

**Th.S Đỗ Quốc Huy**

**BÀI GIẢNG VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG 2**

**Chuyên đề:**

**ĐIỆN TRƯỜNG**

**TRONG CHẤT ĐIỆN MÔI**

**(Để download tài liệu này, hãy đăng nhập vào diễn đàn của trang web [champhay.com](http://champhay.com))**

# MỤC TIÊU

Sau khi học xong chương này, SV phải :

- Giải thích được hiện tượng phân cực điện môi.
- Nêu được mối quan hệ giữa vectơ phân cực điện môi và mật độ điện tích liên kết.
- Xác định được vectơ cường độ điện trường, vectơ cảm ứng điện trong chất điện môi.
- Nêu được định lí O – G trong chất điện

# NOÀI DUNG

**I – Khái niệm về chất điện môi**

**II – Sự phân cực của điện môi**

**III – Điện trường trong chất điện môi**

**IV – Vectơ cường độ điện trường và vectơ cảm ứng điện tại mặt phân cách giữa hai môi trường điện môi.**

**V – Điện môi đặc biệt.**

# I – KHÁI NIỆM VỀ CHẤT ĐIỆN MÔI:

Về phương diện điện học, các chất chia làm ba loại:

**Dẫn điện**

→ Có điện tích tự do  
→ Vd: các kim loại

**Bán dẫn**

→ Điện tích liên kết yếu  
→ Vd: Ge, Si

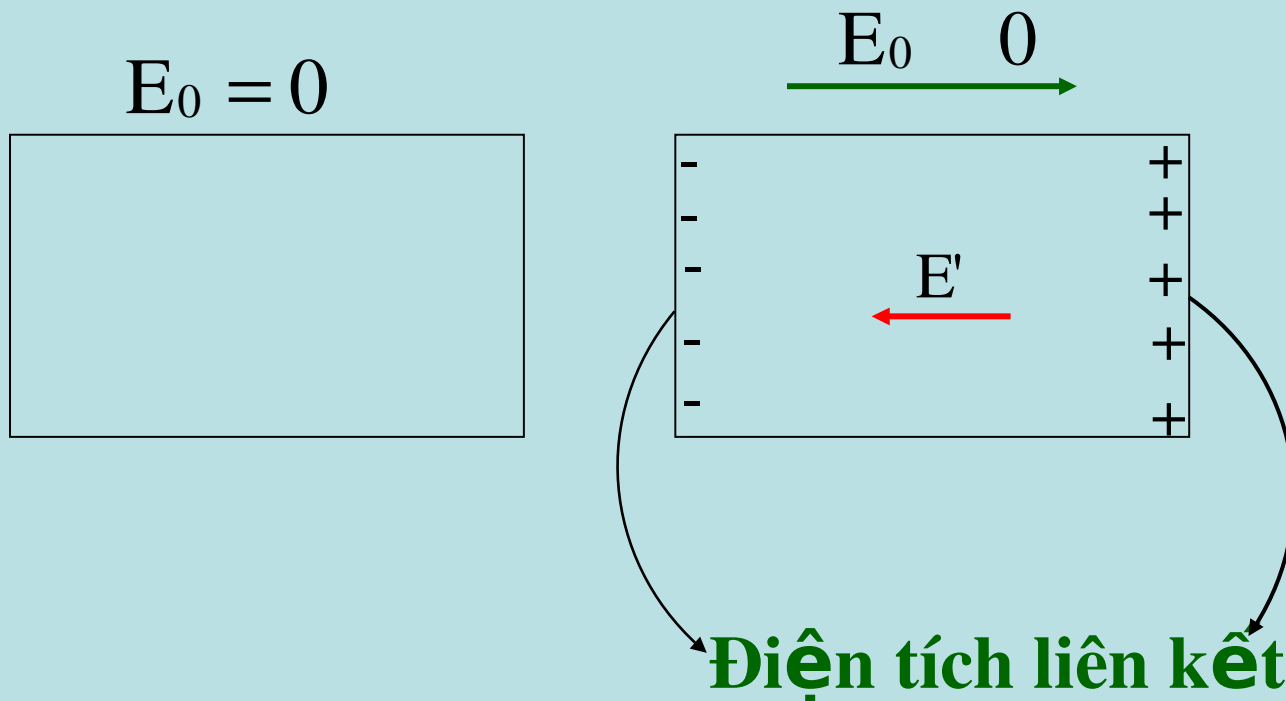
**Điện môi**

→ Không có điện tích tự do  
→ Vd: các phi kim

# II – SỰ PHÂN CỰC ĐIỆN MÔI

## 1 – Hiện tượng phân cực điện môi:

Hiện tượng xuất hiện các điện tích trên thanh điện môi khi nó đặt trong điện trường ngoài được gọi là hiện tượng **phân cực điện môi**.

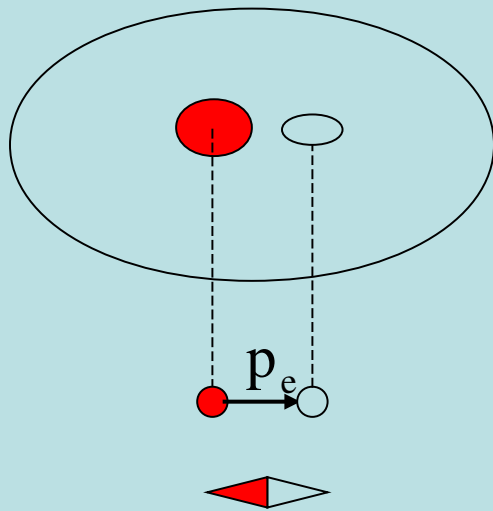


Nếu thanh điện môi không đồng chất và đẳng hướng thì điện tích xuất hiện ngay cả trong lòng thanh điện môi.

## 2 – Giải thích hiện tượng phân cực điện môi:

Khi xét tương tác giữa các electron của mỗi nguyên tử, phân tử với điện tích hay điện trường ngoài, ta coi tác dụng của các electron tương đương như một điện tích điểm tổng cộng  $-q$  đứng yên tại một vị trí trung bình nào đó – gọi là **tâm của các điện tích âm**.

Tương tự, tác dụng của hạt nhân tương đương như một điện tích  $+q$  đặt tại **tâm của các điện tích dương**.



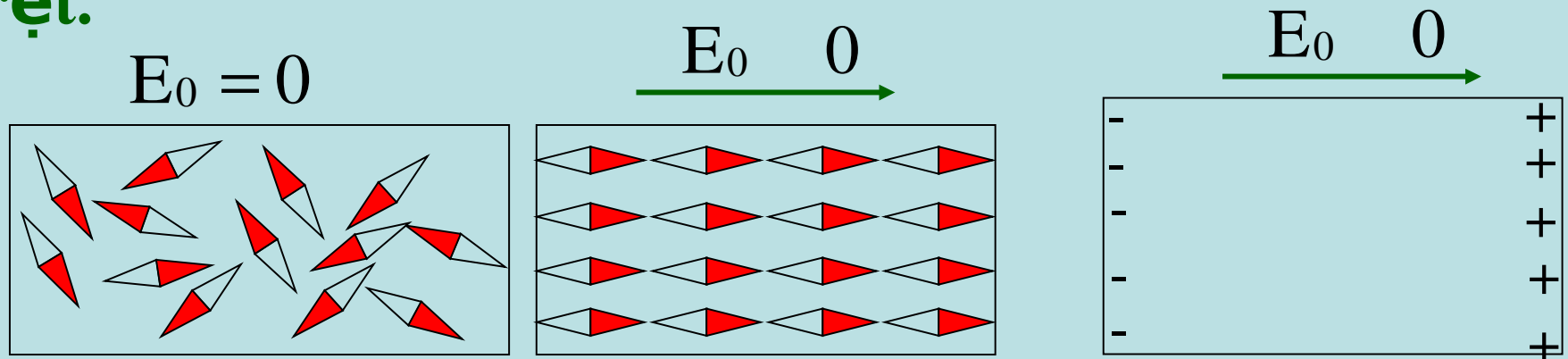
Khi chưa có điện trường ngoài, tâm của các điện tích dương và tâm của các điện tích âm có thể trùng nhau hoặc lệch nhau.

Khi có điện trường ngoài, tâm của các điện tích dương và tâm của các điện tích âm luôn lệch nhau. Bản thân phân tử lúc này trở thành một **lượng cực điện**.

Dưới tác dụng của điện trường ngoài, các mômen điện  $p_e$  của các phân tử sẽ **xoay và định hướng theo đường sức** của điện trường ngoài.

**Kết quả**, trong lòng chất điện môi các điện tích trái dấu của các lưỡng cực phân tử vẫn trung hòa nhau, nhưng ở hai mặt giới hạn, xuất hiện các điện tích trái dấu – **điện tích liên kết**.

**Điện trường ngoài càng mạnh, sự phân cực càng rõ rệt.**



### 3 – Vectơ phân cực điện môi:

Vectơ phân cực điện môi là đại lượng **đặc trưng cho mức độ phân cực của điện môi**, đo bằng tổng các mômen điện của các phân tử có trong một đơn vị thể tích của khối điện môi.

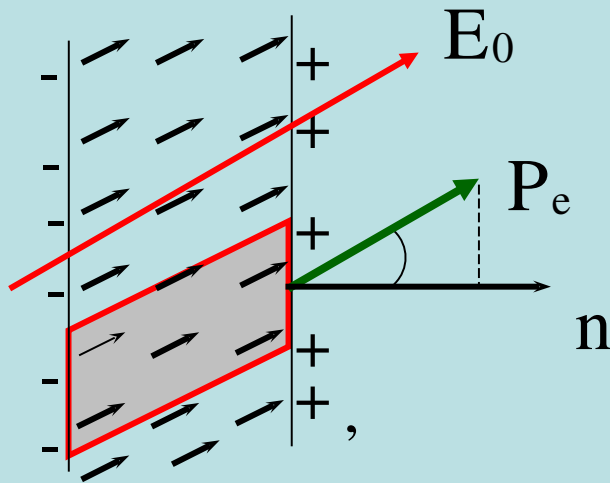
$$P_e = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ei}}{\Delta V}$$

Vectơ phân cực điện môi là một đại lượng vĩ mô, được coi như một mômen lưỡng cực điện ứng với một đơn vị thể tích của chất điện môi. Đơn vị đo của vectơ phân cực điện môi là C/m<sup>2</sup> (trùng với đơn vị đo mật độ điện tích mặt).



## 4 – Liên hệ giữa VTPCĐM và mật độ điện tích liên kết:

Xét khối điện môi **đồng chất, đẳng hướng**, đặt trong điện trường ngoài  $E_0$



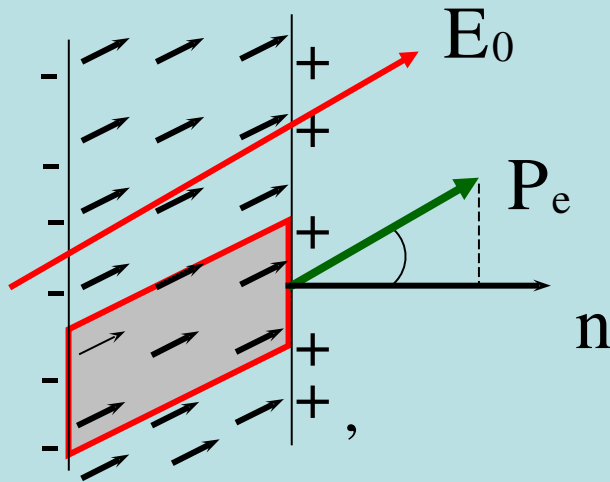
Xét một hình trụ đủ nhỏ có hai đáy nằm trên hai mặt tấm điện môi, có đường sinh //  $E_0$  với

**Khi đó hình trụ coi như một lưỡng cực điện có mômen điện:**

$$p = p_{ei} = q \ell = \sigma' \cdot \Delta S \cdot \ell$$

Mà, vectơ phân cực của khối điện môi trong hình trụ đó :

$$P_e = \frac{\sum_{i=1}^{P_{ei}} p_{ei}}{\Delta V} = \frac{p}{V} = \frac{\sigma' \cdot \Delta S \cdot \ell}{\Delta S \cdot \ell \cdot \cos \alpha}$$



Suy ra:  $|P_e| = \frac{\sigma'}{\cos \alpha}$

Hay:  $\sigma' = P_e \cos \alpha = P_{en}$

**Vậy:** Mật độ điện tích liên kết bằng hình chiếu của vectơ phân cực lên pháp tuyến của mặt giới hạn.

# III – ĐIỆN TRƯỜNG TRONG CHẤT ĐIỆN MÔI

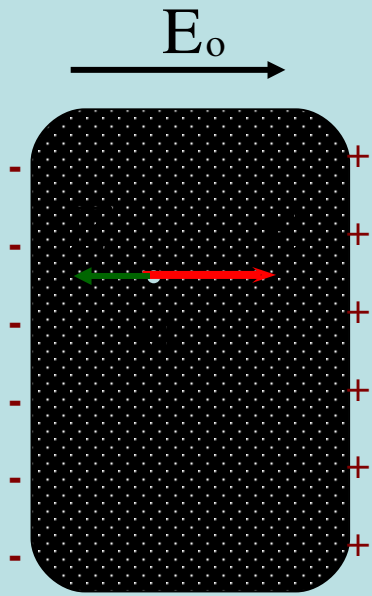
## 1 – Điện trường vi mô và điện trường vĩ mô:

Mỗi phân tử chất điện môi là một lưỡng cực điện. Điện trường do mỗi lưỡng cực đó gây ra gọi là điện trường vi mô. Điện trường vi mô biến thiên rất lớn trong khoảng không gian rất nhỏ bao quanh phân tử.

Khi khảo sát điện trường, ta phải dùng các điện tích thử. Một điện tích thử dù kích thước nhỏ đến đâu cũng là rất lớn so với kích thước phân tử. Vì vậy một điện tích thử được đặt trong lòng điện môi sẽ chiếm một vị trí không gian đủ lớn và ta chỉ đo được điện trường trung bình của điện trường vi mô trong miền không gian đó.

Do đó khi nói đến điện trường trong lòng vật chất, ta hiểu điện trường đó là điện trường vĩ mô tại một điểm trong lòng vật chất

## 2 – Điện trường trong lòng chất điện môi:



$$E = E_0 + E' \quad \blacklozenge \quad E = E_0 - E'$$

$$\text{Mà: } E' = \frac{\sigma'}{\epsilon_0} = \frac{P_{en}}{\epsilon_0} = \frac{P_e}{\epsilon_0}$$

Đối với chất điện môi đồng chất,  
đẳng hướng  $P_e = \chi_e \epsilon_0 E$

$$\blacklozenge E = E_0 - \chi_e E \quad \blacklozenge \quad E = \frac{E_0}{1 + \chi_e} = \frac{E_0}{\epsilon}$$

$\epsilon$  gọi là **độ cảm điện**

**Vậy:** cường độ điện trường trong lòng chất điện môi giảm đi **lần** so với cường độ điện trường trong chân không.

## Hệ số điện môi của một số chất:

<b>Chất điện môi</b>		<b>Chất điện môi</b>	
<b>Chân không</b>	<b>1</b>	<b>Parafin</b>	<b>2,2 – 2,3</b>
<b>Không khí</b>	<b>1,0006</b>	<b>Cao su mềm</b>	<b>2,6 – 3</b>
<b>Dầu hỏa</b>	<b>2,1</b>	<b>Mica</b>	<b>4 – 5,5</b>
<b>Nhựa thông</b>	<b>3,5</b>	<b>Thủy tinh</b>	<b>4 – 10</b>
<b>Ebônit</b>	<b>2,7 – 3</b>	<b>Sứ</b>	<b>6,3 – 7,5</b>

# 3 – Định lí O – G trong môi trường điện môi – vectơ cảm ứng điện:

Chân không

Điện môi

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = 0$$

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = \frac{\rho_{td}}{\epsilon \epsilon_0} \quad \operatorname{div} \mathbf{P}_e = -\rho_{lk}$$

$$\oint_{(S)} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{q_{\text{trong}(S)}}{\epsilon_0}$$

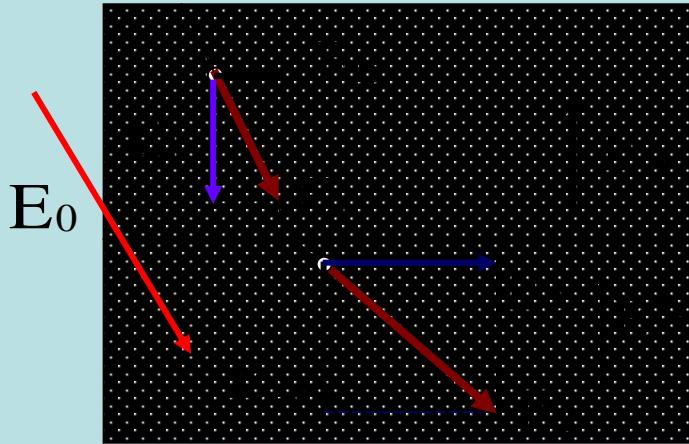
Vectơ cảm ứng điện

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}_e \quad \text{ĐM đc\&đh: } \mathbf{D} = \epsilon \epsilon_0 \mathbf{E}$$

$$\operatorname{div} \mathbf{D} = \rho_{td} \quad \oint_{(S)} \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = q_{\text{trong}(S)}$$

Nếu chất điện môi không đồng nhất và đẳng hướng thì  $\mathbf{P}_e$  và  $\mathbf{E}$  **không cùng phương**, khi đó điện tích xuất hiện ngay cả trong lòng điện môi.

# IV – VECTO $E$ VÀ $D$ TẠI MẶT PHÂN CÁCH HAI CHẤT ĐIỆN MÔI



$$E_1 = E_0 + E'_1$$

$$E_2 = E_0 + E'_2$$

$$E_{1t} = E_{0t} + E'_{1t} \quad (1)$$

$$E_{2t} = E_{0t} + E'_{2t} \quad (2)$$

$$E_{1n} = E_{0n} + E'_{1n} \quad (3)$$

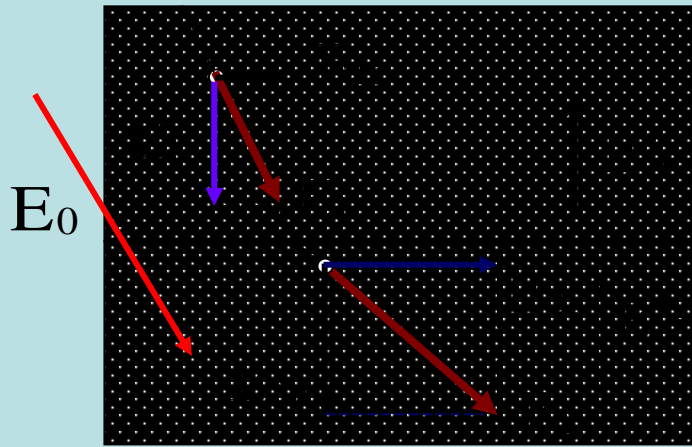
$$E_{2n} = E_{0n} + E'_{2n} \quad (4)$$

$$E_{1n} = E_{2n}$$

**Vì  $E'_{1t} = E'_{2t} = 0$  nên  $E_{1t} = E_{2t}$ . Vậy:** Thành phần tiếp tuyến của vectơ cường độ điện trường biến thiên liên tục qua mặt phân cách giữa hai lớp điện môi.

**Lập luận tương tự, suy ra:** Thành phần pháp tuyến của vectơ cường độ điện trường biến thiên không liên tục qua mặt phân cách giữa hai lớp điện môi.

# IV – VECTO $E$ VÀ $D$ TẠI MẶT PHÂN CÁCH HAI CHẤT ĐIỆN MÔI



$$D_1 = \epsilon_1 \epsilon_0 E_1$$

$$D_2 = \epsilon_2 \epsilon_0 E_2$$

$$\frac{D_{2t}}{D_{1t}} = \frac{\epsilon_1 E_{1t}}{\epsilon_2 E_{2t}} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$$

$$\frac{D_{2n}}{D_{1n}} = \frac{\epsilon_1 E_{1n}}{\epsilon_2 E_{2n}} = 1$$

**Vậy:** Thành phần tiếp tuyến của vectơ cảm ứng điện biến thiên không liên tục qua mặt phân cách giữa hai lớp điện môi; Thành phần pháp tuyến của vectơ cảm ứng điện biến thiên liên tục qua mặt phân cách giữa hai lớp điện môi.



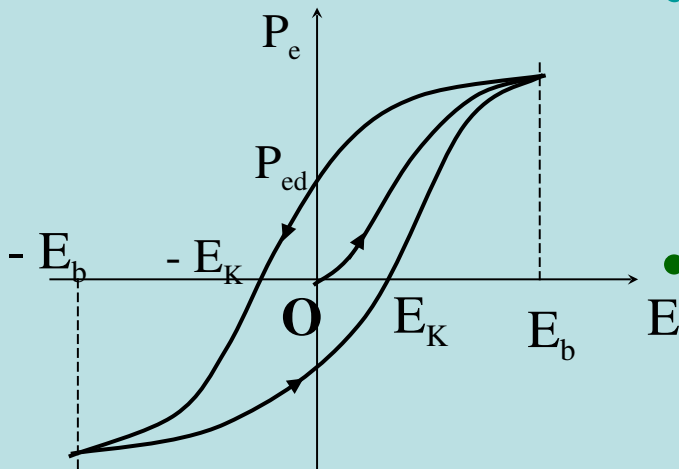
# V – ĐIỆN MÔI ĐẶC BIỆT

## 1 – Điện môi sét nhét:

Muối sét nhét có công thức  $\text{NaK}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_3) \cdot 2.4\text{H}_2\text{O}$

### Đặc tính của điện môi sét nhét :

- Hệ số điện môi của sét nhét phụ thuộc vào nhiệt độ, có giá trị rất lớn (có thể đạt tới 10000).
- Vectơ phân cực không tỉ lệ bậc nhất với cường độ điện trường trong lòng chất điện môi.



- Giá trị của  $P_e$  phụ thuộc cường độ điện trường  $E$  và trạng thái phân cực trước đó của điện môi.
- Khi tăng nhiệt độ tới quá một nhiệt độ  $T_c$ , sét nhét mất hết các tính chất đặc biệt, trở thành điện môi bình thường.

## 2 – Hiệu ứng áp điện:

Năm 1880 nhà vật lí Pie Curi và Giắc Curi đã phát hiện ra hiện tượng : khi kéo dãn hoặc nén tinh thể điện môi theo các phương đặc biệt trong tinh thể thì trên các mặt giới hạn của tinh thể có xuất hiện các điện tích trái dấu. Hiện tượng đó được gọi là *hiệu ứng áp điện thuận*.

Ngược lại, nếu ta áp lên hai mặt tinh thể một hiệu điện thế thì nó sẽ bị dãn hoặc nén. Đó là *hiệu ứng áp điện nghịch* được ứng dụng để biến các dao động cơ thành các dao động điện.

Hiệu ứng áp điện nghịch được ứng dụng để chế tạo các máy phát sóng siêu âm

