

Лекции по дисциплине «Основы анализа поверхности методами атомной физики»
Профессор каф. общей физики ТПУ Н.Н. Никитенков.

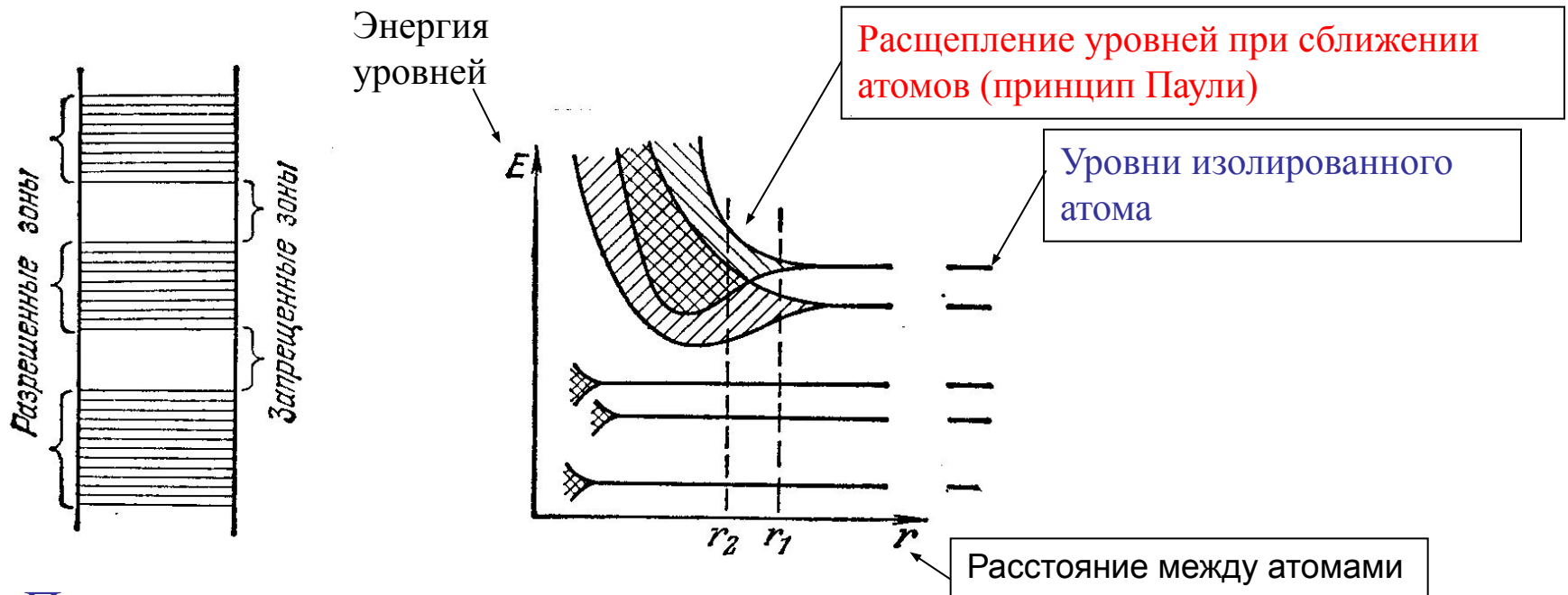
Отступление 1.

(Короткий экскурс в физику твердого тела)

Некоторые представления физики твердого
тела

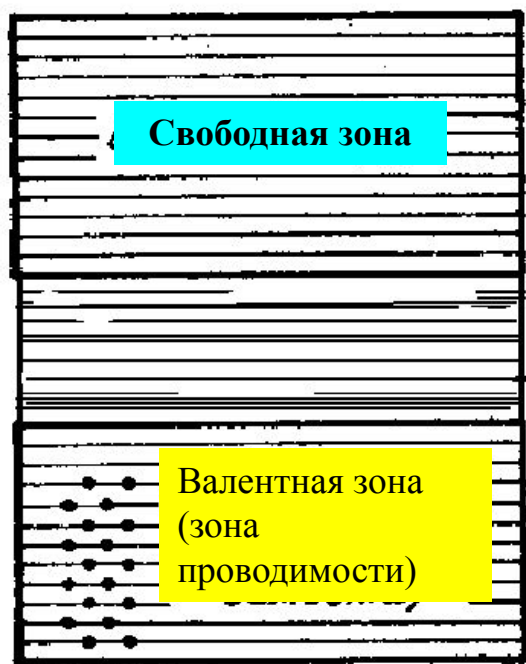
Зонная модель твердого тела

Схема формирования энергетических зон

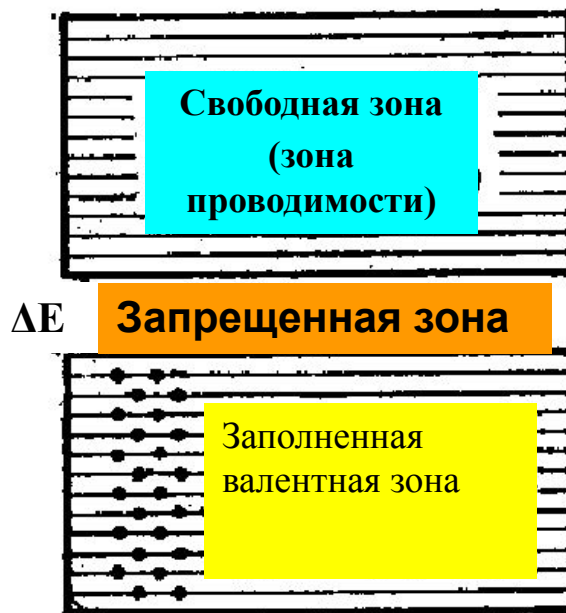


- Пока атомы изолированы друг от друга, они имеют полностью совпадающие схемы энергетических уровней. Заполнение уровней электронами осуществляется в каждом атоме независимо от заполнения аналогичных уровней в других атомах.
- По мере сближения атомов между ними возникает все усиливающееся взаимодействие, которое приводит к изменению положения уровней. Вместо одного уровня одинакового для всех N атомов возникают N очень близких, но не совпадающих уровней. Таким образом, **каждый уровень изолированного атома расщепляется в твердом теле на N густо расположенных уровней, образующих полосу или зону.**

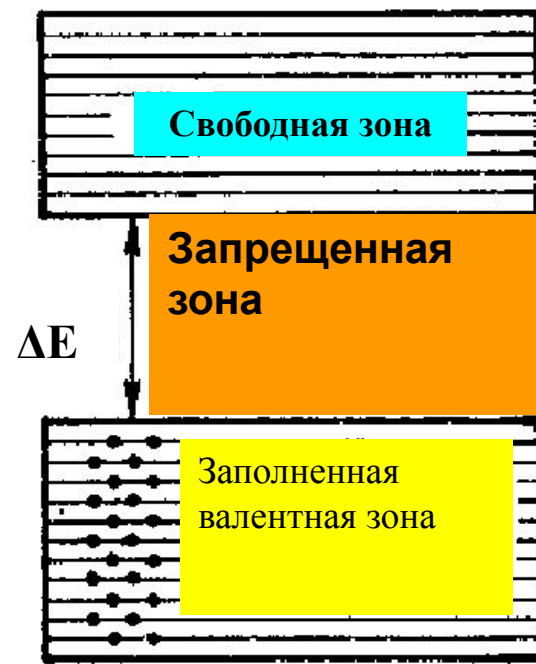
Зонная классификация твердых тел



МЕТАЛЛ

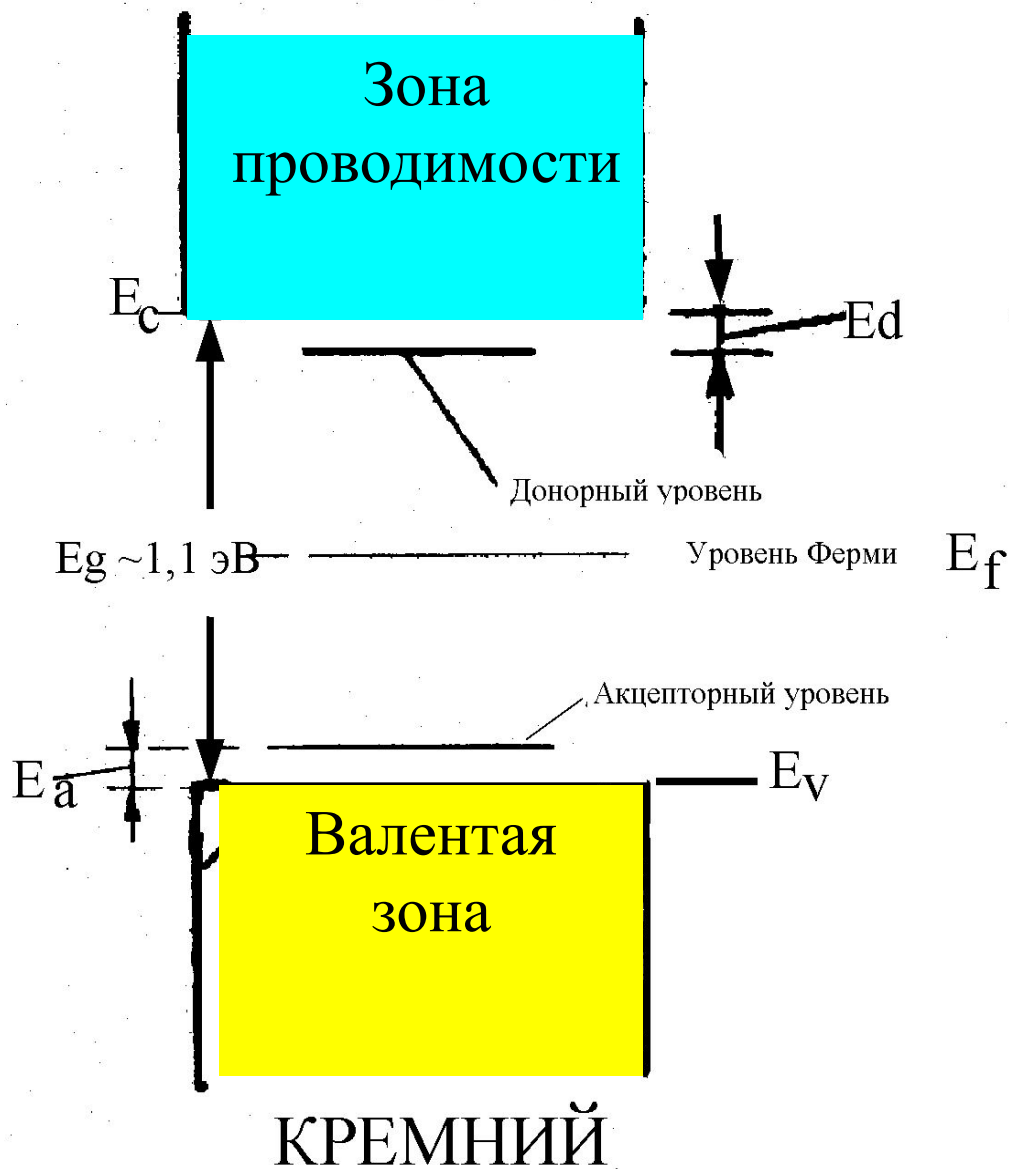


ПОЛУПРОВОДНИК



ДИЭЛЕКТРИК

Схема зонной структуры полупроводника



Характерные энергии:

E_c – дно зоны проводимости \equiv потолок запрещенной зоны;

E_g – ширина запрещенной зоны;

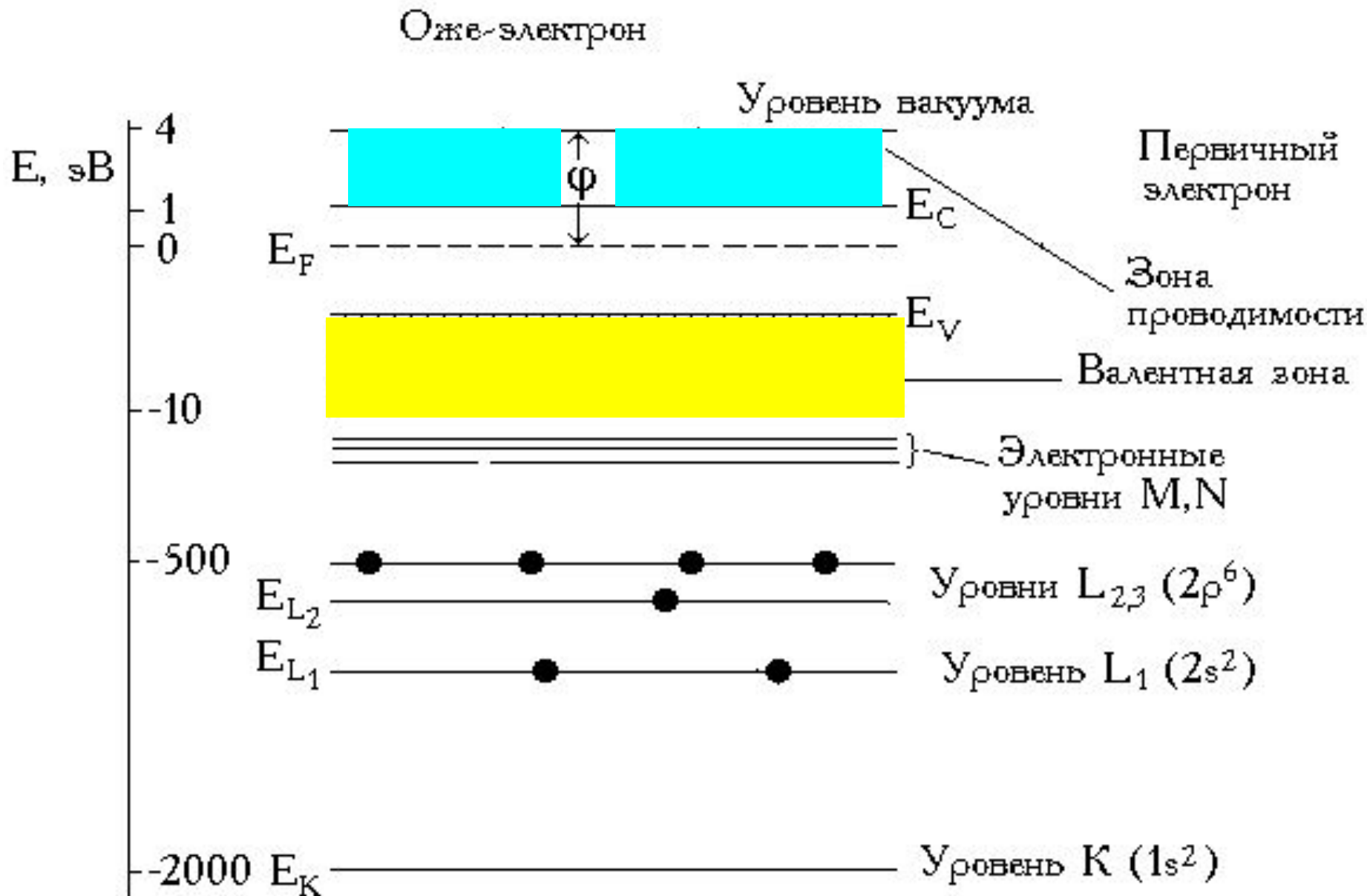
E_v – потолок валентной зоны \equiv дно запрещенной зоны;

E_f – энергия уровня Ферми;

E_d – энергия донорного уровня;

E_a – энергия акцепторного уровня;

Обобщенная схема уровней энергии твердого тела

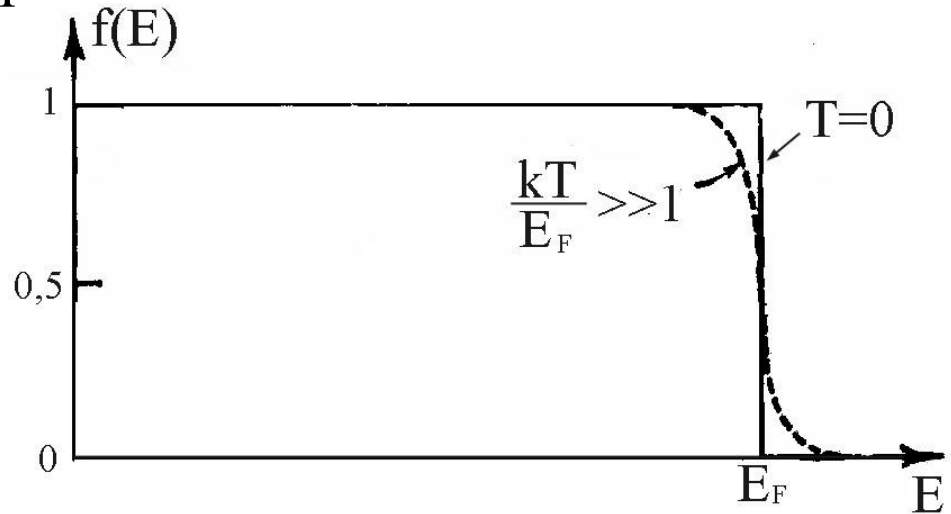


Распределение Ферми

В применении к электронам квантовая механика считает электроны *неразличимыми* и чтобы в каждом состоянии системы не мог находиться более, чем один электрон.

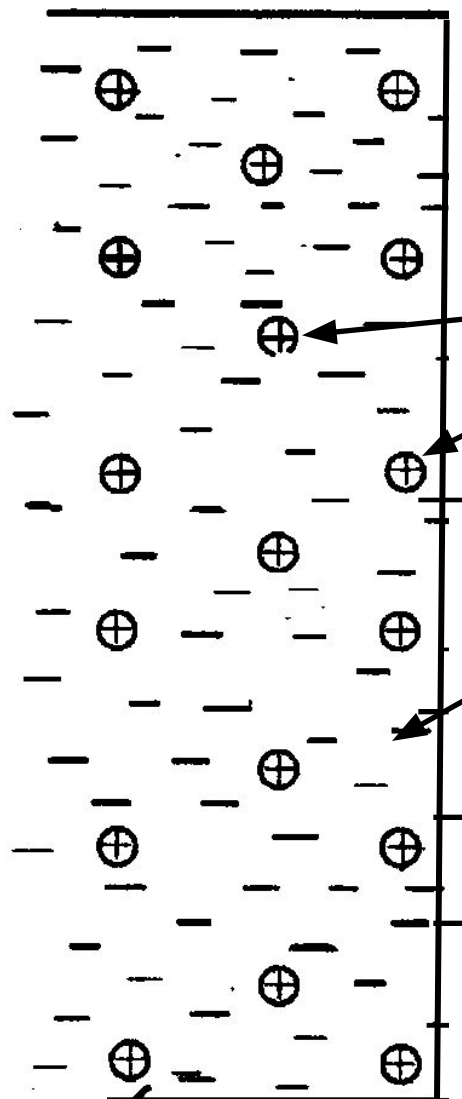
Исходя из этих требований **функция распределения f электронов по энергетическим состояниям в твердом теле.** Эта функция характеризует вероятность того, что данное энергетическое состояние занято и называется функцией распределения Ферми-Дирака; график ее изображен на рис.

$$f = \frac{1}{e^{(E-E_F)/kT} + 1}$$



Энергия E_F называется **энергией Ферми**. При абсолютном нуле ($T = 0^\circ\text{K}$) $f = 1$ при $E < E_F$ и $f = 0$ при $E > E_F$. Таким образом, при абсолютном нуле E_F имеет смысл предельной энергии; все состояния с энергией, меньшей E_F , заняты, а все состояния с энергией, большей E_F , вакантны.

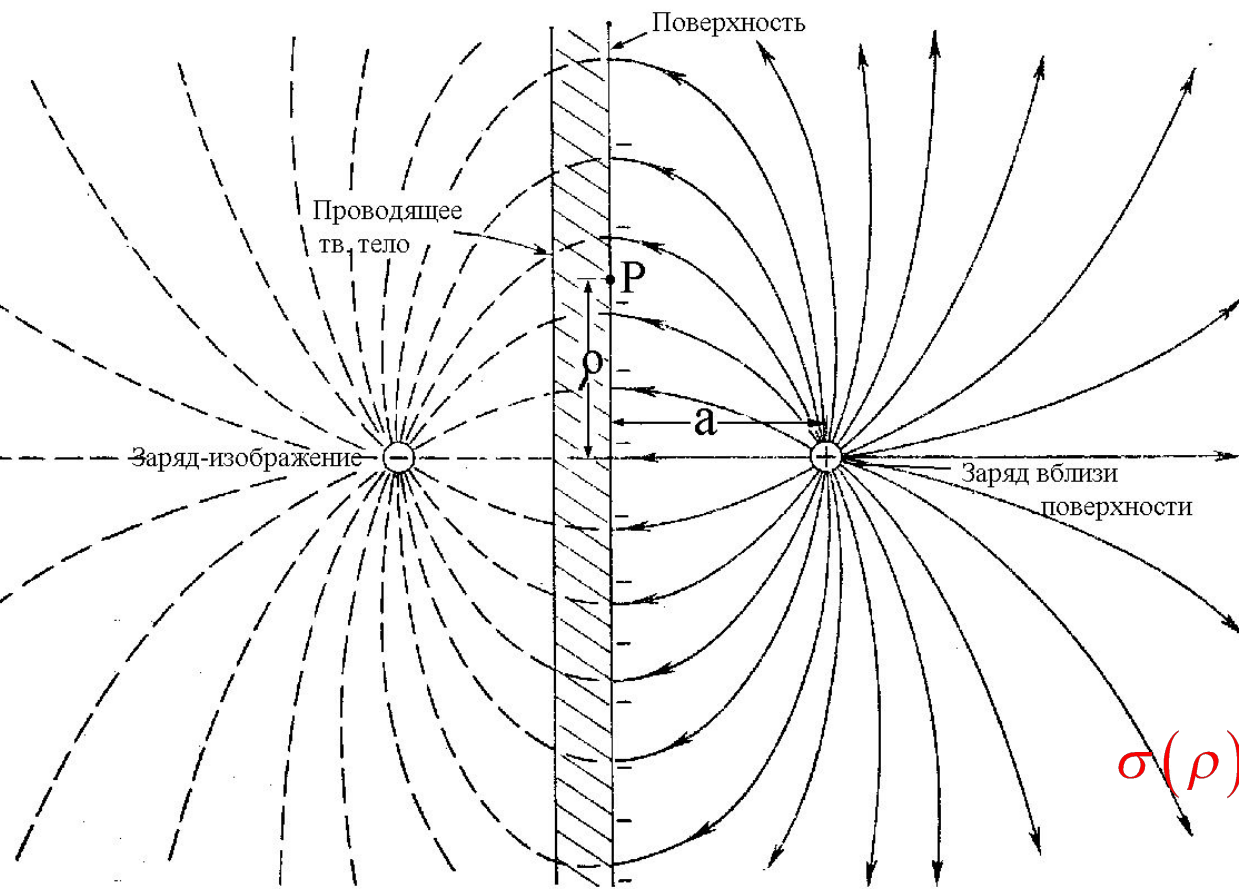
Модель свободных электронов (металлы)



Положительно
заряженные ионы
(остов)

Свободные электроны
(электронный газ,
жидкость, желе)

К понятию о силах электрического изображения



В точке Р на расстоянии **a** и **ρ** составляющая поля положительного точечного заряда, нормальная к поверхности, равна:

$$F_{n^+} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{aq}{(a^2 + \rho^2)^{1/2}}$$

Плотность заряда в произвольной точке поверхности:

$$\sigma(\rho) = \epsilon_0 E(\rho) = -\frac{1}{4\pi} \frac{2aq}{(a^2 + \rho^2)^{1/2}}$$

Сила притяжения заряда к поверхности

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{(2a)^2}$$

Подробности см:

Р.Фейнман, Р. Дейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Т.5, М: Мир, 1977, С. 123.

Статистический вес в термодинамике и статистической физике - число способов, которыми может быть реализовано данное макроскопическое состояние системы. Термодинамически равновесное макроскопическое состояние системы характеризуется определенными значениями полной энергии, полного числа частиц N и объёма системы. Микроскопическое состояние системы соответствует заданному распределению её частиц по возможным классическим или квантовым состояниям. **Статистический вес** равен числу микроскопических состояний, которыми может быть реализовано данное макроскопическое состояние.

Иногда **Статистический вес** называют термодинамической вероятностью.