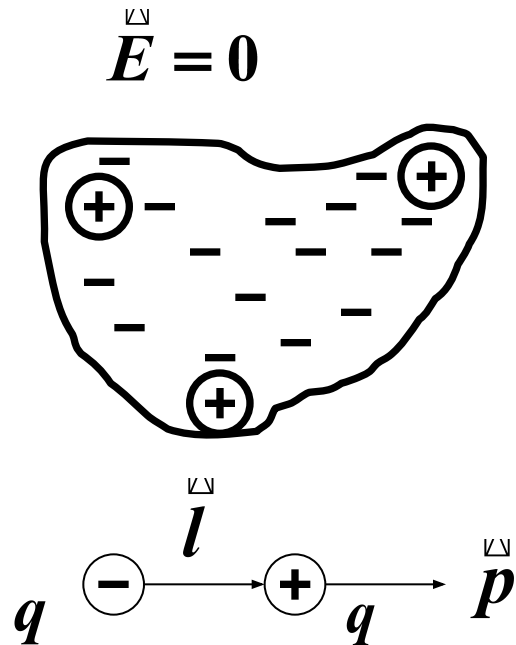




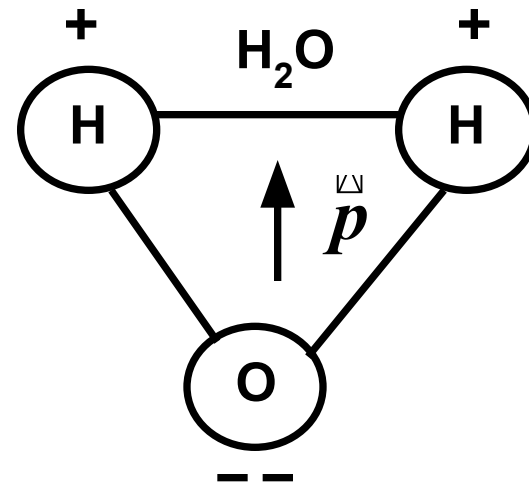
***Диэлектрики*** – вещества, в которых нет (или почти нет) свободных электрических зарядов.

По М.Фарадею *диэлектрики* – это тела, в которых может длительно существовать электрическое поле.

Поведение диэлектрика в электрическом поле определяется поведением его молекул, которые могут быть полярными и неполярными. У полярных молекул ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$  и т.д.) в отсутствие эл. поля центры тяжести положительных и отрицательных зарядов не совпадают. Такие молекулы представляют собой диполи, которые характеризуются дипольным моментом  $\vec{p}$ .

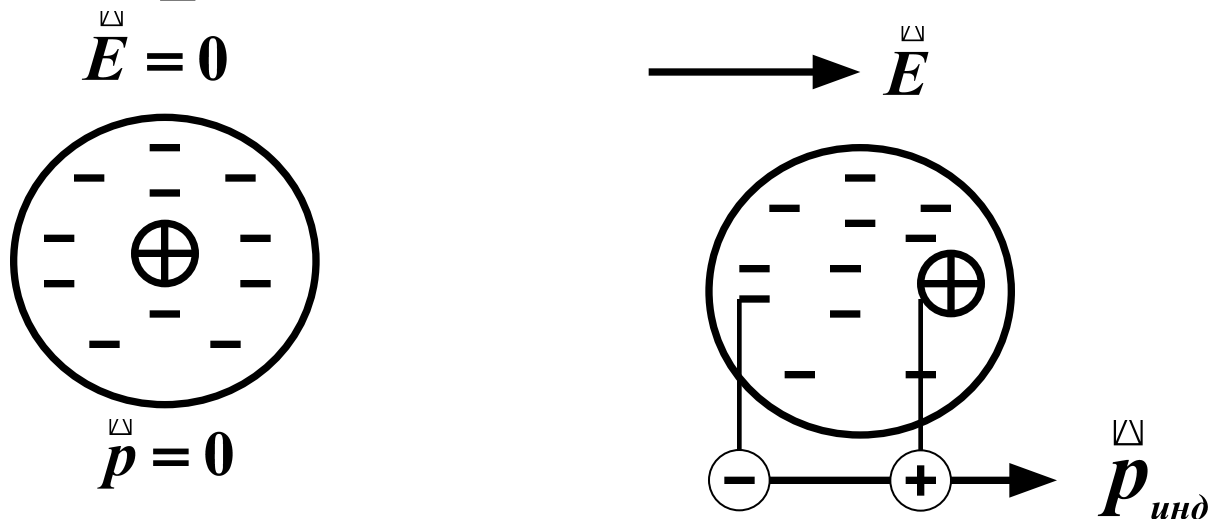


$$\vec{p} = ql$$

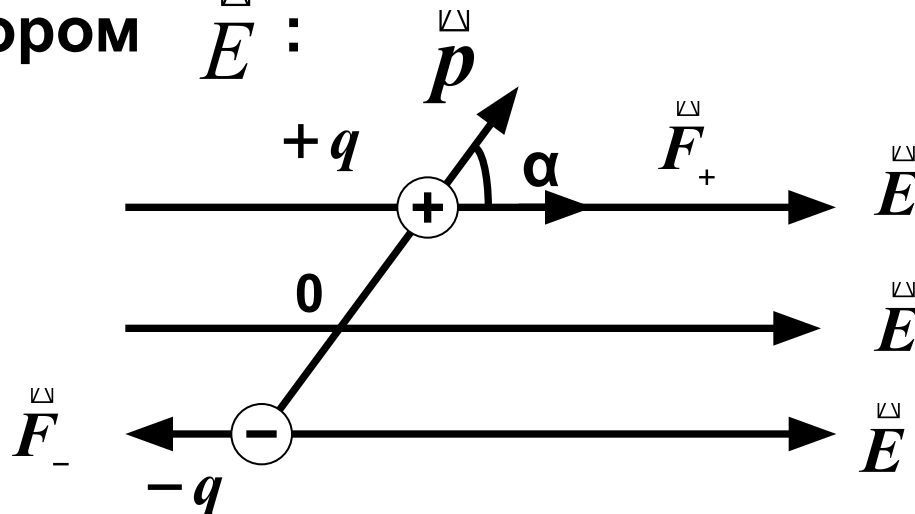


Для неполярных молекул ( $O_2$ ,  $N_2$ , He и т.д.) в отсутствие электрического поля центры тяжести положительных и отрицательных зарядов совпадают,  $\vec{p} = 0$ .

В электрическом поле неполярная молекула приобретает индуцированный дипольный момент  $\vec{p}_{инд}$ , пропорциональный вектору  $\vec{E}$  электрического поля.



На заряды диполя в однородном электрическом поле действует пара одинаковых по модулю сил ( $F_+ = F_-$ ), вызывающих вращение диполя вокруг его центра (точки  $O$ ) с уменьшением угла между дипольным моментом  $\vec{p}$  и вектором  $\vec{E}$ :



В итоге диполь устанавливается в положение, для которого угол  $\alpha=0$  (положение устойчивого равновесия).

В неоднородном электрическом поле диполь поворачивается и втягивается в область более сильного поля.



Диэлектрик во внешнем электрическом поле поляризуется.

Поляризация диэлектрика заключается в том, что элементарные объемы диэлектрика и весь диэлектрик в целом приобретает вполне определенный электрический момент. Поляризация сопровождается появлением связанных (поляризованных) зарядов. Отделить связанные заряды друг от друга невозможно.



**Вектор поляризации** – количественная характеристика интенсивности поляризации.

**Вектор поляризации (поляризованность)** – электрический дипольный момент единицы объема поляризованного диэлектрика.

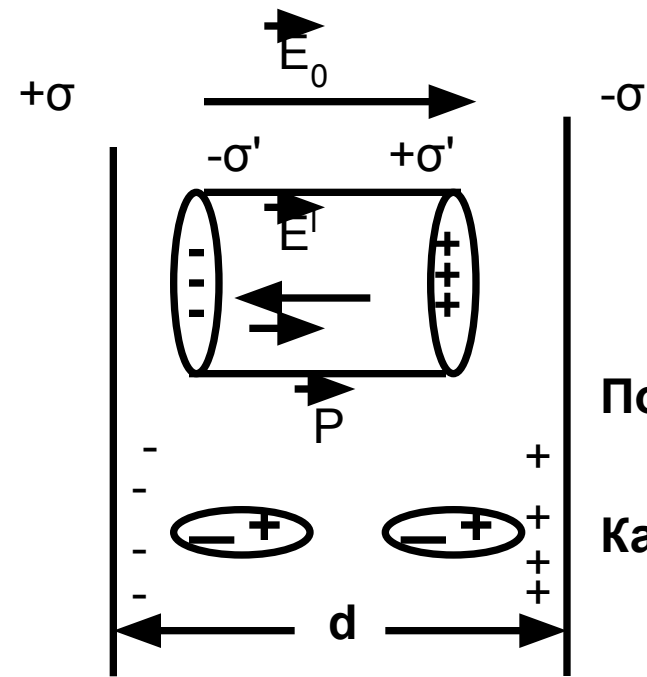
$$\vec{P} = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\sum_{эл} \vec{P}}{\Delta V} = \frac{d\vec{P}}{dV}, \quad \frac{Кл}{м^2}$$

$$\frac{Кл}{м^2} = \frac{Кл^2}{Н \cdot м^2} \cdot \frac{Н}{Кл} \quad \vec{P} = \chi \varepsilon_0 \vec{E}$$

$\chi$  – диэлектрическая восприимчивость

$\vec{E}$  – суммарная напряженность поля внутри диэлектрика ( $\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}_{поляр}$ )

$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}_{поляр}$$



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

$$E = E_0 - E'$$

По определению  $\vec{P}$ :

$$dP_{\text{эл}} = P dV$$

Как макродиполь:

$$dP_{\text{эл}} = \sigma' dS \cdot d \quad \left. \vphantom{dP_{\text{эл}}} \right\} \sigma' = P$$

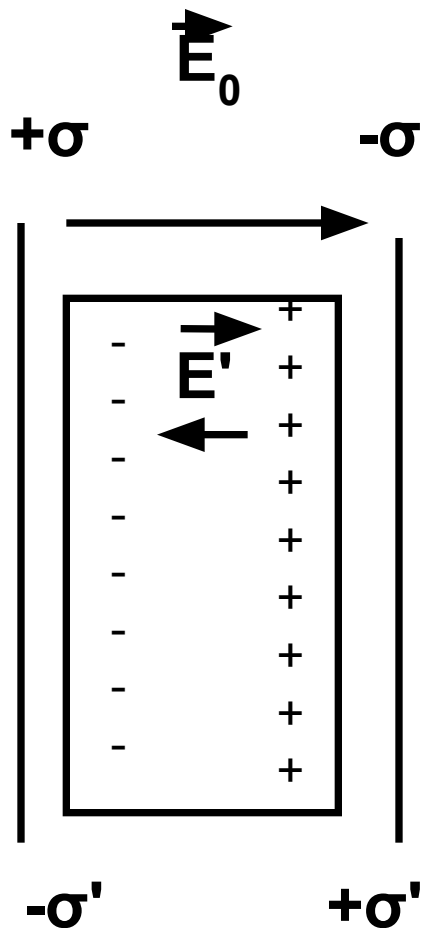
Для плоского конденсатора

$$\frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{E \epsilon \epsilon_0}{P} = \frac{E \epsilon \epsilon_0}{\chi \epsilon_0 E} = \frac{\epsilon}{\chi} = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1} = \frac{1 + \chi}{\chi}$$

$$\frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{\epsilon}{\epsilon - 1}$$

$$\sigma > \sigma'$$

$$E = E_0 - E' = E_0 - \frac{\sigma'}{\varepsilon_0} = E_0 - \frac{P}{\varepsilon_0} = E_0 - \frac{\chi \varepsilon_0 E}{\varepsilon_0} = E_0 - \chi E \Rightarrow$$



$$E_0 = (1 + \chi)E$$

$$\varepsilon = 1 + \chi = \frac{E_0}{E}$$

$$\boxtimes \quad \boxtimes$$

$$D = \varepsilon \varepsilon_0 E$$

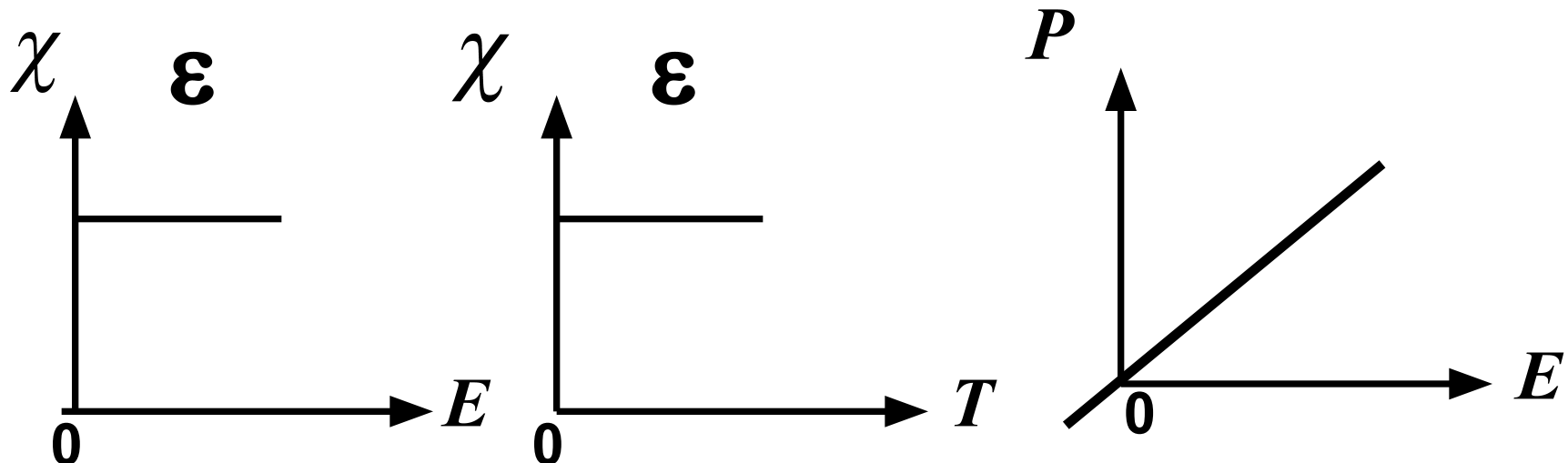
$$D = (1 + \chi) \varepsilon_0 E = \varepsilon_0 E + \underbrace{\chi \varepsilon_0 E}_P$$



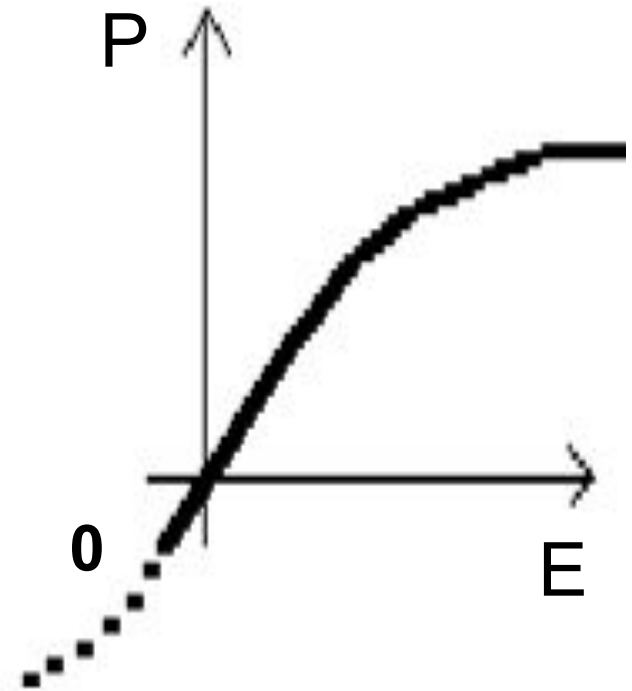
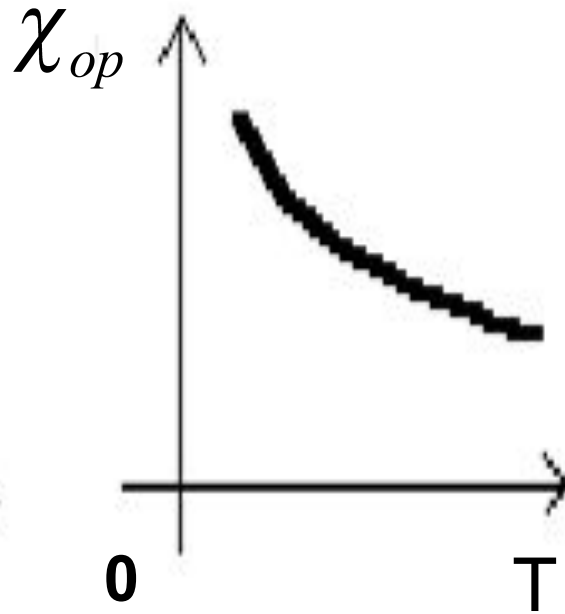
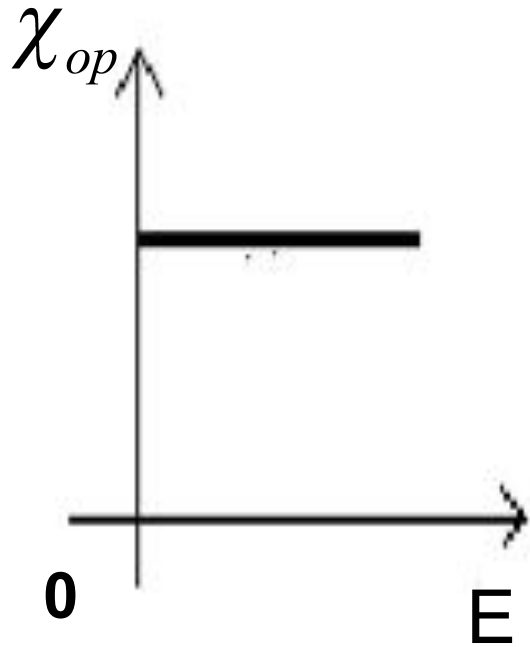


**Диэлектрики с неполярными молекулами (водород, азот, сера, полиэтилен, парафин, бензол).**

**В неполярных молекулах атомы расположены симметрично. Центры тяжести всех ядер и всех электронов в отсутствии внешнего поля совпадают.**



# Диэлектрики с полярными молекулами (параэлектрики – вода, соляная кислота).



$$\chi_{op} = \frac{C}{T}$$

$$C = \text{const}$$



# **Особенности сегнетоэлектриков**

- 1. Относительная диэлектрическая проницаемость среды характеризуется очень большими значениями.**
- 2. Она зависит от напряженности поля.**
- 3. Она зависит от температуры. Сегнетоэлектрик существует при температурах ниже критической.**
- 4. В сегнетоэлектриках существуют области самопроизвольной поляризации (домены).**
- 5. Наблюдается гистерезис свойств.**