ПОЛЯРИЗАЦИЯ НА ДИЕЛЕКТРИЦИ БЕЗ ПРОВОДИМОСТ В ПОСТОЯННО ЕЛЕКТРИЧНО ПОЛЕ

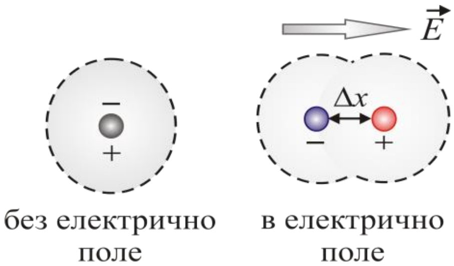
1. Поляризация на диелектрика

- ***Неполярни диелектрици***
- ***Полярни диелектрици***
- ***Йонни кристали***

$$\vec{P} = \frac{1}{\Delta V}\sum_i \vec{p}_i \qquad (1)$$

$$\vec{P} = n_0 \vec{p}$$

а) индуцирана поляризация



Фигура 1. Електронна поляризация.

$$\vec{F} = \vec{F}' \Rightarrow q\vec{E} = k\Delta\vec{x} \rightarrow \Delta\vec{x} = \frac{q\vec{E}}{k}$$

$$\vec{p} = q\Delta\vec{x} \Rightarrow \vec{p} = \frac{q^2}{k}\vec{E}$$

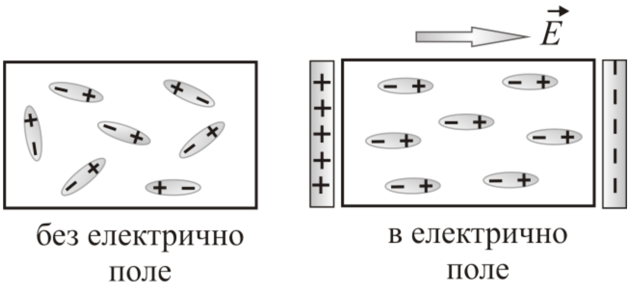
$$\vec{p} = \varepsilon_0 \alpha \vec{E}$$

$$\vec{P} = n_0\vec{p} = n_0\varepsilon_0\alpha\vec{E}$$

$$æ = n_0\alpha$$

$$\vec{P} = \varepsilon_0 æ \vec{E}$$

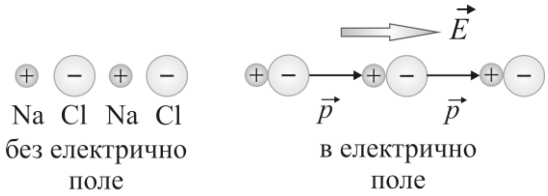
б) ориентационна поляризация



Фигура 2. Диполна поляризация.

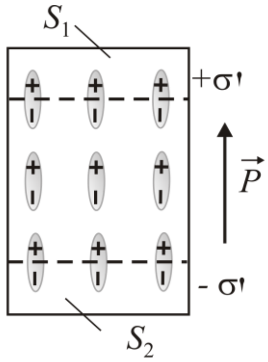
$$\vec{P} = \varepsilon_0 æ \vec{E}, \qquad æ = \frac{n_0 p^2}{3\varepsilon_0 kT}$$

в) йонна поляризация



Фигура 3. Йонна поляризация.

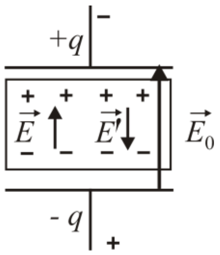
$$\vec{P} = \varepsilon_0 \text{æ} \vec{E}.$$



Фигура 4. Свързани заряди.

2. Средно и локално електрично поле в диелектрици без проводимост

- **Средно електрично поле**



Фигура 5. Диелектрик между плочите на кондензатор.

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

$$E = E_0 - E' \tag{2}$$

$$E = E_0 - \frac{\sigma'}{\varepsilon_0} \tag{3}$$

От $\sigma' = P_n \equiv P = \varepsilon_0 \text{æ} E$ се получава: $E = E_0 - \text{æ} E$ или $\varepsilon E = E_0$ $(1 + \text{æ} = \varepsilon)$.

$$E = \frac{E_0}{\varepsilon}$$

$$D = \varepsilon_0.E + P$$

$$D = \varepsilon_0.\varepsilon.E$$

или $$D = \varepsilon_0.(1 + \text{æ}).E$$

$$P = \varepsilon_0.(\varepsilon - 1).E \tag{4}$$

- **Локално електрично поле**

$$E_л = E + E_1 + E_2 \quad (5)$$

$$\oint_S \vec{E}_1 . d\vec{S} = \frac{\sum_i q_i}{\varepsilon_0} = \oint_{S'} \frac{\sigma' dS'}{\varepsilon_0}$$

$$dS' = R^2 \sin\theta d\theta d\varphi$$

$$E_1 = \frac{P}{3\varepsilon_0}$$

$$E_л = E + \frac{P}{3\varepsilon_0} \quad (6)$$

$$E_л = \frac{\varepsilon + 2}{3} E \quad (7)$$

3. Уравнение на Клаузиус-Мосоти

$$\alpha = \alpha_e + \alpha_d + \alpha_i + \ldots$$

$$P = n\varepsilon_0 \alpha E_л \quad (8)$$

$$P = n\varepsilon_0 \alpha \frac{\varepsilon + 2}{3} E \quad (9)$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{n\alpha}{3} \quad (10)$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \sum_i \frac{n_i \alpha_i}{3} \quad (11)$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{n\alpha}{3} \frac{M}{\rho} \quad (12)$$

(N = 6,022.10^{23} mol^{-1})

$$\frac{nM}{\rho} = N \quad (13)$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{N\alpha}{3}$$

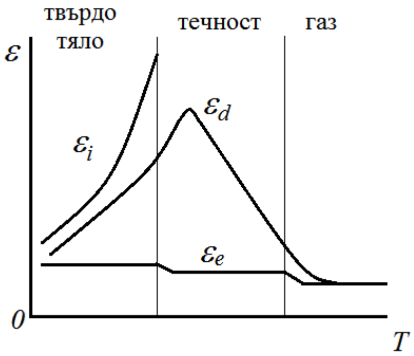
$$P_\mu = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{N\alpha}{3} \quad (14)$$

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\varepsilon\mu}$$

$$n^2 = \varepsilon$$

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \frac{N}{3} \frac{\alpha\rho}{M}$$

$$TK\varepsilon = \frac{1}{\varepsilon}\frac{d\varepsilon}{dT}.$$



Фигура 6. Качествени зависимости $\varepsilon = f(T)$.

4. Диполна поляризуемост

$$\bar{p} = \frac{p^2 E}{3kT}$$

$$\alpha_d = \frac{p^2}{3\varepsilon_0 kT}$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{n}{3}\left(\alpha_e + \frac{p^2}{3\varepsilon_0 kT}\right)$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{n}{3}\left(\alpha_e + \frac{p^2}{3\varepsilon_0 kT}R\right) \tag{14}$$

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{n_1\alpha_{e1}}{3} + \frac{n_2\alpha_{e2}}{3} + \frac{n_2 p^2}{9\varepsilon_0 kT}$$

5. Поляризация на твърди йонни диелектрици

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}, \qquad M = \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}, \qquad k = \omega^2 M = \omega^2 \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2} \tag{15}$$

$$p = q\Delta x = \frac{q^2 E}{k} \tag{16}$$

$$p = \varepsilon_0 \alpha_i E, \qquad \alpha_i = \frac{p}{\varepsilon_0 E}.$$

$$\alpha_i = \frac{q^2}{\varepsilon_0 k}$$

$$\alpha_i = \frac{q^2}{\varepsilon_0 \omega^2}\frac{M_1 + M_2}{M_1 M_2} \tag{16}$$

$$\alpha_i = \frac{q^2 N}{\varepsilon_0 \omega^2} \frac{A_1 + A_2}{A_1 A_2}$$

$$P_i = n\varepsilon_0 \alpha_i \, E = n\varepsilon_0 \frac{q^2 N}{\varepsilon_0 \omega^2} \frac{A_1 + A_2}{A_1 A_2} E$$

$$P = n\varepsilon_0 (\alpha_e + \alpha_i) E = n\varepsilon_0 \left(\alpha_e + \frac{q^2 N}{\varepsilon_0 \omega^2} \frac{A_1 + A_2}{A_1 A_2} \right) E$$

$$n\alpha_e + n \frac{q^2 N}{\varepsilon_0 \omega^2} \frac{A_1 + A_2}{A_1 A_2} = \varepsilon - 1 \tag{17}$$

$$\varepsilon^m = x_1 \varepsilon_1^m + (1 - x_1)\varepsilon_2^m \tag{18}$$

$$\frac{1}{\varepsilon} = \frac{x_1}{\varepsilon_1} + \frac{1 - x_1}{\varepsilon_2}$$

$$\varepsilon = x_1 \varepsilon_1 + (1 - x_1)\varepsilon_2$$

$$\varepsilon^{m-1} d\varepsilon = x_1 \varepsilon_1^{m-1} d\varepsilon_1 + (1 - x_1)\varepsilon_2^{m-1} d\varepsilon_2$$

При $m = 0$: $$\frac{d\varepsilon}{\varepsilon} = x_1 \frac{d\varepsilon_1}{\varepsilon_1} + (1 - x_1) \frac{d\varepsilon_2}{\varepsilon_2}$$

$$\ln \varepsilon = x_1 \ln \varepsilon_1 + (1 - x_1) \ln \varepsilon_2 + C$$

При $x_1 = 1$, $\varepsilon_1 = \varepsilon$ и за константата се получава C = 0.

$$\ln \varepsilon = x_1 \ln \varepsilon_1 + (1 - x_1) \ln \varepsilon_2$$