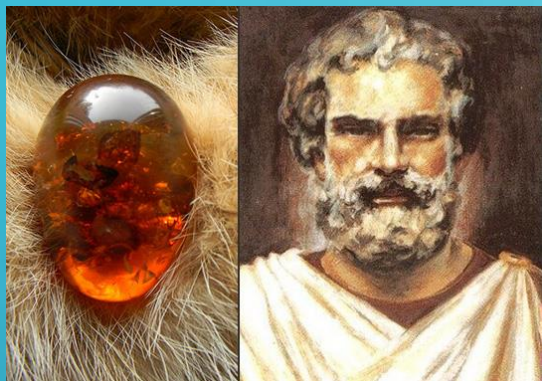


A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and small circles, resembling a circuit board or a data network.

# ĐIỆN

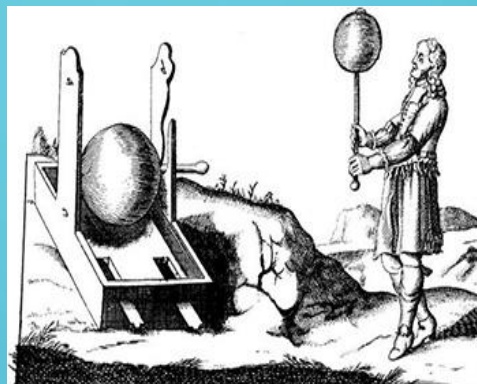
# VẬT LÝ ĐIỆN TỬ



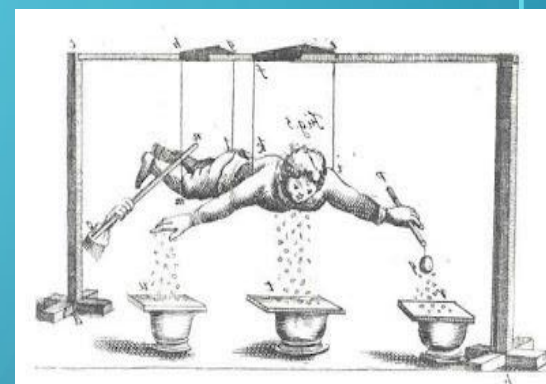
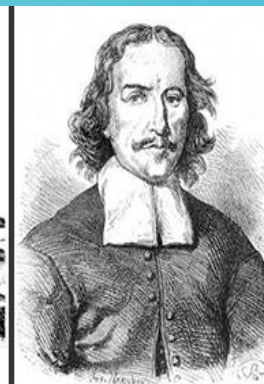
Chân dung Thalès de Milet và miếng hổ phách  
(khoảng 624TCN – 546 TCN)



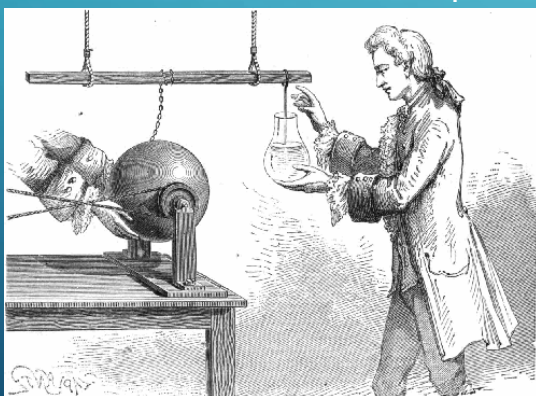
Năm 1600, Gilbert  
“On the magnet, magnetick bodies also,  
and on the great magnet the earth”  
+ khái niệm: điện tích – điện nghiệm



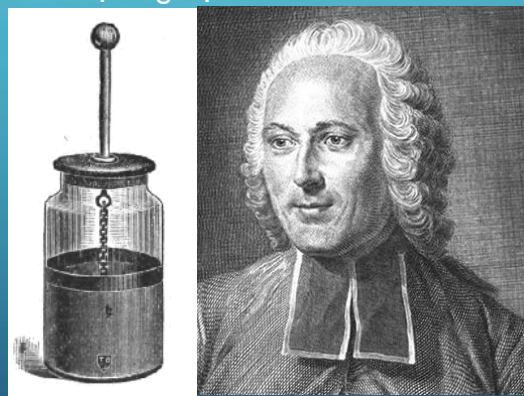
Otto Von Guericke (1602-1686)  
tĩnh điện kế đầu tiên do ông phát minh



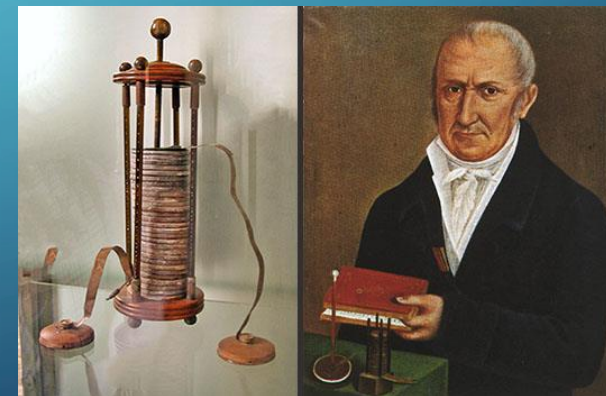
Stephen Gray (1666-1736)  
“kim loại là chất dẫn điện tốt nhất”



Pieter Van Musschenbroek (1692-1761)  
“giải thích hiện tượng mất điện tích  
là do điện tích đã truyền ra ngoài không khí”



Jean-Antoine NOLLET (1700-1770)  
& chai Leyden



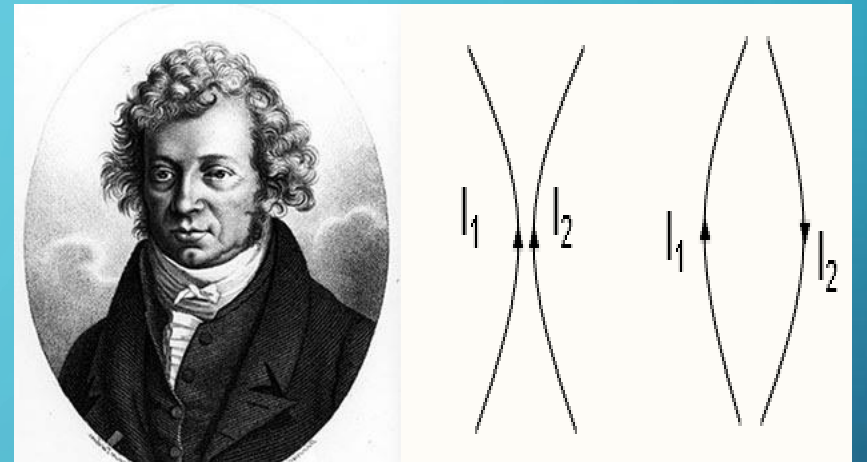
Alessandro Volta (1745 - 1827) và pin Volta



# VẬT LÝ ĐIỆN TỬ

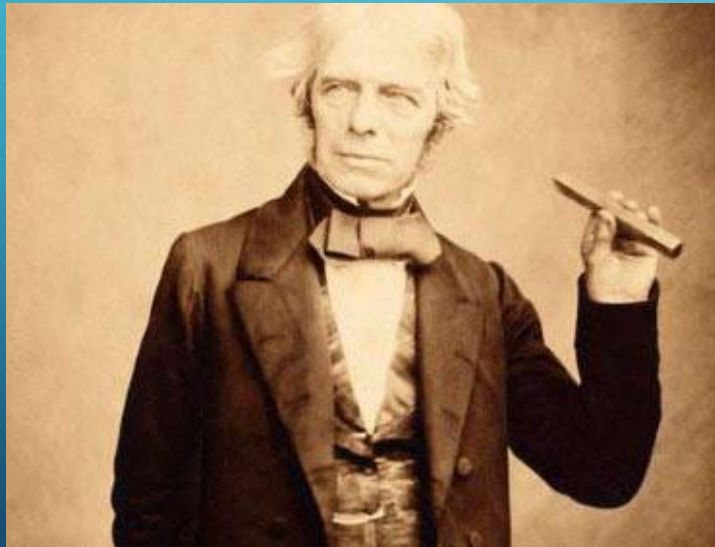


Hans Christian Ørsted (1777-1851)



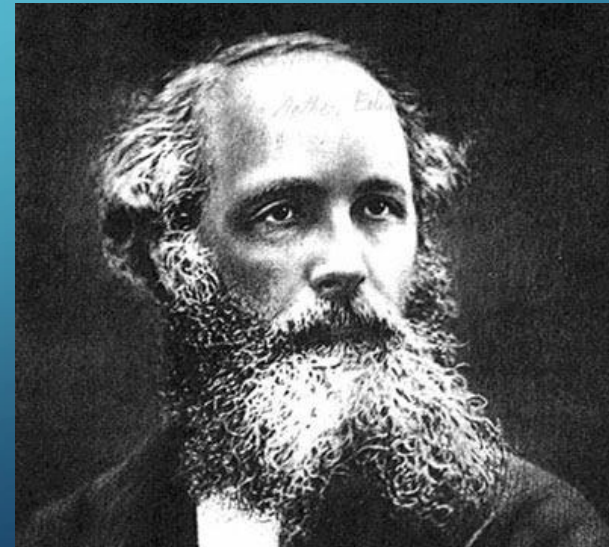
André-Marie Ampère (1775 – 1836)

“tương tác hút và đẩy nhau” & Ampere kế



Michael Faraday (1791 – 1867)

‘hiện tượng cảm ứng điện từ’



James Clerk Maxwell (1831 – 1879)

thống nhất vật lý điện từ - trường điện từ

[điện thoại, máy tính, tivi, tủ lạnh, các loại máy móc, động cơ ...]



CHƯƠNG 1.

# ĐIỆN TRƯỜNG TĨNH

# ĐIỆN TÍCH – ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐIỆN TÍCH

*cọ xát*



*tiếp xúc*

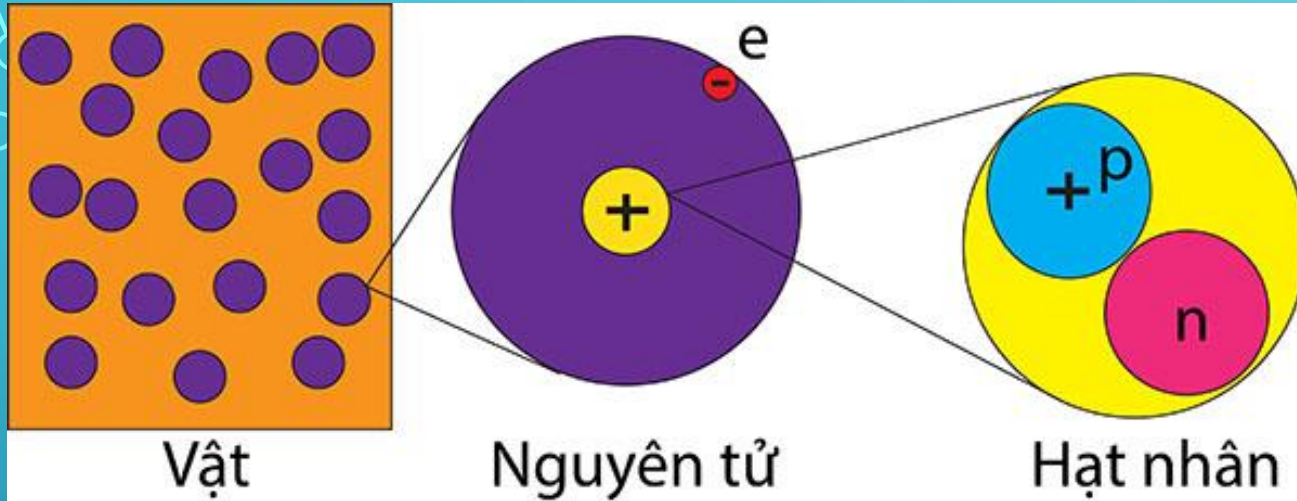


*hưởng ứng*





# ĐIỆN TÍCH – ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN ĐIỆN TÍCH



Điện tích bị lượng tử hóa:

$$q = ne$$

$n$ : số điện tích có trong vật

$$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{C}$$

+ Gọi  $n_1$ : số điện tích +

$n_2$ : số điện tích -

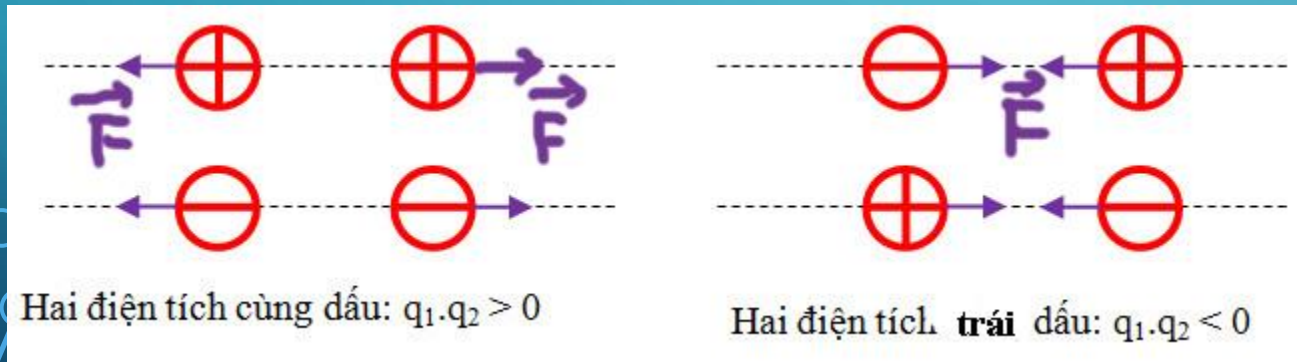
$$\Rightarrow q = (n_1 - n_2)e$$

+ Nếu  $n_1 = n_2$ :

$\Rightarrow q = 0$ : Vật trung hòa điện tích

+ Nếu  $n_1 \neq n_2$ :

$\Rightarrow q \neq 0$ : Vật mang điện



Hệ cô lập về điện, tổng điện tích được bảo toàn:

$$\sum_{i=1}^n Q_i = \text{const}$$

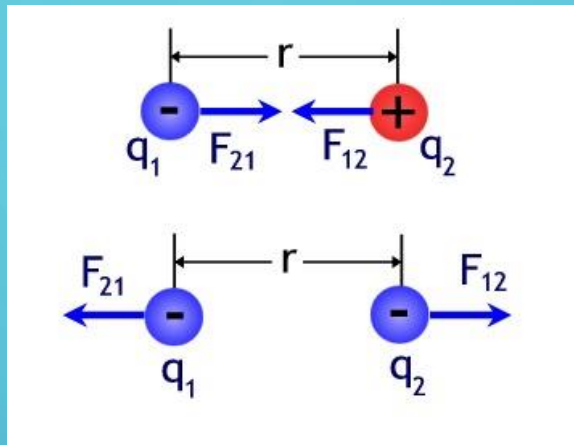
# ĐỊNH LUẬT COULOMB

Charles-Augustin de Coulomb



Chân dung bởi Hippolyte Lecomte

Sinh	14 tháng 9, 1736 Angoulême, Pháp
Mất	23 tháng 8, 1806 (70 tuổi) Paris, Pháp
Tôn giáo	Roman Catholic
Ngành	Vật lý học
Nổi tiếng vì	Định luật Coulomb



$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}| = k \frac{|q_1 q_2|}{\epsilon r^2}$$

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

Hằng số Coulomb:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

Hằng số điện  $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

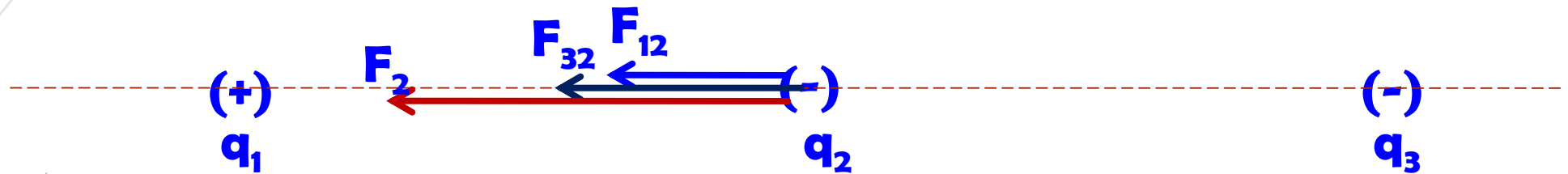
Hằng số điện môi  $\epsilon$

# HẰNG SỐ ĐIỆN MÔI

Vật liệu	$\epsilon$	Vật liệu	$\epsilon$
Chân không	1	Rượu êtilic (20°C)	25
Không khí	1,0006	Giấy	3,5
Dầu hỏa (20°C)	2,2	Sứ	6,5
Dầu biến thế	4,5	Mica	5,5
Nước (20°C)	80	Gôm titan	130
Ebônít	2,7 – 2,9	Thủy tinh	5 – 10



**Ví dụ 1.** Ba điện tích điểm  $q_1 = 2\mu\text{C}$ ;  $q_2 = -3\mu\text{C}$ ;  $q_3 = -5\mu\text{C}$  được đặt trong không khí tại các điểm tương ứng A, B, C. Biết  $AB = 40\text{ cm}$ ;  $BC = 80\text{ cm}$ . Tìm lực tác dụng lên điện tích  $q_2$



Lực tĩnh điện do  $q_1$  và  $q_3$  tác dụng lên  $q_2$  là:

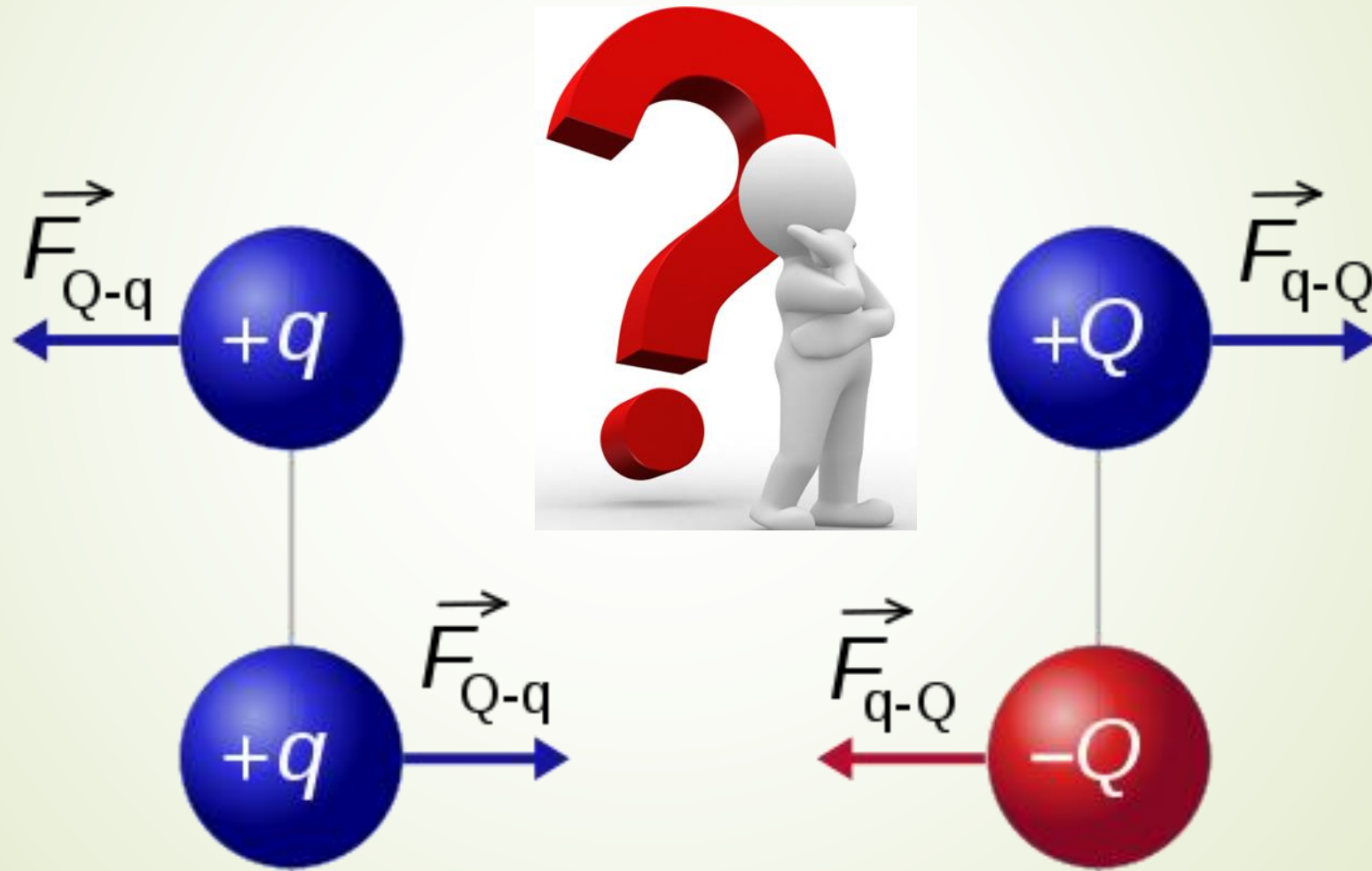
$$\vec{F} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{32}$$

Do 2 vectơ  $\vec{F}_{12}, \vec{F}_{32}$  cùng phương chiều nên :

$$F = F_{12} + F_{32} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} + K \frac{q_3 q_2}{r_{32}^2}$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \left( \frac{2 \cdot 10^{-6}}{0,4^2} + \frac{5 \cdot 10^{-6}}{0,8^2} \right) = 0,55 \text{ N}$$

**Điện trường: môi trường truyền tương tác điện, tồn tại xung quanh vật mang điện.**



# Cường độ điện trường

- Cường độ điện trường là đại lượng vật lý đặc trưng cho điện trường về phương diện tác dụng lực điện.

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

- Trong đó:  $E$  là cường độ điện trường, Đơn vị : V/m,

$F$  là lực điện trường, Đơn vị : N,

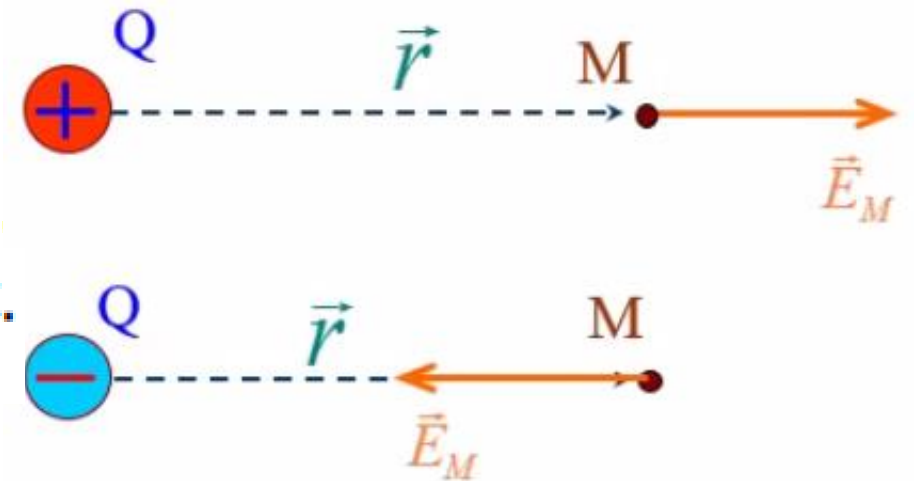
$q$  là độ lớn điện tích, Đơn vị : C.



# Cường độ điện trường của một điện tích điểm

- $\vec{E}$  {
- + Điểm đặt : tại điểm đang xét.
  - + Phương : nằm trên đường thẳng nối điện tích với điểm đang xét.
  - + Chiều : - hướng ra xa Q nếu  $Q > 0$   
- hướng vào Q nếu  $Q < 0$

+ Độ lớn :  $E = k \frac{|Q|}{\epsilon r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{|Q|}{\epsilon r^2}$



$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{k Q}{\epsilon r^3} \cdot \vec{r}$$

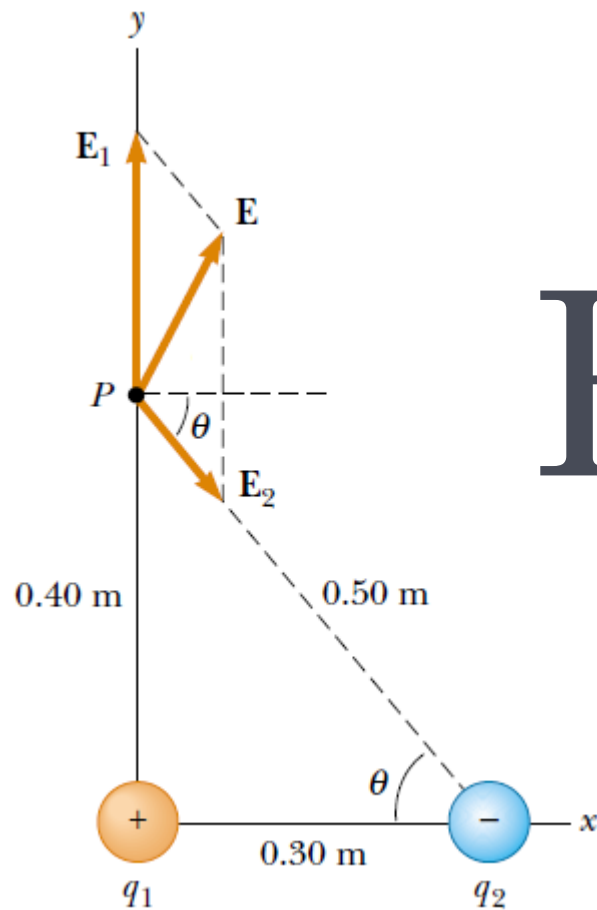
## Nguyên lý chồng chất của điện trường

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

$$\vec{E} = \int_{\text{toàn bộ vật}} \vec{dE}$$


$$E_1 = k_e \frac{|q_1|}{r_1^2} = \left( 8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right) \frac{(7.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.40 \text{ m})^2}$$
$$= 3.9 \times 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_2 = k_e \frac{|q_2|}{r_2^2} = \left( 8.99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \right) \frac{(5.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.50 \text{ m})^2}$$
$$= 1.8 \times 10^5 \text{ N/C}$$



**E**





Cho hệ hai điện tích điểm  $q_1 = 2 \cdot 10^{-9} \text{C}$ ,  $q_2 = -3 \cdot 10^{-9} \text{C}$ , đặt lần lượt tại A, B trong không khí. Điểm M nằm trong đoạn AB, sao cho  $AM = 12 \text{cm}$ ,  $MB = 8 \text{cm}$ . Xác định vectơ cường độ điện trường tại M

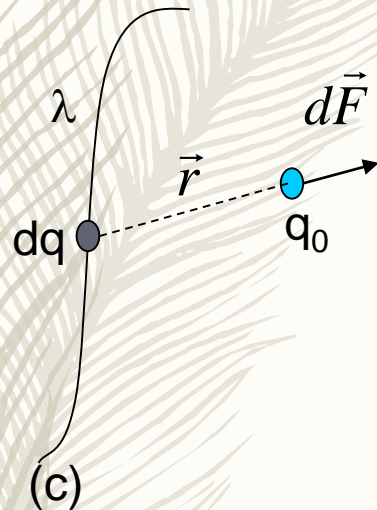
---



# Điện trường của một vật dẫn mang điện

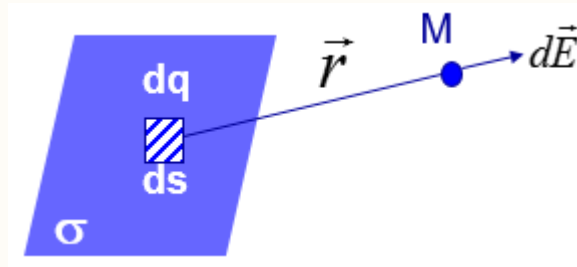
$$E = \int_{(vat)} k \frac{dq}{r^2}$$

Phân bố điện tích theo chiều dài



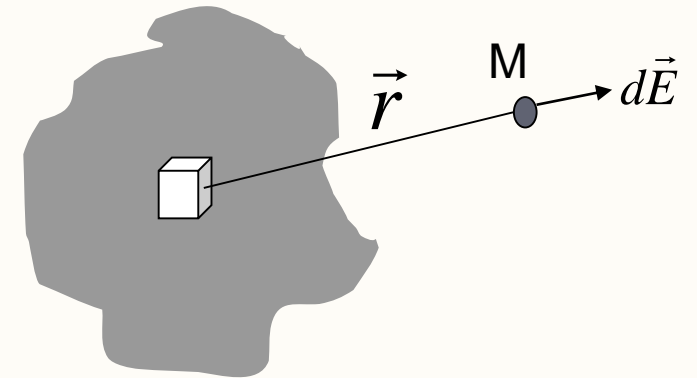
$$dq = \lambda \cdot dl$$

Phân bố điện tích theo diện tích



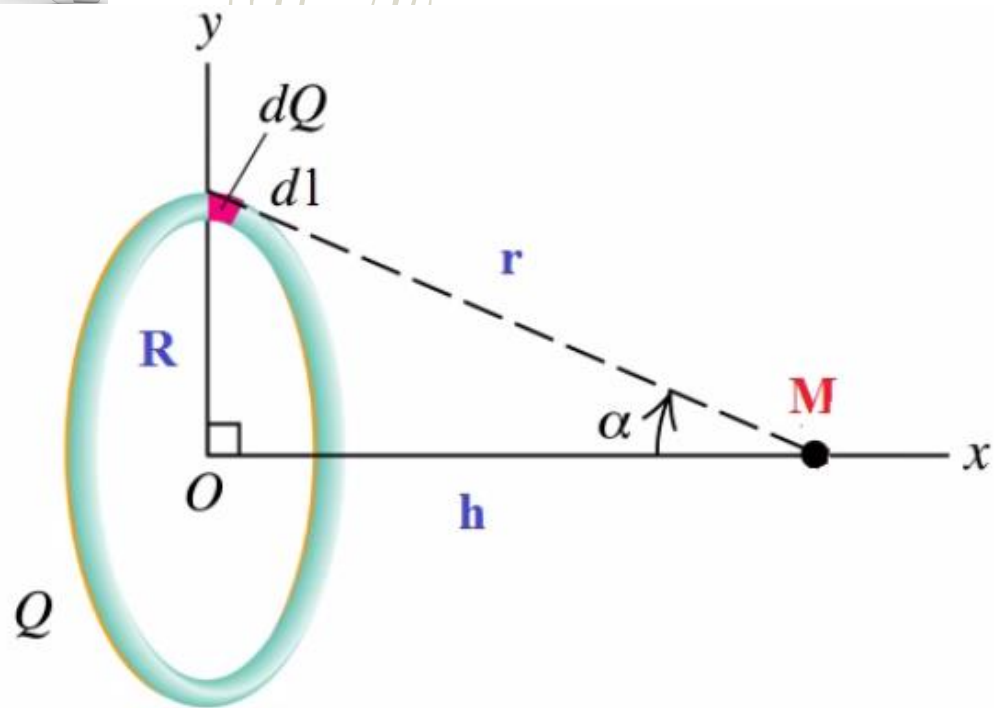
$$dq = \sigma \cdot ds$$

Phân bố điện tích theo thể tích



$$dq = \rho \cdot dV$$

# Điện trường do vòng dây dẫn



\* **Bước 1:** Chia vòng dây thành các đoạn nhỏ  $dl$  bằng nhau, có điện tích  $dQ$ .

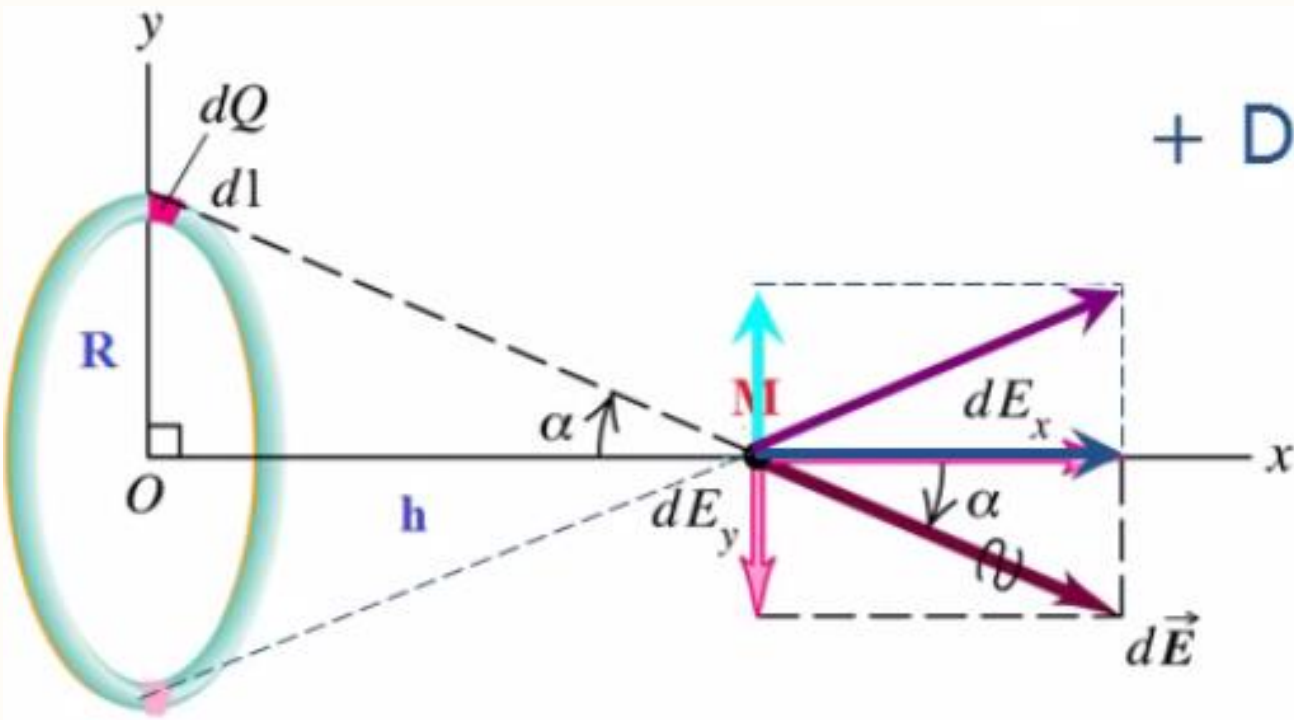
\* **Bước 2:** Độ lớn của cường độ điện trường do  $dQ$  gây ra tại  $M$ :

$$dE = \frac{k}{\epsilon} \frac{dQ}{r^2} \quad (1)$$

\* **Bước 3:** Áp dụng nguyên lý chồng chất điện trường:

$$\vec{E} = \int_{\text{vg}} d\vec{E} = \int_{\text{vg}} dE_x + \int_{\text{vg}} dE_y$$





+ Do đối xứng:  $\int_{\text{vg}} d\vec{E}_y = 0$  (3)

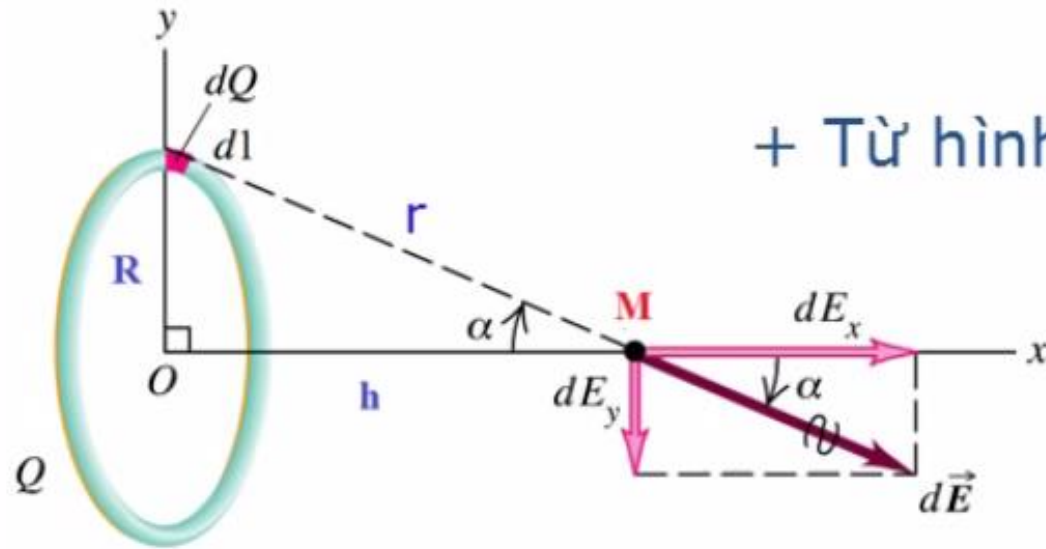
$\rightarrow \vec{E} = \int_{\text{vg}} d\vec{E}_x$  được:

+ Vậy vectơ  $\mathbf{E}$  có: - Phương, chiều: dọc theo trục  $Ox$

- Độ lớn:  $E = \int_{\text{vg}} dE_x = \int_{\text{vg}} dE \cdot \cos\alpha$  (2)



## \* Bước 4: giải toán



+ Từ hình vẽ có:

$$\begin{cases} \cos \alpha = \frac{h}{r} \\ r = (R^2 + h^2)^{1/2} \end{cases} \quad (3)$$

+ Kết hợp (1), (2), (3) được:

$$E = \int_{\text{vg}} \frac{k}{\epsilon} \frac{dQ}{r^2} \cdot \frac{h}{r} = \frac{k}{\epsilon} \frac{h}{r^3} \int_{\text{vg}} dQ = \frac{khQ}{\epsilon r^3}$$

$$E = \frac{k}{\epsilon} \cdot \frac{hQ}{(R^2 + h^2)^{3/2}}$$

# ĐỊNH LUẬT GAUSS

- Đường sức điện trường
- Thông lượng điện trường
- Định luật Gauss
- Bài tập định luật Gauss

Carl Friedrich Gauss

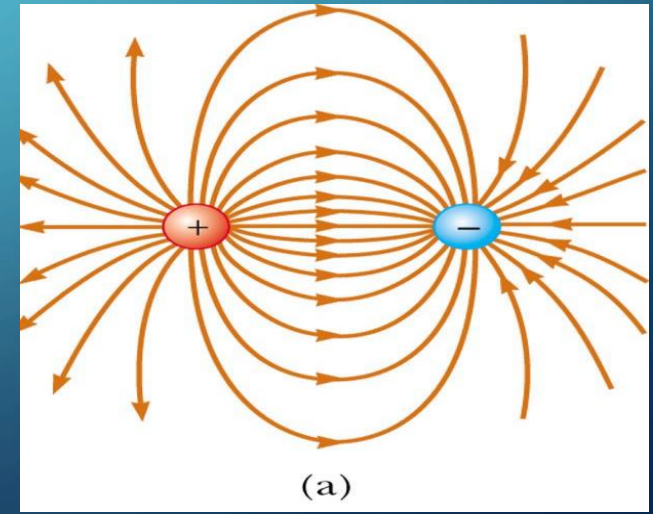
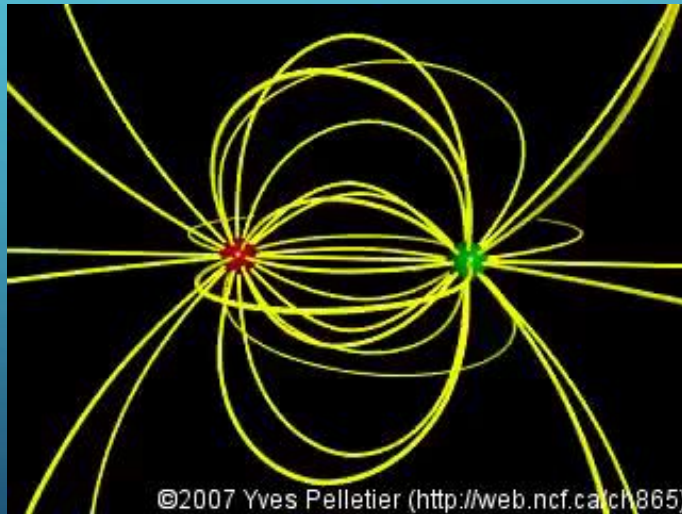
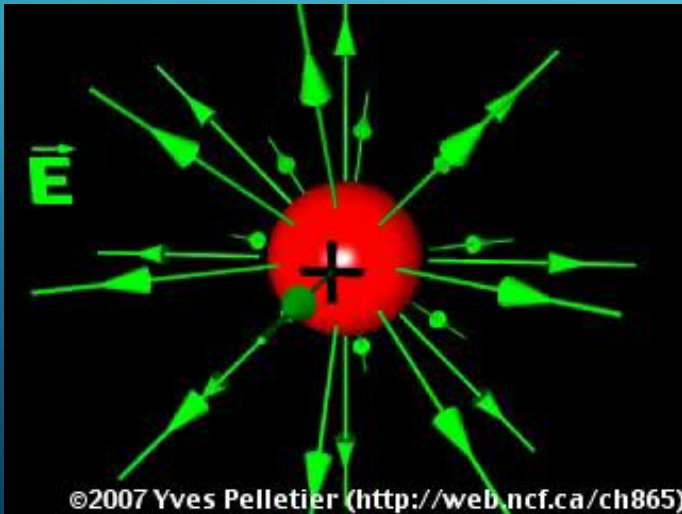
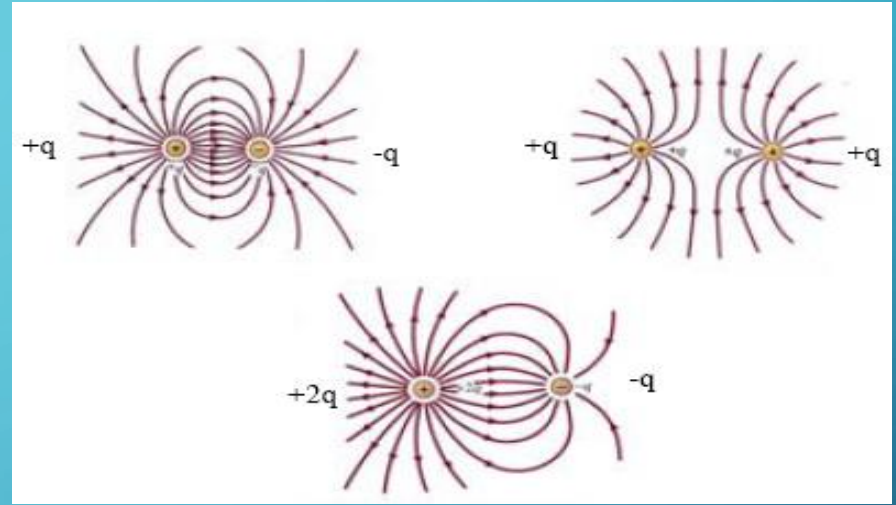
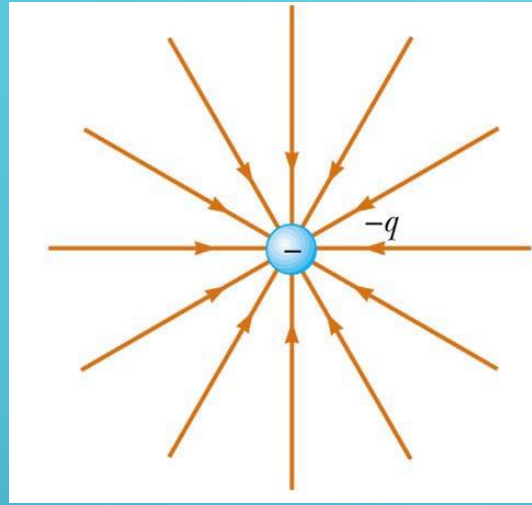
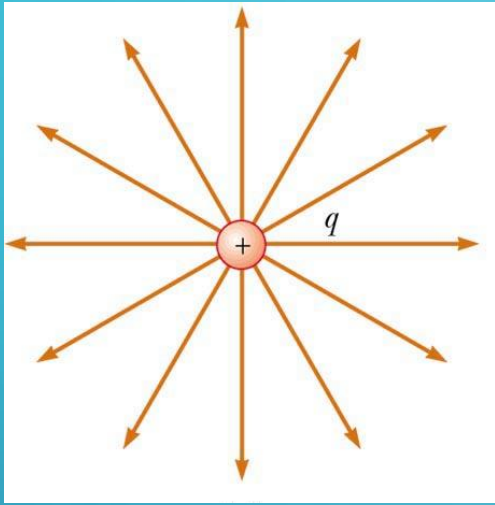


<b>Sinh</b>	30 tháng 4, 1777 Braunschweig, Brunswick-Lüneburg, Đức
<b>Mất</b>	23 tháng 2, 1855 Göttingen, Hannover, Đức
<b>Ngành</b>	Toán học, Thiên văn học
<b>Alma mater</b>	Đại học Göttingen

Chữ ký

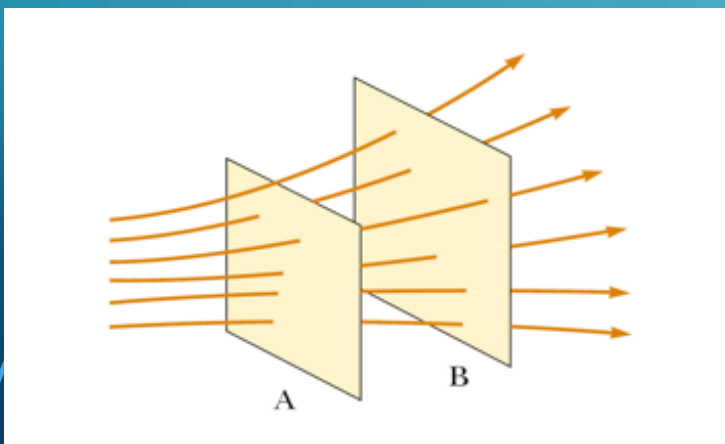
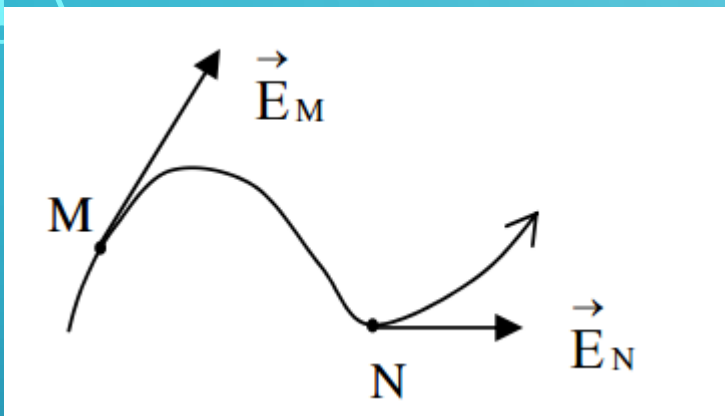
A handwritten signature in black ink, reading 'C. Gauss' in a cursive script.

# ĐƯỜNG SỨC CỦA ĐIỆN TRƯỜNG





# ĐƯỜNG SỨC CỦA ĐIỆN TRƯỜNG



- Mật độ đường sức biểu thị sức mạnh của điện trường. Mật độ dày thì điện trường sẽ lớn
- Hai đường sức không bao giờ cắt nhau
- Đường sức xuất phát từ điện tích dương và kết thúc ở điện tích âm (hay ở vô cùng).
- Không phải là đường cong khép kín
- Đường sức của một hệ ở khoảng cách xa thì xem như đường sức của một điện tích điểm với điện tích của hệ tập trung tại tâm của hệ điện tích đó.
- Có tính chất đối xứng.

# THÔNG LƯỢNG ĐIỆN TRƯỜNG

+ xét diện tích vi phân  $dS$  đủ nhỏ

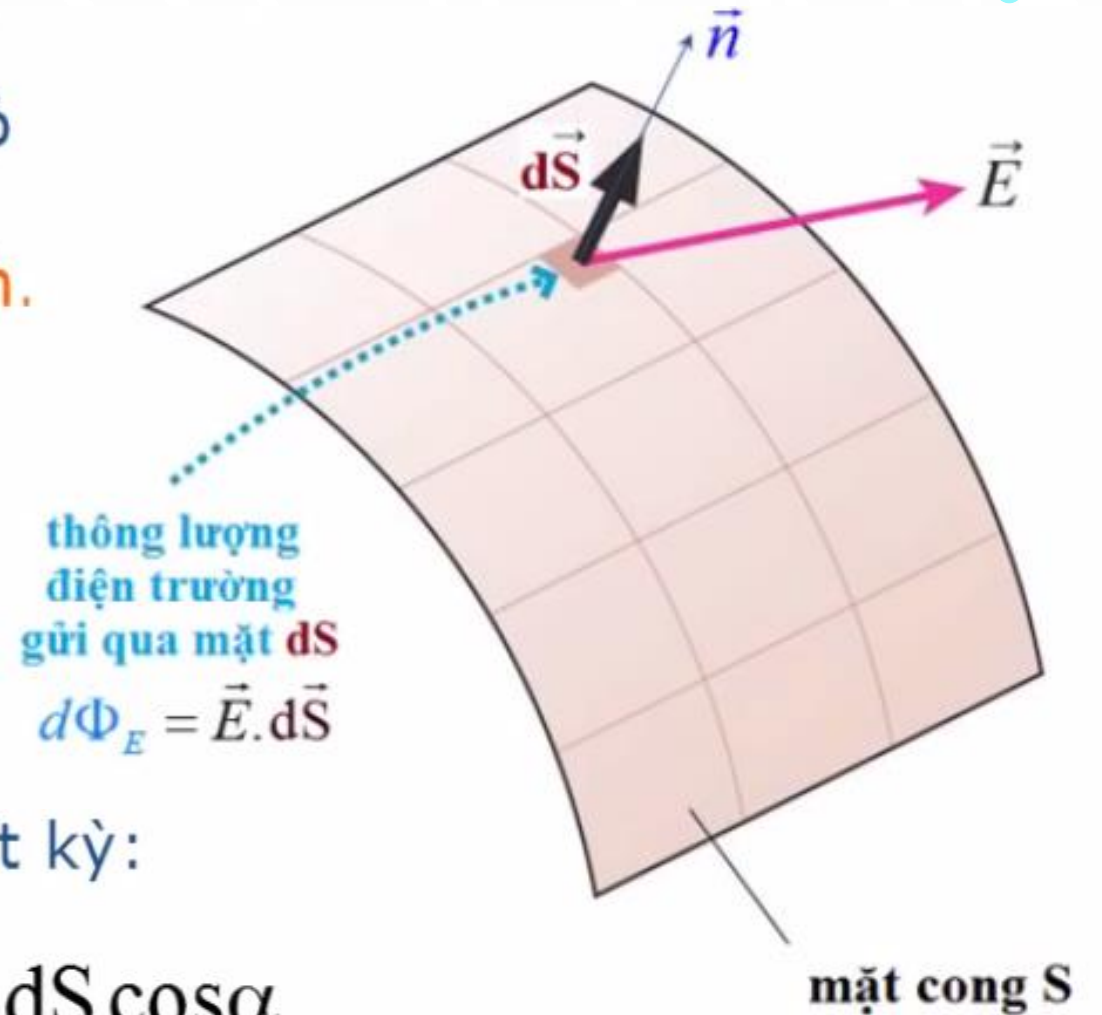
$$d\vec{S} = dS \cdot \vec{n} \quad \text{là véc tơ diện tích.}$$

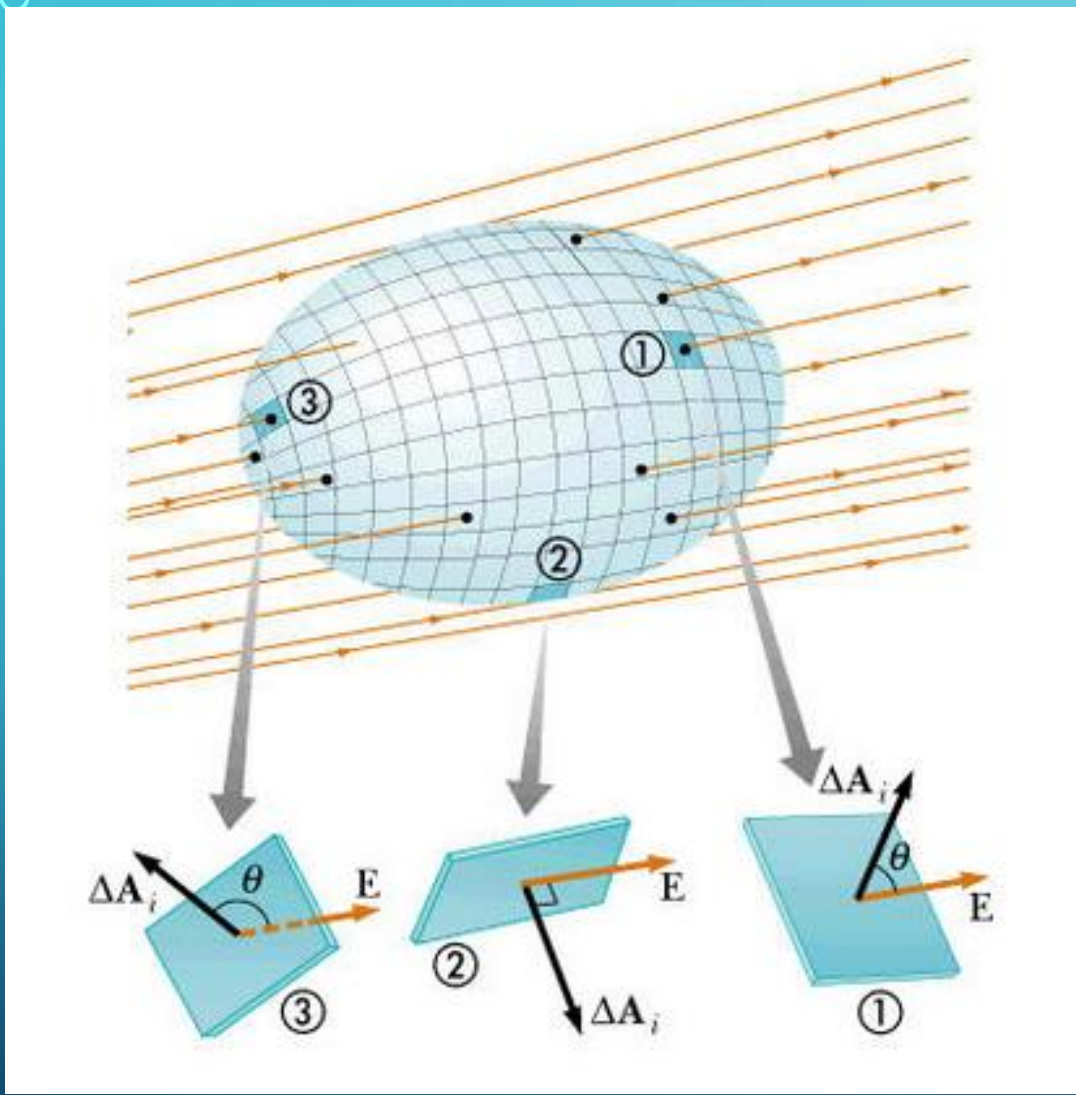
+ *thông lượng điện trường* gửi qua

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

+ *Điện thông* gửi qua một mặt (S) bất kỳ:

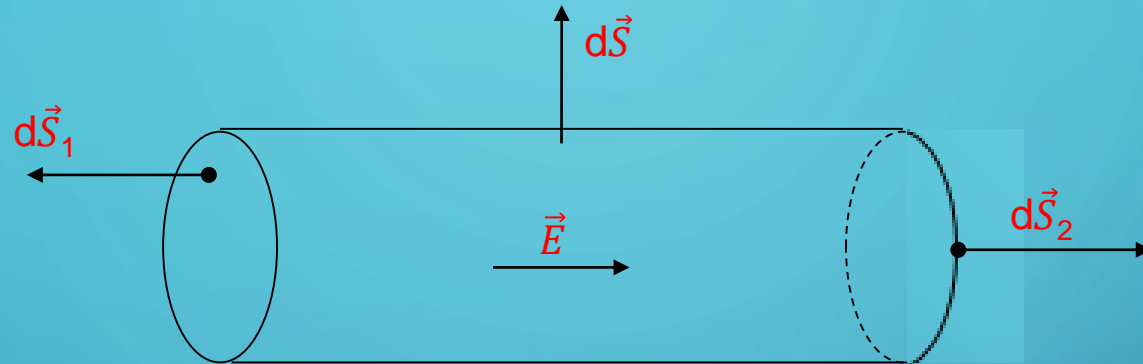
$$\Phi_E = \int_S d\Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_S E \cdot dS \cdot \cos\alpha$$





Hình	$\theta$	$\vec{E}$	Dấu của $\vec{E} \cdot \Delta\vec{A}$
1	$< 90^\circ$	Hướng ra ngoài mặt	Dương
2	$= 90^\circ$	Song song với mặt	Không
3	$> 90^\circ$	Hướng vào trong mặt	Âm

**Ví dụ:** Một khối trụ có chiều dài vô hạn bán kính  $R$  có trục trùng với trục  $Ox$ . Vector điện trường  $\vec{E}$  trong miền này là  $\vec{E} = 200 \vec{e}_x$  ( $\vec{e}_x$  là vector đơn vị trên trục  $Ox$ ). Tìm thông lượng điện trường qua hai đáy và mặt xung quanh.



Thông lượng điện trường đáy bên trái  $S_1$  là:

$$\begin{aligned} \phi &= \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_{S_1} (200 \vec{e}_x) (dS_1 \cdot \vec{n}_1) \\ &= -200 \int_{S_1} dS_1 = -200 \pi \cdot R^2 \end{aligned}$$

Thông lượng điện trường đáy bên phải  $S_2$  là :

$$\phi = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_{S_2} (200 \vec{e}_x) (dS_2 \cdot \vec{n}_2) = 200 \int_{S_2} dS_2 = 200 \cdot \pi \cdot R^2$$

Thông lượng điện trường qua mặt xung quanh :

$$\phi = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int_S (200 \vec{e}_x) (dS \cdot \vec{n}) = 0$$



# ĐỊNH LUẬT GAUSS

Điện trường do điện tích  $q$  gây ra tại bất kỳ vị trí nào trên mặt Gauss là:

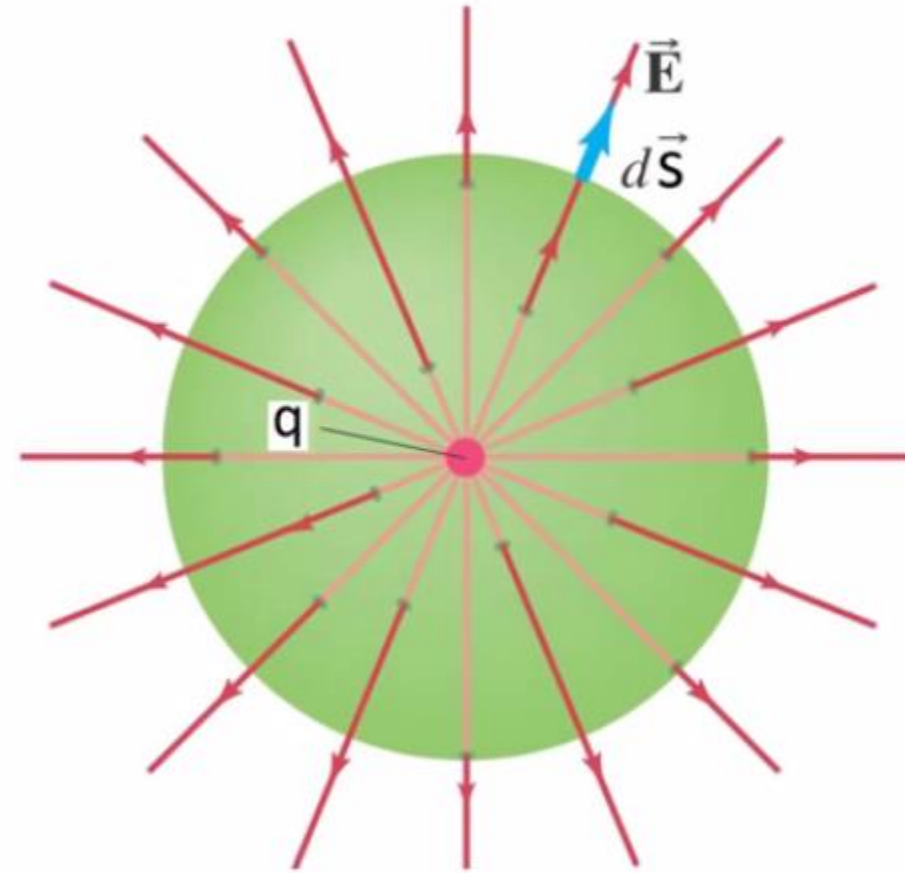
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

$\vec{E}$  luôn cùng phương, cùng chiều với  $d\vec{s} = \vec{n}.ds$

$$\phi = E \int_{(S)} ds = E.S_{\text{Gauss}} = E.4\pi r^2 = \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \right) (4\pi r^2) = \frac{q}{\epsilon_0}$$

**→ Thông lượng điện trường chuyển qua mặt Gauss tỉ lệ với điện tích chứa trong mặt Gauss**

$$\Phi_E = \oint_{(s)} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon\epsilon_0} \sum_i q_i$$



## Ví dụ:

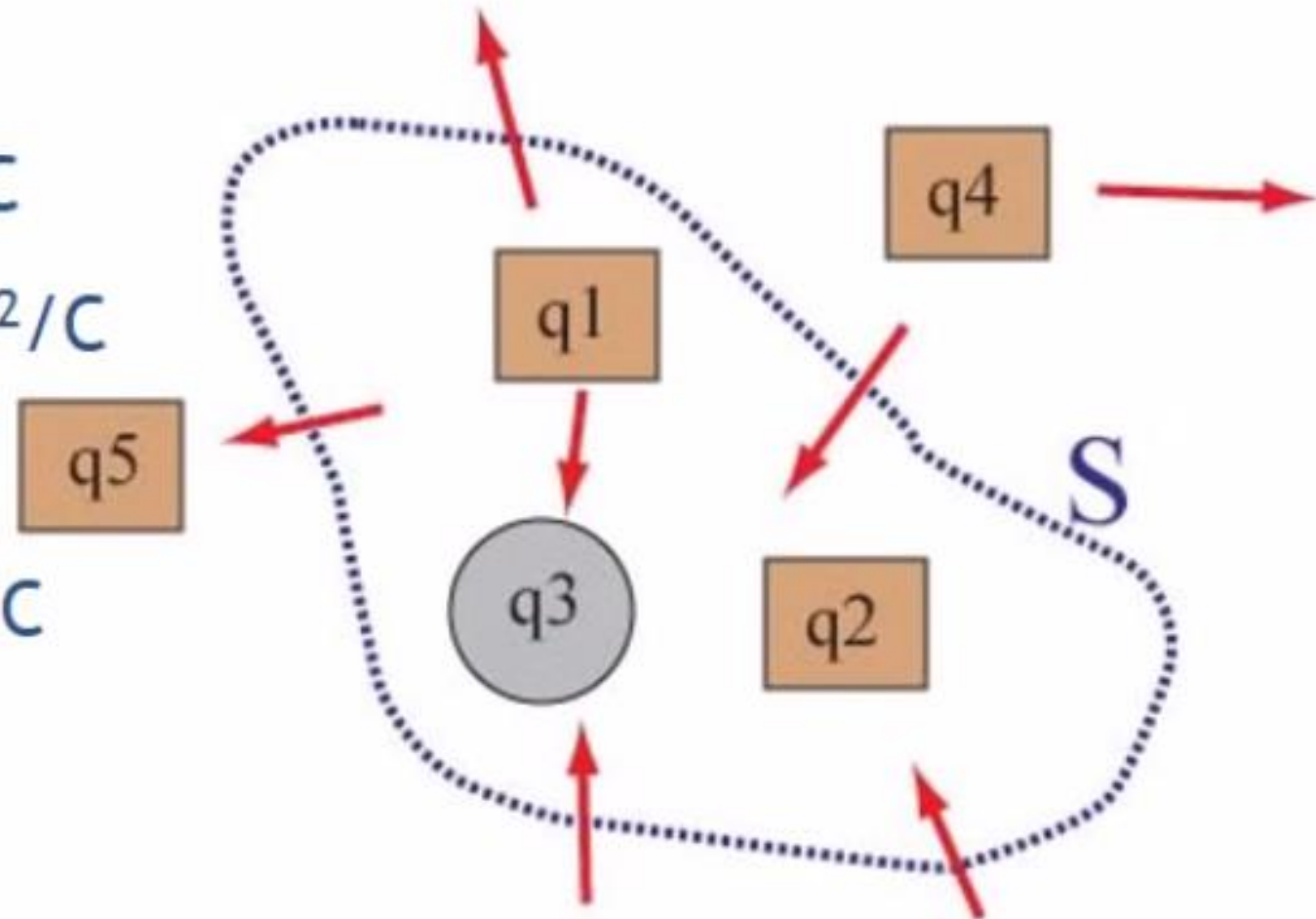
Cho hệ gồm 5 điện tích điểm ( $q_1=q_4=3\text{nC}$ ,  $q_2=q_5=-5.9\text{nC}$  và  $q_3=-3.1\text{nC}$ ). Chọn mặt kín Gauss như hình vẽ. Tính điện thông gửi qua S:

A:  $\Phi = -6 \times 10^{-9}\text{C}/\epsilon_0 = -678 \text{ Nm}^2/\text{C}$

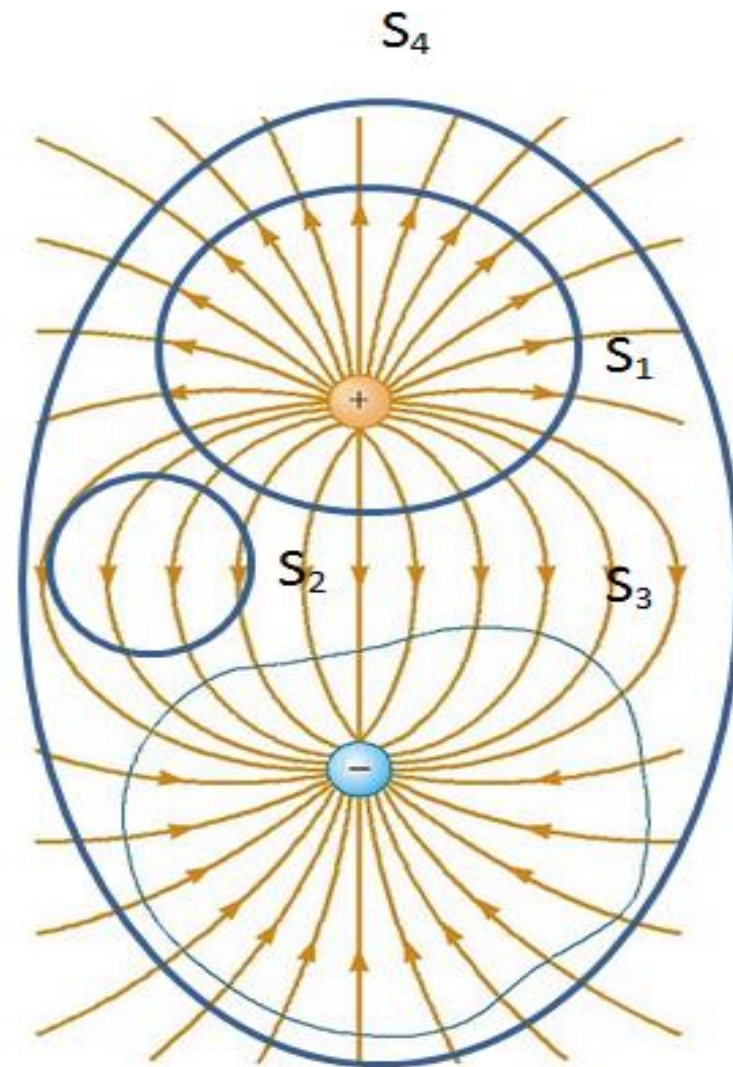
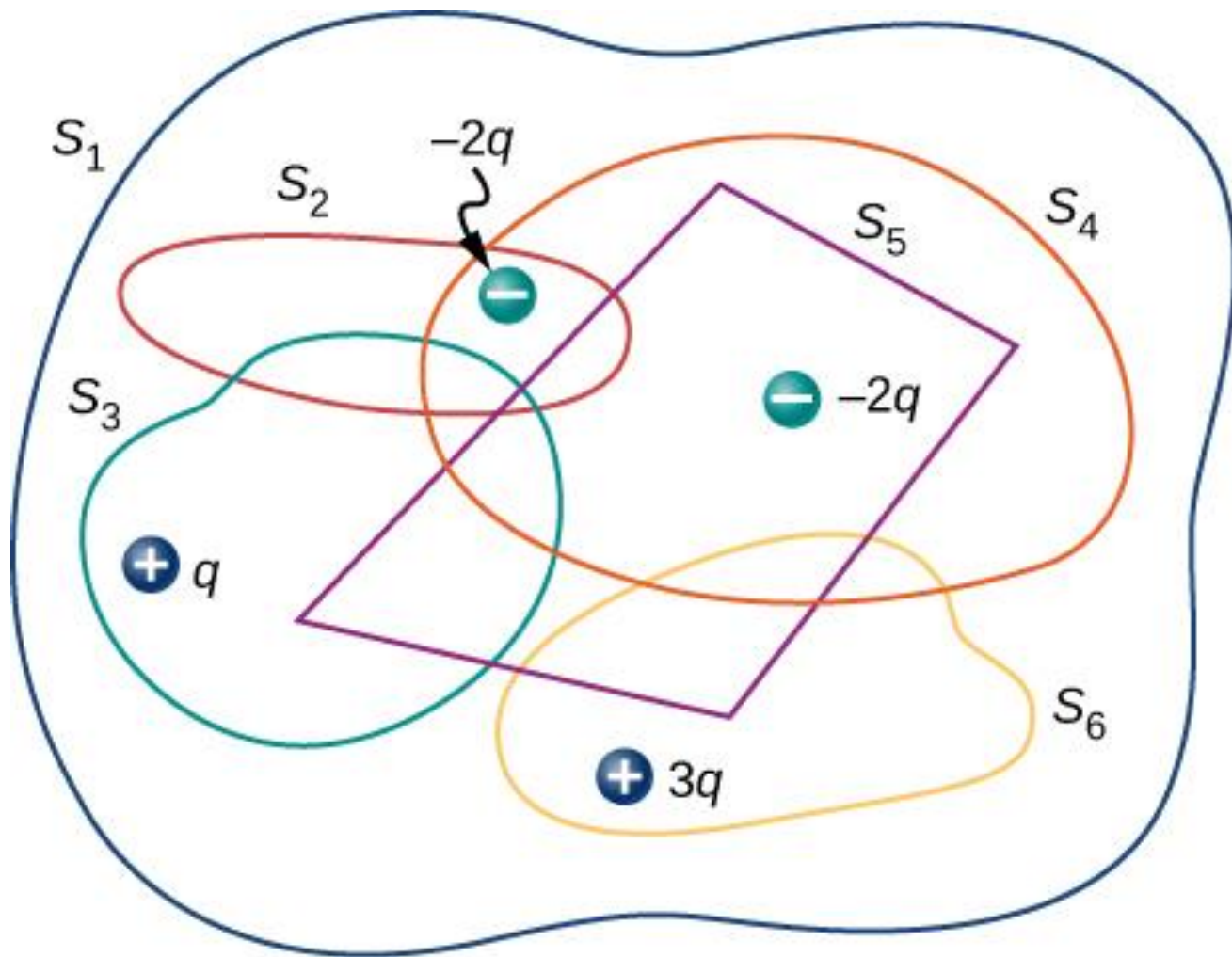
B:  $\Phi = -12 \times 10^{-9}\text{C}/\epsilon_0 = -1356 \text{ Nm}^2/\text{C}$

C:  $\Phi = 0$

D:  $\Phi = 2.9 \times 10^{-9}\text{C}/\epsilon_0 = 328 \text{ Nm}^2/\text{C}$



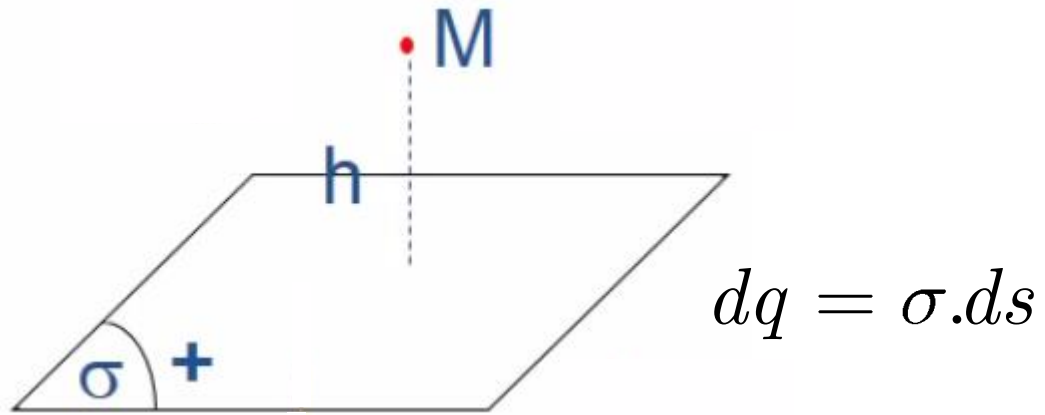
# ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT GAUSS



# ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT GAUSS

1

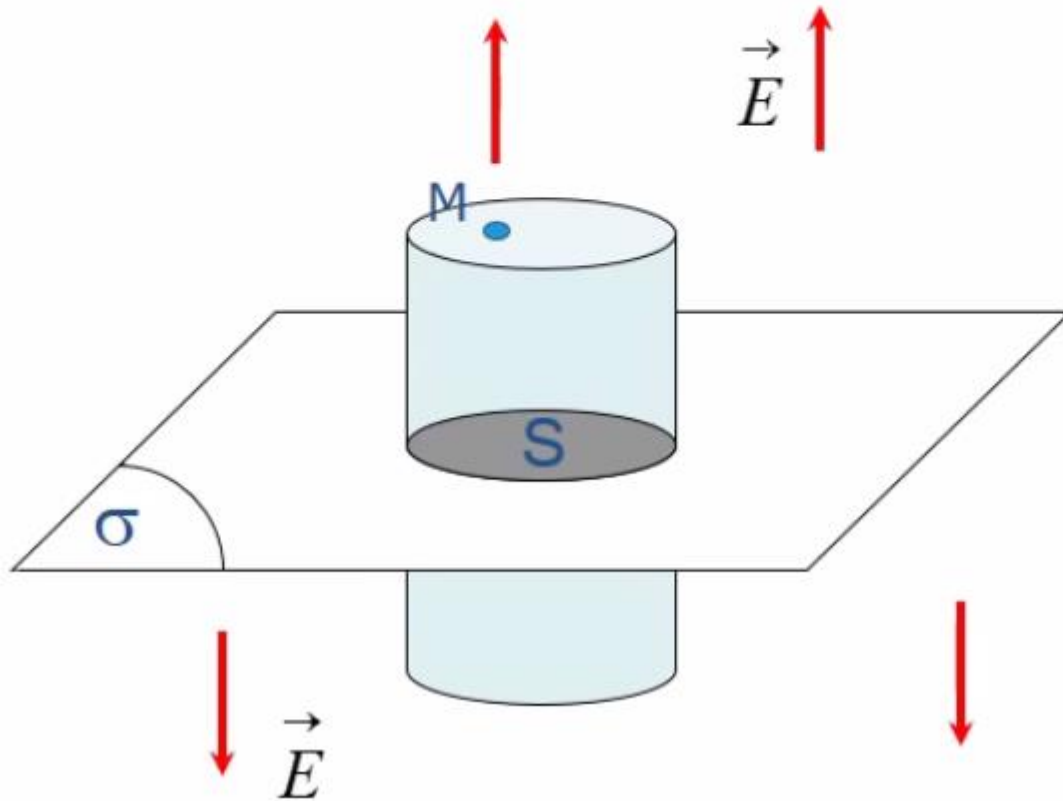
Xác định cường độ điện trường tại M gây bởi mặt phẳng rộng vô hạn, tích điện đều với mật độ điện tích mặt  $\sigma > 0$ .





# ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT GAUSS

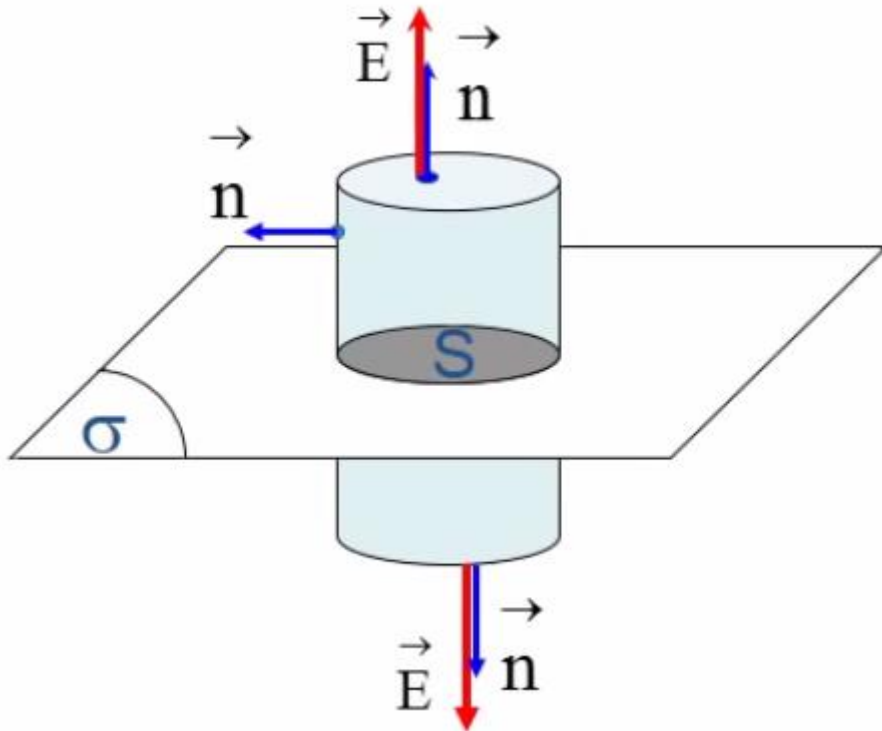
+ **Bước 1:** chọn mặt kín Gauss (S) là mặt trụ có 2 đáy song song, cách đều mặt phẳng (P), có đường sinh vuông góc với (P) và chứa điểm khảo sát M.



# ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT GAUSS

+ **Bước 2:** điện thông gửi qua (S) là :

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E} d\vec{S} = \int_{\text{xung quanh}} \vec{E} d\vec{S} + \int_{\text{day tren}} \vec{E} d\vec{S} + \int_{\text{day duoi}} \vec{E} d\vec{S}$$



$$\Phi_E = 0 + E \int_{\text{day}} dS + E \int_{\text{day}} dS$$

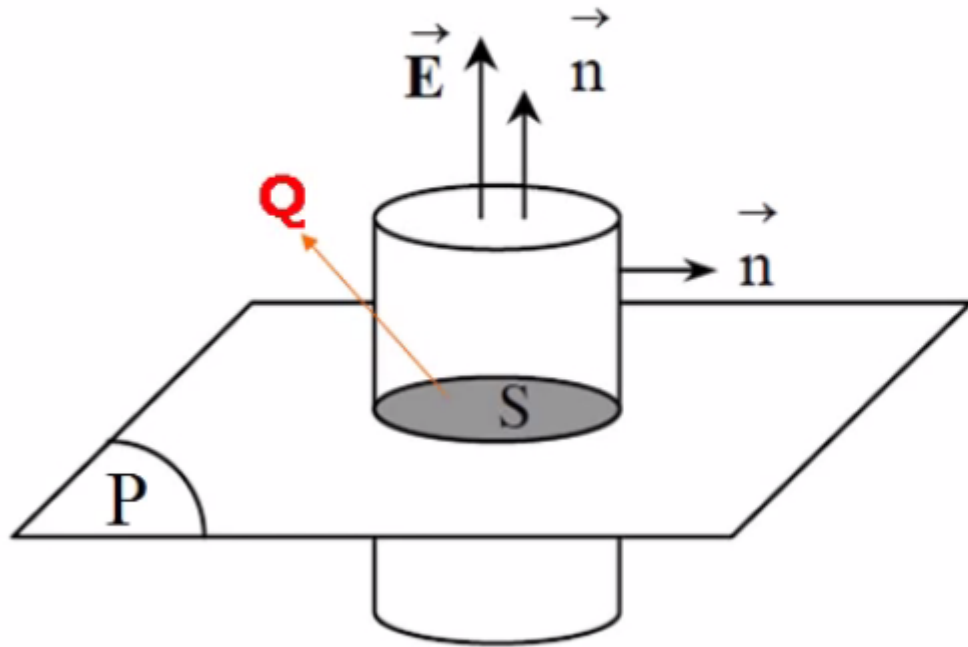
$$\Phi_E = 2E \int_{\text{day}} dS$$

$$\Phi_E = 2ES \quad (1)$$

# ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT GAUSS

+ **Bước 3:** Áp dụng định lý O-G:

$$\Phi_E = \frac{1}{\epsilon\epsilon_0} Q \quad (2)$$



Từ (1) và (2) suy ra:

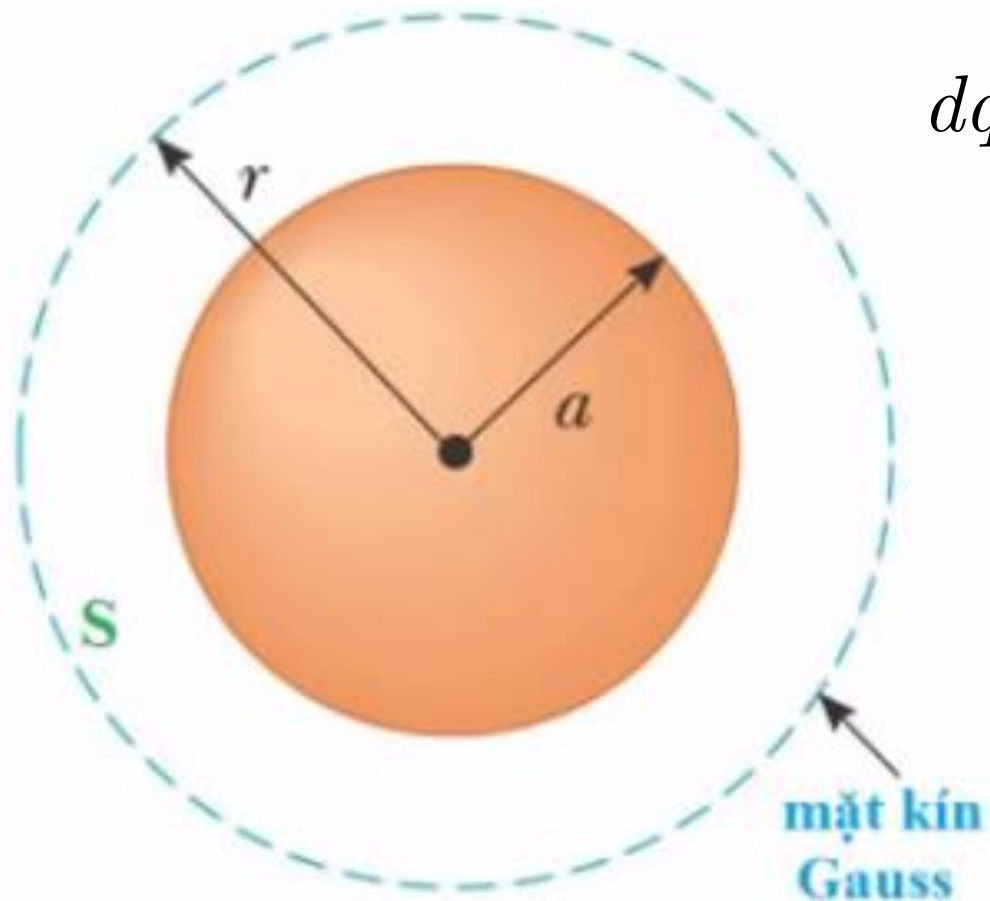
$$E = \frac{1}{2\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{S}$$

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

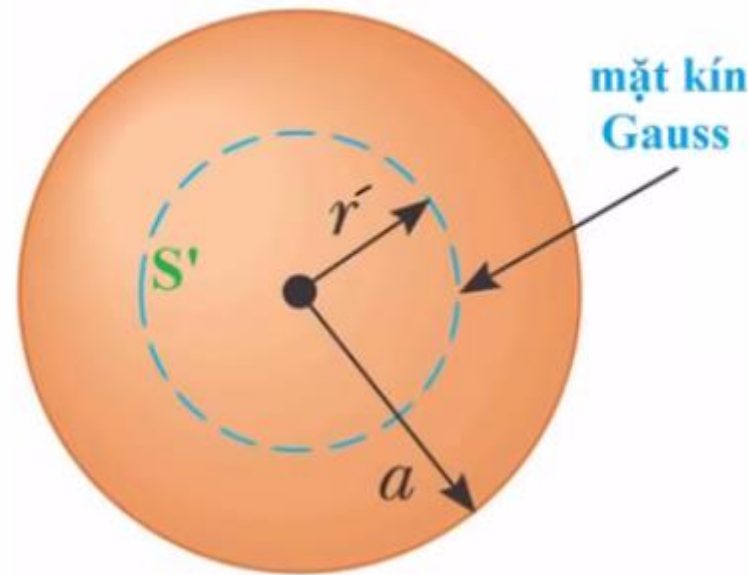
# ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT GAUSS

2

Xác định cường độ điện trường gây bởi khối cầu tâm O, bán kính a, tích điện đều với mật độ điện tích khối  $\rho > 0$ , tại những điểm bên trong và bên ngoài khối cầu.



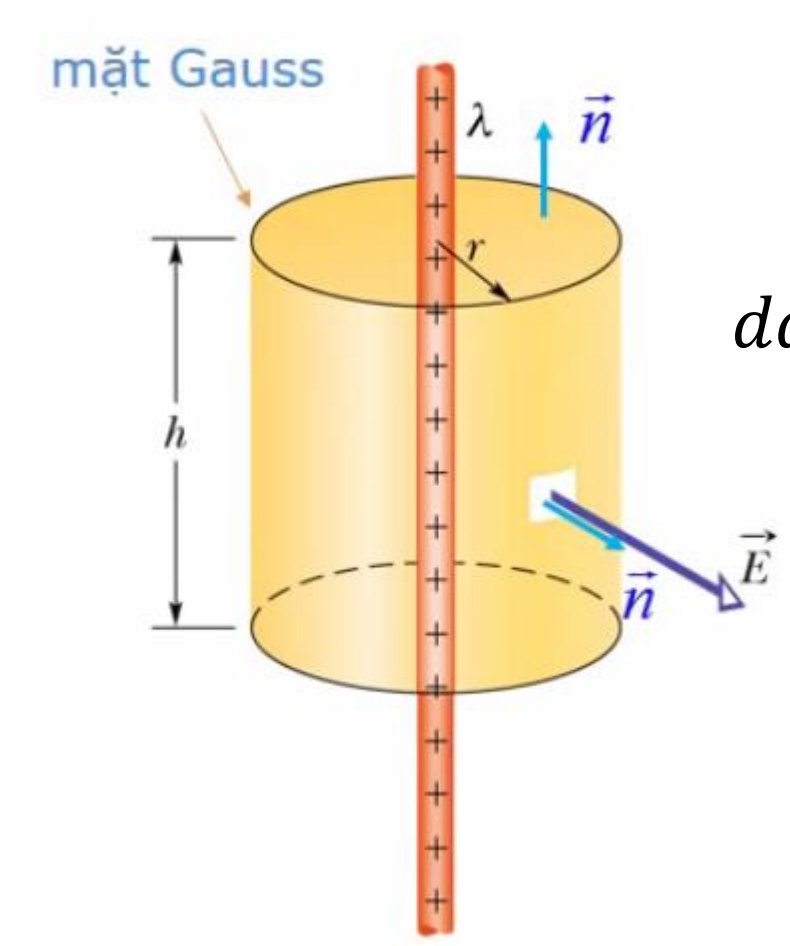
$$dq = \rho \cdot dV$$





# ÁP DỤNG ĐỊNH LUẬT GAUSS

## 3 dây thẳng dài vô hạn



$$dq = \lambda \cdot dl$$

# CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN - ĐIỆN THẾ - HIỆU ĐIỆN THẾ

## 1. Công của lực tĩnh điện

- Trong điện trường đều
- Trong điện trường bất kỳ

## 2. Thế năng

## 3. Điện thế

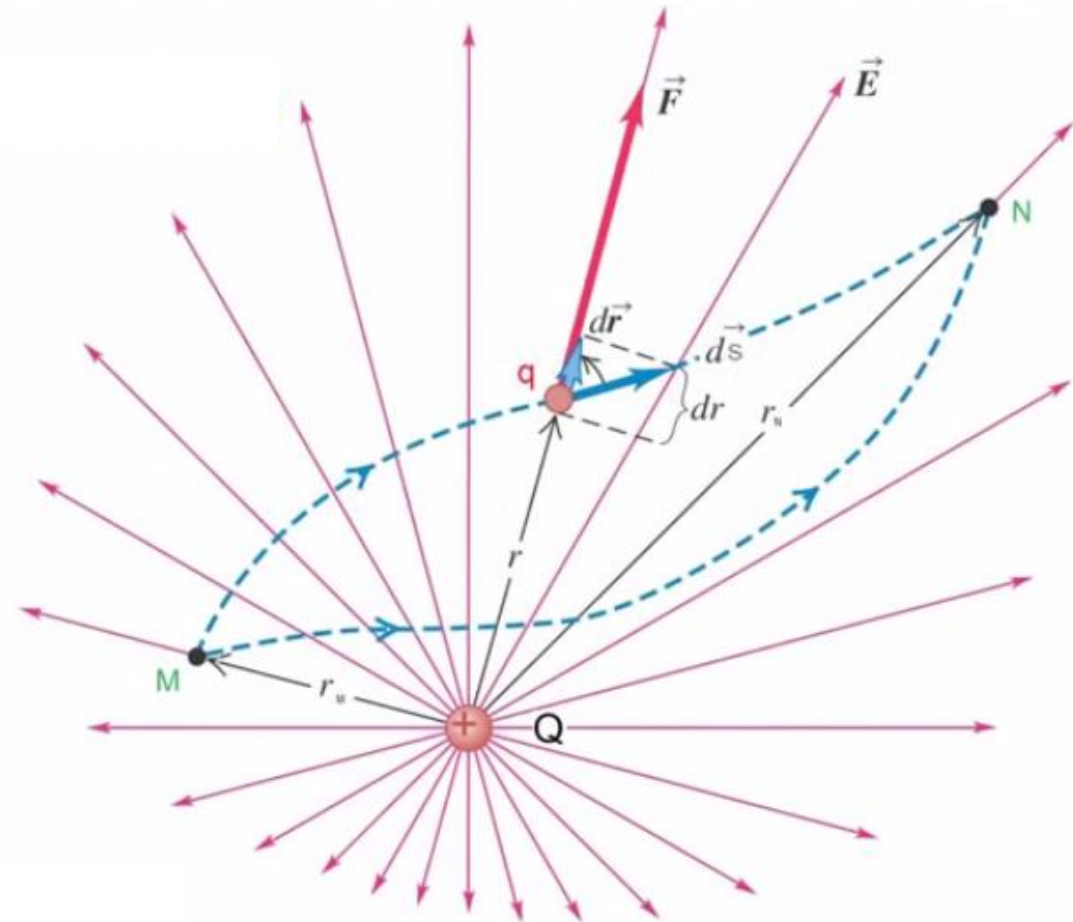
## 4. Liên hệ giữa điện thế và cường độ điện trường

# 1. CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG (BẤT KỲ)

+ công nguyên tố  
(trong chuyển rời  
vô cùng nhỏ  $ds$ ):

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{s} = q\vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$dW = q \cdot \frac{k}{\epsilon} \frac{Q}{r^3} \vec{r} \cdot d\vec{s} = q \cdot \frac{k}{\epsilon} \frac{Q}{r^2} ds \cdot \cos\alpha$$

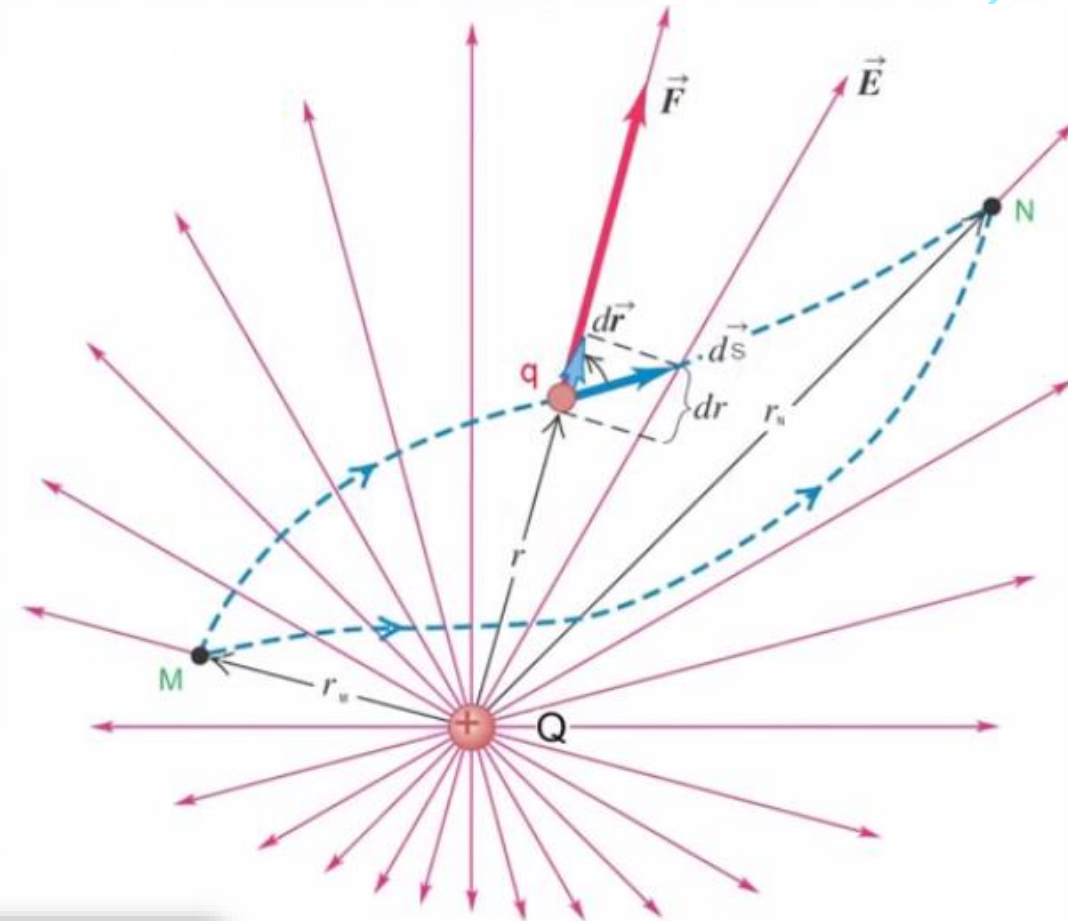


# 1. CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG (BẤT KỲ)

$$W = \int_{(L)} \vec{F} \cdot d\vec{s} = \int_{(L)} q \vec{E} \cdot d\vec{s} = \int_{(L)} q \frac{kQ}{\epsilon r^3} \vec{r} \cdot d\vec{r}$$
$$= k \frac{qQ}{\epsilon} \int_{(L)} \frac{r dr}{r^3} = \int_{r_M}^{r_N} \frac{dr}{r^2}$$

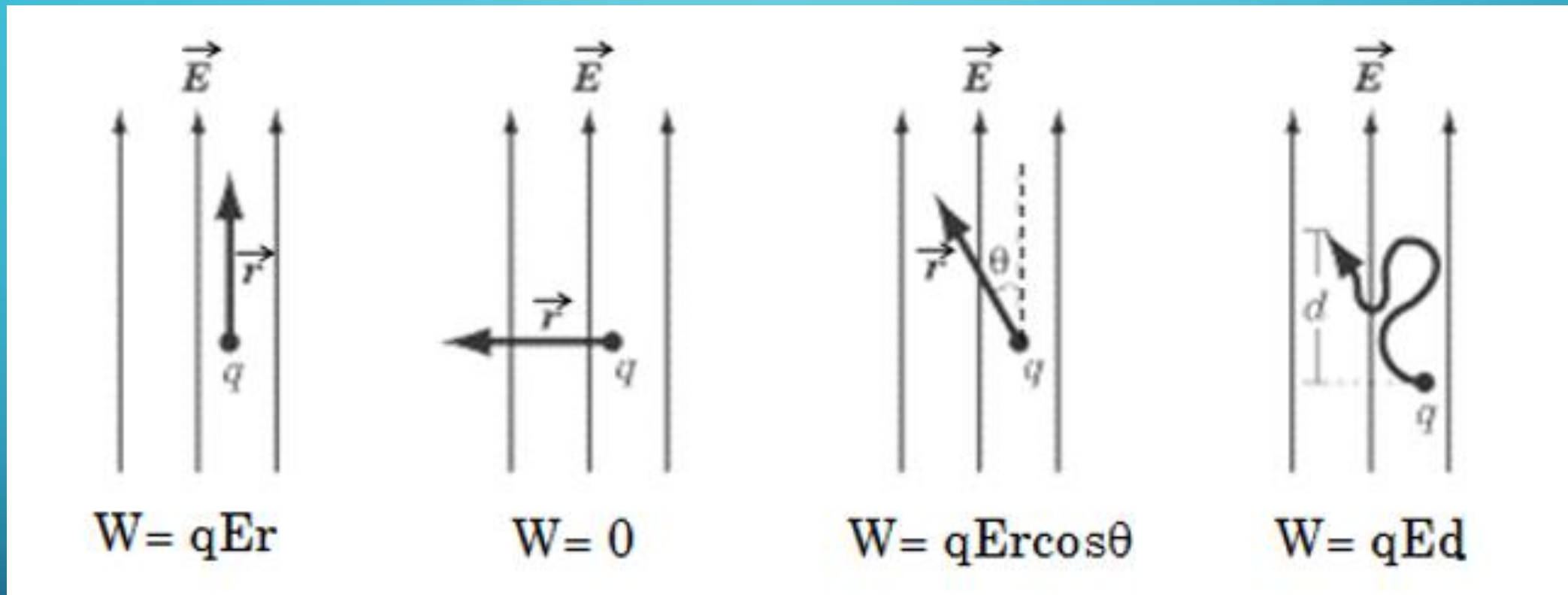
$$\Rightarrow W_{MN} = q \left( \frac{kQ}{\epsilon r_M} - \frac{kQ}{\epsilon r_N} \right)$$

→ Lực điện trường tĩnh là lực *thế*.





# 1. CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG (ĐỀU)



$$\theta = (\vec{E}, \vec{r}) \quad W = \vec{F} \cdot \vec{r} = q\vec{E} \cdot \vec{r} = qEr \cos \theta = qEd$$

$d = r \cos \theta$  là hình chiếu của vector dịch chuyển  $\vec{r}$  lên chiều đường sức

- **VD:** Điện tích  $q = 10^{-8}$  C di chuyển dọc theo các cạnh của một tam giác đều ABC cạnh  $a = 10\text{cm}$  trong điện trường đều, cường độ điện trường là  $E = 300\text{V/m}$ .  $\vec{E} \parallel BC$ . Tính công của lực điện trường khi  $q$  di chuyển trên mỗi cạnh của tam giác.

## 2. THỂ NĂNG 2 ĐIỆN TÍCH

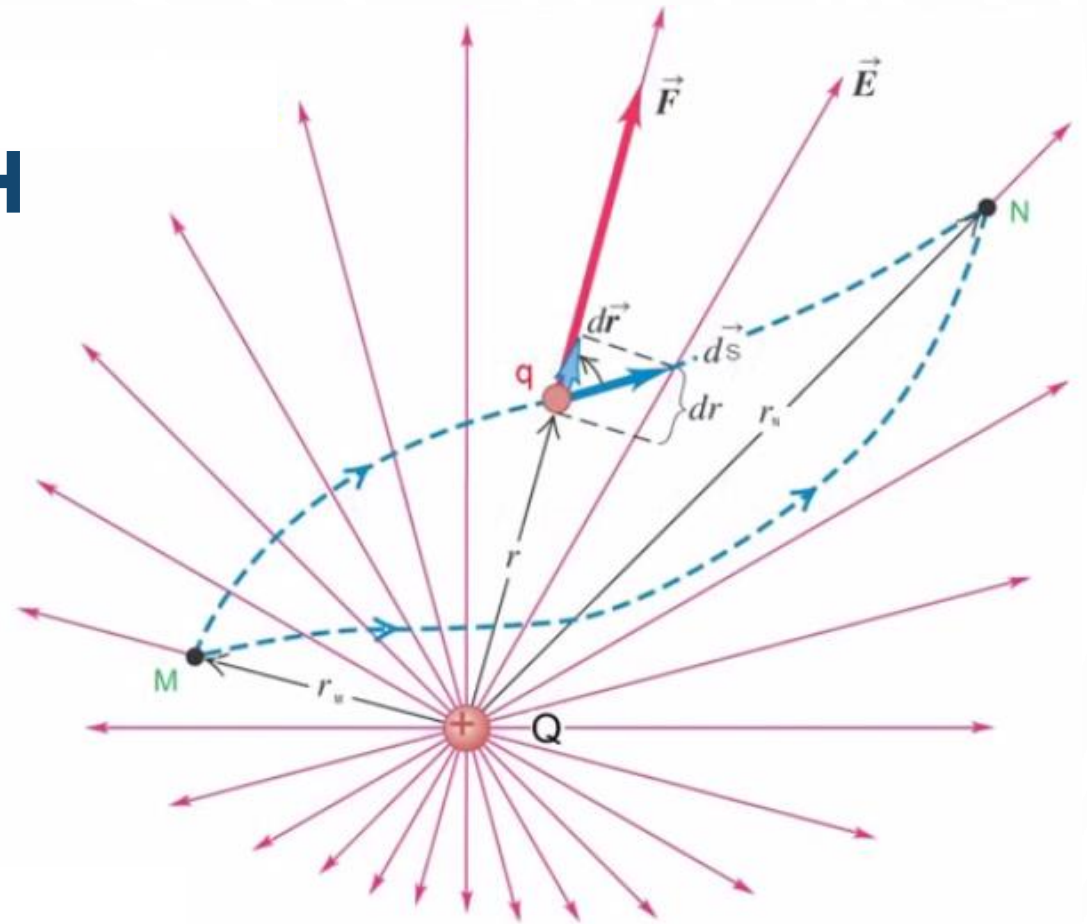
Thể năng giữa hai điện tích điểm

$$U = k \frac{qQ}{\epsilon r}$$

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

Công của lực tĩnh điện bằng độ giảm thể năng

$$W_{MN} = U_M - U_N$$



### 3. ĐIỆN THẾ

Đối với các trường *thế*, người ta xây dựng các *hàm thế*. Trong Cơ học, hàm thế của trường lực thế là thế năng. Nhưng trong Điện học, người ta chọn *hàm thế của điện trường là điện thế*.

$$V = \frac{U}{q} = k \frac{Q}{\epsilon r}$$

$$W_{MN} = q(V_M - V_N) = q V_{MN}$$

+ Ý nghĩa: đặc trưng cho khả năng thực hiện công của lực điện trường giữa hai điểm khảo sát.

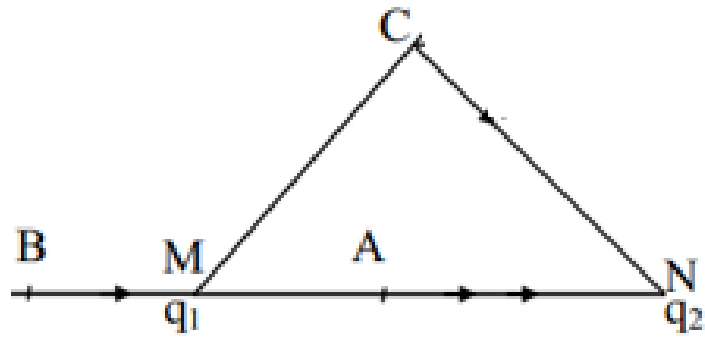


**EXAMPLE**

Có hai điện tích điểm  $q_1 = 8 \cdot 10^{-8} \text{C}$  và  $q_2 = -3 \cdot 10^{-8} \text{C}$  đặt trong không khí tại hai điểm M và N cách nhau một khoảng  $d = 10^{-1} \text{m}$ .

a) Điện thế gây bởi các điện tích  $q_1$  và  $q_2$  tại các điểm A, B, C.

b) Công của lực tĩnh điện khi dịch chuyển một điện tích  $q = 5 \cdot 10^{-10} \text{C}$  từ điểm A đến điểm C.



$$MA = 4 \cdot 10^{-2} \text{m}$$

$$NA = 6 \cdot 10^{-2} \text{m}$$

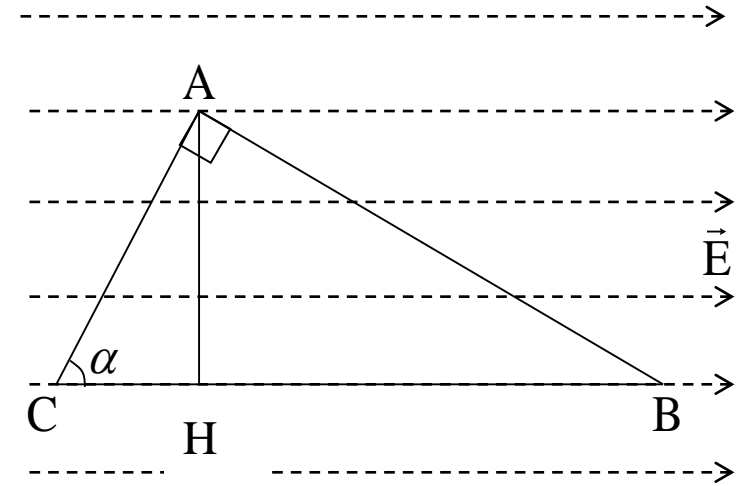
$$MB = 5 \cdot 10^{-2} \text{m}$$

$$NC = 7 \cdot 10^{-2} \text{m}$$

$$MC = 9 \cdot 10^{-2} \text{m}$$

**VD:** Cho  $q = 10^{-9}\text{C}$  dịch chuyển trên tam giác ABC vuông tại A được đặt trong không khí trong điện trường đều có cường độ  $E = 400\text{V/m}$ ; véc tơ cường độ điện trường song song CB và hướng từ C đến B;  $CB = 18\text{cm}$ ; góc  $C = 60^\circ$ . AH là đường cao.

- a) Tính  $V_{CB}$ ,  $V_{BA}$ ,  $V_B$  (nếu chọn mốc điện thế tại H  $\rightarrow V_H=0$ )
- b) Tính công của điện trường làm di chuyển điện tích  $q$  từ A đến C và từ C đến B.
- c) Xác định cường độ điện trường tại H nếu tại A đặt điện tích điểm  $q_2 = 8,1 \cdot 10^{-10}\text{C}$ .



**EXAMPLE**

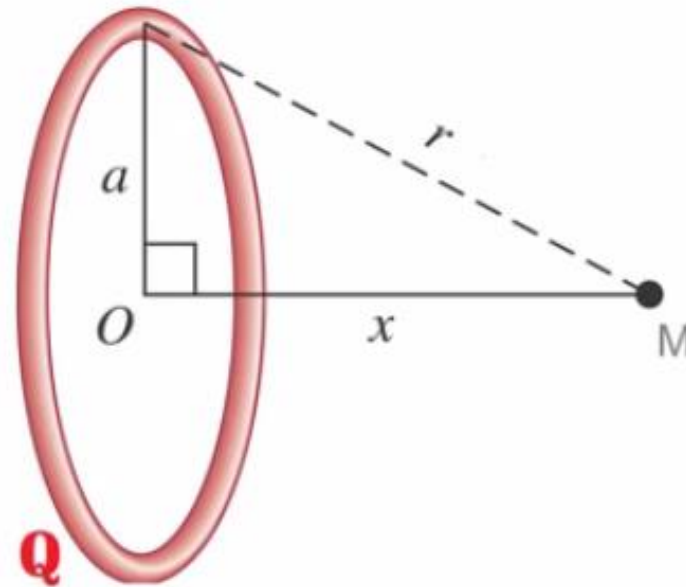
Một vòng dây tròn bán kính  $a$ , tích điện đều với điện tích tổng cộng là  $Q$ , đặt trong không khí. Chọn gốc điện thế tại vô cùng, tính điện thế tại điểm  $M$  trên trục vòng dây, cách tâm vòng dây một đoạn  $x$ . Từ đó suy ra điện thế tại tâm vòng dây.

Áp dụng bằng số:

$$a = 5 \text{ cm};$$

$$x = 12 \text{ cm};$$

$$Q = -2,6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

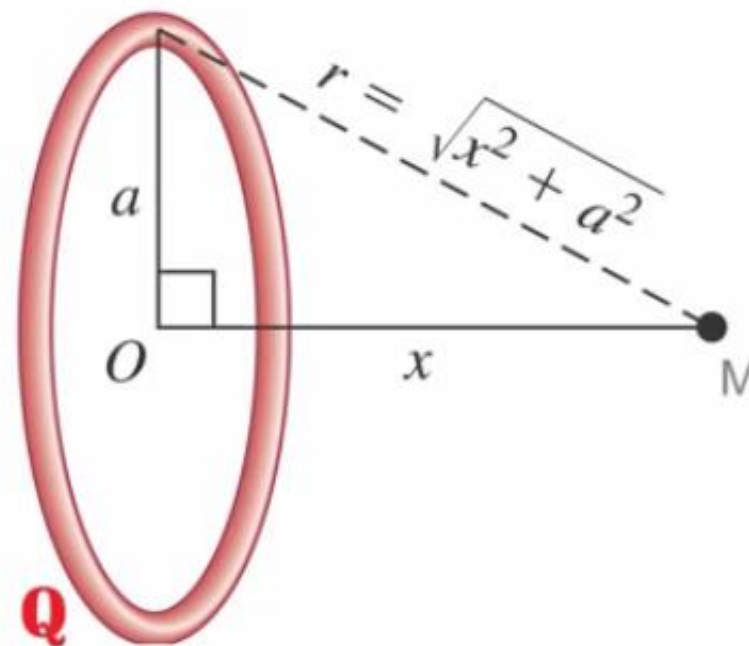


\* **Bước 1:** Chia vòng dây thành các đoạn nhỏ  $dl$  bằng nhau, có điện tích  $dq$ .

Gọi  $\lambda$  là mật độ điện tích dài

Điện tích chứa trong  $dl$  là:

$$dq = \lambda \cdot dl$$



\* **Bước 2:** Điện thế tại  $M$  do điện tích điểm  $dq$  bất kì gây ra

$$dV = \frac{k \cdot dq}{\epsilon r}$$



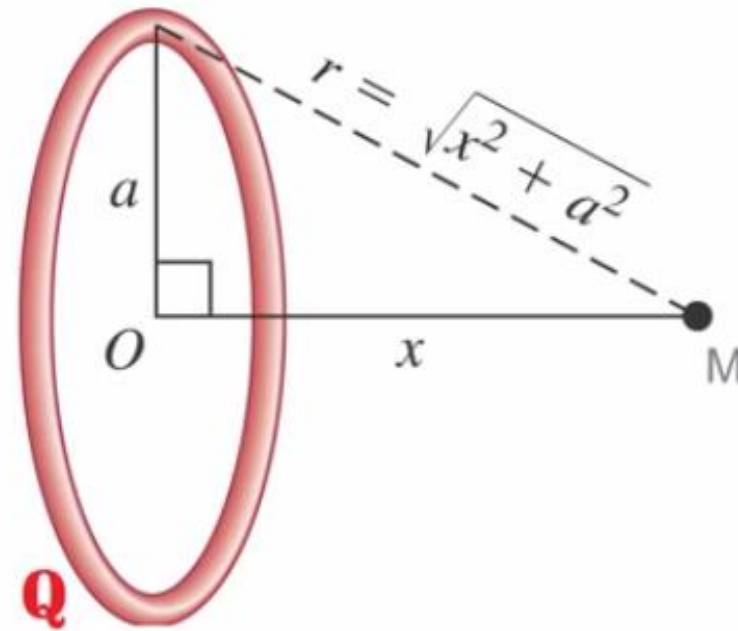
\* **Bước 3:** Điện thế tại M do cả vòng dây dẫn gây ra là:

$$V_M = \oint_L dV = \oint_L \frac{k \cdot dq}{\epsilon r} = \frac{k \lambda}{\epsilon r} \oint_L d\ell$$

L: chu vi của vòng dây

$$r = \sqrt{a^2 + x^2} = \text{const}$$

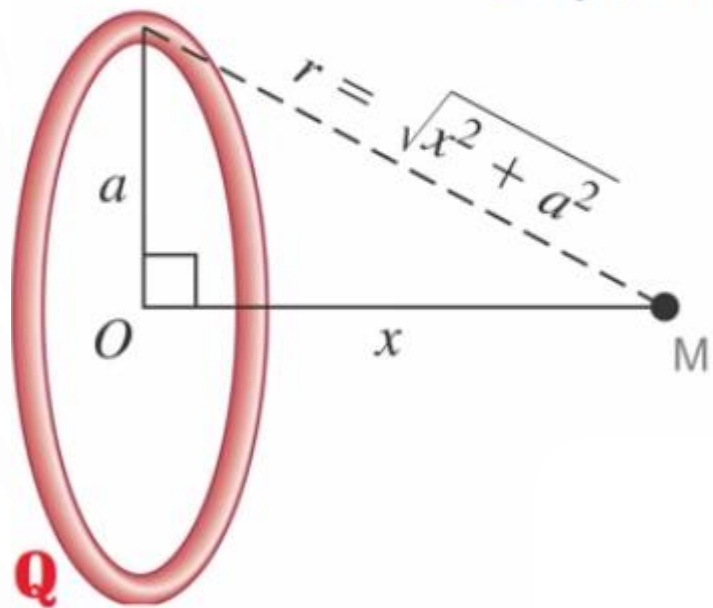
$$\rightarrow V_M = \frac{k \lambda \cdot 2\pi a}{\epsilon \sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{kQ}{\epsilon \sqrt{a^2 + x^2}}$$



## \* Bước 4: giải toán

$$\text{Thay số: } V_M = \frac{kQ}{\epsilon \sqrt{a^2 + x^2}} = \dots = -180(\text{V})$$

Điện thế tại tâm O của vòng dây ( $x=0$ ):



$$V_O = \frac{kQ}{\epsilon a} = \dots = -468(\text{V})$$

$\vec{E}$

?

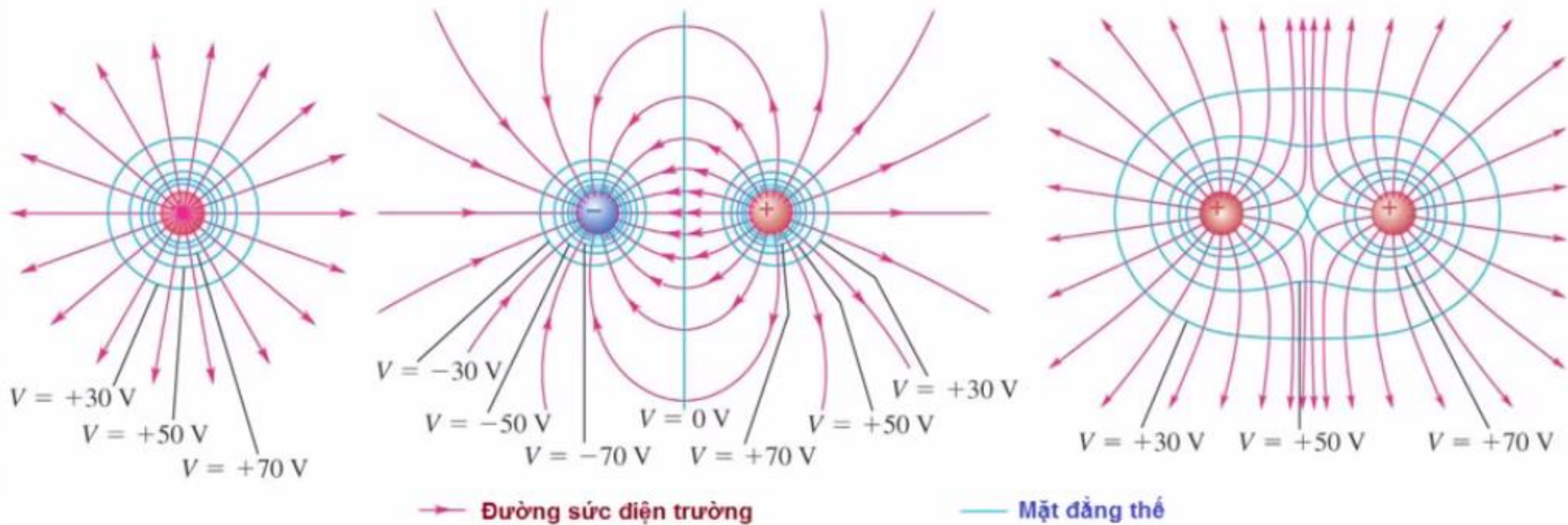
V

Tác dụng lực

Năng lượng

# 4. MLH ĐIỆN THỂ VÀ CĐ ĐIỆN TRƯỜNG

## Mặt đẳng thế



+ tập hợp các điểm trong điện trường có cùng điện thế



# 4. MLH ĐIỆN THẾ VÀ CĐ ĐIỆN TRƯỜNG

+ Công của lực điện trường là:

$$dW = q \cdot \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad (1)$$

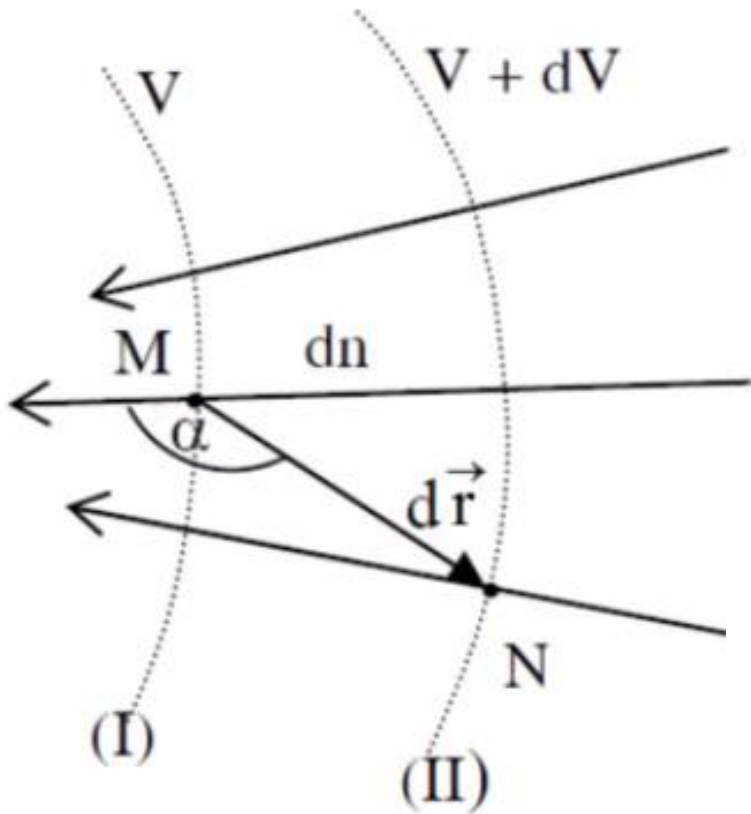
+ Mặt khác:

$$\begin{aligned} dW &= q(V_M - V_N) \\ &= q[V - (V + dV)] \end{aligned}$$

$$\rightarrow dW = -q dV \quad (2)$$

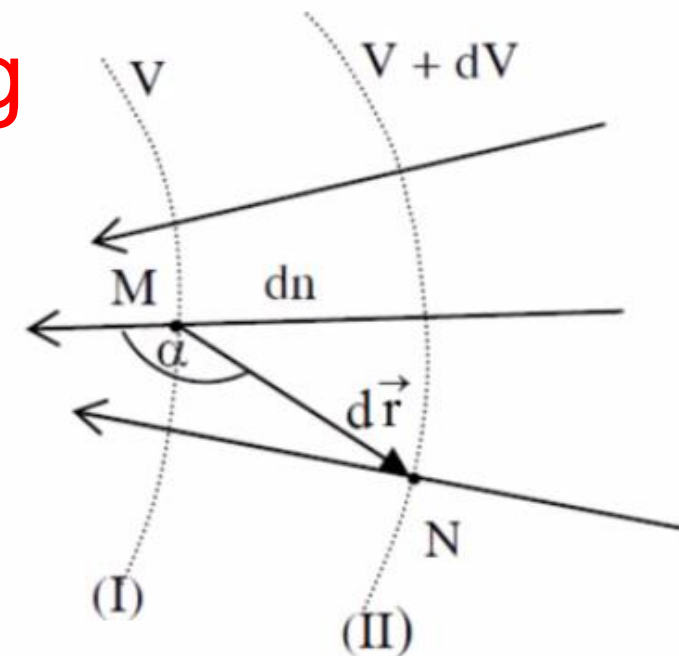
+ So sánh (1) và (2) suy ra:

$$\vec{E} \cdot d\vec{r} = E \cdot dr \cdot \cos\alpha = -dV$$



## 4. Mh điện thế và cơ điện trường

$$\vec{E} \cdot d\vec{r} = E \cdot dr \cdot \cos \alpha = -dV$$



**Kết luận 1:** Vectơ cường độ điện trường luôn hướng theo chiều giảm của điện thế.

**Kết luận 2:**

$$V_M - V_N = \int_{r_M}^{r_N} E \cdot \cos \alpha \cdot dr$$

*Best  
of  
luck!*

