

BÀI GIẢNG  
ĐIỆN VÀ TỪ

cuu duong than cong. com



HUỲNH TRÚC PHƯƠNG

Email: [htphuong.oarai@gmail.com](mailto:htphuong.oarai@gmail.com)

# CHƯƠNG 3

## ĐIỆN MÔI TRONG TỈNH ĐIỆN TRƯỜNG

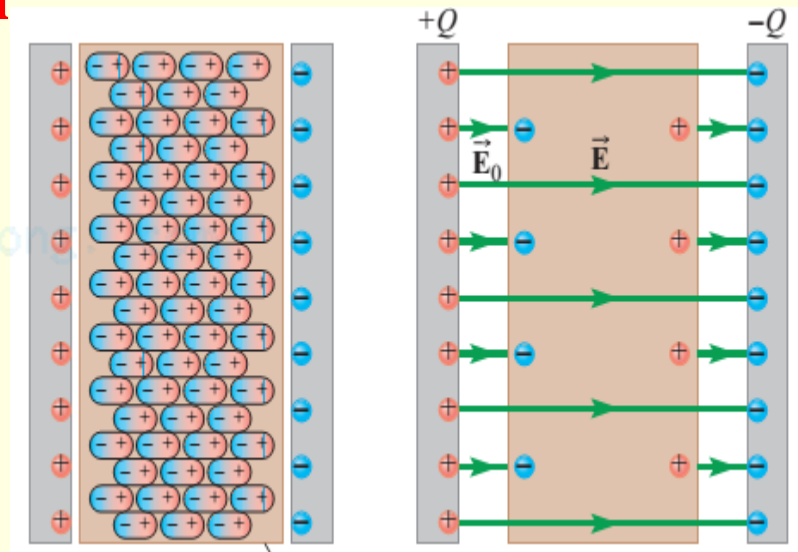
3.1. Hiện tượng phân cực điện môi

3.2. Phân tử không cực và có cực

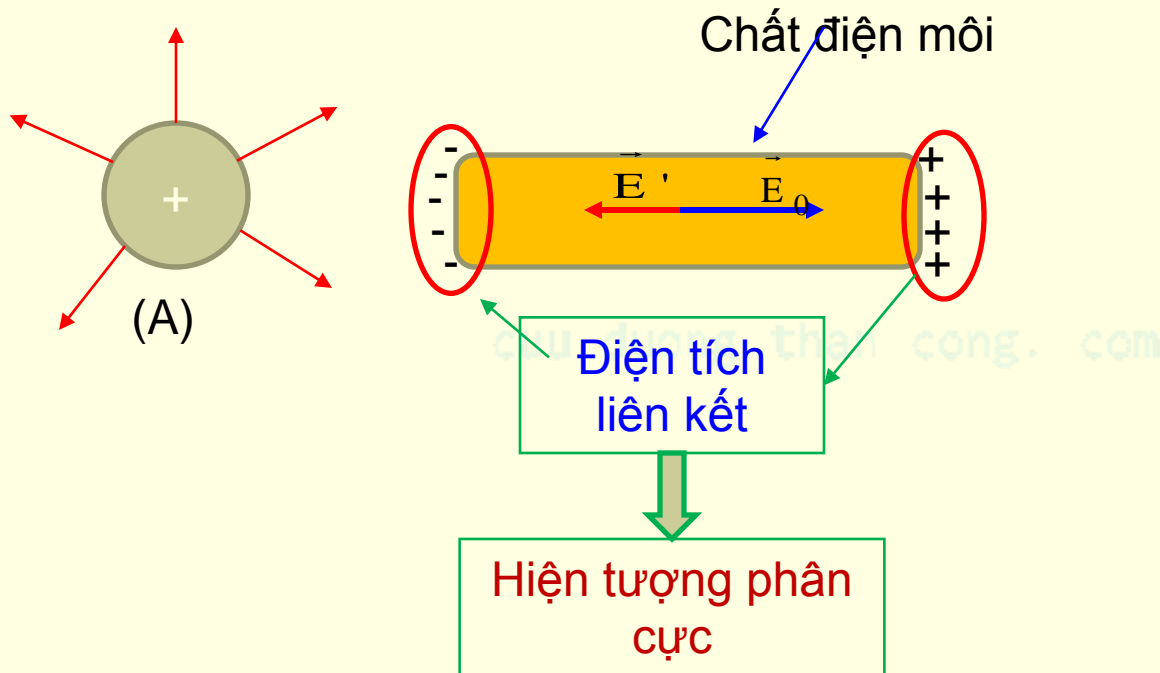
3.3. Vector phân cực điện môi

3.4. Điện tích liên kết mặt và điện tích liên kết khối.

3.5. Vector cảm ứng điện



### 3.1. HIỆN TƯỢNG PHÂN CỰC ĐIỆN MÔI

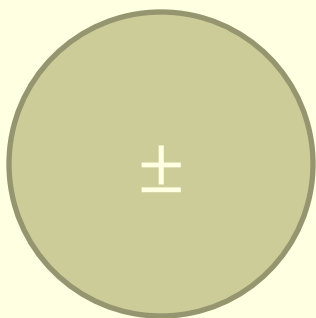


Cường độ điện trường trong điện môi::

$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}'$$

## 3.2. PHÂN TỬ KHÔNG CỰC VÀ CÓ CỰC

Phân tử không phân cực

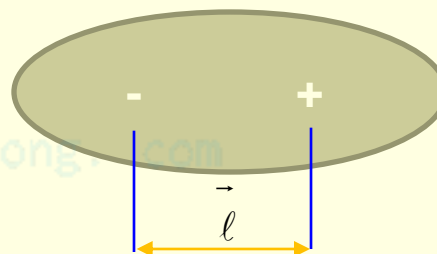


Mômen lưỡng cực điện

$$\vec{p}_e = 0$$

Ví dụ:  $O_2$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,...

Phân tử có phân cực



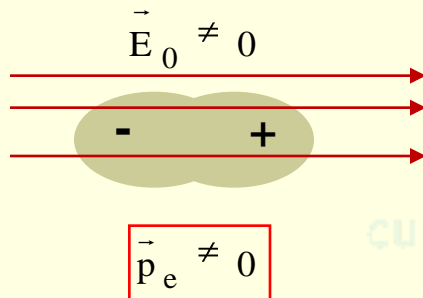
Mômen lưỡng cực điện

$$\vec{p}_e = |q| \vec{l} \neq 0$$

Ví dụ:  $H_2O$ ,  $NaCl$ ,...

## 3.2. PHÂN TỬ KHÔNG CỰC VÀ CÓ CỰC

### 1. Đối với phân tử không phân cực

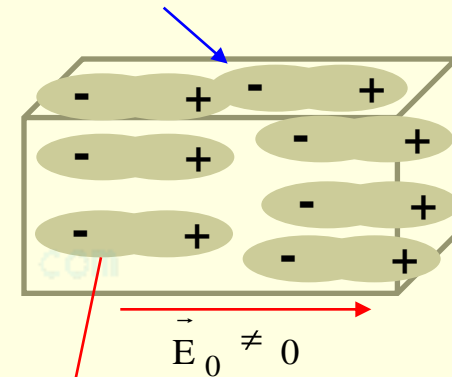


Mômen lưỡng cực điện:

$$\vec{p}_e = \epsilon_0 \beta \vec{E}$$

Với,  $\beta$  là độ phân cực của phân tử [ $L^3$ ]

Khối chất điện môi

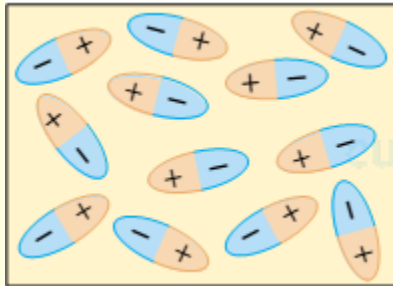


Biến dạng đàn hồi

## 3.2. PHÂN TỬ KHÔNG CỰC VÀ CÓ CỰC

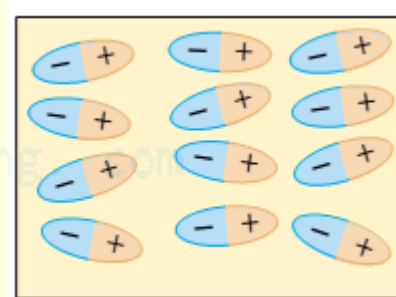
### 2. Đối với phân tử có phân cực

$$\vec{E}_0 = 0$$



$$\sum_i \vec{p}_{ei} = 0$$

$$\vec{E}_0 \neq 0$$



**Điện trường càng tăng thì sự định hướng càng rõ rệt**

### 3.3. VECTƠ PHÂN CỰC ĐIỆN MÔI

Gọi  $N$  là số phân tử điện môi trong thể tích  $\Delta V$ .

Theo định nghĩa:

$$\vec{P}_e = \frac{\sum_{i=1}^N \vec{p}_{ei}}{\Delta V} \quad (\text{C/m}^2)$$

cuuduongthancong.com

#### 1. Đối với phân tử không phân cực:

$$\vec{P}_e = \frac{N \vec{p}_e}{\Delta V} = n \vec{p}_e$$

$n = N/\Delta V$  là mật độ phân tử

Hay

$$\vec{P}_e = n \vec{p}_e = n \beta \epsilon_0 \vec{E}$$

$$\vec{P}_e = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$$

$$\chi_e = n \beta$$

$\chi_e$  là độ cảm điện môi.

$\chi_e$  không có thứ nguyên và không phụ thuộc vào điện trường.

## 3.3. VECTƠ PHÂN CỰC ĐIỆN MÔI

### 2. Đối với phân tử có phân cực:

Vectơ phân cực điện môi tương tự như trường hợp phân tử không cực, nhưng:

$$\chi_e = \frac{np_e}{3\epsilon_0 kT}$$

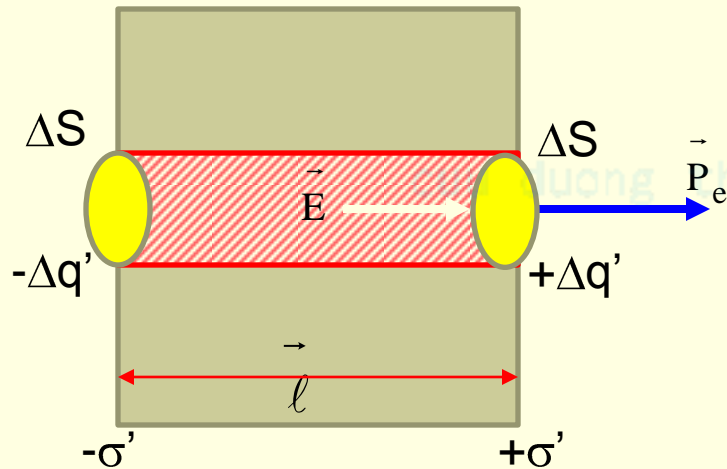
$k$  = hằng số Boltzmann

$T$  = nhiệt độ tuyệt đối



### 3.4. ĐIỆN TÍCH LIÊN KẾT MẶT VÀ ĐIỆN TÍCH LIÊN KẾT KHỐI

#### 1. Điện tích liên kết mặt:



Mômen lưỡng cực điện trong thể tích  $\Delta V$ :

$$p_e = P_e \Delta V = P_e \Delta S \ell$$

Mặt khác, 02 mặt xem như 01 lưỡng cực điện, nên mômen lưỡng cực là:

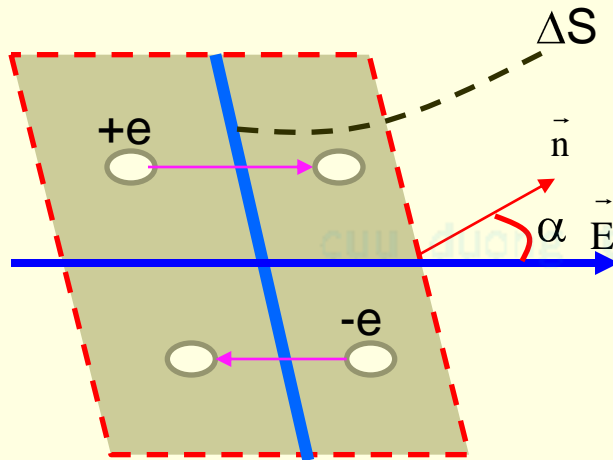
$$p_e = \Delta q \ell = \sigma' \cdot \Delta S \cdot \ell$$

Cho nên:

$$\sigma' = |\vec{P}_e| = P_e = \epsilon_0 \chi_e E$$

### 3.4. ĐIỆN TÍCH LIÊN KẾT MẶT VÀ ĐIỆN TÍCH LIÊN KẾT KHỐI

#### 2. Điện tích liên kết khối:



Lượng điện tích di chuyển qua  $\Delta S$ :

$$\Delta q' = |\vec{P}_e| \Delta S \cos \alpha$$

Hay 
$$\Delta q' = \vec{P}_e \cdot \vec{n} \Delta S$$

Viết dưới dạng vi phân:

$$dq' = \vec{P}_e \cdot \vec{n} dS = \vec{P}_e \cdot d\vec{S}$$

Điện tích tổng cộng xuyên qua mặt (S) và ló ra khỏi (S):

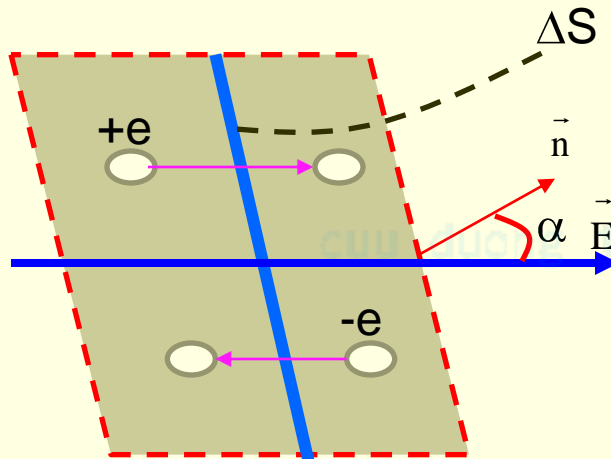
$$q' = \oint_{(S)} dq' = \oint_{(S)} \vec{P}_e \cdot d\vec{S}$$

Điện tích thặng dư xuất hiện trong thể tích giới hạn bởi (S)

$$q'_t = -q' = - \oint_{(S)} \vec{P}_e \cdot d\vec{S}$$

### 3.4. ĐIỆN TÍCH LIÊN KẾT MẶT VÀ ĐIỆN TÍCH LIÊN KẾT KHỐI

#### 2. Điện tích liên kết khối:



Nếu gọi  $\rho'$  là mật độ khối của điện tích liên kết thì:

$$q'_t = \int_{(V)} \rho' dV$$

Do đó:

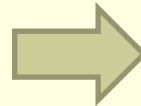
$$\int_{(V)} \rho' dV = - \oint_{(S)} \vec{P}_e d\vec{S} = - \int_{(V)} \nabla \cdot \vec{P}_e dV$$

Hay:

$$\rho' = -\nabla \cdot \vec{P}_e$$

Theo định lý Gauss dạng vi phân:

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho + \rho'}{\epsilon_0}$$



$$\begin{aligned} \rho' &= -\nabla \cdot (\epsilon_0 \chi_e \vec{E}) = -\epsilon_0 \nabla \cdot (\chi_e \vec{E}) \\ &= -\epsilon_0 (\vec{E} \cdot \nabla \chi_e + \chi_e \nabla \cdot \vec{E}) \end{aligned}$$

### 3.4. ĐIỆN TÍCH LIÊN KẾT MẶT VÀ ĐIỆN TÍCH LIÊN KẾT KHỐI

#### 2. Điện tích liên kết khối:

$$\rho' = - \left[ \frac{1}{1 + \chi_e} \right] \epsilon_0 \vec{E} \cdot \nabla \chi_e + \chi_e \rho$$

Khi không có điện tích ngoài, trong điện môi, mật độ điện khối là

$$\rho' = - \left[ \frac{\epsilon_0}{1 + \chi_e} \right] \vec{E} \cdot \nabla \chi_e$$

### 3.5. VECTƠ CẢM ỨNG ĐIỆN

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho + \rho_p}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0} (\rho - \nabla \cdot \vec{P}_e)$$

$$\nabla \cdot (\epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}_e) = \rho$$

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}_e \quad \longrightarrow \quad \text{Vectơ cảm ứng điện}$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \epsilon_0 \chi_e \vec{E} = \epsilon_0 (1 + \chi_e) \vec{E}$$

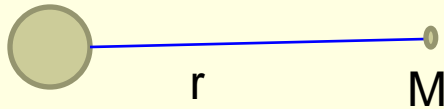
Hay:

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

Với:  $\epsilon = 1 + \chi_e$  được gọi là hằng số điện môi của môi trường

### 3.5. VECTƠ CẢM ỨNG ĐIỆN

Đối với một điện tích điểm  $q$ : Vector cảm ứng điện do  $q$  tạo ra tại  $M$ :



$$\vec{D} = \frac{1}{4\pi} \frac{q}{r^2} \vec{e}_r$$

$$\int_{(V)} \nabla \cdot \vec{D} dV = \int_{(V)} \rho dV$$

Định lý Stoke

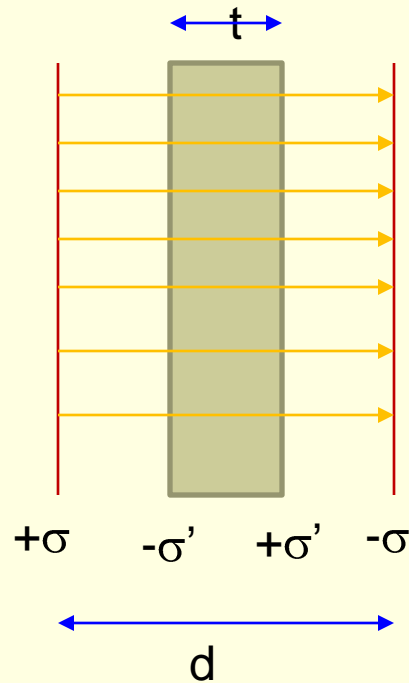
$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

Thông lượng vector cảm ứng điện:

$$\Phi_{\vec{D}} = \sum_i q_i$$

Định lý Gauss

## 3.6. CÁC VÍ DỤ



- a) Tính  $E$  trong chất điện môi.
- b) Tính vector cảm ứng điện  $D$
- c) Tính điện tích liên kết mặt  $\sigma'$
- d) Tính điện dung  $C$  của tụ.