

Диэлектрические материалы

основные свойства:

очень слабая электропроводность и
способность к электрической поляризации

(существование электрического поля в объёме материала).

ΔW более 3 эВ

$\rho_v \sim 10^5 \div 10^{17} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Пассивные

(электроизоляционные)

- применяются для создания
электрической изоляции

Активные

- изменяют свои параметры под
действием внешних факторов

Классификация диэлектриков

По агрегатному состоянию:

твердые (кристаллические, аморфные),

жидкие, газообразные,

а также твердеющие материалы: лаки, компаунды.

По химической природе:

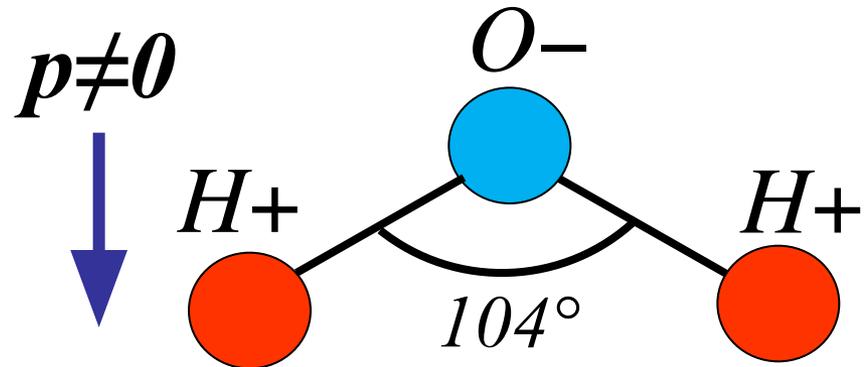
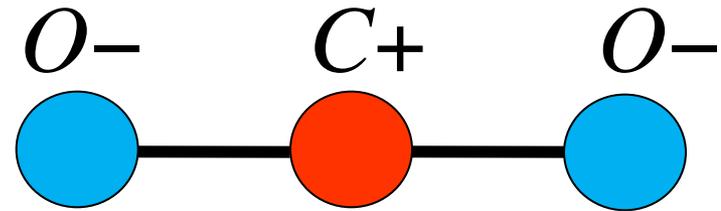
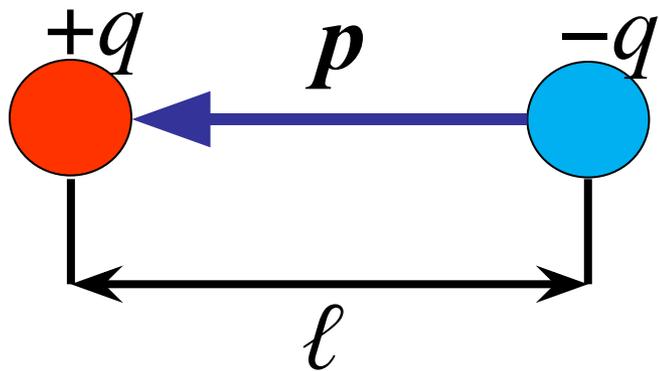
Органические – молекулы содержат атомы углерода.

Неорганические – молекулы не содержат атомов углерода (кроме таких соединений, как оксиды углерода, сероуглерод, угольная кислота и ее соли).

Элементоорганические – молекулы содержат атомы элементов не характерных для органических веществ: *Si, Mg, Al* и др.

Полярность диэлектриков

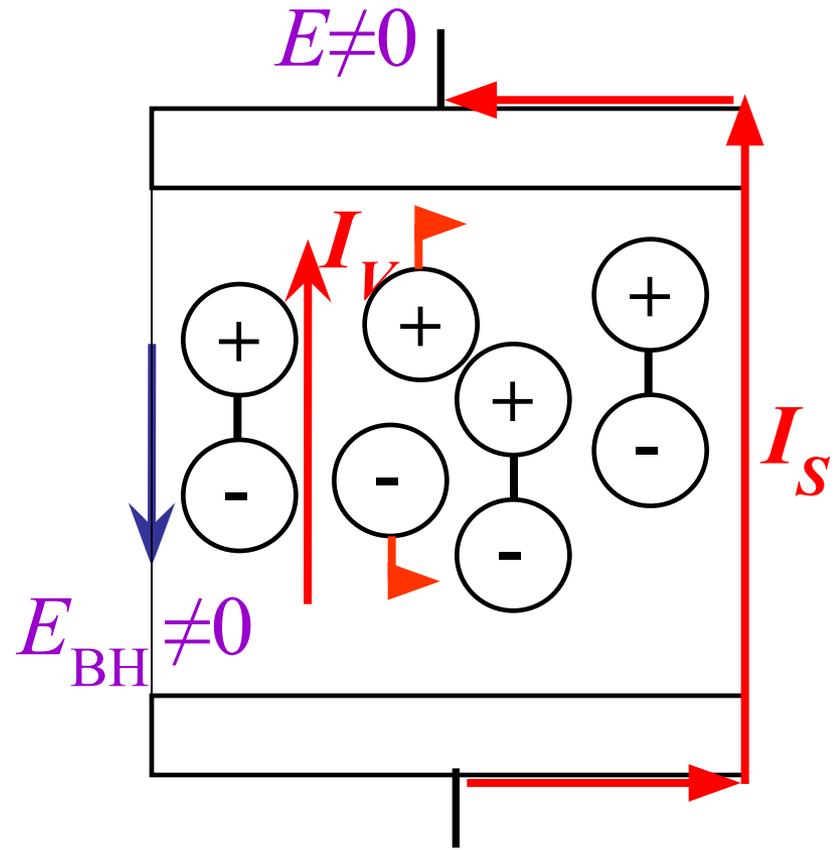
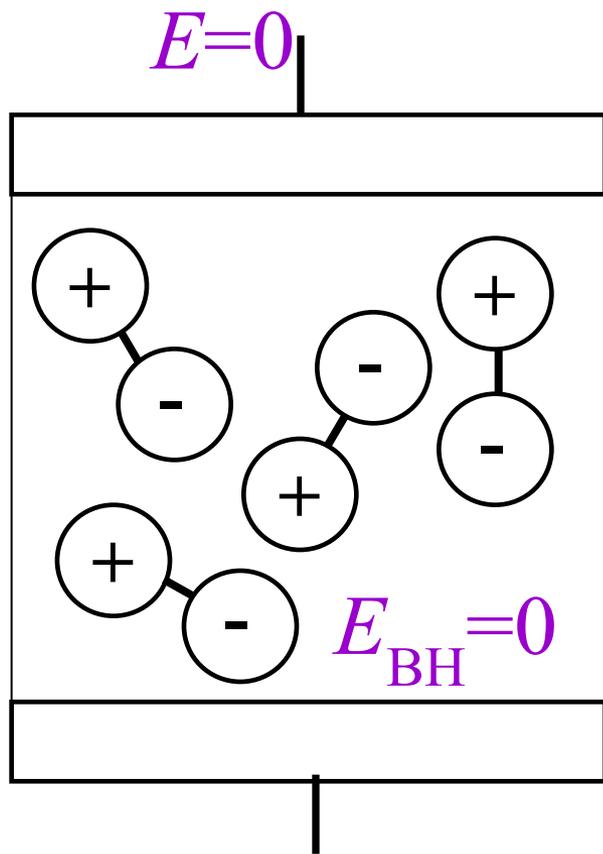
$$p = q \cdot \ell$$



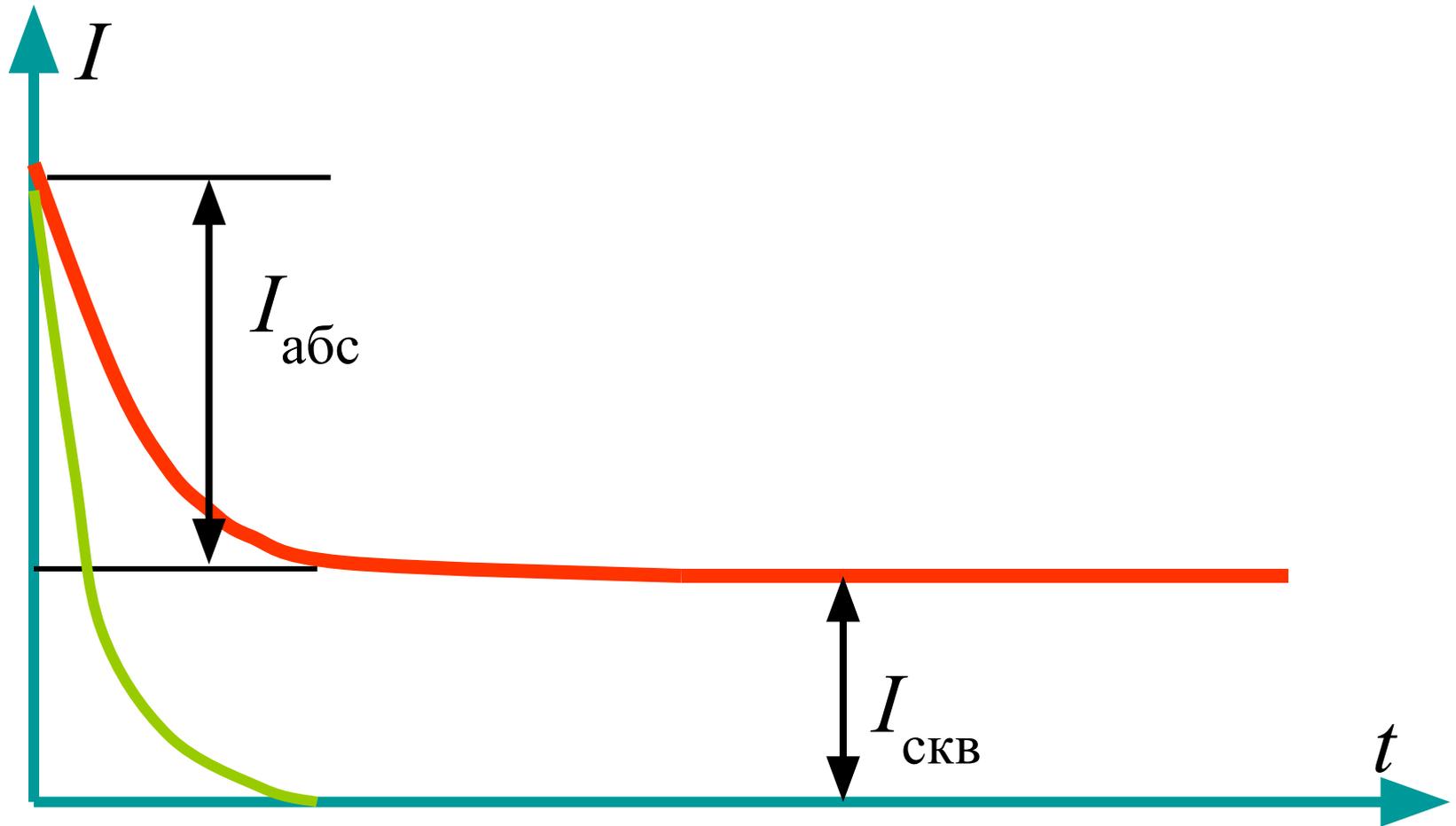
Основные характеристики,
описывающие поведение
диэлектриков в электрических полях:

1. Электропроводность γ (ρ)
2. Поляризация ϵ
3. Диэлектрические потери $tg\delta$
4. Электрическая прочность $E_{\text{ПР}}$

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ДИЭЛЕКТРИКОВ

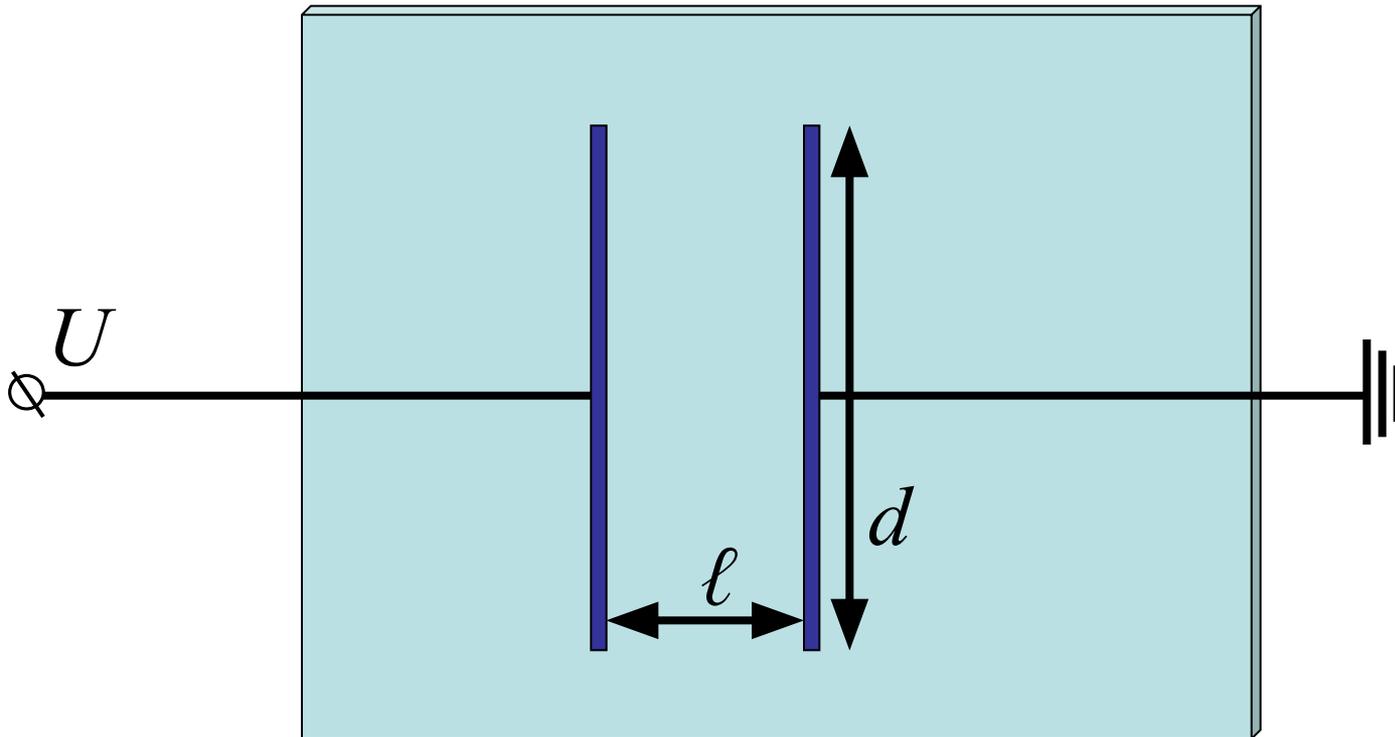


Изменение тока в диэлектрике при приложении постоянного напряжения



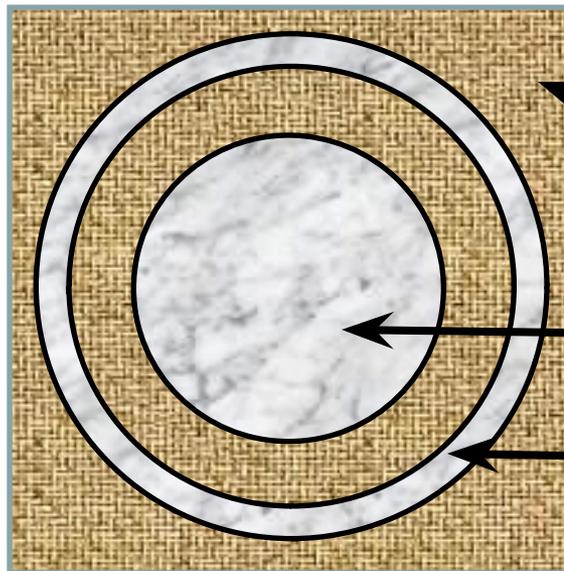
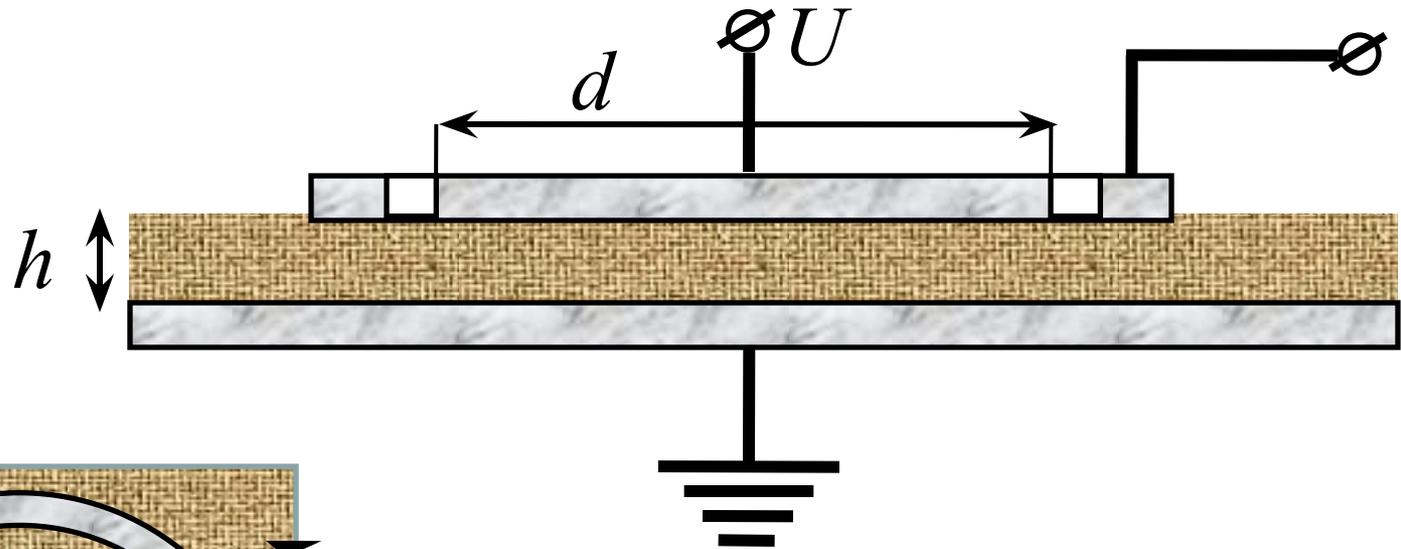
Удельное поверхностное
сопротивление:

$$\rho_S = 1/\gamma_S = R_S d/\ell \quad [\text{Ом}]$$



Удельное объемное сопротивление

$$\rho_V = 1/\gamma_V = R_V S/h \text{ [Ом}\cdot\text{м]}$$



образец

измерительный электрод

охранное кольцо

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ГАЗОВ

В стационарном случае концентрация ионов n :

$$n = n_- = n_+ = \sqrt{(N_{REC} / \alpha)},$$

$N_{REC} = \alpha n_- n_+$ – число рекомбинирующих ионов в 1 м^3 ; α – коэффициент рекомбинации.

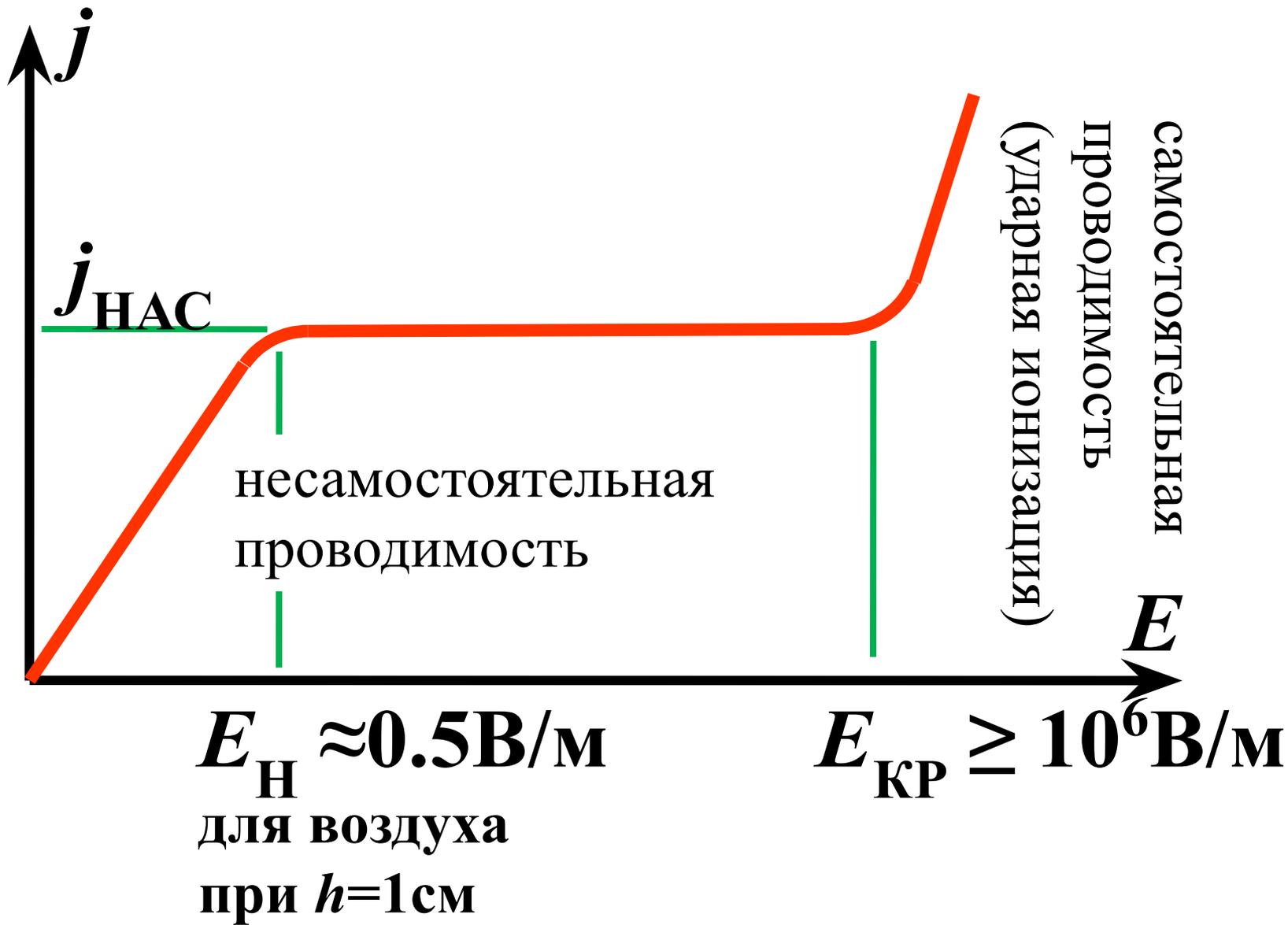
В слабых полях удельная проводимость:

$$\gamma = qn(\mu_- + \mu_+)$$

μ_- и μ_+ – подвижность ионов

Для воздуха (в слабых полях)

$$\alpha \sim 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3/\text{с}; \quad \gamma \sim 10^{-15} \text{ См/м}$$

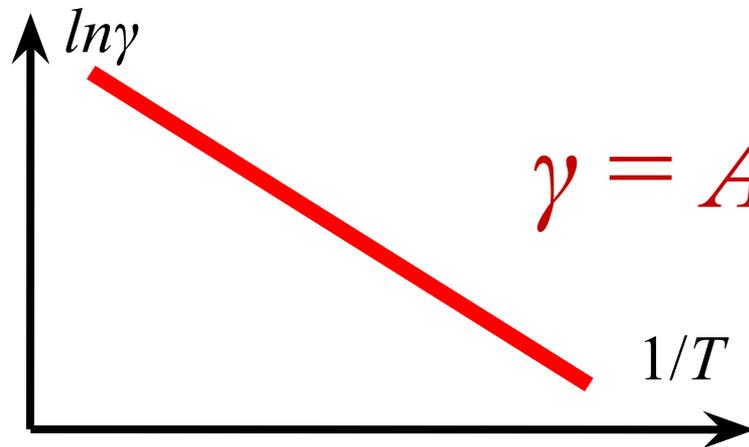


$\gamma = qn(\mu_- + \mu_+)$ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ
ЖИДКОСТЕЙ

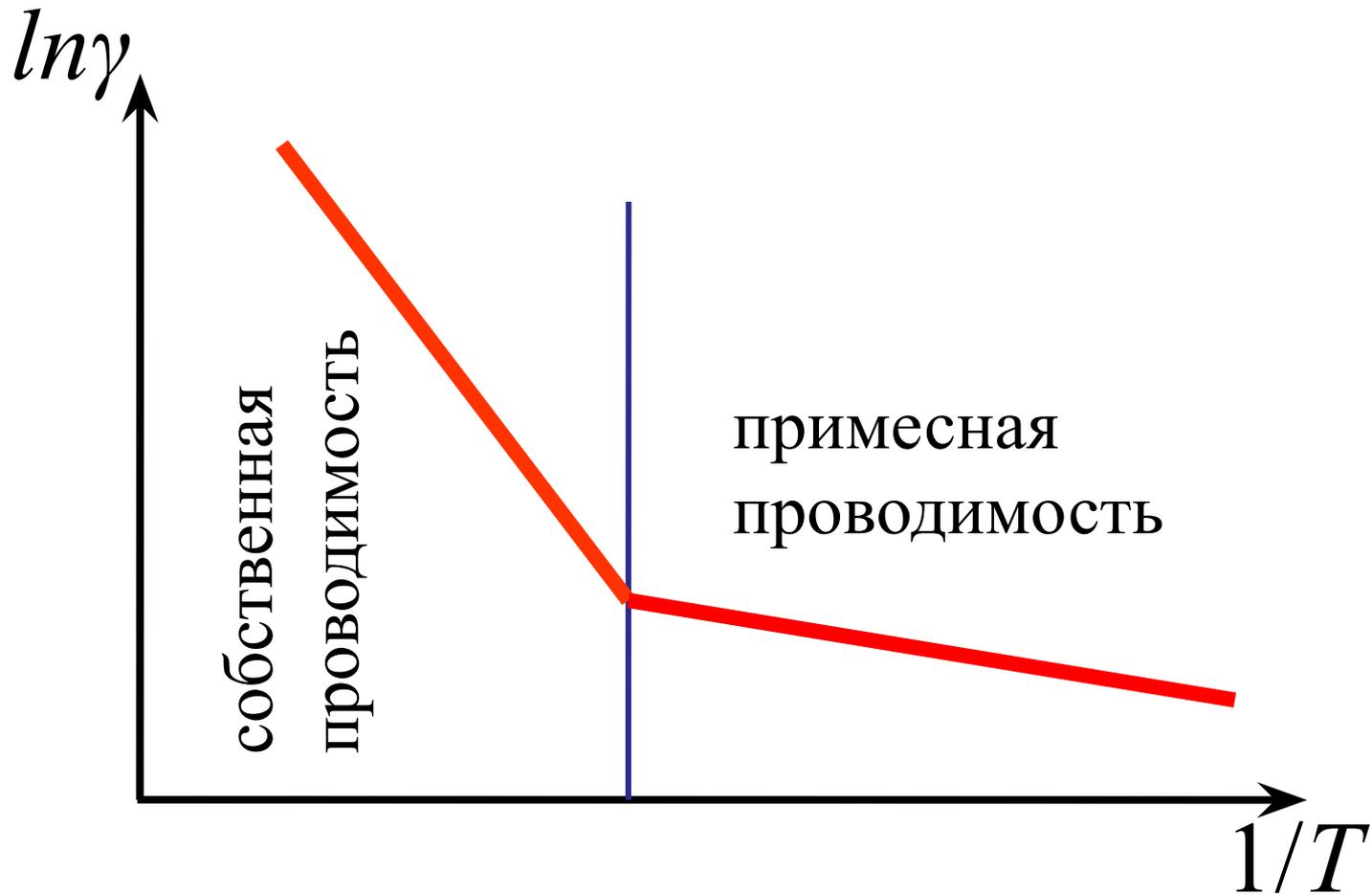
$$n = n_0 \exp(-W/kT)$$

W – энергия диссоциации молекул;

обозначим: $a = W/k, A = n_0(\mu_- + \mu_+)$;



$$\gamma = A \exp(-a/T)$$



В жидкостях рост γ (с ростом T) связан не только с диссоциацией молекул, но и с уменьшением вязкости. Большое влияние оказывают примеси.

Проводимость сильно зависит от полярности жидкости:

Для **сильно полярных** жидкостей
(вода, этиловый спирт, ацетон)

$$\rho = 10^3 \div 10^5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Для **слабо полярных** жидкостей
(совол, касторовое масло)

$$\rho = 10^8 \div 10^{10} \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Молекулы **неполярных жидкостей**

(бензол, трансформаторное масло) диссоциируют слабо.

Проводимость примесная:

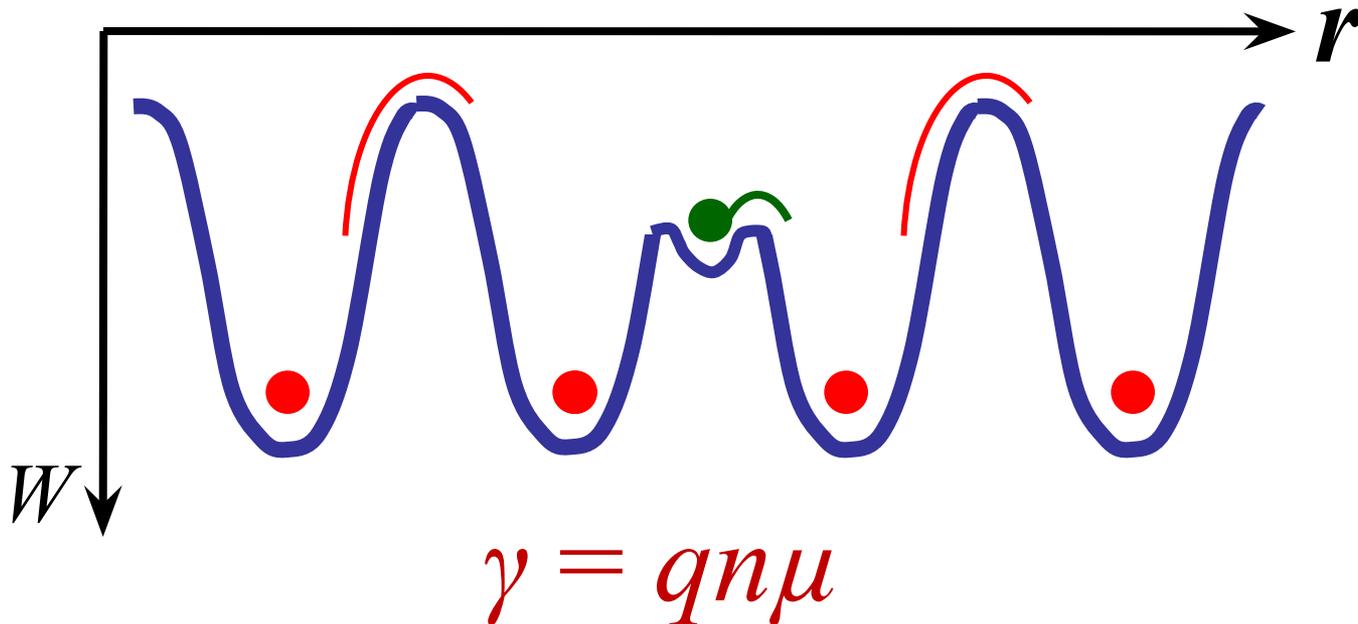
$$\rho \geq 10^{10} \div 10^{13} \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

В коллоидах носителями заряда м.б. **молионы**, что используют при нанесении покрытий электрофорезом.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЁРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

С.Н.З. — ИОНЫ

Примесные ионы активируются
легче, чем собственные:



С изменением T меняется n и μ с.н.з.:

$$n = n_0 \exp(-W_{\text{д}}/kT)$$

$W_{\text{д}}$ – энергия диссоциации, необходимая для вырывания иона из кристаллической решётки

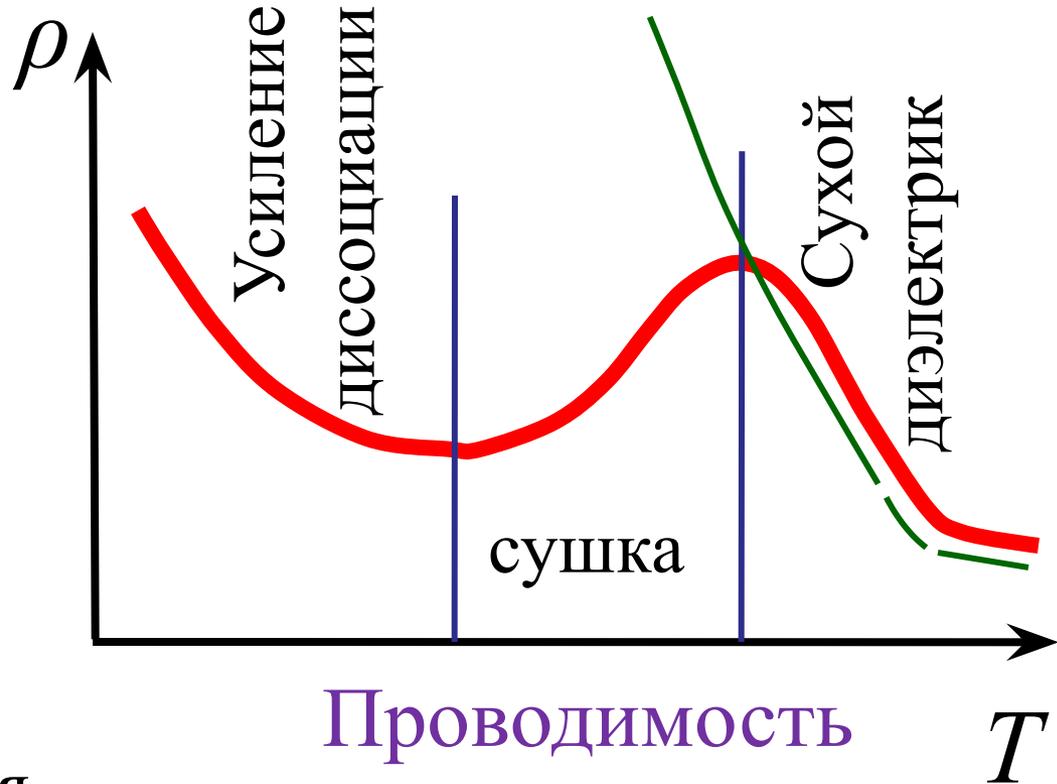
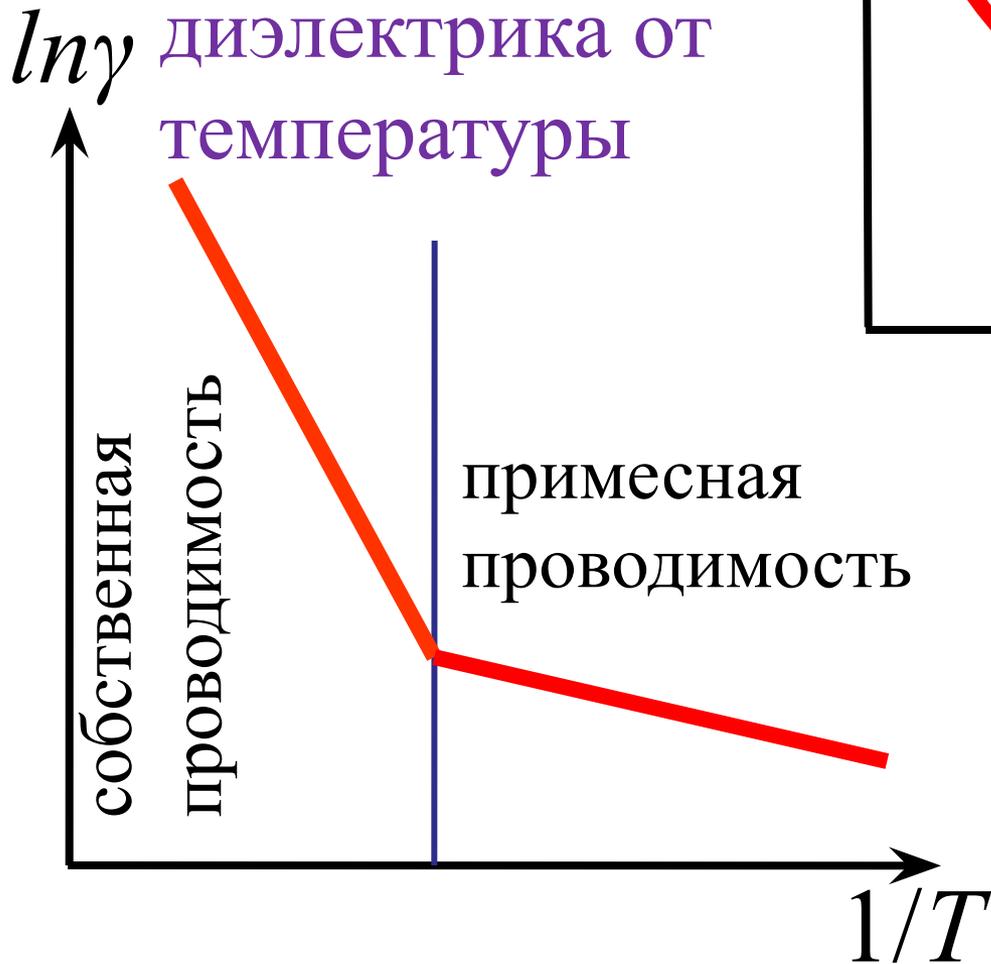
$$\mu = \mu_0 \exp(-W_{\text{п}}/kT)$$

$W_{\text{п}}$ – энергия «перескока», необходимая для перехода иона из одного узла кристаллической решётки в другой

$$\gamma = A \exp(-b/T),$$

$$A = qn_0\mu_0$$
$$b = (W_{\text{д}} + W_{\text{п}})/k$$

Зависимость
проводимости
диэлектрика от
температуры



Проводимость
увлажнённого
диэлектрика

Зависимость проводимости γ диэлектрика от напряжённости электрического поля E .

В сильных полях (при $E > E_{\text{кр}}$) выполняется закон Пуля:

$$\gamma = \gamma_0 \exp(\beta_1 E)$$

Для ряда диэлектриков, как и для полупроводников, выполняется закон Френкеля:

$$\gamma = \gamma_0 \exp(\beta_2 \sqrt{E})$$

