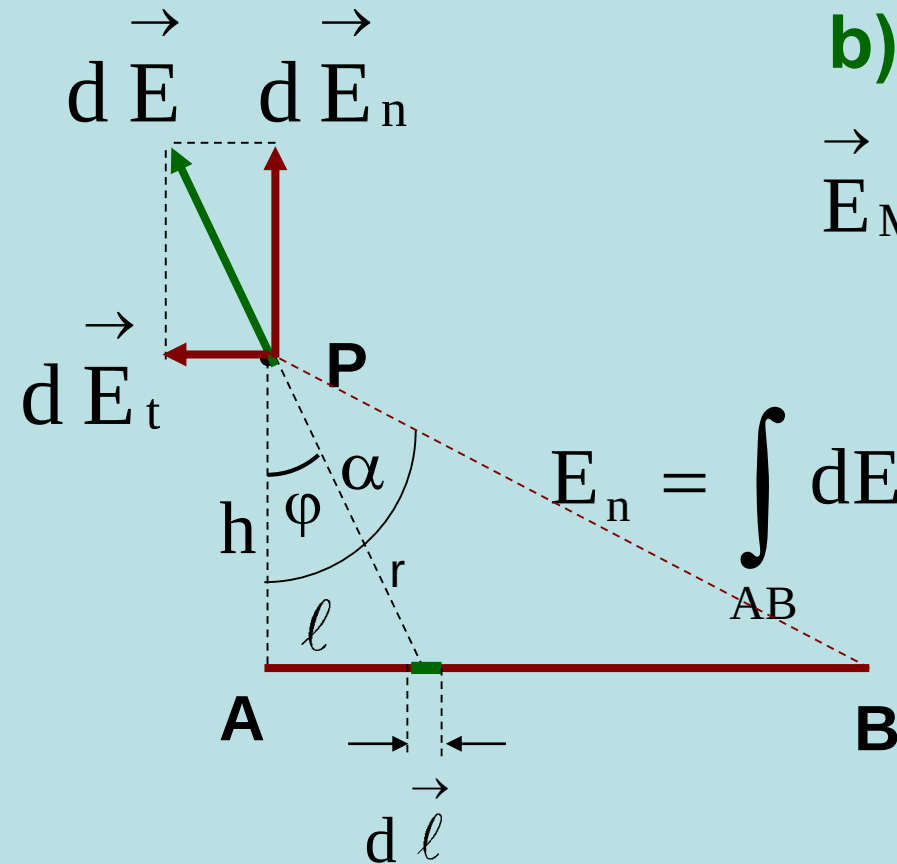


$$V_M = \frac{k\lambda}{\epsilon} \ln \frac{1 + \sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TÍNH ĐIỆN

b) Xét điểm P với $AP \perp AB$:

$$\vec{E}_M = \int_{AB} d\vec{E} = \int_{AB} d\vec{E}_n + \int_{AB} d\vec{E}_t$$



$$E_n = \int_{AB} dE_n = \int_{AB} dE \cdot \cos \varphi = \int_{AB} \frac{k\lambda \cdot d\ell}{\epsilon r^2} \cdot \frac{h}{r}$$

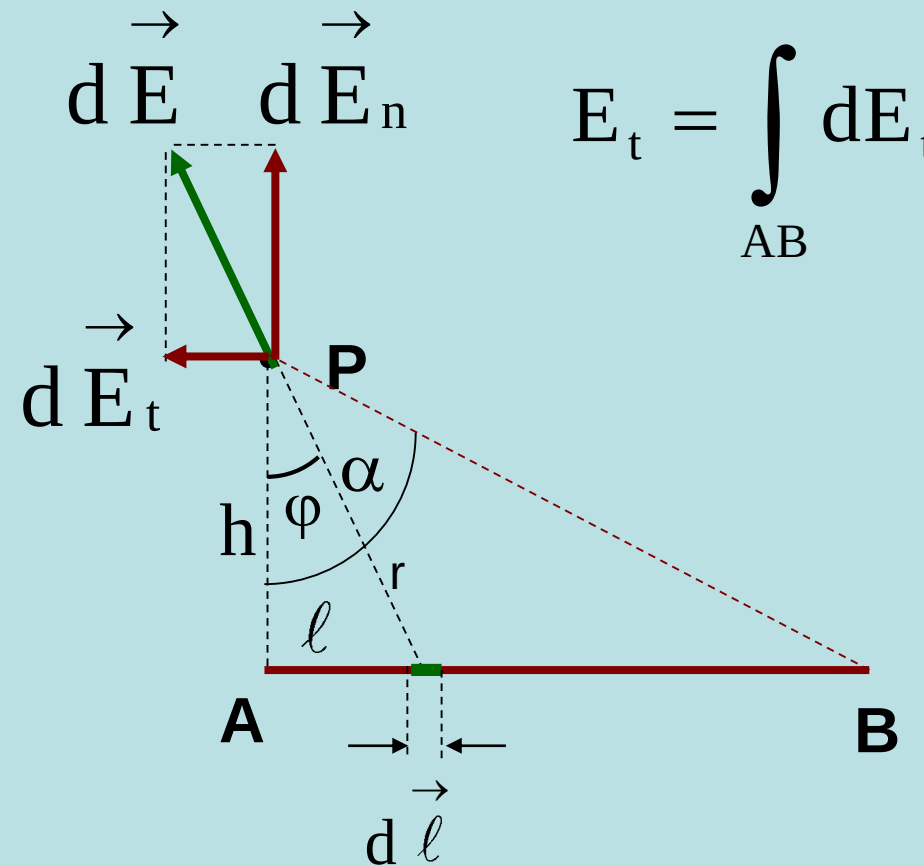
$$\Rightarrow E_n = \frac{k\lambda}{\epsilon h} \int_0^\alpha \cos \varphi \cdot d\varphi$$

$$E_n = \frac{k\lambda}{\epsilon h} \sin \alpha$$

$$\ell = h \cdot \tan \varphi \Rightarrow d\ell = h \cdot \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi}$$

$$r = \frac{h}{\cos \varphi}$$

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TÍNH ĐIỆN



$$E_t = \int_{AB} dE_t = \int_{AB} dE \cdot \sin \varphi = \int_{AB} \frac{k\lambda \cdot dl}{\epsilon r^2} \cdot \frac{l}{r}$$

$$\Rightarrow E_n = \frac{k\lambda}{\epsilon h} \int_0^\alpha \sin \varphi \cdot d\varphi$$

$$E_n = \frac{k\lambda}{\epsilon h} (1 - \sin \alpha)$$

$$l = h \cdot \tan \varphi \Rightarrow dl = h \cdot \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi}$$

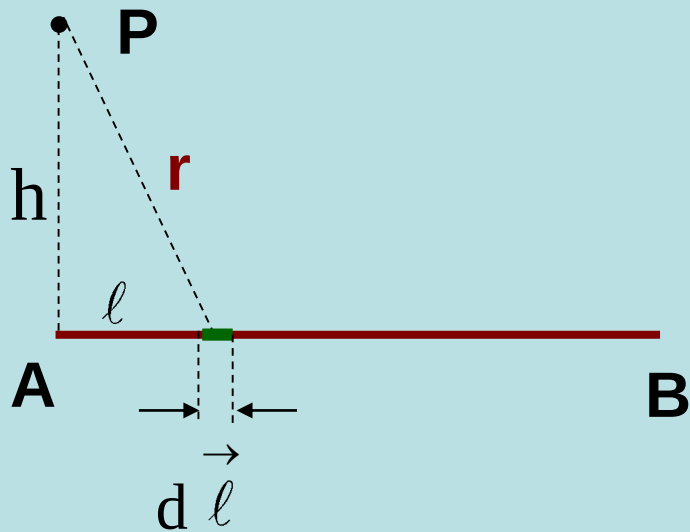
$$r = \frac{h}{\cos \varphi}$$

Vậy:

$$E = \sqrt{E_n^2 + E_t^2}$$

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TÍNH ĐIỆN

Điện thế tại P:



$$V_P = \int_{AB} \frac{k\lambda \cdot dl}{\epsilon \cdot r} = \frac{k\lambda}{\epsilon} \int_0^\alpha \frac{d\varphi}{\cos \varphi}$$

$$l = h \cdot \tan \varphi \Rightarrow dl = h \cdot \frac{d\varphi}{\cos^2 \varphi}$$
$$r = \frac{h}{\cos \varphi}$$

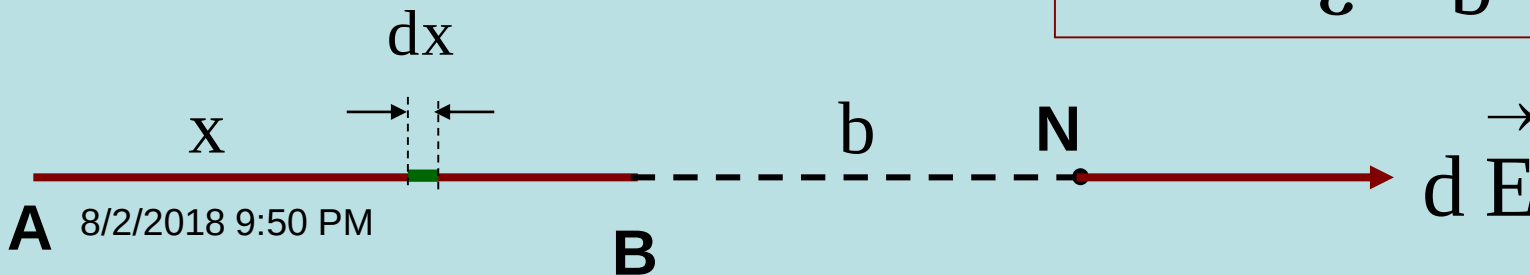
$$V_P = \frac{k\lambda}{2\epsilon} \ln \frac{1 + \sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

c) Xét điểm N trên đường thẳng AB, cách đầu B

một khoảng b: $\vec{E}_N = \int_{AB} d\vec{E}$

$$\Rightarrow E_N = \int_{AB} dE = \int_{AB} \frac{k dq}{\epsilon r^2} = \int_{AB} \frac{k \lambda \cdot dx}{\epsilon (a + b - x)^2}$$

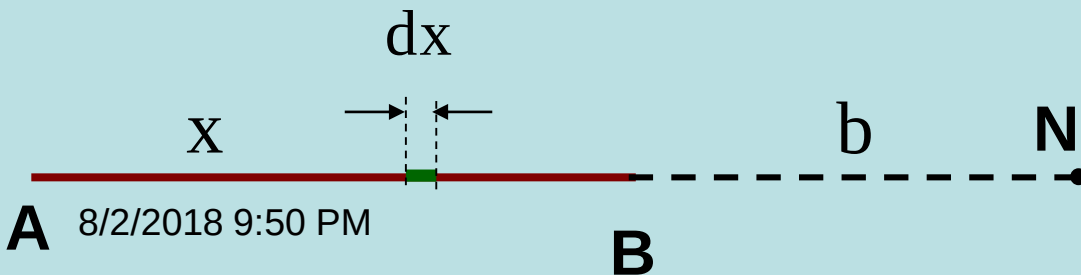
$$E_N = \frac{k \lambda}{\epsilon} \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a + b} \right)$$



Điện thế tại N:

$$V_N = \int_{AB} \frac{k\lambda.d\ell}{\epsilon.r} = \int_{AB} \frac{k\lambda.dx}{\epsilon.(a+b-x)} = \frac{k\lambda}{\epsilon} \int_0^a \frac{dx}{(a+b-x)}$$

$$V_N = \frac{k\lambda}{\epsilon} \ln\left(\frac{a+b}{b}\right)$$



V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 6:

Điện thế của một điện trường có dạng:

$V(x,y,z) = a(x^2 + y^2 + z^2)$, với a là hằng số dương.

Xác định cường độ điện trường tại điểm $M(x,y,z)$.

Những mặt đẳng thế có dạng như thế nào?

Giải

Cường độ điện trường: $\vec{E} = (E_x, E_y, E_z)$

Với : $E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -2ax$ $E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} = -2ay$

$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = -2az$

Vậy :

$\vec{E} = -2a(x, y, z)$

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 6:

Để tìm dạng của mặt đẳng thế ta giải phương trình:

$$V(x, y, z) = C = \text{const}$$

$$\Leftrightarrow a(x^2 + y^2 + z^2) = C$$

$$\Leftrightarrow x^2 + y^2 + z^2 = \frac{C}{a} = R^2$$

Vậy mặt đẳng thế là
mặt cầu tâm $O(0,0)$,
bán kính

$$R = \sqrt{\frac{C}{a}}$$

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 7:

Không gian mang điện với mật độ điện tích ρ biến thiên theo qui luật: $\rho = \rho_0/r$, trong đó ρ_0 là hằng số dương và r là khoảng cách từ gốc tọa độ đến điểm khảo sát, với $r \geq r_0$. Tính cường độ điện trường E và điện thế V theo r . Chọn gốc điện thế tại khoảng cách r_0 .

Giải

Do tính đối xứng cầu nên cường độ điện trường tại mỗi điểm (nếu có) phải **có hướng xuyên tâm** và những điểm cách đều tâm O , độ lớn của vector cường độ điện trường phải **bằng nhau**.

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TĨNH ĐIỆN

Ví dụ 7:

Chọn mặt Gauss (S) là mặt cầu tâm O, bán kính r.

Điện thông gởi qua mặt Gauss là:

$$\Phi_E = \oint_{(S)} \vec{E} d\vec{S} = \oint_{(S)} E \cdot d\vec{S} = E \cdot S = E \cdot 4\pi r^2$$

Tổng điện tích chứa trong mặt Gauss:

$$Q = \int_{(V)} \rho dV = \int_{(V)} \frac{\rho_0}{r} \cdot 4\pi r^2 dr = 4\pi \rho_0 \int_{r_0}^r r dr = 2\pi \rho_0 (r^2 - r_0^2)$$

8/2/2018 9:50 PM

V – CÁC VÍ DỤ VỀ GIẢI BÀI TOÁN TỈNH ĐIỆN

Ví dụ 7:

Theo định lí O – G: $\Phi_E = \frac{Q}{\epsilon_0}$

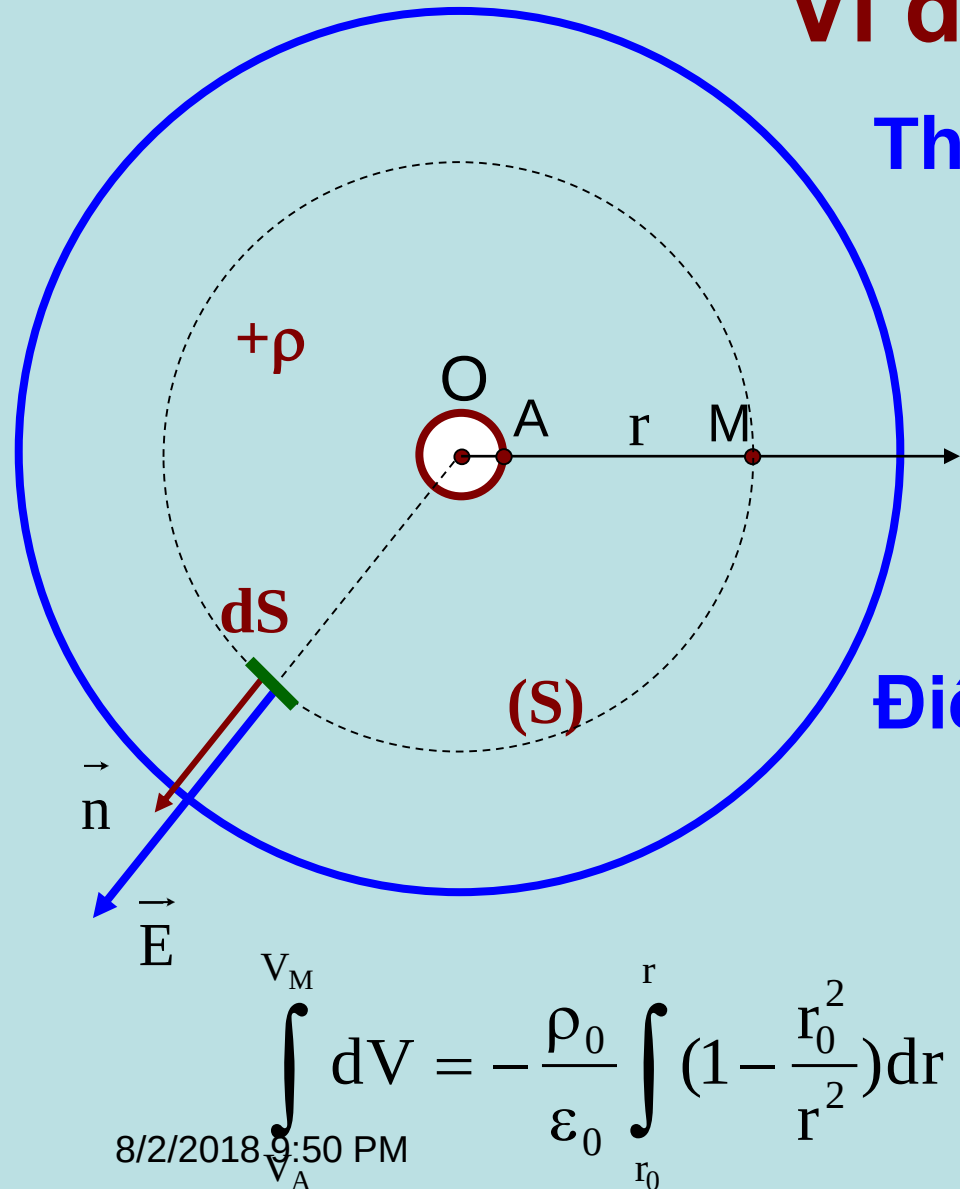
$$\Leftrightarrow E \cdot 4\pi r^2 = \frac{2\pi\rho_0(r^2 - r_0^2)}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2}\right)$$

Điện thế:

$$dV = -E dr = -\frac{\rho_0}{\epsilon_0} \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2}\right) dr$$

$$\Rightarrow V_M = -\frac{\rho_0}{\epsilon_0} \left(r - 2r_0 + \frac{r_0^2}{r}\right)$$

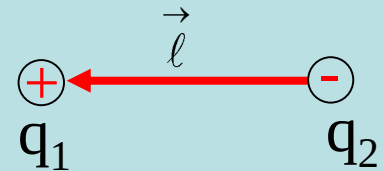


$$\int_{V_A}^{V_M} dV = -\frac{\rho_0}{\epsilon_0} \int_{r_0}^r \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2}\right) dr$$

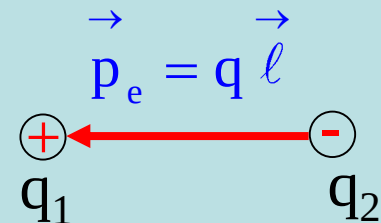
VI – LŨƠNG CỰC ĐIỆN

1 – Khái niệm về LCĐ:

LCĐ là một hệ hai điện tích $+q$ và $-q$ đặt cách nhau một khoảng nhỏ ℓ



Mỗi lưỡng cực điện được đặc trưng bằng một đại lượng gọi là mômen lưỡng cực điện: $\vec{p}_e = q \vec{\ell}$



VI – LƯỢNG CỰC ĐIỆN

2 – Cường độ điện trường gây bởi LCĐ:

Xét điểm M trên mặt phẳng trung trực của lưỡng cực điện. CĐĐT tại M:

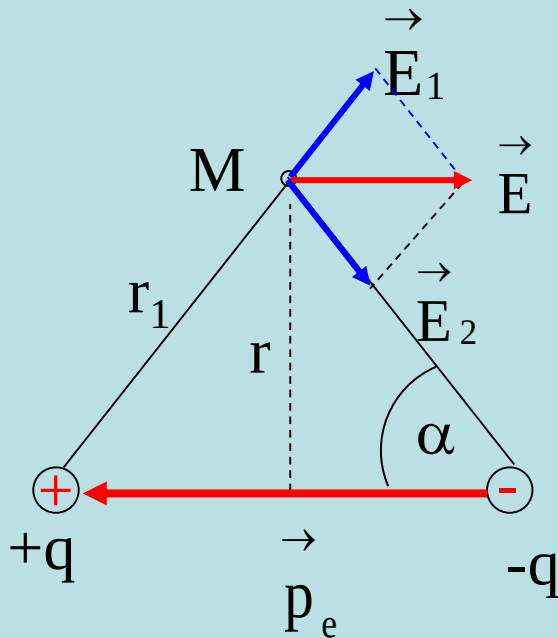
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$\Rightarrow E = 2E_1 \cdot \cos \alpha = 2 \frac{kq}{r_1^2} \cdot \frac{\ell / 2}{r_1}$$

$$\Rightarrow E = \frac{kq\ell}{r_1^3} = \frac{kp_e}{r^3}$$

Vậy:

$$\vec{E} = - \frac{kp_e}{r^3} \vec{r}$$



VI – LƯỢNG CỰC ĐIỆN

2 – Cường độ điện trường gây bởi LCĐ:

Xét điểm M trên giá của lưỡng cực điện. CĐĐT tại

M:

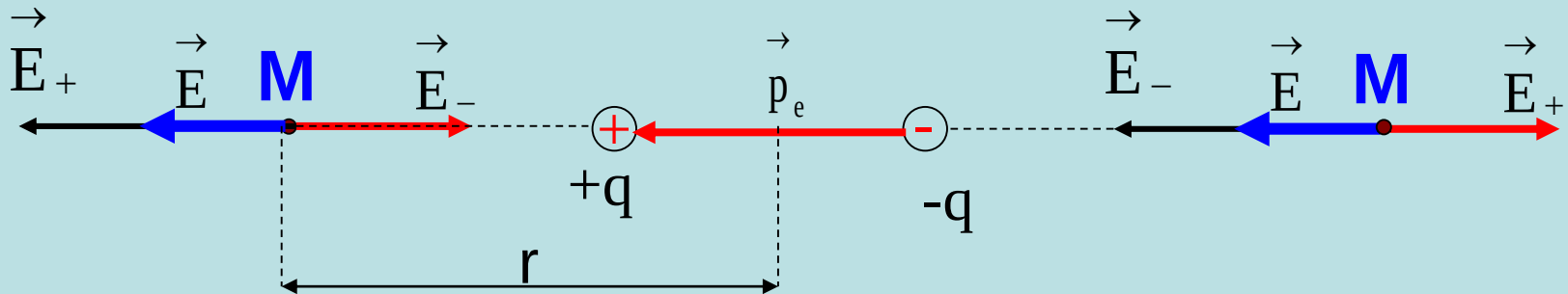
$$\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_- \Rightarrow E = |E_+ - E_-| = \frac{kq}{r_+^2} - \frac{kq}{r_-^2} = kq \frac{r_-^2 - r_+^2}{r_-^2 \cdot r_+^2}$$

Mà: $r_- = r + \ell / 2; \quad r_+ = r - \ell / 2$

$$\Rightarrow E = kq \frac{2r\ell}{r^4} = \frac{2kq\ell}{r^3} = \frac{2kp_e}{r^3}$$

Hay:

$$\vec{E} = \frac{2kp_e}{r^3} \vec{r}$$



BÀI TẬP

BÀI 1: Hai viên bi nhỏ giống hệt nhau, có điện tích $q_1 = -2.10^{-6}C$ và $q_2 = 4.10^{-6}C$ đặt cách nhau một khoảng r trong chân không thì chúng hút nhau một lực $F = 0,8N$.

a) Tính khoảng cách r .

b) Cho chúng tiếp xúc nhau rồi đưa về vị trí cũ thì chúng sẽ đẩy nhau hay hút nhau với lực F' bằng bao nhiêu?

BÀI 2: Ba điện tích điểm $q_1 = +12.10^{-9}C$, $q_2 = -6.10^{-9}C$, $q_3 = + 5.10^{-9}C$ đặt tại ba đỉnh của một tam giác đều có cạnh $a = 20cm$ trong không khí. Xác định điện thế tại tâm của tam giác đó.

BÀI 3: Hai viên bi nhỏ giống hệt nhau, tích điện $+q_1$ và $-q_2$ đặt cách nhau $2m$ trong không khí. Mỗi viên gây ra cường độ điện trường tại trung điểm M của đoạn thẳng nối chúng có độ lớn $E_1 = 150V/m$ và $E_2 = 300V/m$. Cho chúng tiếp xúc nhau rồi trả về chỗ cũ. Hãy xác định:

a) Điện tích của mỗi viên bi.

b) Vectơ cường độ điện trường tại M

BÀI 3: Hai viên bi nhỏ giống hệt nhau, tích điện $+q_1$ và $-q_2$ đặt cách nhau 2m trong không khí. Mỗi viên gây ra cường độ điện trường tại trung điểm M của đoạn thẳng nối chúng có độ lớn $E_1 = 150\text{V/m}$ và $E_2 = 300\text{V/m}$. Cho chúng tiếp xúc nhau rồi trả về chỗ cũ. Hãy xác định:

- a) Điện tích của mỗi viên bi.
- b) Vectơ cường độ điện trường tại M