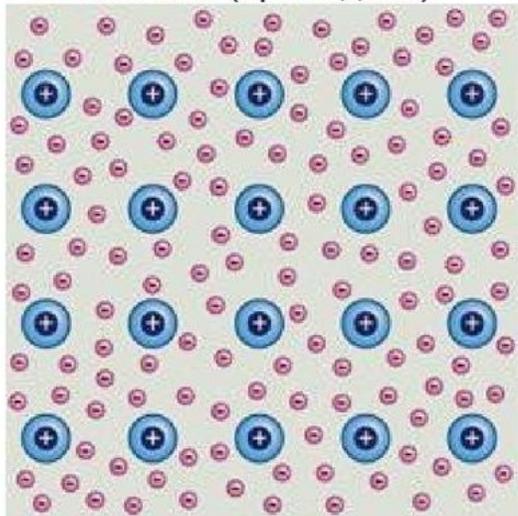


Диэлектрики

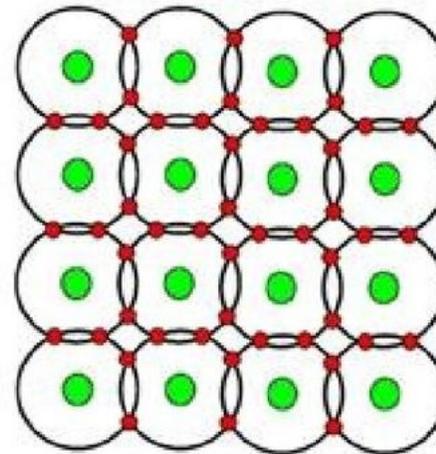
Диэлектрики определения

- ▶ **Связанные заряды** - разноименные заряды, входящие в состав атомов (или молекул), которые не могут перемещаться под действием электрического поля независимо друг от друга.
- ▶ **Свободные заряды** - заряженные частицы одного знака, способные перемещаться под действием электрического поля.

металл (проводник)

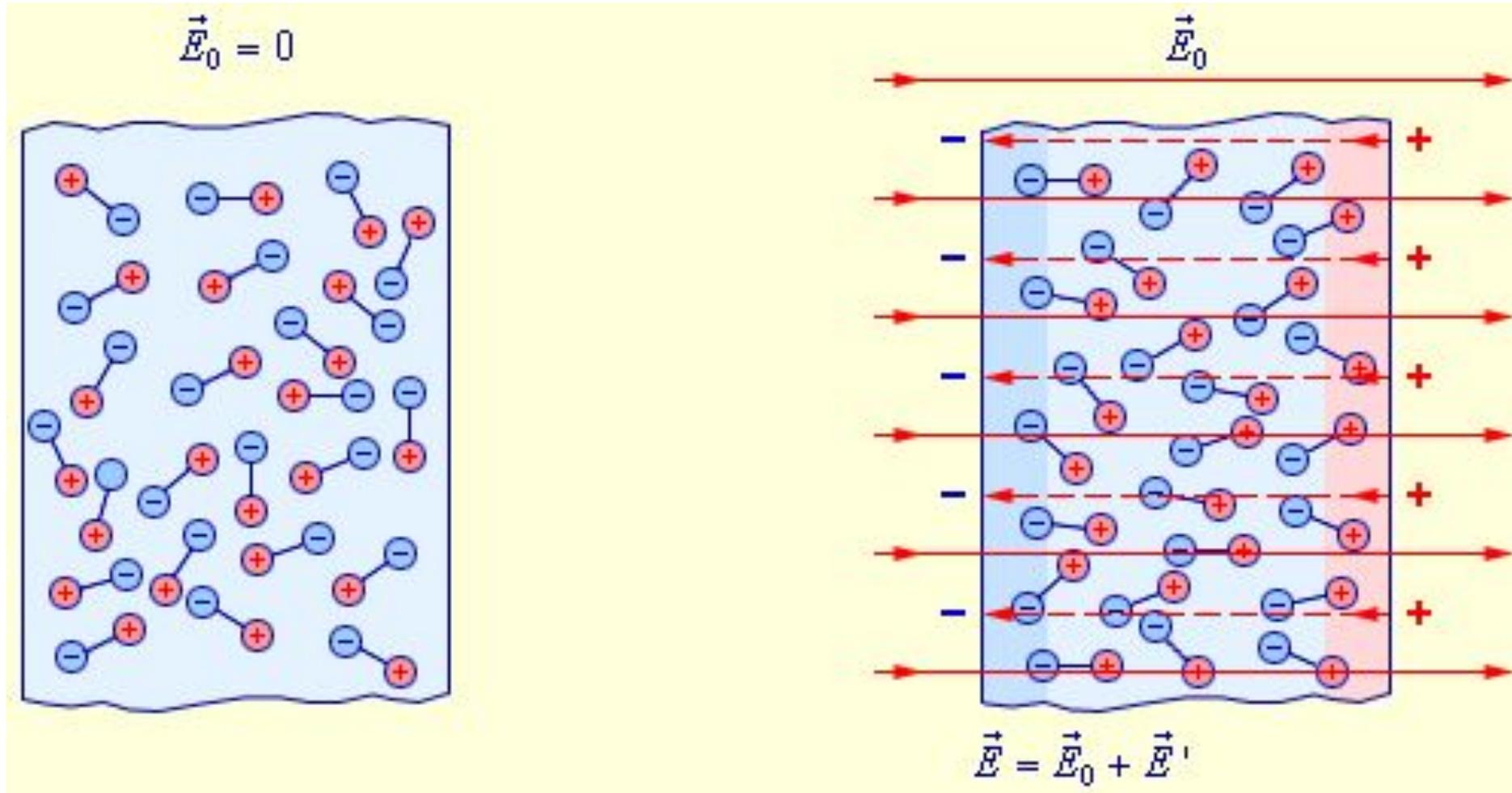


диэлектрик

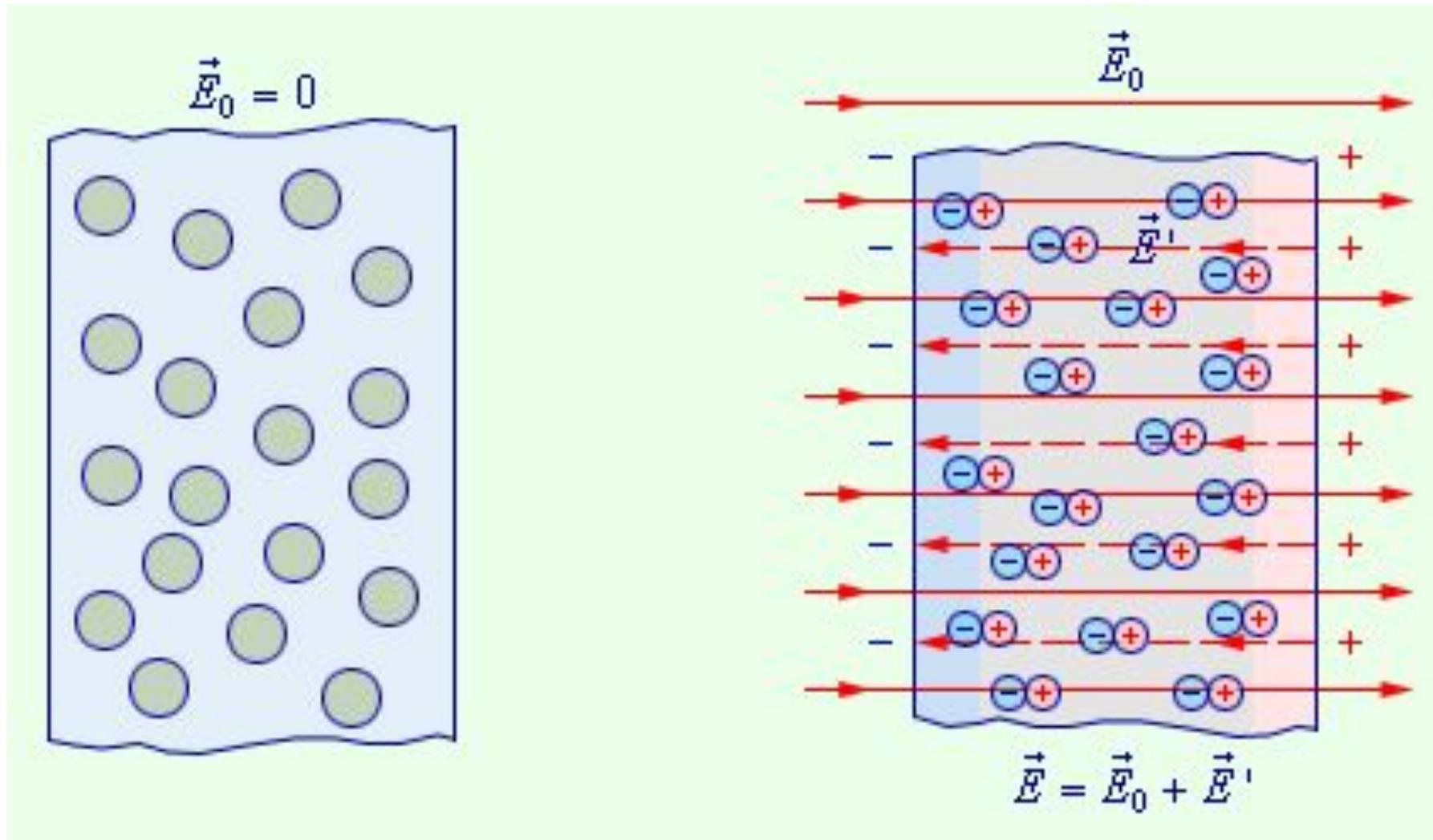


- ▶ **Идеальный диэлектрик** состоит только из связанных зарядов.
- ▶ **Реальный диэлектрик** из-за дефектов строения и ионогенных примесей кроме связанных зарядов содержит некоторое количество свободных зарядов.
- ▶ **Поляризация** - перемещение связанных зарядов под действием электрического поля.
- ▶ **Электрический ток** — направленное (упорядоченное) движение свободных зарядов.

Поляризация полярных диэлектриков



Поляризация неполярных диэлектриков

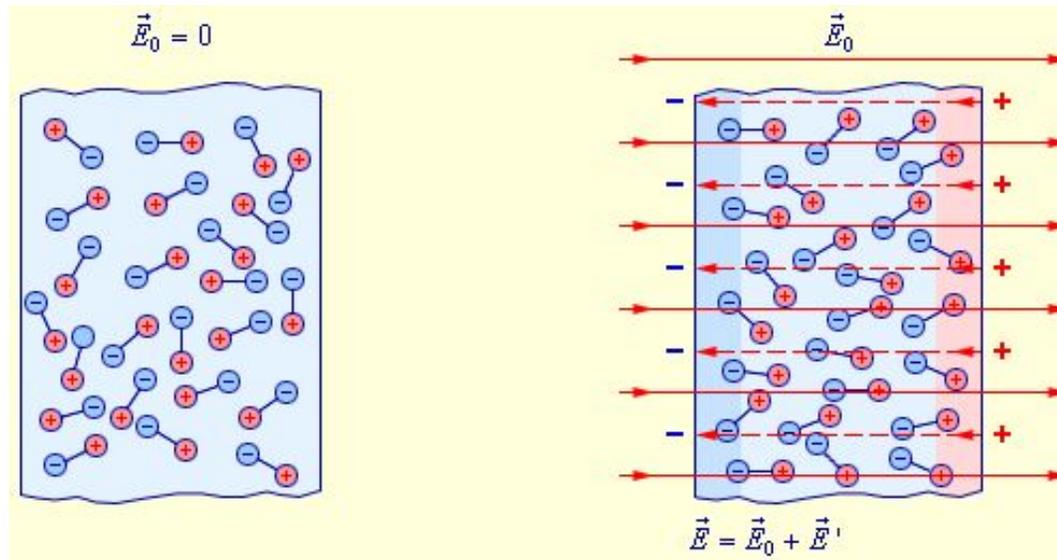


Поляризация

- ▶ **Поляризация** - это такое явление, когда под действием внешнего электрического поля происходит ограниченное смещение связанных заряженных частиц и некоторое упорядоченное расположение диполей, совершающих хаотическое тепловое движение, в результате чего в диэлектрике образуется результирующий электрический дипольный момент.

Проявления поляризации диэлектриков

- ▶ Возникновение связанных нескомпенсированных зарядов на гранях диэлектрика;
- ▶ Возникновение собственного электрического поля в диэлектрике, направленного противоположно внешнему полю;
- ▶ Ослабление внешнего электрического поля;
- ▶ Изменение линейных размеров диэлектрика (электрострикция)
- ▶ Нагрев диэлектрика.



Поляризованность диэлектрика

- ▶ Поляризованность - векторная величина, которая характеризует степень поляризации диэлектрика

$$\mathbf{P} = \frac{1}{\Delta V} \sum_{i=1}^N \mathbf{P}_i$$

- ▶ \mathbf{P} - вектор поляризации (поляризованность) [Кл/м²];
- ▶ \mathbf{P}_i - индуцированный дипольный момент [Кл•м];
- ▶ ΔV - объем диэлектрика [м³];
- ▶ N - число молекул в объеме.

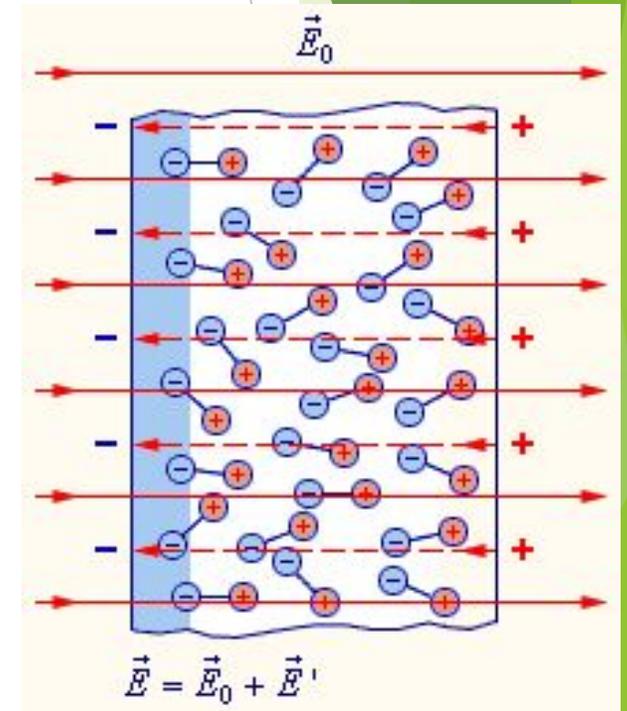
Диэлектрическая проницаемость

- ▶ Диэлектрическая проницаемость среды относительная – физическая величина, характеризующая свойства изолирующей (диэлектрической) среды и показывающая, во сколько раз сила взаимодействия двух электрических зарядов в этой среде меньше, чем в вакууме.

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

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

- ▶ E_0 - напряженность внешнего электрического поля в вакууме;
- ▶ E - напряженность полного поля в однородном диэлектрик;
- ▶ E' - поле, созданное нескомпенсированными зарядами на гранях диэлектрика.

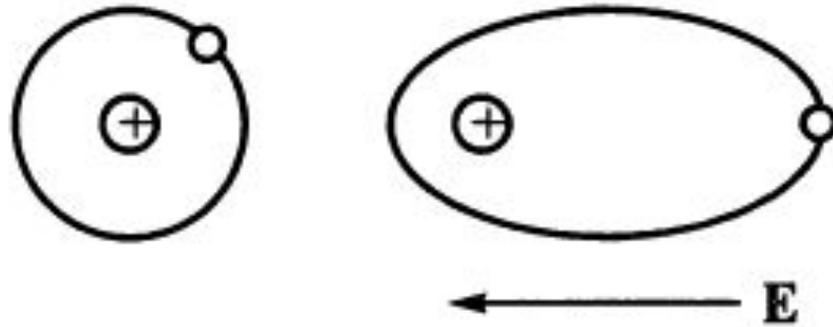


Виды поляризации

- ▶ Упругая поляризация
 - ▶ Электронная
 - ▶ Ионная
 - ▶ Дипольная (ориентационная)
- ▶ Неупругая поляризация
 - ▶ Электронно-релаксационная
 - ▶ Ионно-релаксационная
 - ▶ Дипольно-релаксационная
 - ▶ Спонтанная (самопроизвольная)
 - ▶ Резонансная
 - ▶ Миграционная
 - ▶ Структурная

Электронная поляризация

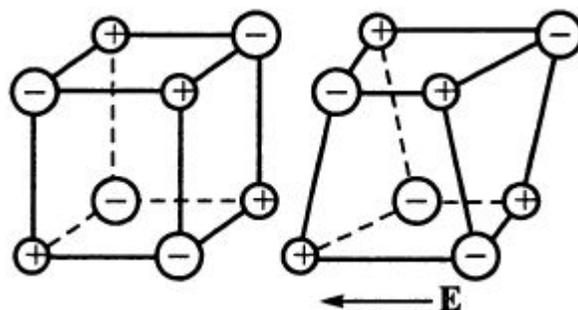
- ▶ **Электронная поляризация** - смещение электронных оболочек атомов под действием внешнего электрического поля.



Характерна для всех диэлектриков и несвязанна с потерями энергии.
Время поляризации: $\sim 10^{-15}$

Ионная поляризация

- ▶ Ионная поляризация – смещение узлов кристаллической решетки под действием внешнего электрического поля на величину меньшую чем величина постоянной решетки.



Время поляризации: $\sim 10^{-13}$ с.

Дипольная поляризация

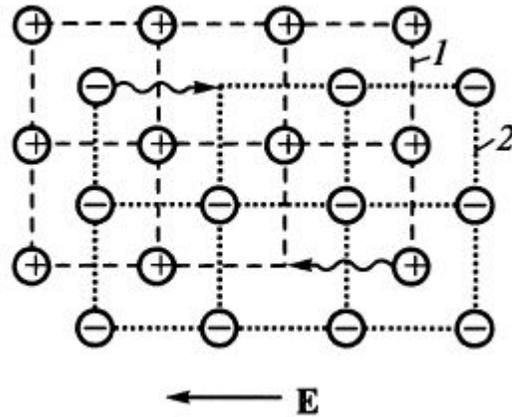
- ▶ Дипольная поляризация наблюдается в дипольных молекулах, закрепленных одним концом и которые ограничено вращаются на небольшой угол.

Электронно-релаксационная поляризация

- ▶ **Электронно-релаксационная поляризация** — ориентация дефектных электронов во внешнем электрическом поле.

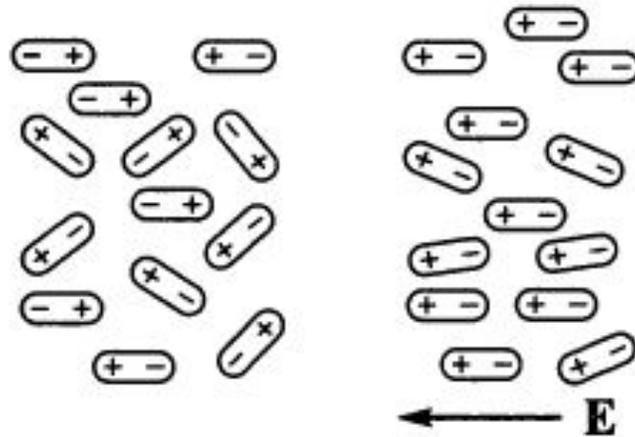
Ионно-релаксационная поляризация

- ▶ Ионно-релаксационная поляризация — смещение ионов, слабо закрепленных в узлах кристаллической структуры, либо находящихся в междуузлии



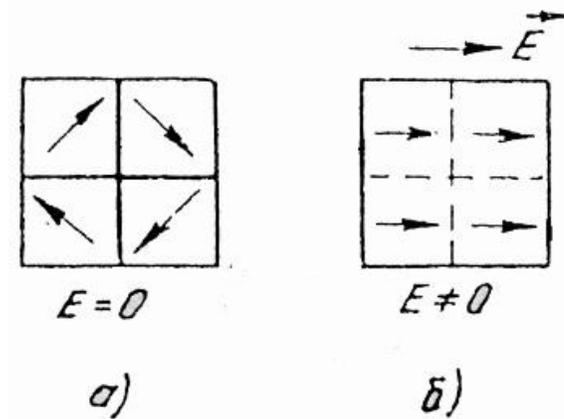
Дипольно-релаксационная поляризация

- ▶ Дипольно-релаксационная - проявляется в появлении некоторой упорядоченности в расположении полярных молекул, совершающих хаотические тепловые движения под действием электрического поля.



Спонтанная (самопроизвольная) поляризация

- ▶ Спонтанная (самопроизвольная) поляризация обусловлена наличием в веществе доменов, которые обладают электрическим моментом в отсутствие электрического поля, но которые имеют разную ориентацию.

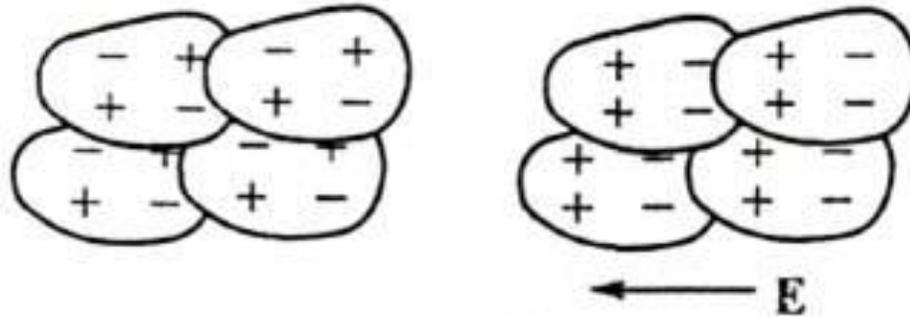


Резонансная поляризация

- ▶ Резонансная поляризация — ориентация частиц, собственные частоты которых совпадают с частотами внешнего электрического поля.

Миграционная поляризация

- ▶ Миграционная поляризация обусловлена наличием в материале слоев с различной проводимостью, образованию объемных зарядов, особенно при высоких градиентах напряжения



Структурная поляризация

- ▶ Структурная поляризация — ориентация примесей и неоднородных макроскопических включений в диэлектрике.