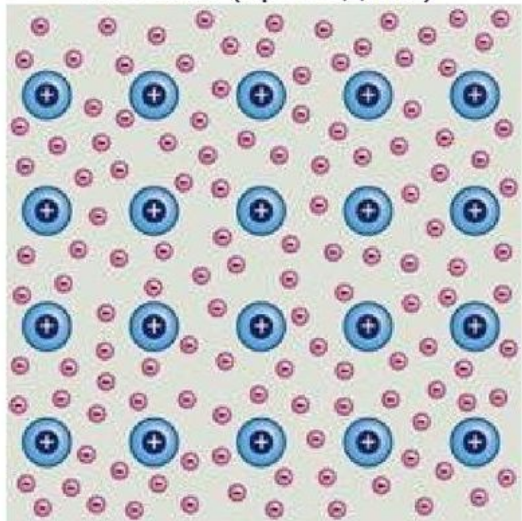


# Диэлектрики

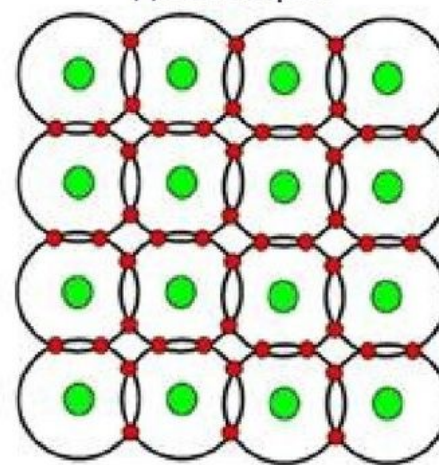
# Диэлектрики определения

- ▶ **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)

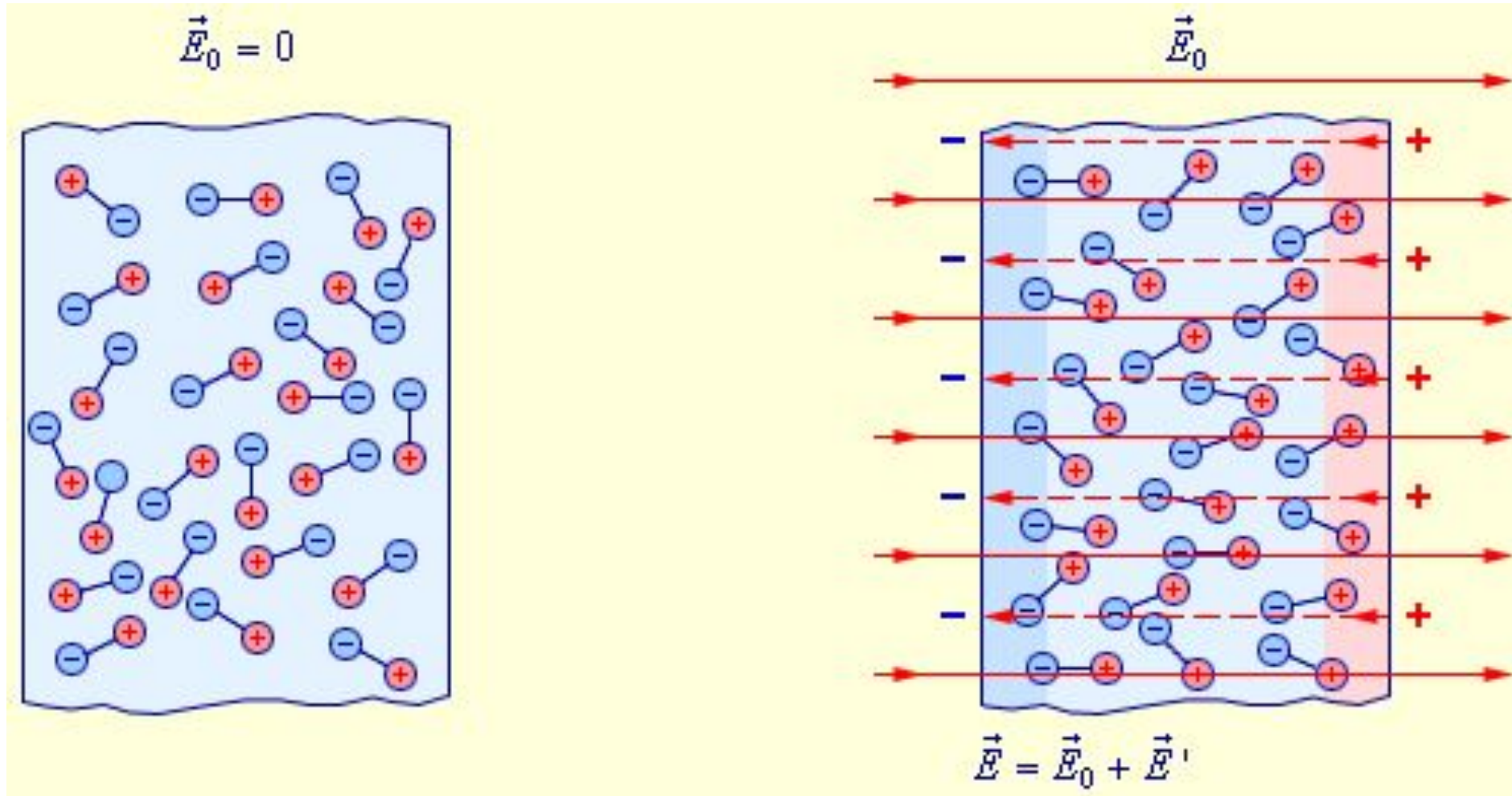


диэлектрик

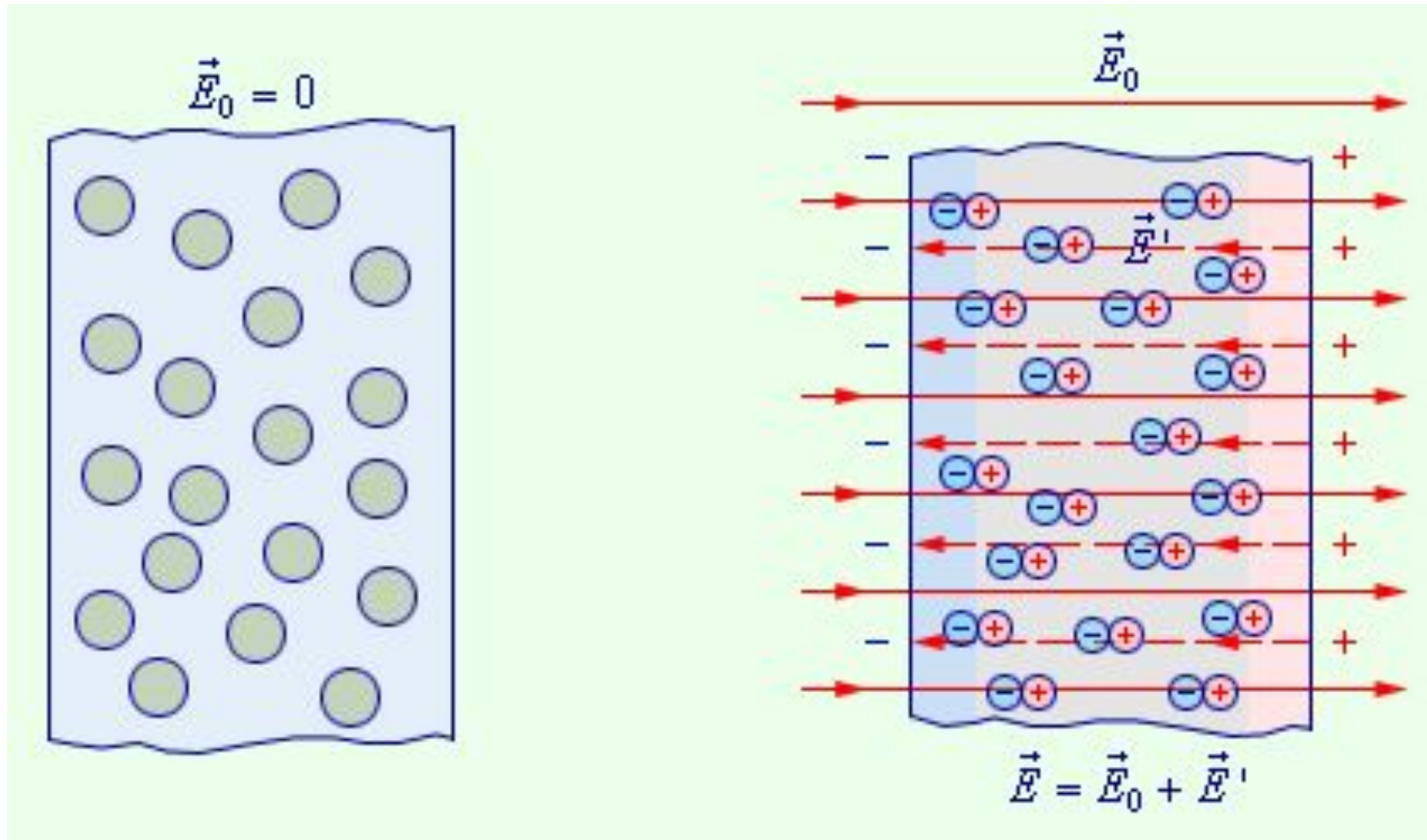


- ▶ **Идеальный диэлектрик** состоит только из связанных зарядов.
- ▶ **Реальный диэлектрик** из-за дефектов строения и ионогенных примесей кроме связанных зарядов содержит некоторое количество свободных зарядов.
- ▶ **Поляризация** - перемещение связанных зарядов под действием электрического поля.
-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

# Поляризация полярных диэлектриков



# Поляризация неполярных диэлектриков

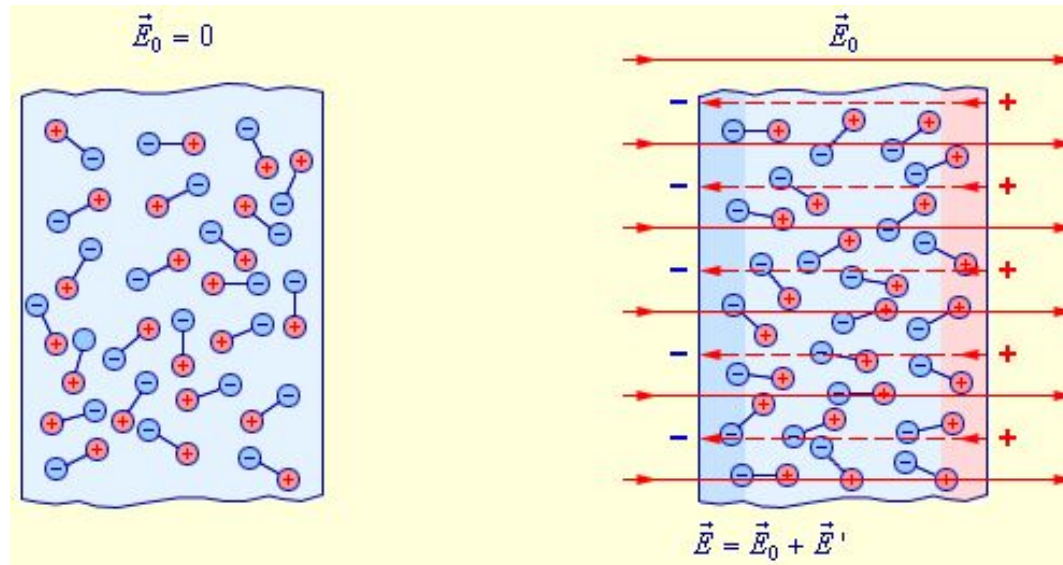


# Поляризация

- ▶ **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/м<sup>2</sup>];
- ▶  $\mathbf{P}_i$  - индуцированный дипольный момент [Кл•м];
- ▶  $\Delta V$  - объем диэлектрика [м<sup>3</sup>];
- ▶  $N$  - число молекул в объеме.



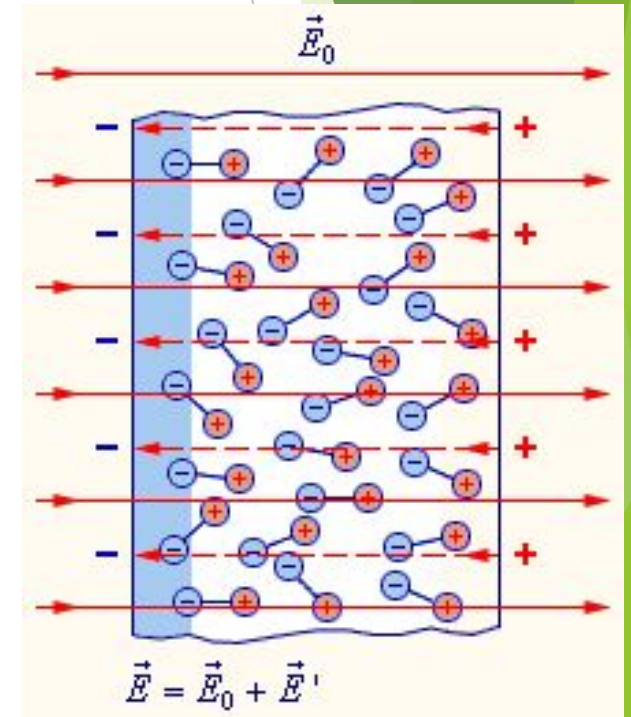
# Диэлектрическая проницаемость

- ▶ 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 диэлектрике;
- ▶  $E'$  - поле, созданное нескомпенсированными зарядами на гранях диэлектрика.

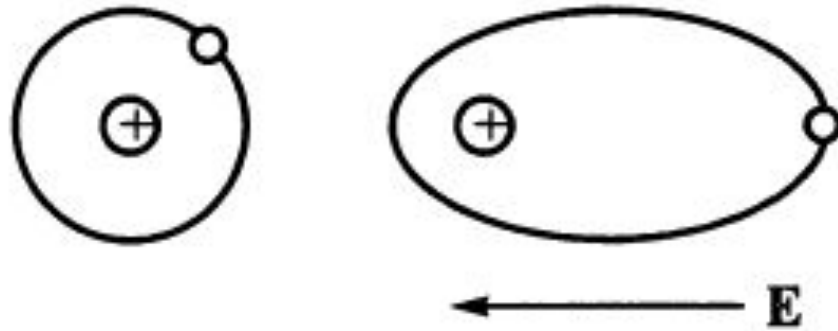


# Виды поляризации

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

# Электронная поляризация

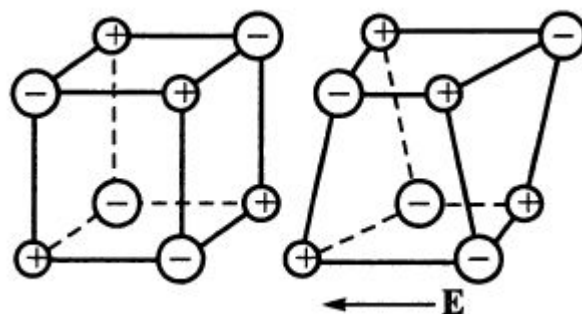
- ▶ **Электронная поляризация** - смещение электронных оболочек атомов под действием внешнего электрического поля.



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

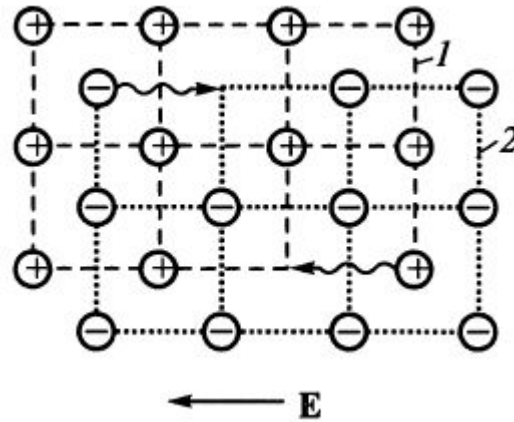
- ▶ Дипольная поляризация наблюдается в дипольных молекулах, закрепленных одним концом и которые ограничено вращаются на небольшой угол.

# Электронно-релаксационная поляризация

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

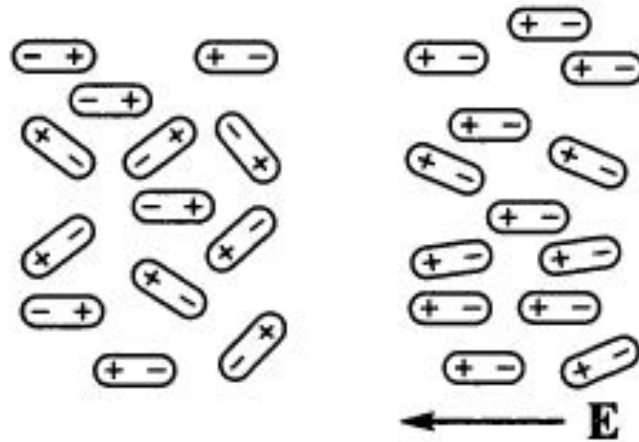
# Ионно-релаксационная поляризация

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



# Дипольно-релаксационная поляризация

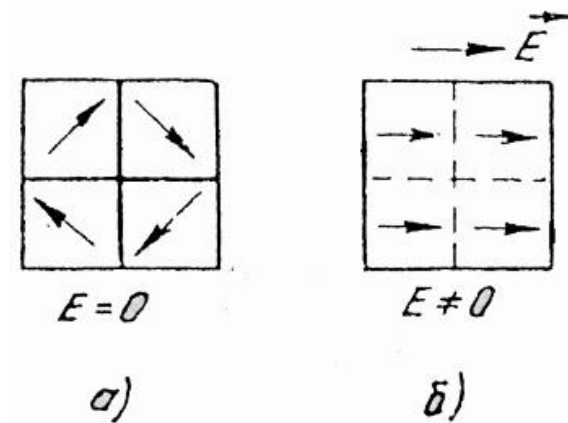
- ▶ Дипольно-релаксационная - проявляется в появлении некоторой упорядоченности в расположении полярных молекул, совершающих хаотические тепловые движения под действием электрического поля.





# Спонтанная (самопроизвольная) поляризация

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

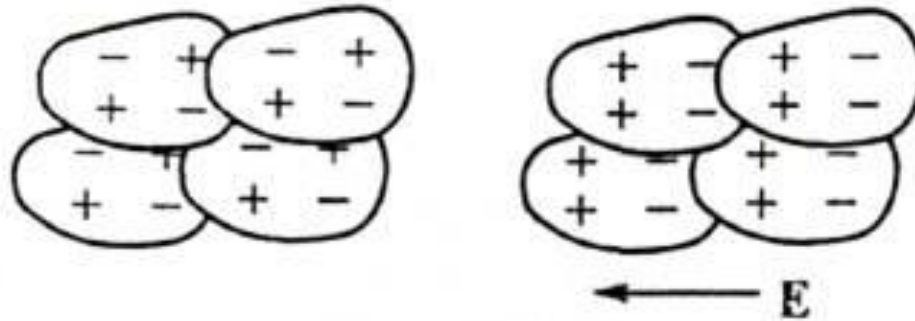


# Резонансная поляризация

- ▶ 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.