



# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



## TĨNH ĐIỆN HỌC

cuu duong than cong . com

### 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 II:

# Thế năng tĩnh điện

cuu duong than cong . com



Jenifer đang nắm một quả cầu tích điện với điện thế  $100.000V$ . Quả cầu điện thế cao này được gọi là máy phát điện Van de Graaff. Nguyên nhân nào làm cho tóc của Jenifer dựng đứng lên như vậy? Tại sao Jenifer vẫn an toàn trong tình huống này trong khi bình thường với điện áp  $110V$  cũng đủ gây chết người?



# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



## Nội dung

- Ø Các định nghĩa: Điện thế, hiệu điện thế
- Ø Nguyên lý chồng chất điện thế
- Ø Thế năng của vật dẫn
- Ø Mặt đẳng thế
- Ø Vật dẫn cân bằng tĩnh điện



# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



## Các định nghĩa

**Điện thế  $V$**  tại một điểm M được xác định là thương số công để di chuyển một điện tích dương  $q$  từ điểm M ra xa vô cùng

$$V = \frac{A_{M \rightarrow \infty}}{q}$$

Khi đó hiệu điện thế giữa hai điểm M và N được xác định :

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

Công cần thiết để di chuyển một điện tích  $q$  đi từ M đến N trong điện trường bằng  $qU$  ( $U$  là hiệu điện thế giữa hai điểm MN)



# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



## Các định nghĩa (tt)

Ø Lực điện trường là một lực thế, có nghĩa là công do điện trường sinh ra không phụ thuộc vào đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối.

Ø Công thực hiện bởi một lực bảo toàn giữa hai điểm ab bằng và trái dấu với sự biến thiên thế năng giữa hai điểm đó.

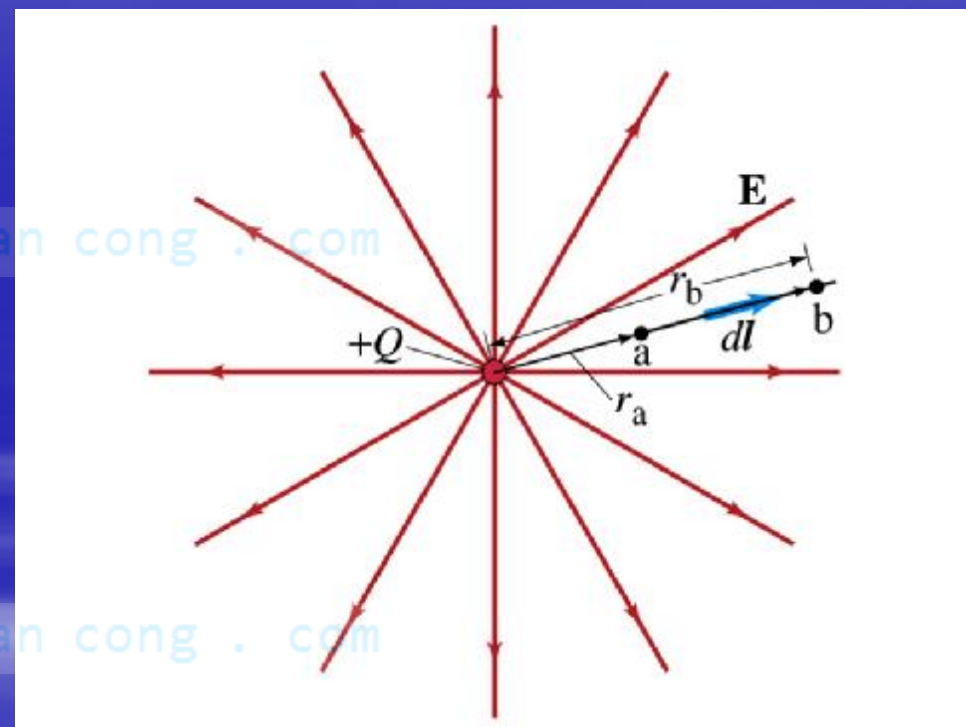
$$W_b - W_a = -A_{ab} = -\int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

$$V_{ba} = V_b - V_a = \frac{W_b - W_a}{q} = -\int_a^b \frac{\vec{F}}{q} \cdot d\vec{l} = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

## Điện thế của do điện tích điểm gây ra

Điện trường do một điện tích điểm gây ra là :

$$\vec{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$



Là vector đơn vị theo phương bán kính



# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



## Điện thế (tt)

Khi đó ta có:

$$V_b - V_a = - \int_{r_a}^{r_b} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_a}^{r_b} \frac{1}{r^2} \mathbf{u}_r \cdot d\mathbf{r}$$

$$= - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_a}^{r_b} \frac{1}{r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a} \right)$$

Chọn điện thế tại vô cùng bằng không ta nhận được :

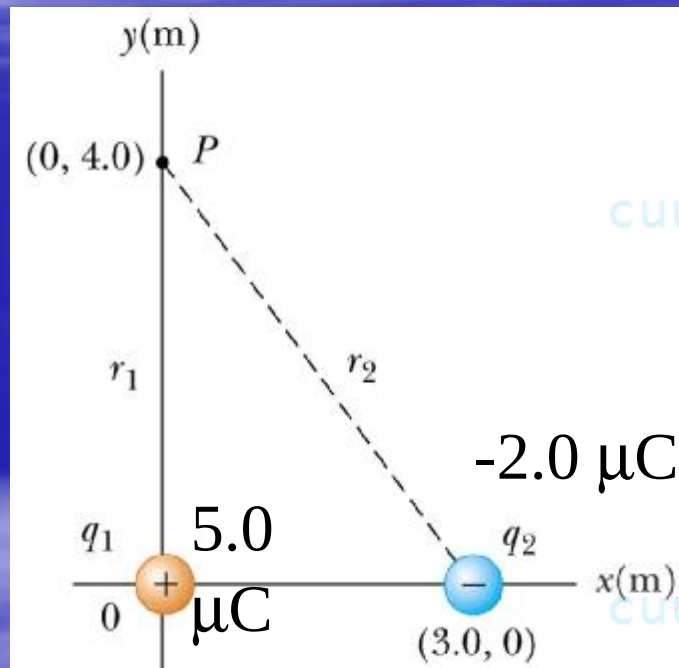
$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$



## Điện thế của hệ nhiều điện tích

- § Nguyên lý chồng chất cũng được áp dụng
  - Điện thế tổng tại một điểm chính là **tổng đại số** của tất cả các thế năng gây ra tại điểm đó.
- § Chúng ta sử dụng **tổng đại số** vì thế năng là các đại lượng đại số có thể âm hay dương.

## Nguyên lý chồng chất



Tính thế năng tại P (áp dụng  $V = k_e q/r$ ).

$$V_1 = (8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2) \frac{5.0 \times 10^{-6} \text{ C}}{4.0 \text{ m}}$$

$$V_1 = 1.12 \times 10^4 \text{ V},$$

$$V_2 = (8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2) \frac{(-2.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{\sqrt{(3.0 \text{ m})^2 + (4.0 \text{ m})^2}}$$

$$V_2 = -3.60 \times 10^3 \text{ V}$$

**Nguyên lý chồng chất:**  $V_p = V_1 + V_2$

$$V_p = 1.12 \times 10^4 \text{ V} + (-3.60 \times 10^3 \text{ V}) = 7.6 \times 10^3 \text{ V}$$



**Thế năng điện tích  $q_0$  đặt trong điện trường do điện tích  $q$  gây ra**

$$W = q_0.V = q_0.k \frac{q}{r} + C$$

- §  $DW = W_B - W_A = -q(V_B - V_A)$ , không cần thực hiện công để di chuyển một điện tích giữa hai điểm có cùng điện thế. Nghĩa là  $\Delta W = 0$  khi  $V_A = V_B$
- § Tất cả những điểm trên bề mặt vật dẫn nhiễm điện ở trạng thái cân bằng điện đều có cùng điện thế
- § Do vậy, điện thế trên bề mặt vật dẫn cũng là một hằng số.



# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



## Electron vôn

§ Electron vôn(eV) được định nghĩa là **năng lượng** mà 1e hay proton nhận được khi nó được gia tốc trong điện trường từ điểm A đến B với điện thế tại B lớn hơn A là 1V

§  $1 \text{ V} = 1 \text{ J/C} \rightarrow 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$



# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



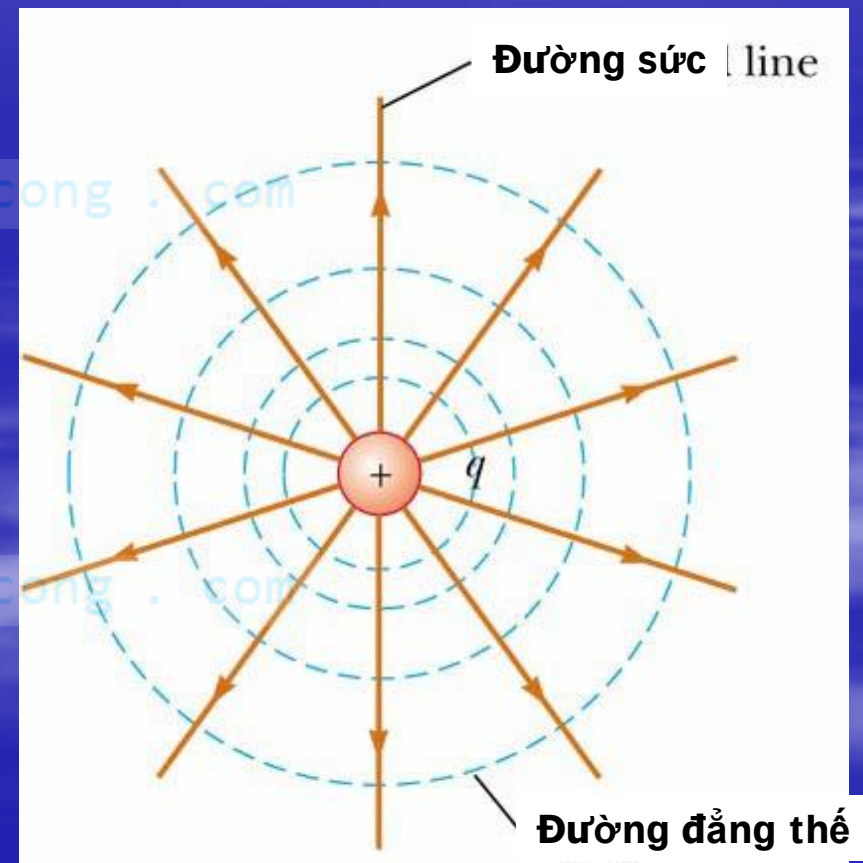
## Mặt đẳng thế

§ **Mặt đẳng thế** là mặt mà tất cả mọi điểm đều có cùng điện thế.

- Trên một mặt đẳng thế ta không cần thực hiện công để dịch chuyển một điện tích với vận tốc là hằng số
- Điện trường tại mọi điểm trên mặt đẳng thế thì vuông góc với mặt phẳng này.

## Ví dụ về mặt đẳng thế

- § Mặt đẳng thế của một điện tích điểm là những mặt cầu đồng tâm
- § Những đường sức thì vuông góc với mặt đẳng thế.





## Liên hệ giữa E và V

Xét hai điểm MN có sự chênh lệch điện thế là  $dV$   
 $V(N) > V(M)$  và  $ds = MN$ . Khi ta di chuyển một điện  $q$   
đi từ M đến N thì ta có thể thiết lập được biểu thức

$$\begin{cases} dA = q\vec{E} \cdot d\vec{s} \\ dA = -q.dV \end{cases} \rightarrow dV = -\vec{E} \cdot d\vec{s}$$

Tổng quát ta có:

$$E_s = -\frac{dV}{ds} \rightarrow \begin{cases} E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} \\ E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} \\ E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} \end{cases} \rightarrow E = -\vec{\text{grad}}V$$



## Vật dẫn cân bằng tĩnh điện

- § Khi không còn bất kì chuyển động định hướng của điện tích trong vật dẫn thì vật dẫn được gọi là “Cân bằng tĩnh điện”
- § Một vật dẫn **cô lập, cân bằng điện** có những tính chất sau:
- Điện trường ở tất cả những điểm **bên trong** vật dẫn đều **bằng 0**.
  - Khi vật bị nhiễm điện, điện tích sẽ tập trung trên bề mặt.
  - **Điện trường** gần ngay **bề mặt** vật dẫn sẽ **vuông góc** với **bề mặt** vật dẫn.
  - Đối với vật dẫn có hình dạng phức tạp thì **điện tích sẽ tập trung** ở những vị trí có độ cong bề mặt là nhỏ (“nhọn”).
  - **Vật dẫn cân bằng điện là vật đẳng thế**



# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



## Tính chất 1

§ Điện trường của tất cả những điểm bên trong vật dẫn cân bằng điện đều bằng 0 (“Không tồn tại điện thế”)

– Chuyện gì sẽ xảy ra nếu điều này không đúng???

§ Một lực điện sẽ tác dụng lên các điện tích của vật dẫn.

§ Những điện tích sẽ dịch chuyển và phá vỡ trạng thái cân bằng.



## Tính chất 2

§ Tất cả những điện tích đều tập trung trên bề mặt vật dẫn

[cuuduongthancong.com](http://cuuduongthancong.com)

– Đó là kết quả trực tiếp từ đại lượng  $1/r^2$  giữa hai điện tích xác định trong định luật Coulomb

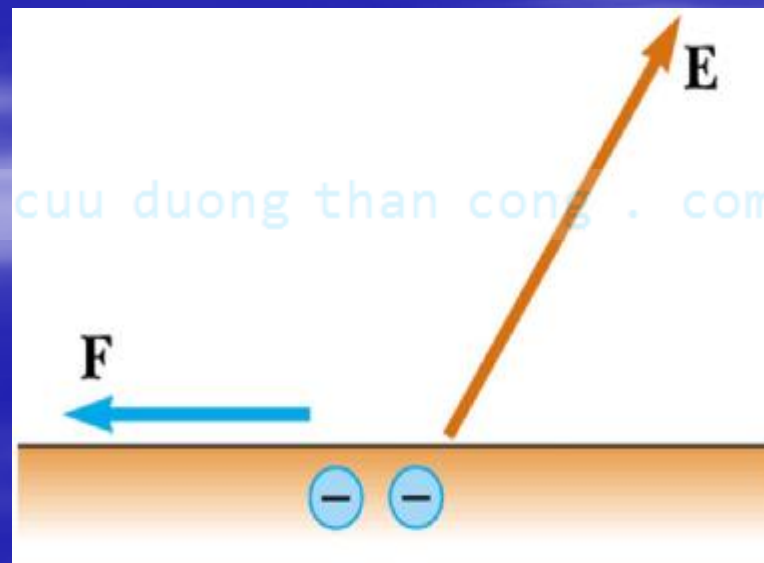
[cuuduongthancong.com](http://cuuduongthancong.com)

– Nếu chúng ta có thể đặt điện tích bên trong vật dẫn, những lực đẩy sẽ xuất hiện đẩy những điện tích khác làm phá vỡ kết cấu cân bằng.

## Tính chất 3

§ Điện trường ở lân cận vật dẫn thì vuông góc vật dẫn.

- Nếu như điện trường không vuông góc thì sẽ có thành phần song song với bề mặt vật dẫn.
- Điều này chỉ đúng cho các vật ở trạng thái cân bằng điện.



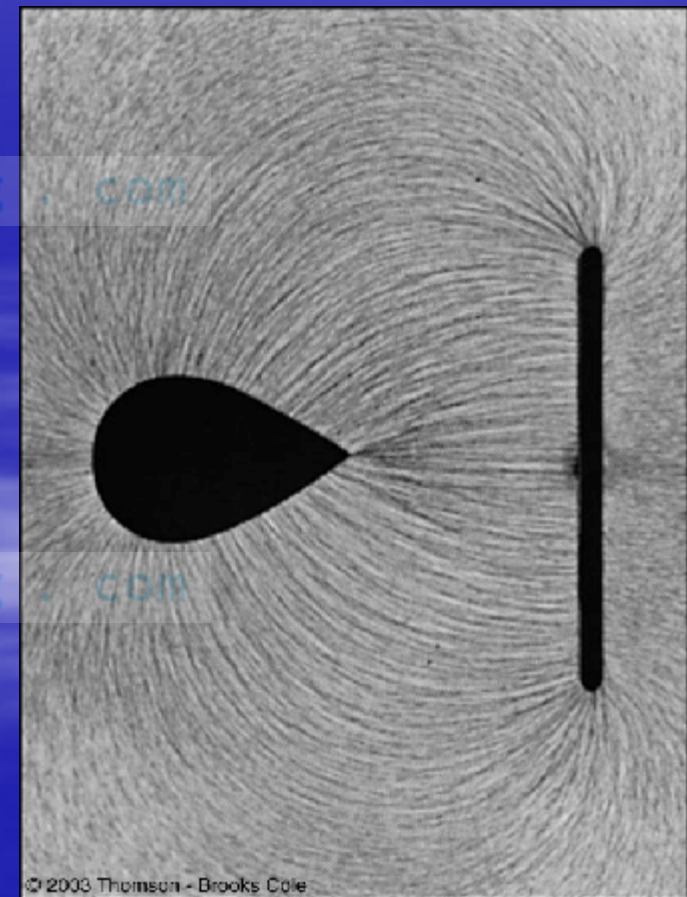


# Đại học Quốc Gia TpHCM Trường Đại học Bách khoa



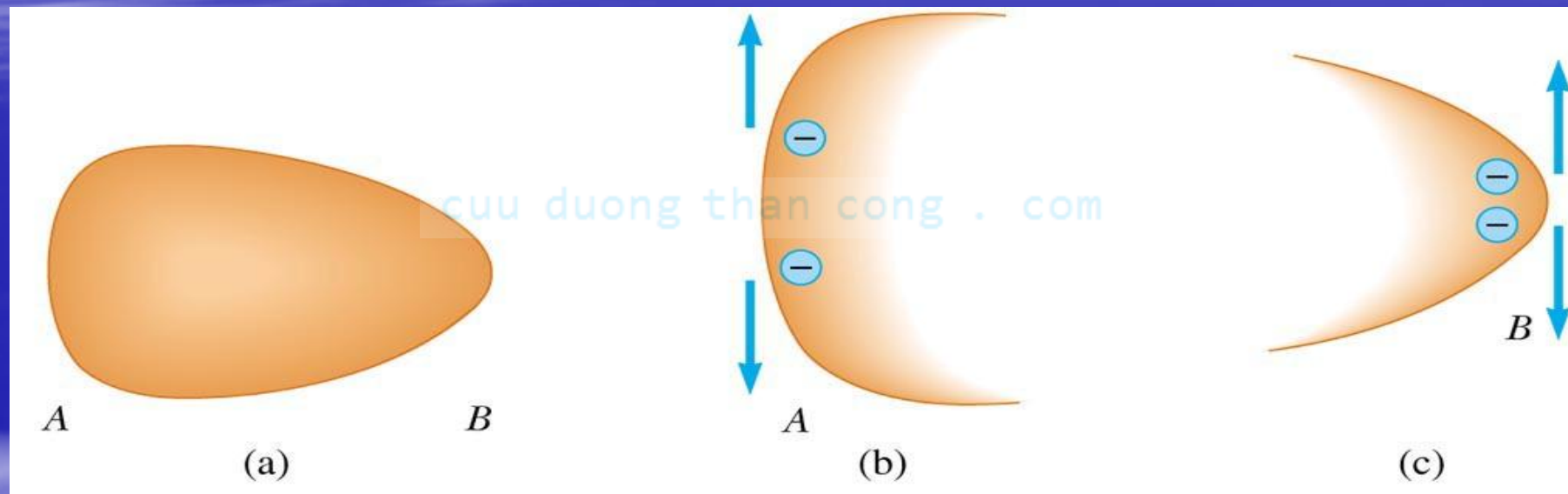
## Tính chất 4 - “Hiệu ứng điểm”

§ Đối với vật dẫn có hình dạng phức tạp thì **điện tích sẽ tập trung** ở những vị trí có độ cong bề mặt là nhỏ (“nhọn”).



© 2003 Thomson - Brooks Cole

## Tính chất 4 (tt)

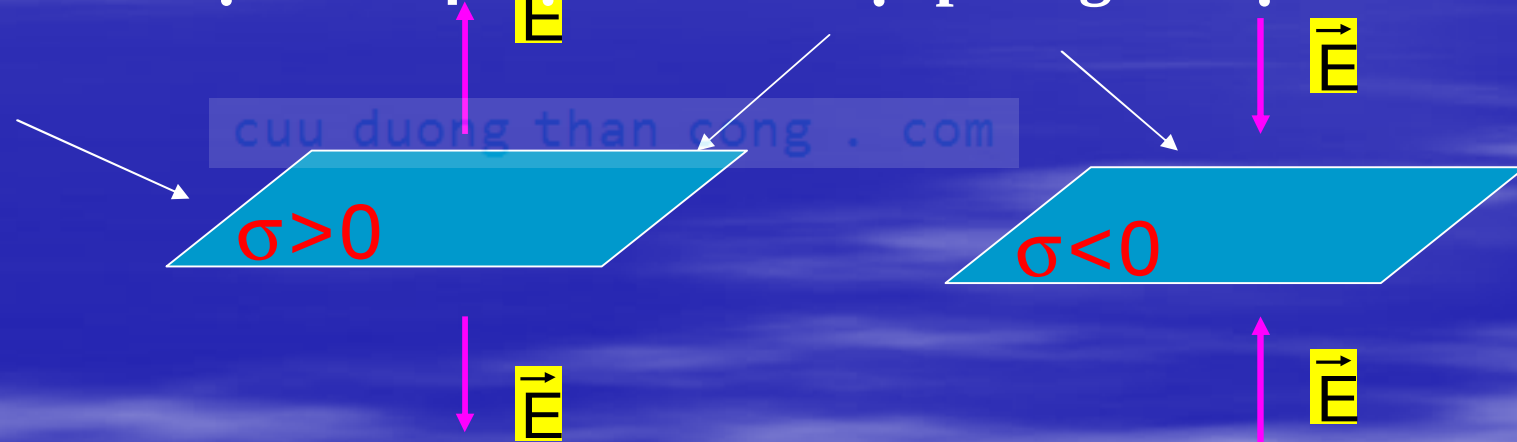


- § Điện tích sẽ phân bố lại cho đến khi đạt trạng thái cân bằng.
- § Mật độ điện tích bề mặt là nhỏ nhất ở vị trí phẳng nhất trên bề mặt vật mang điện.

## Sự phân bố điện tích bề mặt

Điện tích trên một đơn vị diện tích  
 $C/m^2$

Mặt phẳng vô hạn



Điện trường là đều ở hai bên mặt phẳng và :

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

Kết quả quan trọng này được sử dụng nghiên cứu  
tụ điện phẳng.



# Kết thúc Phần II

Kiến thức cần nắm



Ø Điện thế:  $V = \frac{A_{M \rightarrow \infty}}{q}$  điện tích điểm

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

Ø Nguyên lý chồng chất:  $V = V_1 + V_2 + \dots + V_N$

Ø Hiệu điện thế  $U_{MN} = V_M - V_N = \frac{A_{M \rightarrow N}}{q}$

Ø Thế năng của vật dẫn:  $W = q_0 \cdot V = q_0 \cdot k \frac{q}{r} + C$

Ø Mặt đẳng thế

$$V = \text{const}$$

Ø Liên hệ E và V:

$$E = -\text{grad}V$$