

МЕТАЛЛЫ



Общие свойства металлов

обусловлены:

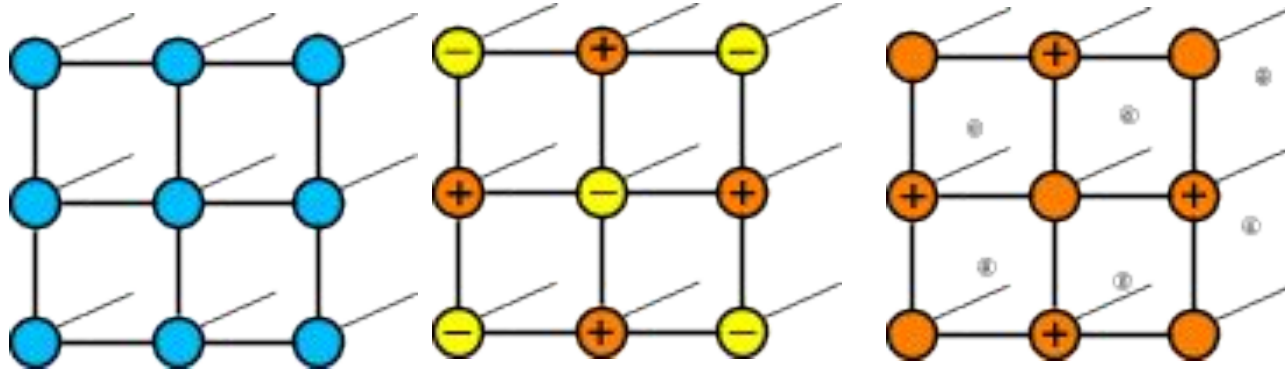
- Строением атома**
- Наличием кристаллической решетки**
- Наличием металлической связи**

Сравнение конфигураций



У атомов Me обычно на внешнем слое находится 1-4 электронов

Виды кристаллических решеток



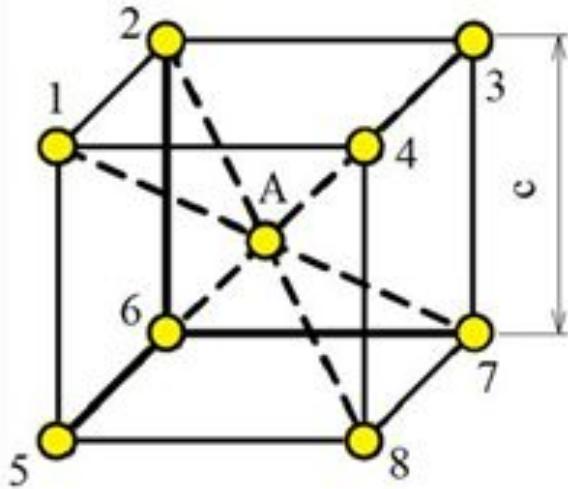
атомная

ионная

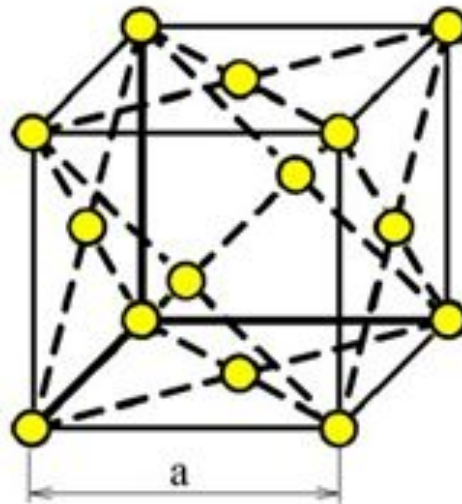
металлическая

Кристаллические решетки металлического типа содержат в узлах положительно заряженные ионы и нейтральные атомы; между ними передвигаются относительно свободные электроны («электронный газ»).

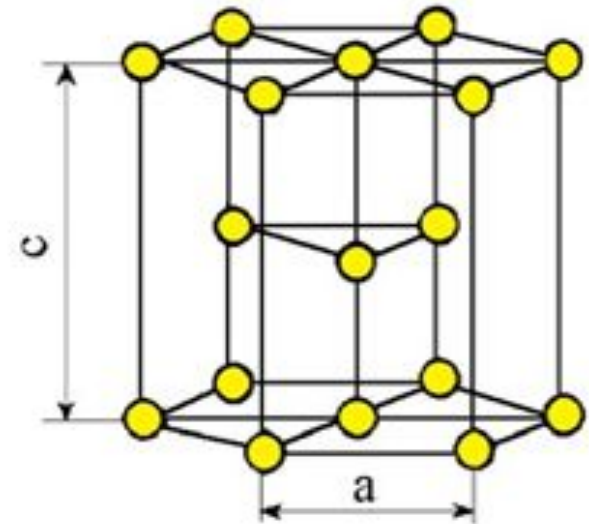
Основные типы кристаллических решеток металлов



Элементарная ячейка
объемно-
центрированной
кубической (ОЦК)
кристаллической решетки



Элементарная ячейка
гранцентрированной
кубической (ГЦК)
кристаллической
решетки



Элементарная ячейка
гексагональной
плотнупакованной
(ГПУ) кристаллической
решетки

ОБЩИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Положение металлов в периодической таблице:

Диагональ от бора к астату: слева внизу по диагонали находятся элементы - Me. Элементы, расположенные вблизи диагонали (Be, Al, Ti, Ge, Sb и др.), являются амфотерными.

МЕТАЛЛЫ:

s-элементы I и II групп

p-элементы главных подгрупп: III (кроме B), IV (Ge, Sn, Pb), V (Sb, Bi) и VI (Po)

все **d-** и **f-элементы**.

Расположение металлов в периодической системе Д.И. Менделеева

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																			
	A I B A II B A III B A IV B A V B A VI B A VII B A VIII B																			
1	(H)																			
2	Li Lithium Литий	Be Beryllium Бериллий	B Boron Бор	C Carbonium Углерод	N Nitrogenium Азот	O Oxygenium Кислород	F Fluorim Фтор	Ne Neon Неон												
3	Na Natrium Натрий	Mg Magnesium Магний	Al Aluminium Алюминий	Si Silicium Кремний	P Phosphorum Фосфор	S Sulfur Сера	Cl Chlorium Хлор	Ar Argon Аргон												
4	K Kalium Калий	Ca Calcium Кальций	Sc Scandium Скандий	Ti Titanium Титан	V Vanadium Ванадий	Cr Chromium Хром	Mn Manganum Марганец	Fe Ferrum Железо	Co Cobaltum Кобальт	Ni Niccolum Никель										
5	Rb Rubidium Рубидий	Sr Strontium Стронций	Y Yttrium Иттрий	Zr Zirconium Цирконий	Nb Niobium Нйобий	Mo Molybdaenum Молибден	Tc Technetium Технеций	Ru Ruthenium Рутений	Rh Rhodium Родий	Pd Palladium Палладий										
6	Cs Cesium Цезий	Ba Barium Барий	La* Lanthanum Лантан	Hf Hafnium Гафний	Ta Tantalum Тантал	W Wolframium Вольфрам	Re Rhenium Рений	Os Osmium Осмий	Ir Iridium Иридий	Pt Platinum Платина										
7	Fr Francium Франций	Ra Radium Радий	Ac** Actinium Актиний	Rf Rutherfordium Фезерфордий	Db Dubnium Дубний	Sg Seaborgium Сиборгий	Bh Bohrium Борний	Hs Hassium Хассий	Mt Meitnerium Мейтнерий											
ЛАНТАНОИДЫ*	Ce Cesium Цезий	Pr Praseodymium Прасеодим	Nd Neodymium Неодим	Pm Promethium Прометий	Sm Samarium Самарий	Eu Europium Европий	Gd Gadolinium Гадолиний	Tb Terbium Тербий	Dy Dysprosium Диспрозий	Ho Holmium Гольмий	Er Erbium Эрбий	Tm Thulium Тулий	Yb Ytterbium Иттербий	Lu Lutetium Лютеций						
АКТИНОИДЫ**	Th Thorium Торий	Pa Protactinium Протактиний	U Uranium Уран	Np Neptunium Нептуний	Pu Plutonium Плутоний	Am Americium Америций	Cm Curium Курций	Bk Berkelium Беркелий	Cf Californium Калифорний	Es Einsteinium Эйнштейний	Fm Fermium Фермий	Md Mendelevium Менделеев	No Nobelium Нобелий	Lr Lawrencium Лоренций						

формулы высших оксидов

формулы летучих соединений

лантаноиды*

актиноиды**

Расположение металлов в периодической системе Д.И. Менделеева

3 Li	4 Be													
11 Na	12 Mg	13 Al												
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As*
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb
55 Cs	56 Ba	57-71 лантан оиды	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi
87 Fr	88 Ra	89-103 Актин оиды	Черные металлы				Цветные металлы							

	Щелочноземельные металлы
	Легкие металлы
	Редкоземельные металлы
	Урановые металлы

	Тугоплавкие металлы
	Железные металлы
	Благородные металлы
	Легкоплавкие металлы

Черные металлы

Черные металлы характеризуются темно-серым цветом, большой плотностью (кроме щелочноземельных Me), высокой температурой плавления, относительно высокой твердостью.



Черные подразделяются:

- ***Железные металлы*** - Fe, Co, Ni (ферромагнетики) и Mn.
- ***Тугоплавкие металлы*** - температура плавления выше Fe (1539°C) - добавки легированных сталей и основы для соответствующих сплавов.
- ***Урановые металлы*** - актиноиды - для сплавов атомной энергетики.
- ***Редкоземельные металлы (РЗМ)*** – лантан , церий, неодим, празеодим и др. - лантаноиды + иттрий и скандий. Близки по химическим, различаются по физическим свойствам. Присадки к сплавам других элементов.
- ***Щелочноземельные металлы.*** В свободном состоянии применяются в особых случаях (теплоносители в атомных реакторах).

Цветные металлы

Цветные металлы характеризуются: характерной окраской (красная, желтая, белая), большой пластичностью, низкой температурой плавления.



Цветные подразделяются:

- *Легкие металлы* - Be, Mg, Al - малая плотность.
- *Благородные металлы* - Ag, Au, платиновая группа (Pt, Pd, Ir (иридий), Rh (родий), Os (осмий), Ru (рутений)), "полублагородная" медь. Высокая устойчивость против коррозии.
- *Легкоплавкие металлы* - Zn, Cd, Hg, Sn, Pb, Bi, Tl (таллий), Sb (сурьма), элементы с ослабленными металлическими свойствами: Ga (галлий), Ge (германий).

Нахождение металлов в природе

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается



В самородном состоянии: Cu, Ag, Hg, Pt, Au

В виде соединений:

оксиды: (Fe_3O_4 – магнетит),

соли:

карбонатные (CaCO_3 – известняк),

фосфатные, силикатные, алюмосиликатные

($\text{K}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6\text{SiO}_2$ – полевой шпат или

ортоклаз), сульфидные (HgS – киноварь)

галидные (NaCl – галит, каменная или

поваренная соль).

Руды – природные соединения металлов

Оксидные: Fe_2O_3 - гематит, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – гетит, Al_2O_3 – боксит, TiO_2 – рутил, SnO_2 – касситерит;

Сульфидные: FeS_2 – железный колчедан (пирит), $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS}_2$ – медный колчедан (халькопирит), PbS – свинцовый блеск, ZnS – цинковая обманка

Силикатные и алюмосиликатные: полевой шпат $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, каолинит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, берилл $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$;

Карбонатные: CaCO_3 - мрамор, мел, известняк; MgCO_3 - магнезит, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ – малахит;

Галидные: NaCl - каменная или поваренная соль, KCl - сильвин, $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – карналлит.



Щелочноземельные металлы в природе

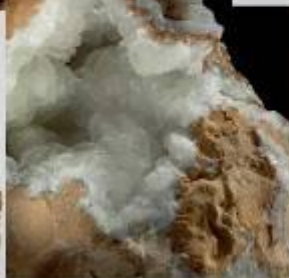
барит



кальцит

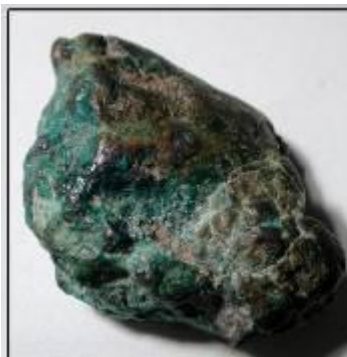


магнезит



Нахождение меди в природе

куприт



самородок меди



малахит



Нахождение благородных металлов в природе

платина



самородок платины



самородок серебра



самородок золота



матит



гематит Fe_2O_3



боксит Al_2O_3

касситерит SnO_2



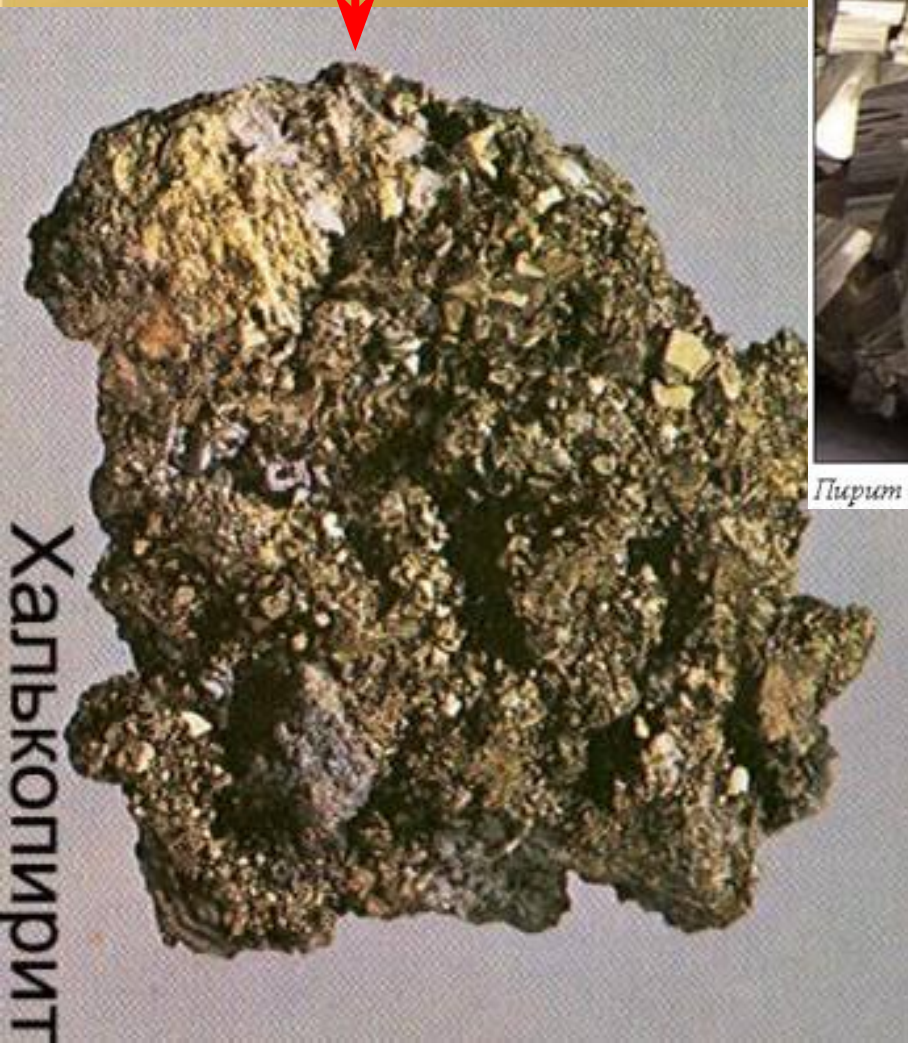
пирит FeS_2

халькопирит

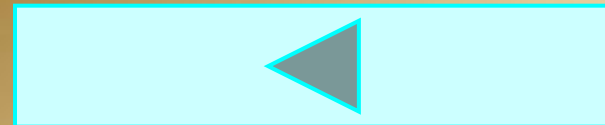
$\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS}_2$



Пирит (золотая обманка). Минерал по внешнему виду похож на золото.



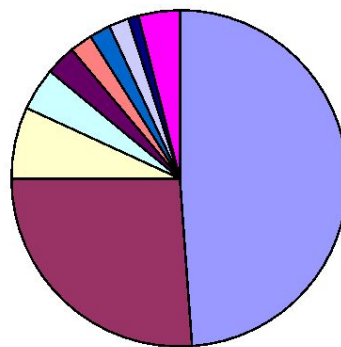
Халькопирит



Распространённость химических элементов во Вселенной (в массовых долях)



Распространённость химических элементов на Земле (в массовых долях)



- O
- Si
- Al
- Fe
- Ca
- Na
- K
- Mg
- H
- Остальные



Физические свойства металлов

1. Твердость (кроме Hg)

Самый твердый – Cr - режет стекло;
самые мягкие – K, Na, Rb и Cs – режутся ножом.

2. Непрозрачность/металлический блеск

Все металлы серого цвета, кроме Cu, Cs, Au.
Al и Mg имеют блеск в порошкообразном состоянии.

3. Температура плавления

$t > 1000^{\circ}\text{C}$ тугоплавкие

$t < 1000^{\circ}\text{C}$ легкоплавкие

$$t_{\text{пл}}(\text{Hg}) = -39^{\circ}\text{C}; \quad t_{\text{пл}}(\text{W}) = 3420^{\circ}\text{C}$$

4. Плотность

От 0,53 Li до 22,5 г/см³ Os

$\rho < 5$ г/см³ – легкие металлы (щелочные, щелочно-земельные, Be, Al, Sc, Y, Ti).

$\rho > 5$ г/см³ – тяжелые металлы

5. Пластичность (ковкость)

Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn, Fe

уменьш.



Из 1 г золота можно вытянуть проволоку длиной 34,2 м. Можно получить золотую фольгу толщиной 0,0001 мм, что в 500 раз тоньше волоса).

6. Электропроводность - направленное движение свободных электронов под влиянием небольшой разности потенциалов.

В ряду Ag, Cu, Al, Fe уменьшается.

7. Теплопроводность. Закономерность та же.

Обусловлена высокой подвижностью свободных электронов и колебательным движением атомов, отсюда быстрое выравнивание температуры.

Наибольшая – у Ag и Cu, наименьшая - у Bi и Hg.

8. Магнитные свойства

а) Диамагнитные

(в основном амфотерные Me: Be, Zn, Ga, Ge)

б) Парамагнитные

в) Ферромагнитные (Fe, Co, Ni)

МЕТАЛЛЫ ТЯЖЕЛЕЕ ВОДЫ



Li Na K

H_2O

Остальные металлы



Ga

**Большинство -
твердые вещества
при комнатной
температуре, но есть
и жидкие:**



Cs



Hg

**Большинство имеют металлический
блеск, серые или белые**

Cs кристаллы



Cu самородок



**Au
самородок**



КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОВ

1. Черные и цветные

2. Тяжелые ($\rho \geq 5 \text{ г/см}^3$) и легкие ($\rho \leq 5 \text{ г/см}^3$)

3. Драгоценные

4. Платиновые

Благородные

металлы

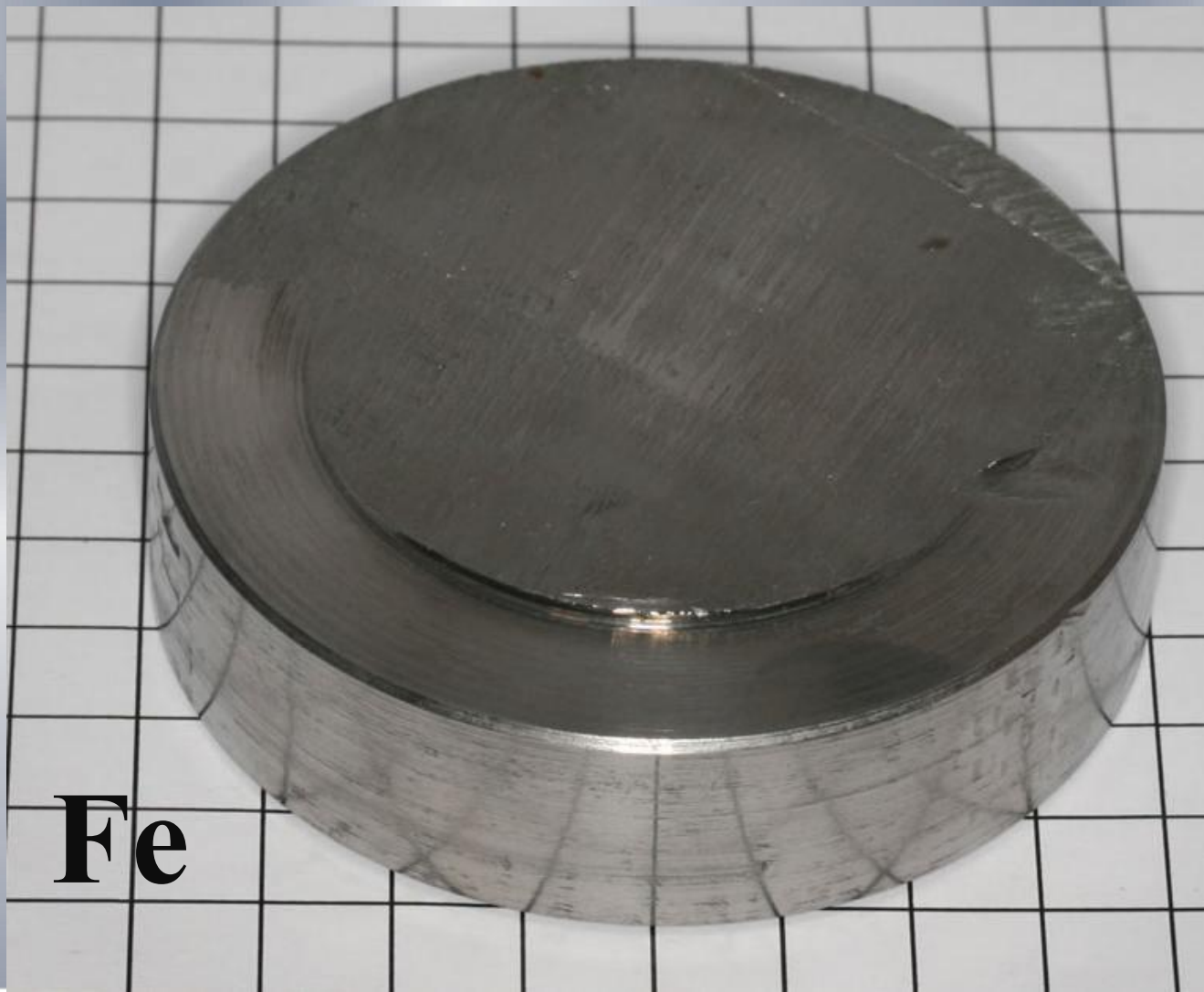
5. Редкоземельные

Y, Sc, La и лантаноиды



Черные

Получено электролизом, чистота 99,97%



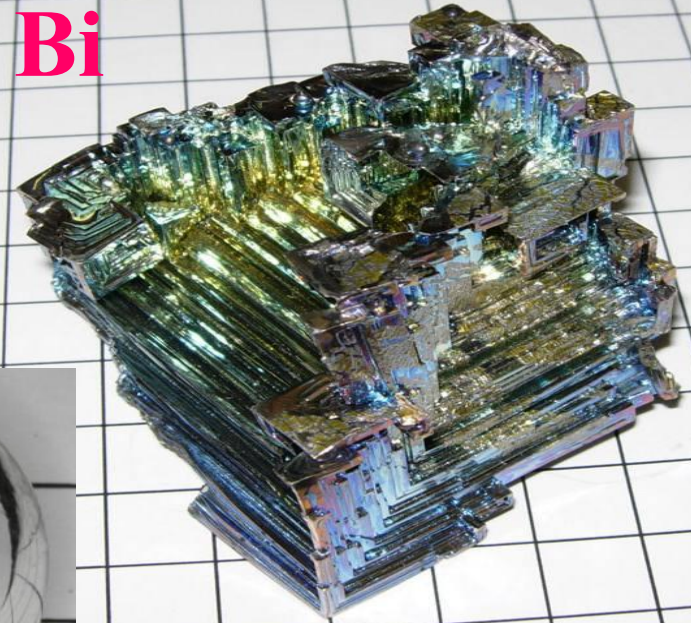
Fe

Цветные

Ag



Bi



Rb

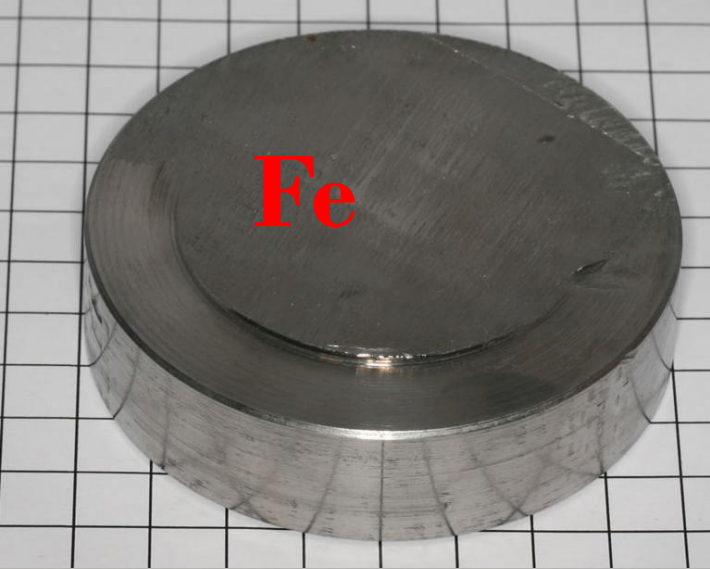


Ti



Sn





Fe



Hg



Pb



Bi

Тяжелые

Тяжелые



Co

99,99%

Sb



Ni

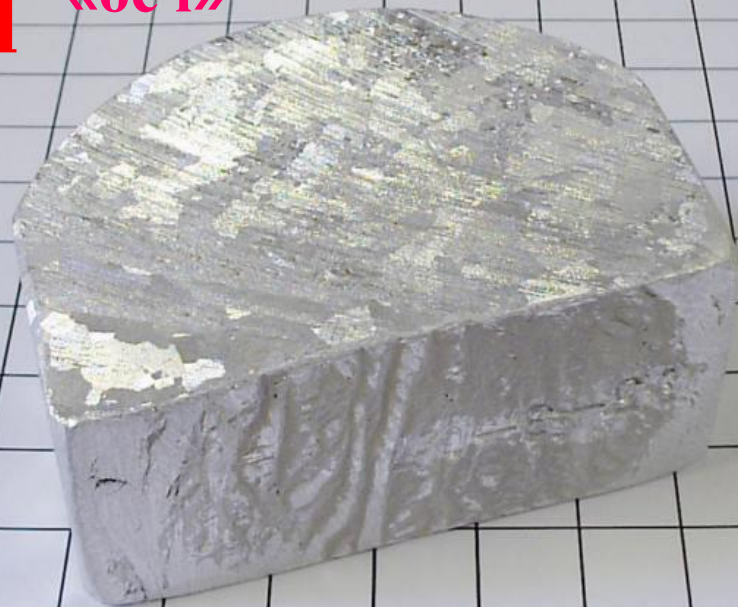
Медленный электролиз



Легки

Li, K,
Na, Rb, e
Cs, Fr,
Be, Mg,
Ca, Sr,
Ba, Al,
Sn

Al «осч»



Ca



Mg



Rb



ДРАГОЦЕННЫЕ

Ag

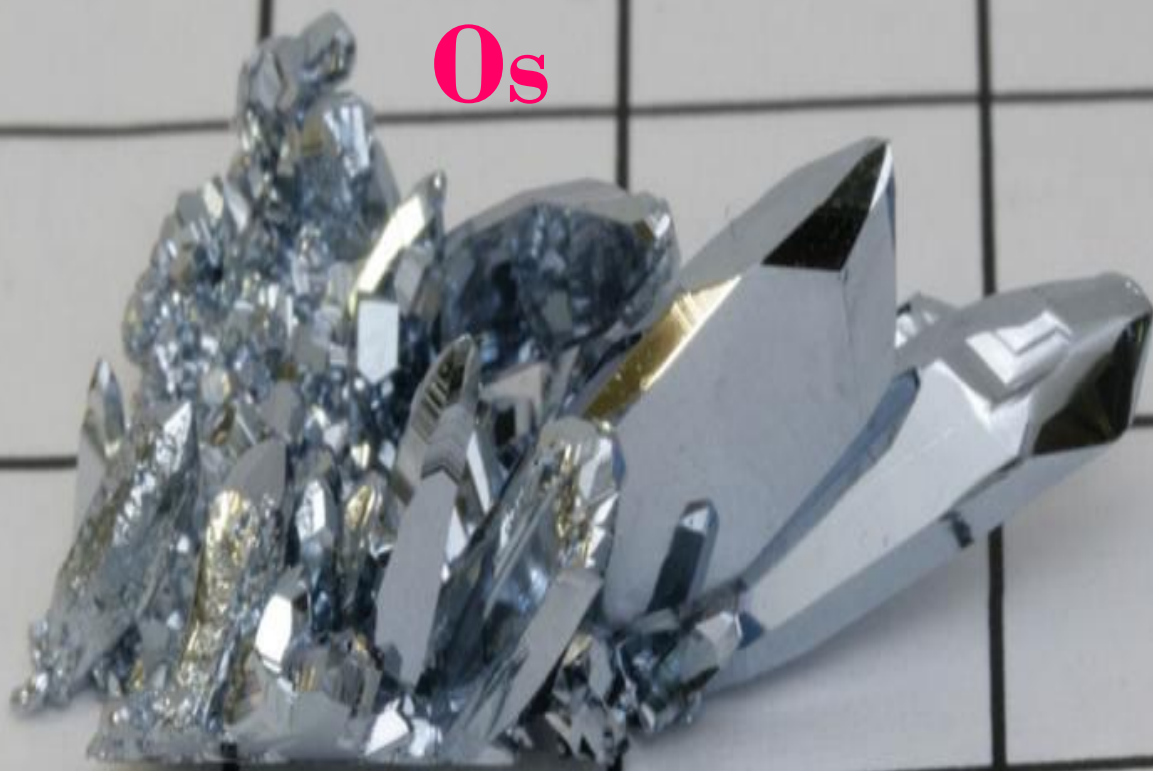


Au



Платиновые металлы

Os



Pt



Rh

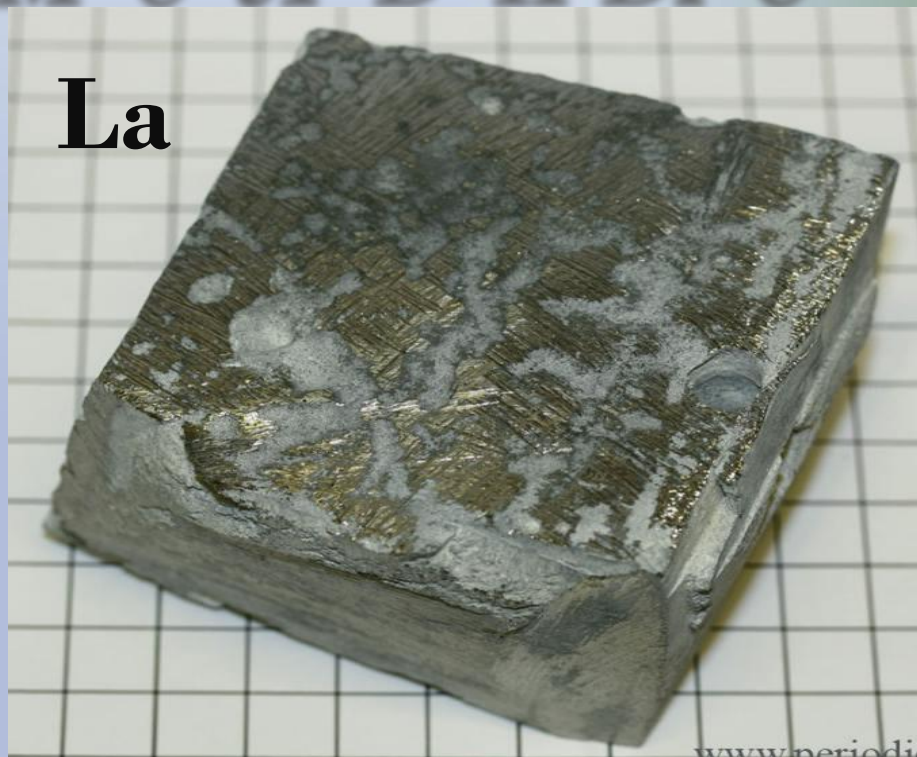
18 82 2	44 Ru РУТЕНИЙ 101.07	45 Rh РОДИЙ 102.906	46 Pd ПАЛЛАДИЙ 106.4	КР 83
3				Х КС 13
7 18 18 8 2	76 Os ОСМИЙ 190.2	77 Ir ИРИДИЙ 192.22	78 Pt ПЛАТИНА 195.09	
К 7	Т.В.Судакова СамГТУ			



Редкоземельные

21	Sc СКАНДИЙ 44,956
31	Ga ГАЛЛИЙ 69,72
39	Y ИТРИЙ 88,906
49	In ИНДИЙ 114,82
57-71 ЛАНТАНОИДЫ	

La



www.periodic

ЛАНТАНОИДЫ

57 La ЛАНТАН 138,906	58 Ce ЦЕРИЙ 140,12	59 Pr ПРАЗЕОДИМ 140,908	60 Nd НЕОДИМ 144,24	61 Pm ПРОМЕТИЙ [145]	62 Sm САМАРИЙ 150,4	63 Eu ЕВРОПИЙ 151,96	64 Gd ГАДОЛИНИЙ 157,25	65 Tb ТЕРБИЙ 158,926	66 Dy ДИСПРОЗИЙ 162,5	67 Ho ГОЛЬМИЙ 164,93	68 Er ЭРБИЙ 167,26	69 Tm ТУЛИЙ 168,934	70 Yb ИТТЕРБИЙ 173,04	71 Lu ЛЮТЕЦИЙ 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

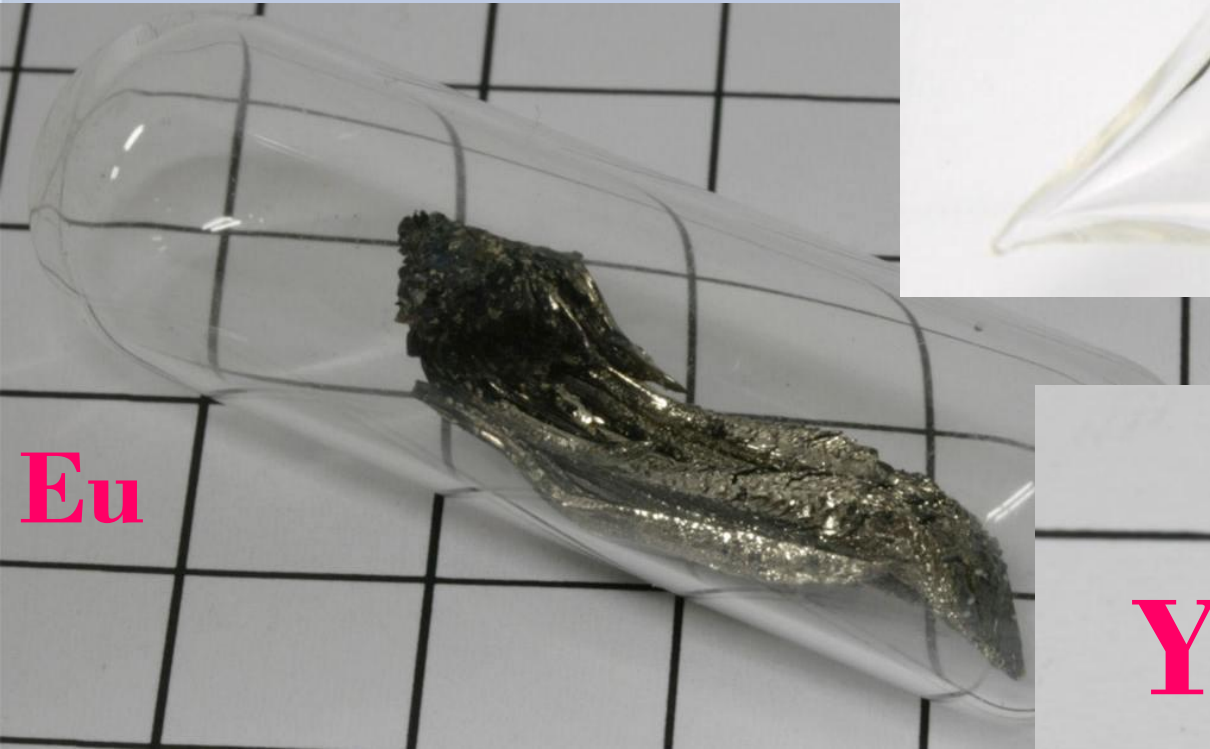
АКТИНОИДЫ

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
--------------	--------------	--------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Sc



Eu



Y

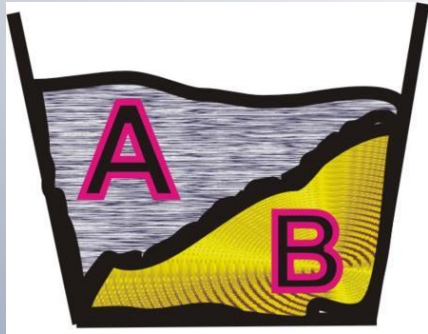


макрогетерогенная система, обладающая металлическими свойствами и состоящая из двух или более химических элементов.

Компоненты:

Не взаимодействуют

расслоение

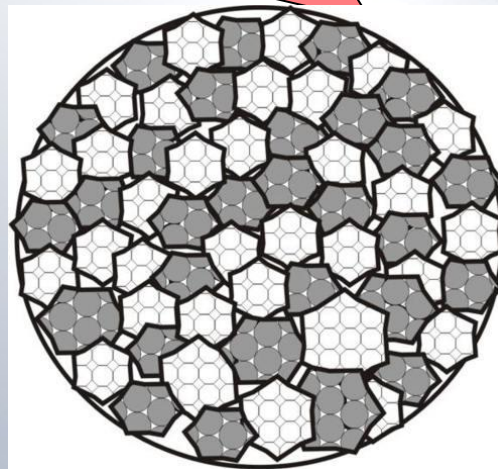


Al и Pd
Al и Cd
Zn и Pb

Гетерогенная система-
смесь компонентов

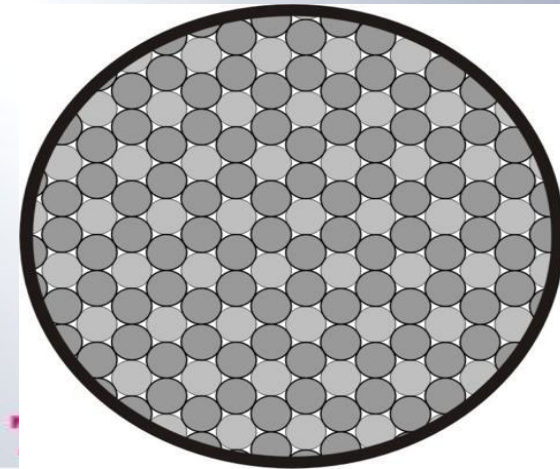
Взаимодействуют

слабо



Гомогенная
система-
твердый р-р

СИЛЬНО



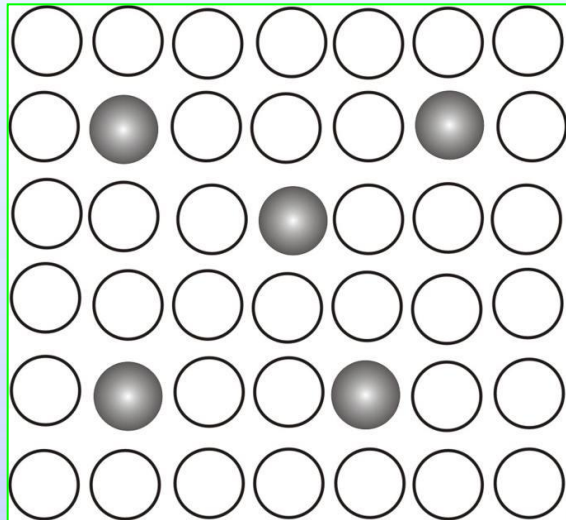
СПЛАВЫ – СМЕСИ (ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ)

Схемы образования твердого раствора (или смешанного кристалла) в металлах: а – решетка металла-растворителя; б – твердый раствор замещения; в – фаза со сверхструктурой; г – твердый раствор внедрения.

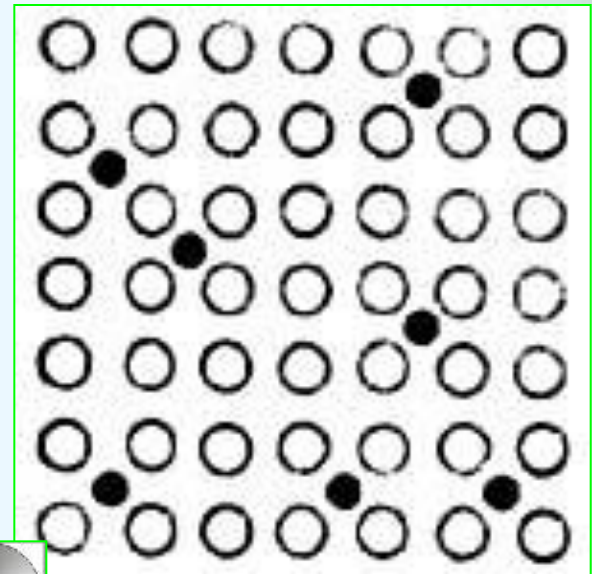
типы твердых растворов

растворы замещения

растворы внедрения



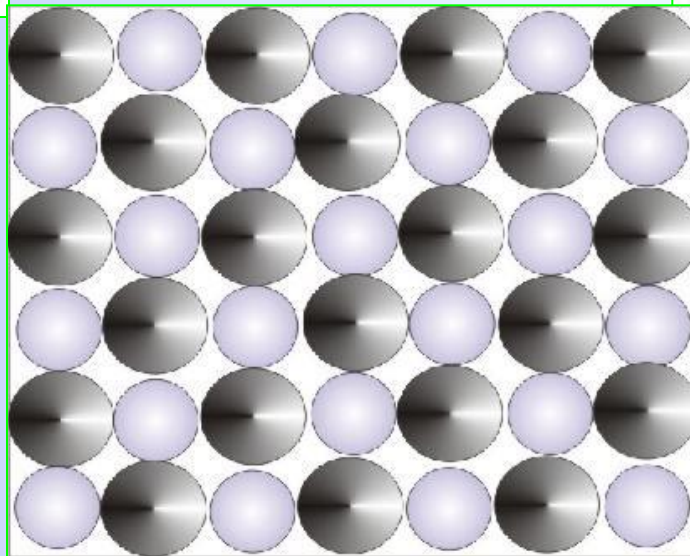
упорядоченные
растворы



Cu - Ni

Fe - Cr

Fe - Al



Fe - C

Fe - H

Cu - Au

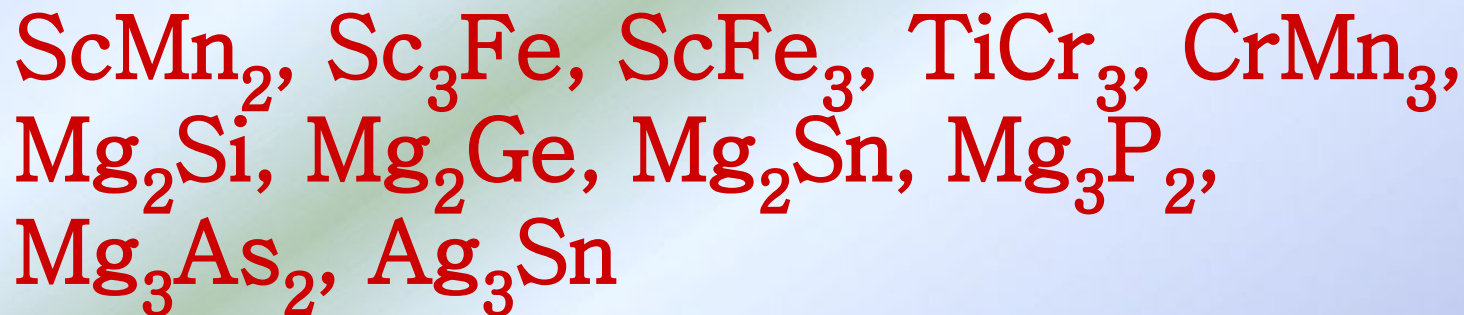
Fe - Si, Ni - Mn

Очень сильное взаимодействие между атомами металлов



Интерметаллические соединения (интерметаллиды)-

Соединения металлов между собой и с неметаллами (H, B, C, N и др.); связь металлическая.



Примеры сплавов:

- i** Чугун – сплав Fe с C, содержание C $> 2\%$ масс.;
- i** Зеркальный чугун
- i** Сталь – сплав Fe с C, содержание C менее 2% масс.;
- i** Марганцовистая сталь – сталь, содержащая марганец не менее 1% ;
- i** Манганин – сплав 11% Mn, $2,5-3,5\%$ Ni и 86% Cu;
- i** Бронза – сплавы на основе Cu (Sn, Al, Be, As, Pb, Cr);
- i** Нейзильбер, фехраль.



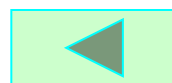


Фотоколлаж: ООО Металлолом СПб

Декоративные свесы арочные из чугунины



Чугунный
камин



Скульптуры и
монументы,
чугунное литье

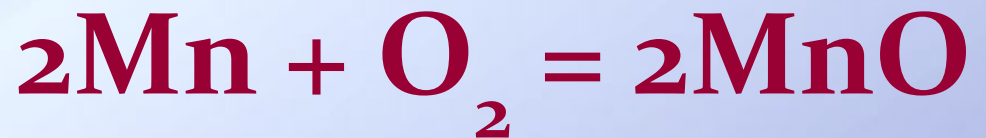




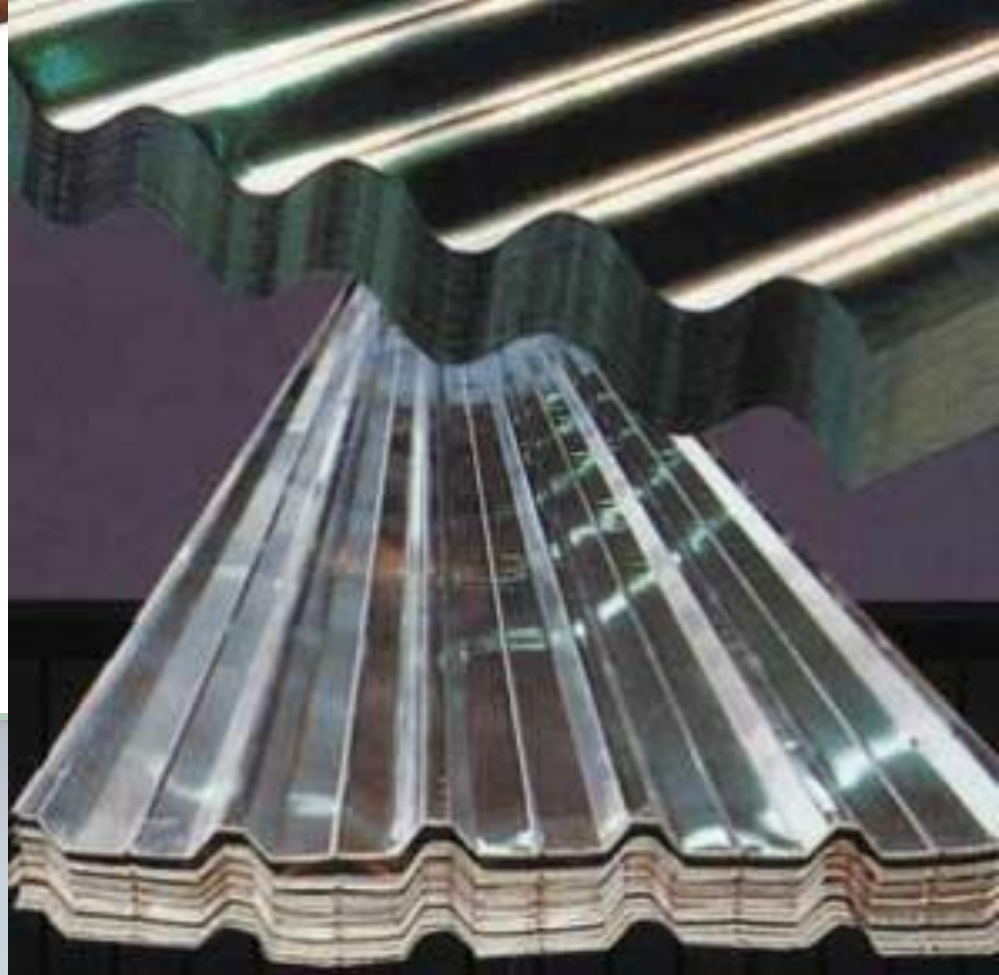
сплав Fe с C (3,5-5,5%) и Mn (5-20%);

используется в производстве стали для раскисления и науглероживания:

На изломе – зеркальный блеск

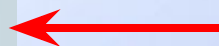


**Обычная
углеродистая**



Кровля, до 25 лет

нержавеющая



Сталь 35Г



Повышенная твердость и износостойкость

щеки дробилок



Индустриальный Metallургический Комплекс
ВсяСталь.рф www.mzstal.ru



башня танка



**высокое электрическое
сопротивление,**

демпфирование - поглощение
энергии механических колебаний -
при ударе по сплаву звук не звучит
громко.

**самые «тихие»
сплавы: 70% Mn и
30% Cu**





Самая древняя !

Бронза:

оловянная – Cu-Sn

алюминиевая – Cu-Al

бериллиевая – Cu-Be

и т.п.





Нейзильбер:

Cu(50-60%) – Ni(20-25%) – Zn(18-22%)

**Фехраль: Al-Cr (15-30%)-Fe
(70% и более)**



СПЛАВЫ (всего их более 5000)

Наименование	Состав (%)
Алюмель	<u>Mn</u> – 2, <u>Al</u> – 2, <u>Si</u> – 1, <u>Fe</u> – 0,5, остальное <u>Ni</u>
Баббит свинцовый	Pb – 80, <u>Sb</u> – 17, <u>Cu</u> – 1,5
Бронза алюминиевая	<u>Al</u> – 4,5-5,5, остальное <u>Cu</u>
Бронза бериллиевая	<u>Be</u> – 2,0-2,5, остальное <u>Cu</u>
Бронза кремниевая	<u>Cu</u> – 96-98, <u>Si</u> – 2-3,5
Бронза оловянная	<u>Cu</u> – 89-91, Sn – 9-11
Бронза фосфорная	<u>Cu</u> – 93-94, Sn – 6-7, P – 0,3-0,4
Сплав Вуда	<u>Bi</u> – 50, Pb – 25, Sn – 12,5, <u>Cd</u> – 12,5

Дуралюмин	<u>Al</u> – 93-96, <u>Cu</u> – 3,5-5, <u>Mg</u> – 0,3-1, <u>Mn</u> – 0,3-1
Латунь	<u>Cu</u> – 57-60, <u>Zn</u> – 40-43
Константан	<u>Ni</u> – 39-41, <u>Mn</u> – 0,4-0,6, остальное <u>Cu</u>
Манганин	<u>Cu</u> – 85, <u>Mn</u> – 11-13, <u>Ni</u> – 2,5-3,5
Мельхиор	<u>Ni</u> – 18-20, остальное <u>Cu</u>
Нейзильбер	<u>Ni</u> – 15, <u>Zn</u> – 20, <u>Cu</u> – 65
Нихром	<u>Ni</u> – 64-71, <u>Cr</u> – 14-16, <u>Fe</u> – 14-17, <u>Mn</u> – 1-1,8
Припой свинцово-оловянный	<u>Sn</u> – 14-90, остальное <u>Pb</u>
Хромистая нержавеющая сталь	<u>Cr</u> – 13-30, C до 2, остальное <u>Fe</u>
Чугун	C – 2-5, <u>Fe</u> – 95-98

Припой свинцово-оловянный	Sn – 14-90, остальное Pb
Силумин	<u>Al</u> – 85-90, <u>Si</u> – 10-15
Сплав для дроби	<u>Sb</u> – 0,5-1,5, остальное Pb
Сталь	C до 2, добавки <u>Si</u> , S, P, O, N до 1, остальное <u>Fe</u>
Твер Хромель	<u>Cr</u> – 9,5, <u>Fe</u> – 0,3, остальное <u>Ni</u>
Твердый сплав “победит”	Co – 10, WC – 90
Твердый сплав “альфа”	Co – 8, 6 или 8, <u>TiC</u> – 21, 15 или 5, остальное WC
Типографский сплав	Pb – 75, <u>Sb</u> – 20-24, Sn – 1,8-4,3, <u>Cu</u> – 1
Томпак	<u>Cu</u> – 89-91, <u>Zn</u> – 9-11
Хромель	<u>Cr</u> – 9,5, <u>Fe</u> – 0,3, остальное <u>Ni</u>