


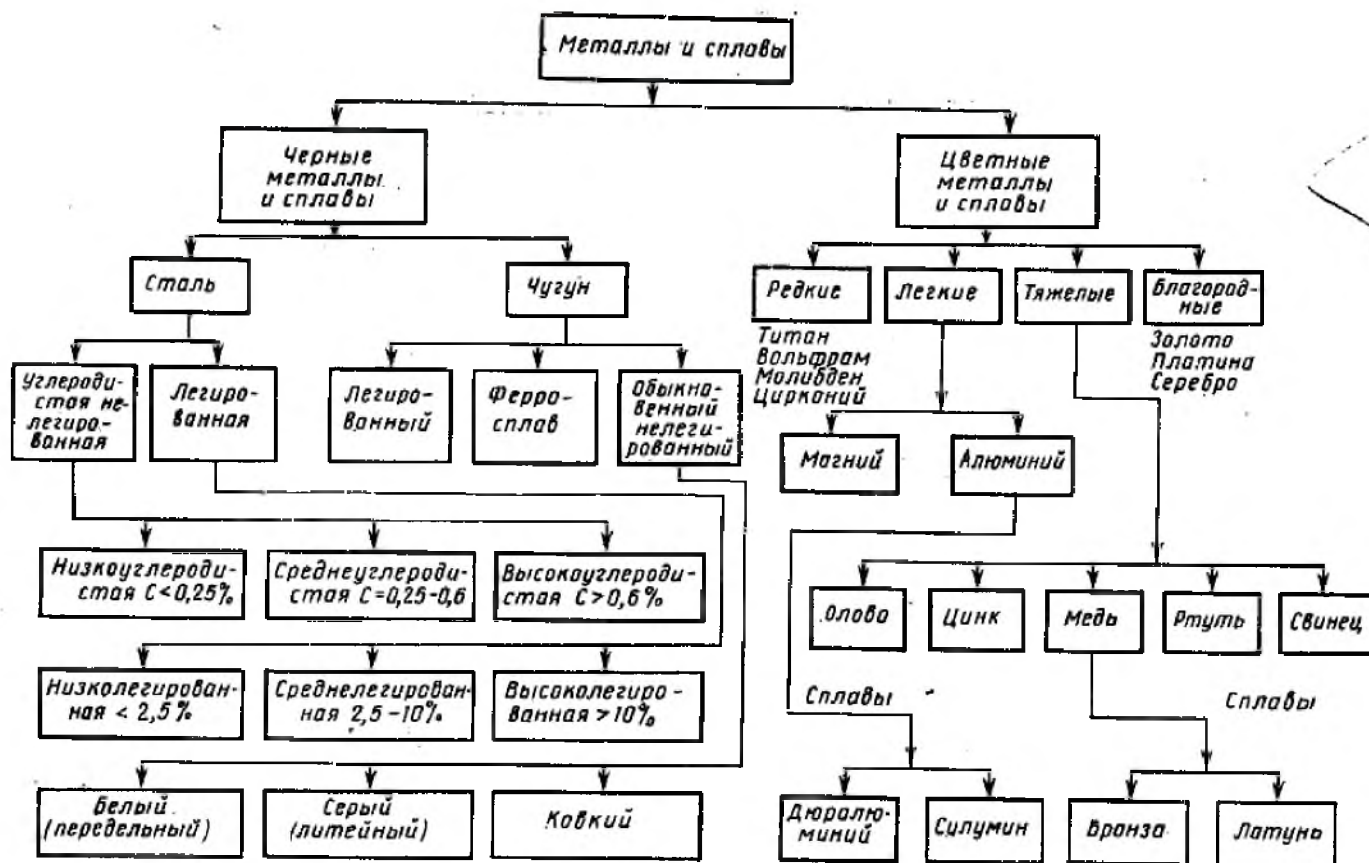


Свойства металлов

Лекция 3

- 
- **Метáлл** (название происходит от лат. *metallum* — шахта) — один из классов элементов, которые в отличие от неметаллов, обладают характерными *металлическими свойствами*.
 - Металлами являются большинство химических элементов (примерно 70 %).
 - Самым распространённым металлом в земной коре является алюминий.

Классификация металлов



Физические свойства

- **Плотность.** Это - одна из важнейших характеристик металлов и сплавов. по плотности металлы делятся на следующие группы:
 - **легкие** (плотность не более 5 г/см³) - магний, алюминий, титан и др.:
 - **тяжелые** - (плотность от 5 до 10 г/см³) - железо, никель, медь, цинк, олово и др. (это наиболее обширная группа);
 - **очень тяжелые** (плотность более 10 г/см³) - молибден, вольфрам, золото, свинец и др.

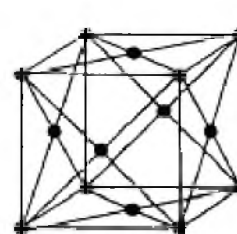
Плотность металла.

Металл	Плотность г/см ³	Металл	Плотность г/см ³
Магний	1,74	Железо	7,87
Алюминий	2,70	Медь	8,94
Титан	4,50	Серебро	10,50
Цинк	7,14	Свинец	11,34
Олово	7,29	Золото	19,32

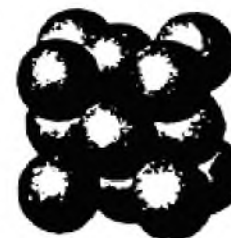
- **кристаллическое строение** в твердом состоянии - закономерное расположение атомов в пространстве.

Типы элементарных ячеек кристаллических решеток металлов и схемы упаковки в них атомов:

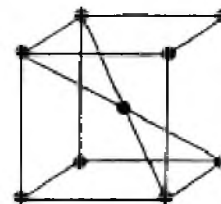
а) **гранецентрированная кубическая;**



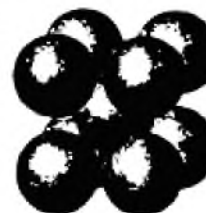
a



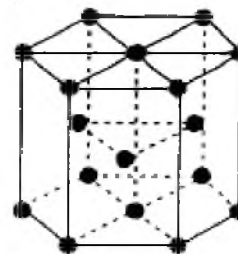
б) **объемноцентрированная кубическая;**



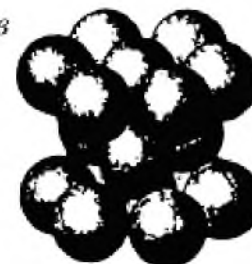
б



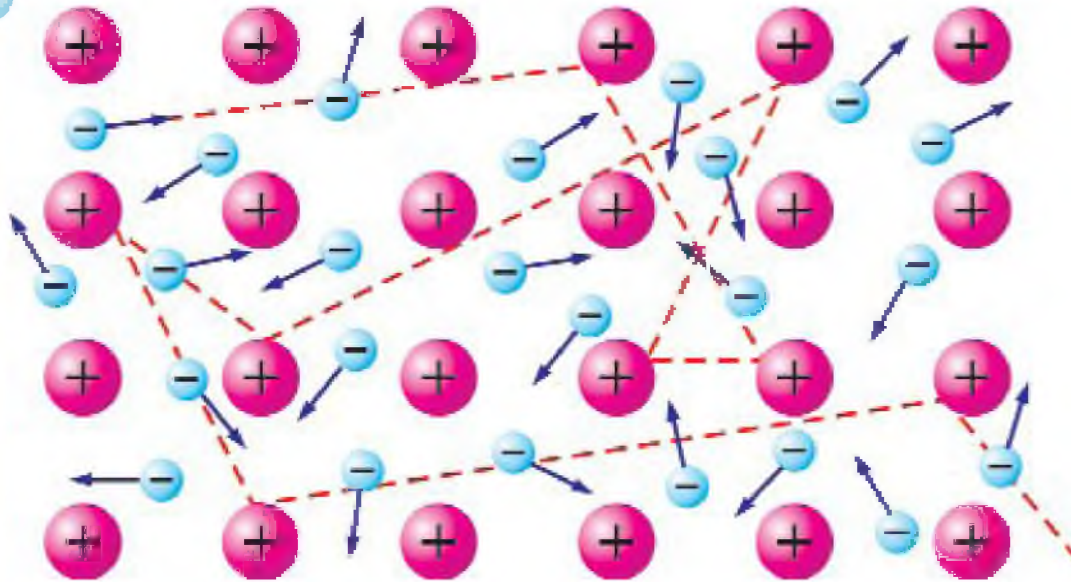
в) **гексагональная плотноупакованная**



в

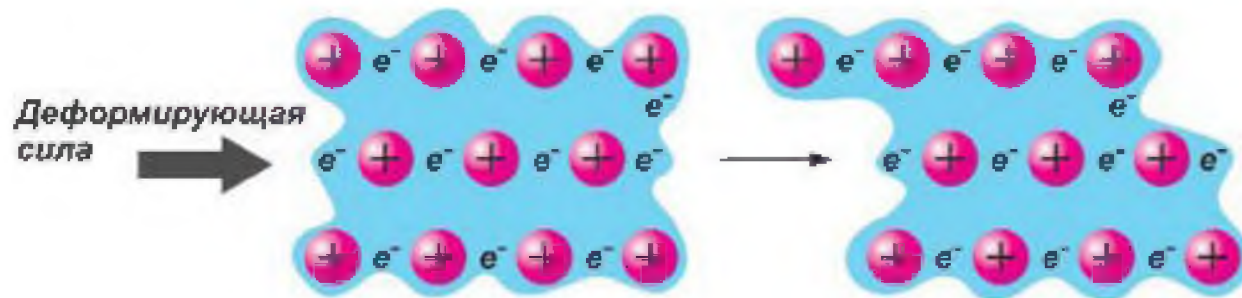


Кристаллическая решетка металла



Металлы можно представить в виде остова из положительно заряженных ионов, погруженного в "электронный газ", который компенсирует силы взаимного отталкивания положительных ионов. Электроны в металлах делокализованы, то есть не принадлежат какому-либо конкретному атому, а распределены по кристаллу равномерно.

- **ВЫСОКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ И КОВКОСТЬ;**



Действие деформирующей силы на кристаллическую решетку металла.

- **термоэлектронная эмиссия, т. е. способность к испусканию электронов при нагреве**

- **высокие тепло- и электропроводность;** Теплоемкость характеризует передачу тепловой энергии от одной части тела к другой, а точнее, молекулярной перенос теплоты в сплошной среде, обусловленный наличием градиента температуры.
- **положительный температурный коэффициент электрического сопротивления,** означающий рост сопротивления с повышением температуры и сверхпроводимость многих металлов (около 30) при температурах, близких к абсолютному нулю;

Коэффициент теплопроводности металлов при

Металл	Коэффициент теплопроводности, кВт/м * °С	Металл	Коэффициент теплопроводности, кВт/м * °С
Серебро	0,410	Цинк	0,110
Медь	0,386	Олово	0,065
Золото	0,294	Железо	0,067
Алюминий	0,210	Свинец	0,035
Магний	0,144	Титан	0,016

- хорошая отражательная способность (металлы непрозрачны и имеют характерный металлический блеск);

Отражательная способность - способность металла отражать световые волны определенной длины, которая воспринимается человеческим глазом как цвет

Цвета металлов

Металл	Цвет	Металл	Цвет
Магний	Бело-серый	Цинк	Голубовато-белый
Алюминий	Серовато-белый	Серебро	Белый
Титан	Серовато-белый	Олово	Серовато-белый
Железо	Голубовато-белый	Золото	Желтый
Медь	Красновато-розоватый	Свинец	Серовато-белый

- **Температура плавления.** В зависимости от температуры плавления металл подразделяют на следующие группы:

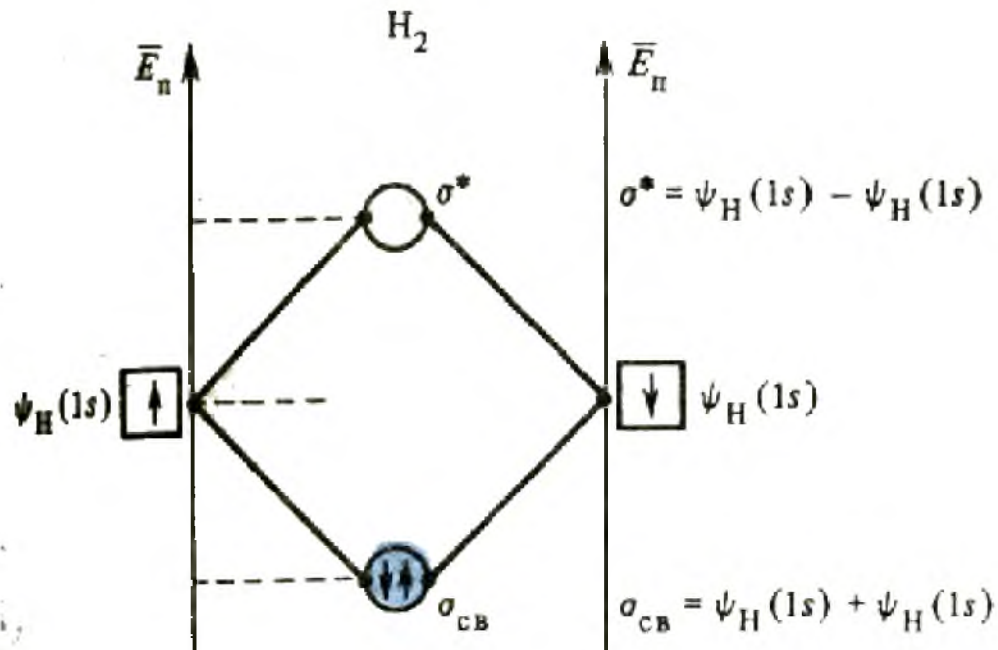
- **легкоплавкие** ($T_{пл}$ не превышает 600 °С) - цинк, олово, свинец, висмут и др.;
- **среднеплавкие** (от 600 °С до 1600 °С) – например, магний, алюминий, железо, никель, медь, золото;
- **тугоплавкие** (более 1600 °С) - вольфрам, молибден, титан, хром и др.
- Ртуть относится к жидкостям.

Температура плавления и кипения металлов

Металл	Температура, °С		Металл	Температура, °С	
	плавления	кипения		плавления	кипения
Олово	232	2600	Серебро	960	2180
Свинец	327	1750	Золото	1063	2660
Цинк	420	907	Медь	1083	2580
Магний	650	1100	Железо	1539	2900
Алюминий	660	2400	Титан	1680	3300

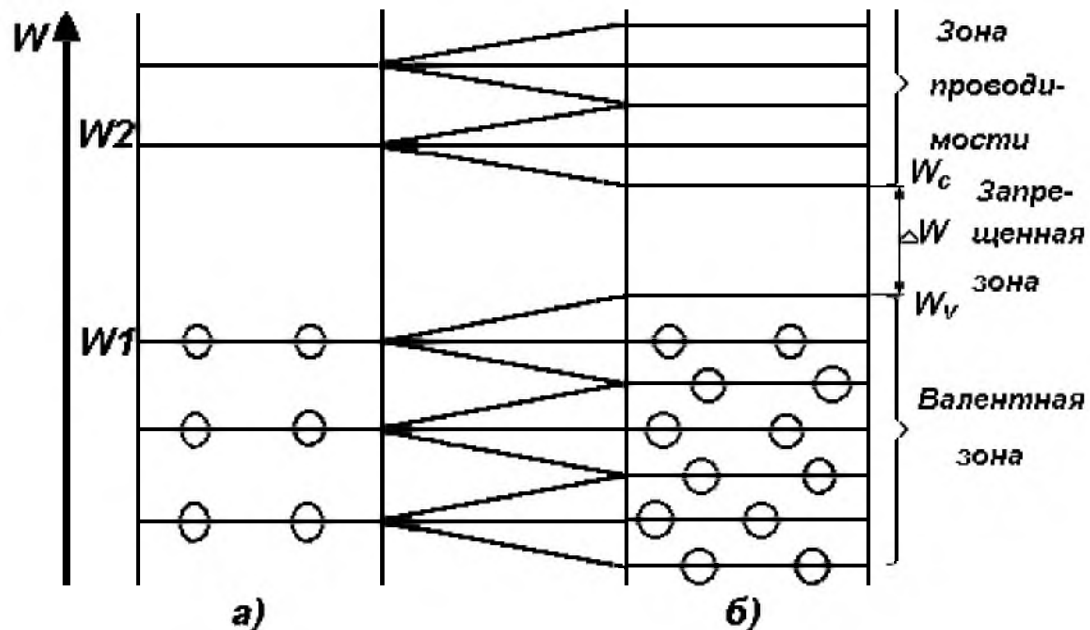
Элементы зонной теории

- Более строгую интерпретацию металлической связи позволяет дать метод молекулярных орбиталей.
- При взаимодействии двух атомных орбиталей образуются две молекулярные орбитали: связывающая и разрыхляющая.
- Происходит расщепление энергетического уровня на два.



Элементы зонной теории

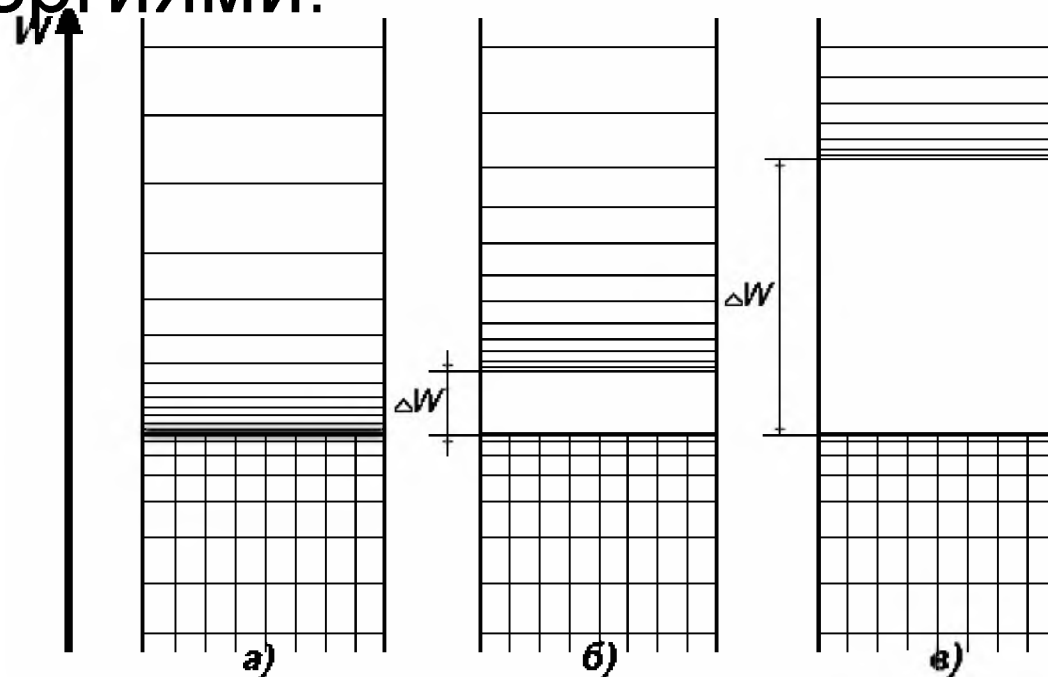
- Если взаимодействуют одновременно четыре атома металла, образуются четыре молекулярные орбитали.
- При одновременном взаимодействии N частиц, содержащихся в кристалле, образуется N молекулярных орбиталей, причем величина N может достигать огромных значений, сравнимых с числом Авогадро ($6 \cdot 10^{23}$).
- Молекулярные орбитали, образованные атомными орбиталями одного подуровня, находятся настолько близко, что практически сливаются, образуя определенную энергетическую зону.



Схематическое изображение энергетических уровней:

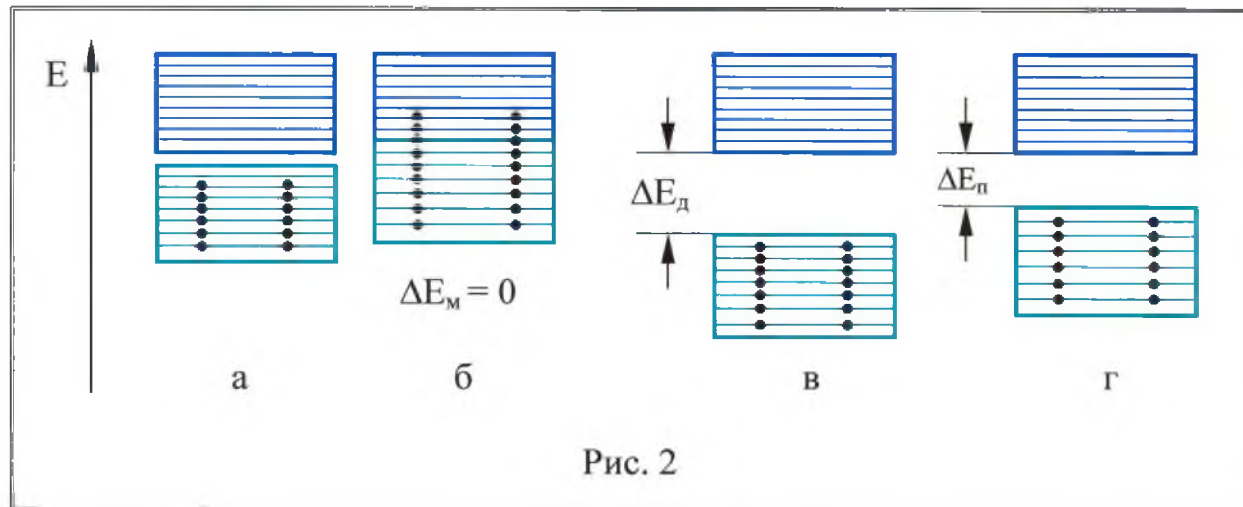
а - изолированного атома; б - твердого тела

- Все электроны, находящиеся в данной энергетической зоне, обладают очень близкими энергиями.



Энергетические диаграммы при температуре, близкой к абсолютному нулю:
а-проводников; б-полупроводников; в-диэлектриков

- Энергетическая зона, образованная расщеплением энергетического уровня валентных электронов оказывается полностью заполненной и называется **валентной зоной**.
- Выше валентной зоны располагается энергетическая зона, в которой электронов нет (все энергетические уровни этой зоны свободны), и называется **зоной проводимости**.
- Разность энергии между дном зоны проводимости и потолком валентной зоны называется **шириной запрещенной зоны ΔE** .



Электрохимический ряд активности металлов

- Металлы – простые вещества, поэтому степень окисления атомов в них равна 0.
- Вступая в реакции, атомы металлов могут только отдавать электроны. Следовательно, все металлы проявляют **восстановительные свойства**.
 - Ряд активности металлов:
 - Eu, Sm, Li, Cs, Rb, K, Ra, Ba, Sr, Ca, Na, Ac, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Gd, Tb, Mg, Y, Dy, Am, Ho, Er, Tm, Lu, Sc, Pu, Th, Np, U, Hf, Be, Al, Ti, Zr, Yb, Mn, V, Nb, Pa, Cr, Zn, Ga, Fe, Cd, In, Tl, Co, Ni, Te, Mo, Sn, Pb, **H₂**, W, Sb, Bi, Ge, Re, Cu, Tc, Mn, Te, Rh, Po, Tl, Hg, Ag, Pb, Pd, Os, Ir, Pt, Au
 - → активность металлов →
- Li, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, **H**, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au