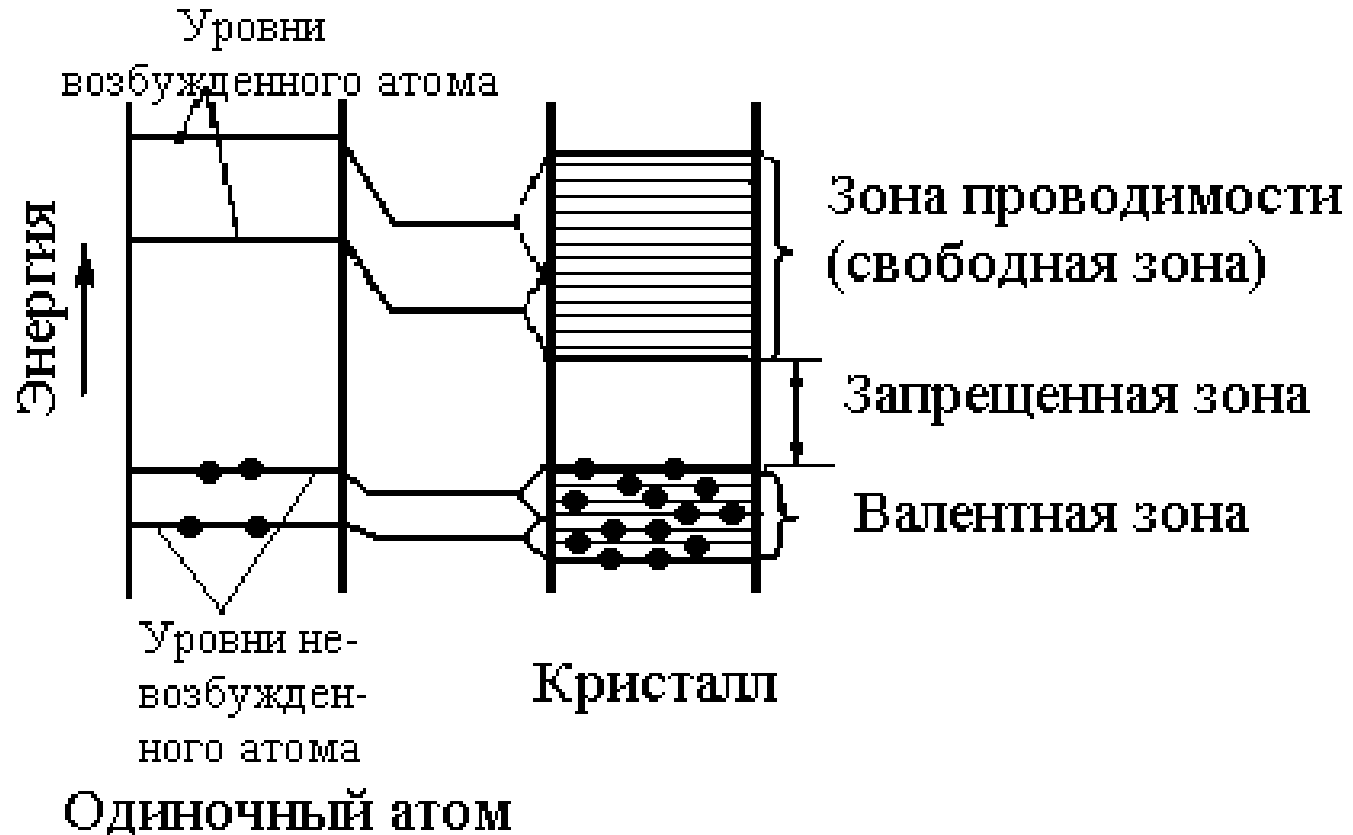


Лекция № 11

Проводниковые и
полупроводниковые
материалы.

Элементы зонной теории твердых тел

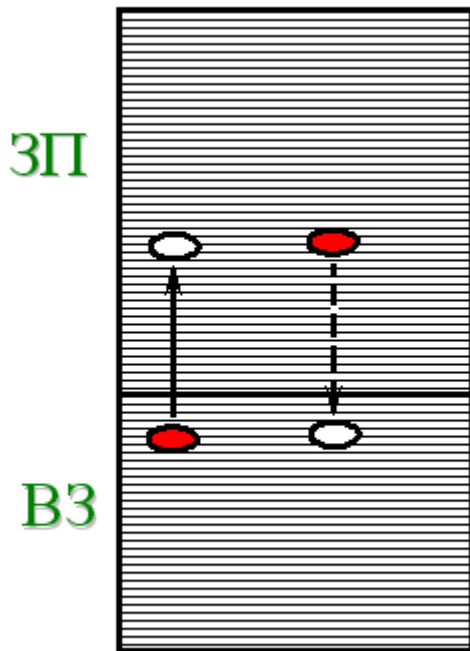


$$\Delta W = W_1 - W_2 = h \cdot \nu$$

где W_1 – энергия возбужденного состояния электрона,
 W_2 – энергия устойчивого состояния электрона,
 h – const Планка $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж/сек,
 ν – частота излучения.

Элементы зонной теории

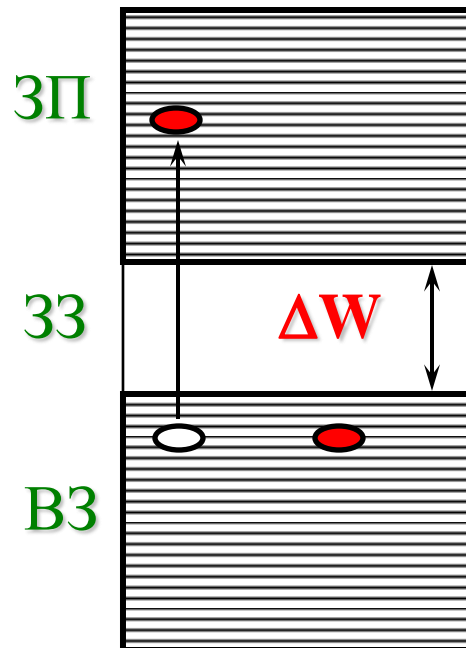
проводники



$$\Delta W = 0$$

$$\rho_V \sim 10^{-6} \div 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

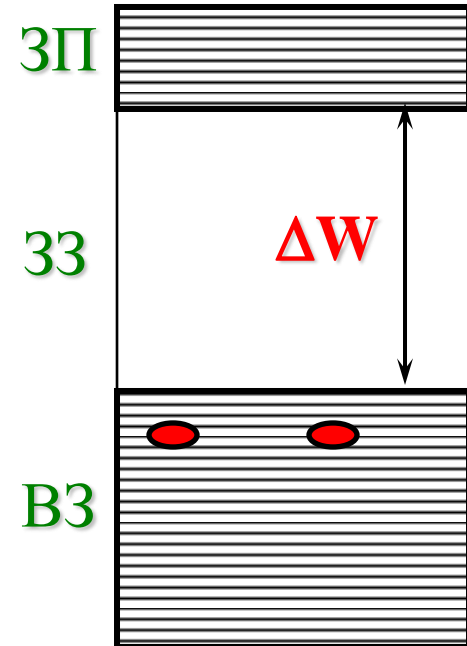
полупроводники



$$\Delta W \text{ до } 3\text{эВ}$$

$$\rho_V \sim 10^{-4} \div 10^9 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

диэлектрики



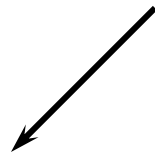
$$\Delta W \text{ выше } 3\text{эВ}$$

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

Проводниковые материалы -

вещества, основным свойством которых является сильная электропроводность

По механизму образования свободных носителей заряда (с.н.з.)



I рода

Металлы и сплавы

с.н.з. – электроны

электронная электропроводность



II рода

Водные растворы кислот,

солей, щелочей -

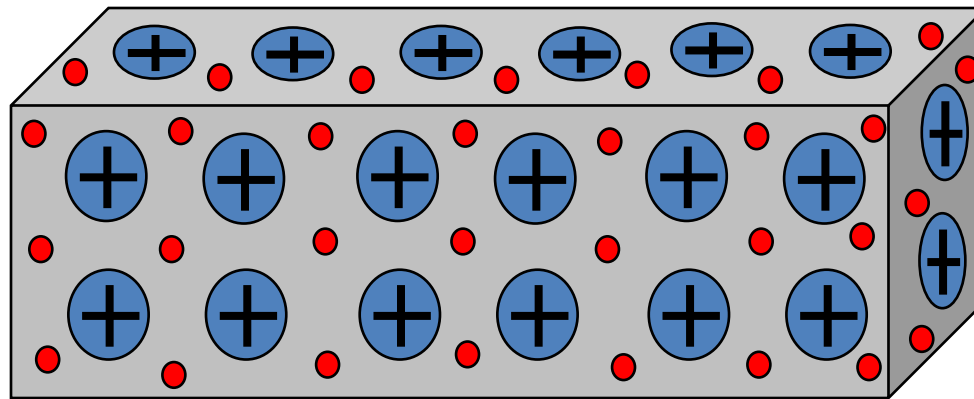
ЭЛЕКТРОЛИТЫ

с.н.з. – + и - заряженные ионы

ионная электропроводность

Металлы

Металлическая связь – обусловлена взаимодействием между положительно заряженными ионами в узлах кристаллической решетки и коллективизированными электронами (электронным газом)



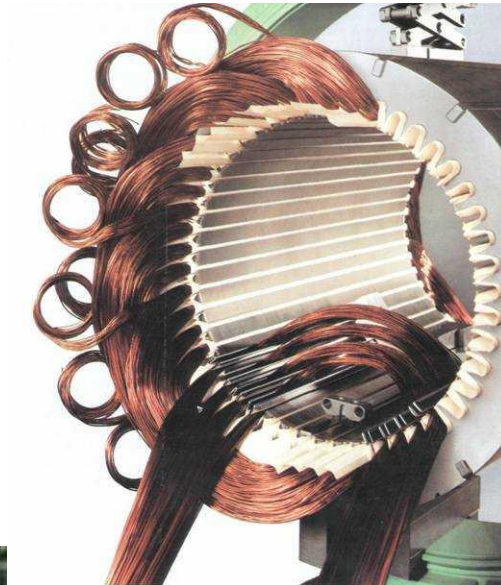
$$\gamma = \sum_{i=1}^n |q_i| n_i \varpi \quad \text{- удельная электропроводность, См/м}$$

$$\rho_V = \frac{1}{\gamma} \quad \text{- удельное электрическое сопротивление, Ом·м}$$

Классификация проводников по области применения

1. Металлы и сплавы с высокой удельной электропроводностью γ
2. Металлы и сплавы с высоким удельным сопротивлением ρ_V
3. Металлы и сплавы специального назначения

1. Металлы и сплавы с высокой удельной электропроводностью



Требования к проводникам (высокой электропроводности)

- Высокая электропроводность
- Высокая механическая прочность
- Технологичность - то есть способность к сварке, пайке, высокая пластичность
- Высокая коррозионная стойкость
- Низкая стоимость

Проводники: Ag, Cu (сплавы: бронза, латунь),
Al, Au, Pt, Fe

Криопроводимость

Явление сильного снижения ρ_V (наблюдается при температурах ниже -173 °C).

Обусловлено уменьшением рассеивания электронов за счет тепловых колебаний решетки

Требования к криопроводникам:

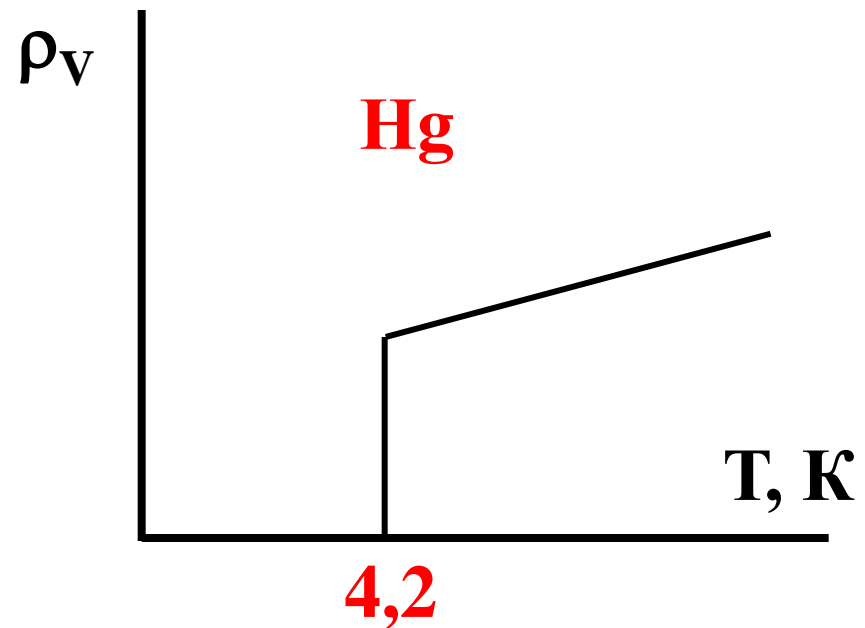
- минимальное содержание примесей;
- правильная (без дефектов) кристаллическая решетка

Криопроводники: Cu, Al, Be

Сверхпроводимость

Явление ИЗЧЕЗНОВЕНИЯ ρ_v , т.е. появления бесконечной электропроводности при температурах близких к абсолютному нулю.

1911 год. Камерлинг - Оннес



Условия возникновения сверхпроводимости

- Сверхнизкие температуры
- Слабые магнитные поля

Сильное магнитное поле разрушает явление
сверхпроводимости!!!

В объеме сверхпроводника нет
магнитного поля

Сверхпроводники: Al, Hg, Pb, Nb

2. Металлы и сплавы с высоким удельным сопротивлением

Манганин (Cu-85% , Mn-12% , Ni-3%)

Константан (Cu-60% , Ni-40%)

Нихромы (60-80)% Ni, (15-20)% Cr, Fe до 10%)

Ферронихромы (50-70)% Ni, (10-15)% Cr, Fe до 20%)

Фехрали (20-40)% Fe, (60-70)% Cr, (5-10)% Al)

Хромали (5-10)% Al, ост. Cr)

3. Металлы и сплавы специального назначения

- Для изготовления термопар
 - Копель (44%Ni+56%Cu)
 - Алюмель (95%Ni+Al; Si; Mn)
 - Хромель (90%Ni+10%Cr)
 - Платинородий (90%Pt+10%Rh)
- Тензометрические сплавы
- Контактные материалы
- Материалы электровакуумной техники
- Припои

Полупроводниковые материалы -

вещества, основным свойством которых является сильная зависимость электропроводности от внешних факторов

По типу электропроводности

Собственные

с.н.з. – пара электрон-дырка

12 простых веществ

B, C, Si, P, S, Ge, As, Sn ,

Sb, Te, Y, Se

Примесные

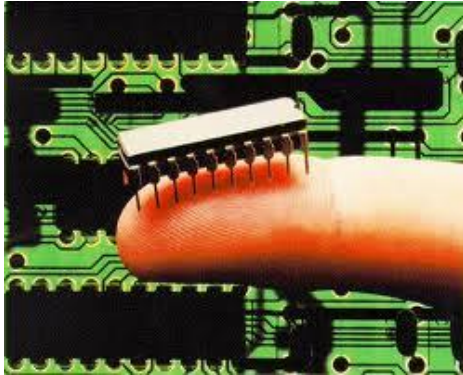
Донорные

с.н.з. – электрон

Акцепторные

с.н.з. – дырка

Полупроводники



$A^I B^{VII}$ (AgCl, CaBr и др.),
 $A^{II} B^{VI}$ (CdS, CdSe и др.),
 $A^{III} B^V$ (GaP, GaAs и др.),
 $A^{IV} B^{IV}$ (PbS, GeO₂ и др.),
 $A^I B^{VI}$ (CuS и др.)



$A^I B^{VII} C^{VI}$ (CuAlS₂, CuInS₂ и др.);
 $A^I B^V C^{VI}$ (CuSbS₂, CaAsS₂ и др.);
 $A^I B^{VIII} C^{VI}$ (CuFeSe₂ и др.);
 $A^{II} B^{IV} C^V$ (ZnSiAs₂, ZnGeAs и др.);
 $A^{IV} B^V C^{VI}$

