

Физические и химические свойства металлов

ПЛАН

1. Положение металлов в ПСХЭ
2. Строение атомов металлов и веществ металлов
3. Взаимосвязь строения металлов и физических свойств

95 из 118

1. Положение металлов в ПСХЭ Д. И. Менделеева

		ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА						VII	VIII	<small>атомный номер</small> <small>обозначение элемента</small> <small>относительная атомная масса</small>			
		I	II	III	IV	V	VI	(H)	2				
1	1	H ¹ ВОДОРОД							He ^{4,00} ГЕЛИЙ				
2	2	Li ³ ЛИТИЙ	Be ⁴ БЕРРИЛЛИЙ	B ⁵ БОР	C ⁶ УГЛЕРОД	N ⁷ АЗОТ	O ⁸ КИСЛОРОД	F ⁹ ФТОР	Ne ¹⁰ НЕОН				
3	3	Na ¹¹ НАТРИЙ	Mg ¹² МАГНИЙ	Al ¹³ АЛЮМИНИЙ	Si ¹⁴ КРЕМНИЙ	P ¹⁵ ФОСФОР	S ¹⁶ СЕРА	Cl ¹⁷ ХЛОР	Ar ¹⁸ АРГОН				
4	4	K ¹⁹ КАЛИЙ	Ca ²⁰ КАЛЬЦИЙ	Sc ²¹ СКАНДИЙ	Ti ²² ТИТАН	V ²³ ВАНАДИЙ	Cr ²⁴ ХРОМ	Mn ²⁵ МАРГАНЕЦ	Fe ²⁶ ЖЕЛЕЗО	Co ²⁷ КОБАЛЬТ	Ni ²⁸ НИКЕЛЬ		
4	5	Cu ²⁹ МЕДЬ	Zn ³⁰ ЦИНК	Ga ³¹ ГАЛЛИЙ	Ge ³² ГЕРМАНИЙ	As ³³ АРШЕН	Se ³⁴ СЕЛЕН	Br ³⁵ БРОМ	Kr ³⁶ КРИПТОН				
5	6	Rb ³⁷ РУБИДИЙ	Sr ³⁸ СТРОНЦИЙ	Y ³⁹ ИТРИЙ	Zr ⁴⁰ ЦИРКОНИЙ	Nb ⁴¹ НИОБИЙ	Mo ⁴² МОЛИБДЕН	Tc ⁴³ ТЕХНЕЦИЙ	Ru ⁴⁴ РУТЕНИЙ	Rh ⁴⁵ РОДИЙ	Pd ⁴⁶ ПАЛЛАДИЙ		
5	7	Ag ⁴⁷ СЕРЕБРО	Cd ⁴⁸ КАДМИЙ	In ⁴⁹ ИНДИЙ	Sn ⁵⁰ ОЛОВО	Sb ⁵¹ СУРЬМА	Te ⁵² ТЕЛЛУР	I ⁵³ ИОД	Xe ⁵⁴ КСЕНОН				
6	8	Cs ⁵⁵ ЦЕЗИЙ	Ba ⁵⁶ БАРИЙ	La ⁵⁷ ЛАНТАН	Hf ⁷² ГАФНИЙ	Ta ⁷³ ТАНТАЛ	W ⁷⁴ ВОЛЬФРАМ	Re ⁷⁵ РЕНИЙ	Os ⁷⁶ ОСМИЙ	Ir ⁷⁷ ИРИДИЙ	Pt ⁷⁸ ПЛАТИНА		
6	9	Au ⁷⁹ ЗОЛОТО	Hg ⁸⁰ РУТУТЬ	Tl ⁸¹ ТАЛЛИЙ	Pb ⁸² СВИНЕЦ	Bi ⁸³ ВИСМУТ	Po ⁸⁴ ПОЛОНИЙ	At ⁸⁵ АСТАТ	Rn ⁸⁶ РАДОН				
7	10	Fr ⁸⁷ ФРАНЦИЙ	Ra ⁸⁸ РАДИЙ	Ac ⁸⁹ АКТИНИЙ	Ku ¹⁰⁴ КУРЧАТОВИЙ	Ns ¹⁰⁵ НИЛЬСБОРИЙ	Sg ¹⁰⁶ СИБОРГИЙ	Bh ¹⁰⁷ БОРИЙ	Hs ¹⁰⁸ ХАССИЙ	Hs ¹⁰⁹ МЕЙТНЕРИЙ			
* ЛАНТАНОИДЫ													
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce ^{140,12} ЦЕРИЙ	Pr ^{140,91} ПРАЗЕОДИМ	Nd ^{144,24} НЕОДИМ	Pm ^[145] ПРОМЕТИЙ	Sm ^{150,40} САМАРИЙ	Eu ^{151,96} ЕВРОПИЙ	Gd ^{157,25} ГАДОЛИНИЙ	Tb ^{158,93} ТЕРБИЙ	Dy ^{162,50} ДИСПРОЗИЙ	Ho ^{164,93} ГОЛЬМИЙ	Er ^{167,26} ЭРБИЙ	Tm ^{168,93} ТУЛИЙ	Yb ^{173,04} ИТТЕРБИЙ	Lu ^{174,97} ЛЮТЕЦИЙ
** АКТИНОИДЫ													
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th ^{232,04} ТОРИЙ	Pa ^{231,04} ПРОТАКТИНИЙ	U ^{238,03} УРАН	Np ^{237,05} НЕПТУНИЙ	Pu ^[244] ПЛУТОНИЙ	Am ^[243] АМЕРИЦИЙ	Cm ^[247] КЮРИЙ	Bk ^[247] БЕРКЛИЙ	Cf ^[251] КАЛИФОРНИЙ	Es ^[254] ЭЙНШТЕЙНИЙ	Fm ^[257] ФЕРМИЙ	Md ^[258] МЕНДЕЛЕВИЙ	(No) ^[255] НОБЕЛИЙ	(Lr) ^[256] ЛОУРЕНСИЙ

1. Положение металлов в ПСХЭ Д. И.

Металлы

Группа	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Период							
1	H						
2			B	неметаллы			
3				Si			
4	МЕТАЛЛЫ				As		
5						Te	
6							At
7							

Основные группы металлов

Щелочные

- Цезий, Литий, Натрий, Калий

Щелочно - земельные

- Бериллий, Магний, Кальций

Переходные

- Железо, Платина, Медь, Цинк, Золото, Серебро, Палладий, Ртуть, Никель, Кобальт

Другие

- Алюминий, Свинец, Олово

1. Положение металлов в ПСХЭ Д. И. Менделеева

К элементам - металлам относятся:

s - элементы I и II групп, все **d**- и **f**-элементы,

а также **p**-элементы главных подгрупп:

III (кроме бора),

IV (Ge, Sn, Pb),

V (Sb, Bi) и VI (Po).

Наиболее *типичные* элементы – металлы расположены в начале периодов (начиная со второго).

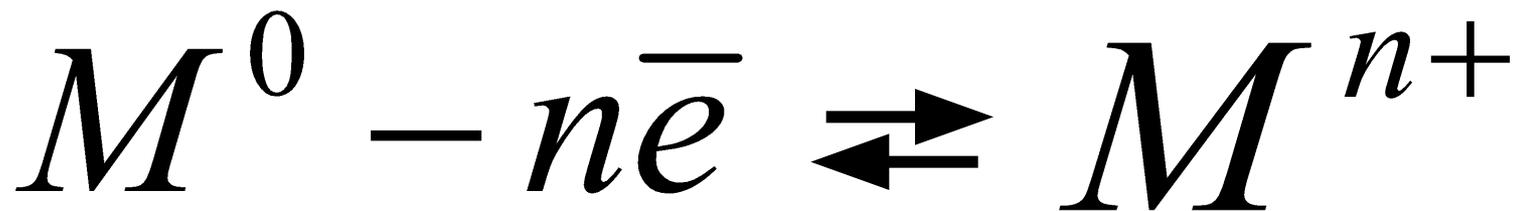
2.Строение атомов металлов и веществ металлов

Из положения в таблице Д.И. Менделеева следует:

1. Атомы металлов на последнем энергетическом уровне имеют **1 – 3 ē.**

2.Строение атомов металлов и веществ металлов

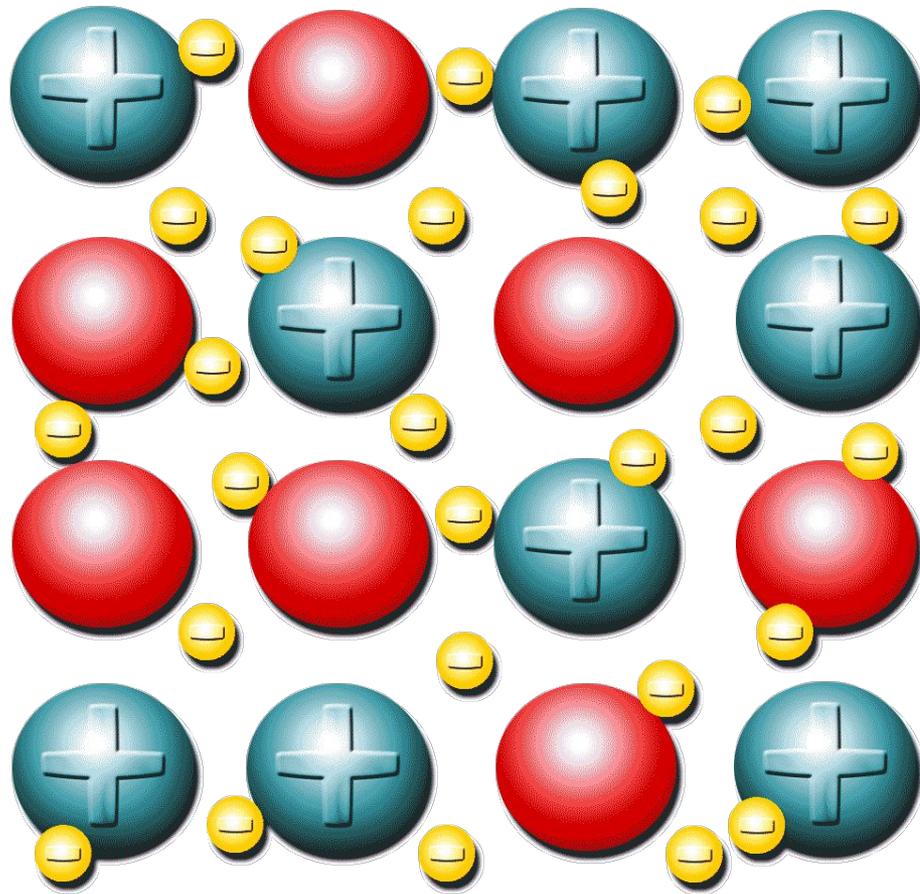
2. у атомов металлов большие размеры атомных радиусов. Поэтому металлы легко отдают внешние электроны.



**Металлы в реакциях
восстановители!**

2.Строение атомов металлов и веществ

Химическая связь в металлах

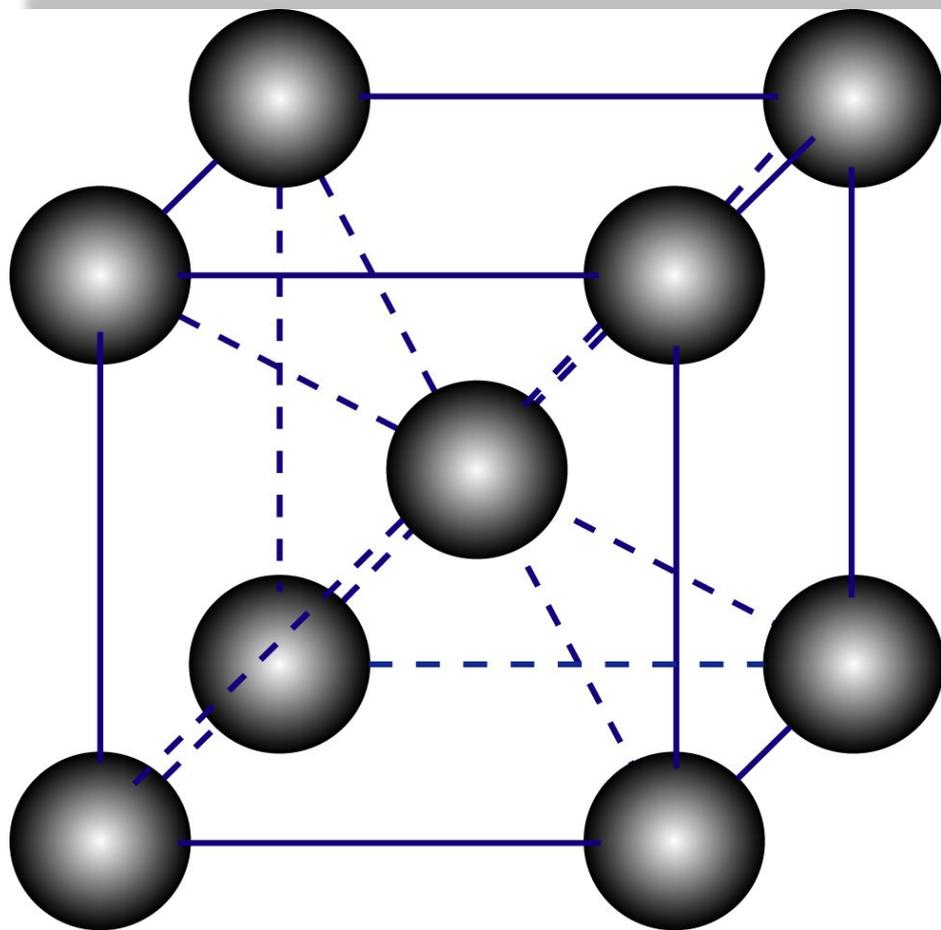


Металлическая связь – это связь в металлах и сплавах между атомами металлов, расположенными в узлах кристаллической решётки, осуществляемая обобществлёнными внешними электронами.

Кристаллическая решетка в металлах

Период	Г р у п п а							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I							H ₂	He
II	Li	Be	B	C	N ₂	O ₂	F ₂	Ne
III	Na	Mg	Al	Si	P ₄	S ₈	Cl ₂	Ar
IV	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br ₂	Kr
V	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I ₂	Xe
Тип кристаллической решётки	МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ				АТОМНАЯ		МОЛЕКУЛЯРНАЯ	

Модели кристаллов металлов:

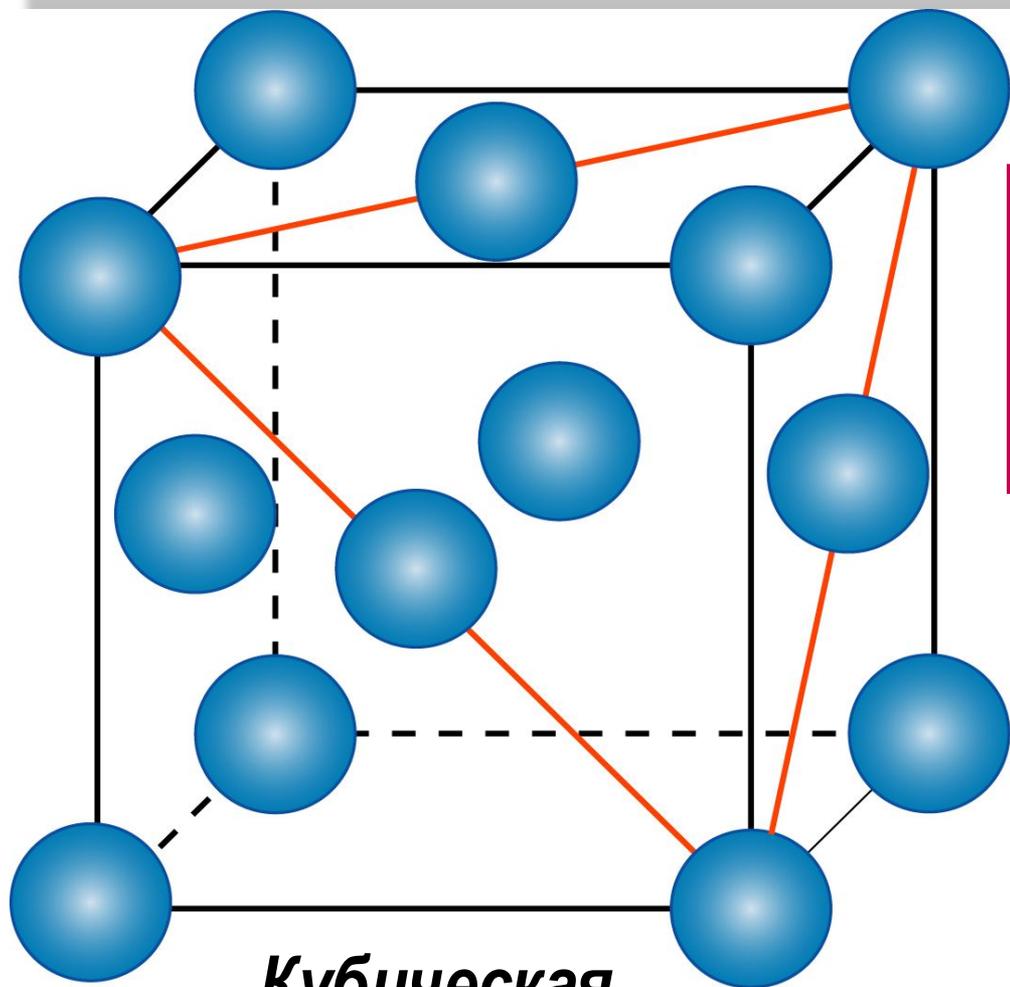


*Кубическая
объёмноцентрированная*

По этому типу кристаллизуются Li, Na, K, Rb, Cs, Ba, Fe и другие.

Плотность упаковки или степень заполнения частицами пространства в ней 68%.

Модели кристаллов металлов:



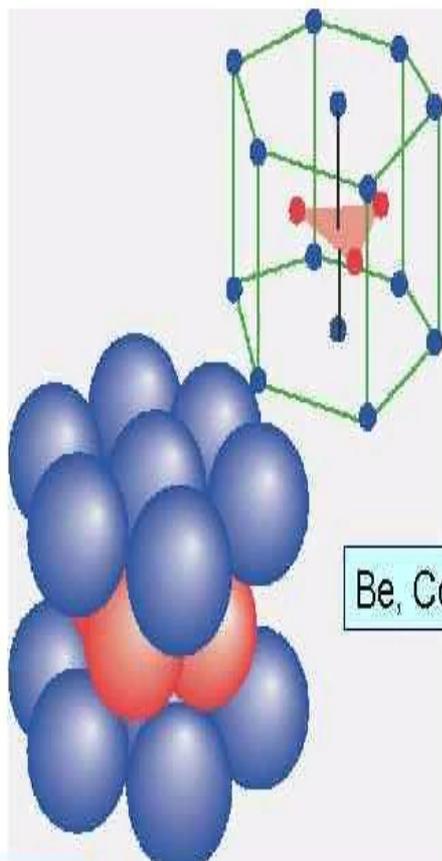
*Кубическая
гранецентрированная*

По этому типу кристаллизуются Ca, Sr, Al, Pb и другие.

Плотность упаковки в ней частиц 74%.

Модели кристаллов металлов:

Гексагональная
плотнейшая упаковка (ГПУ)

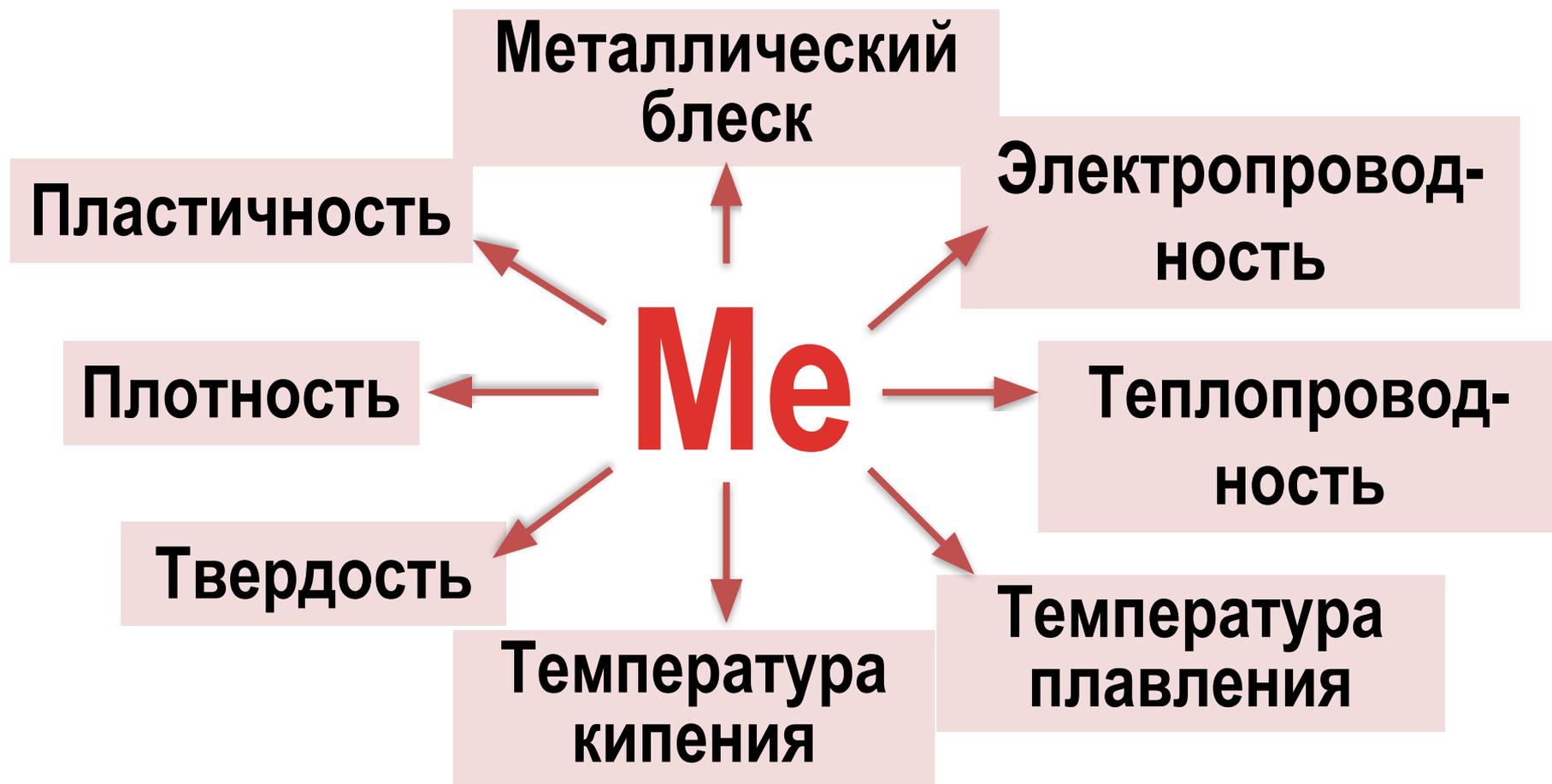


Be, Cd, Co, Mg, Ti, Zn

По этому типу
кристаллизуются
Be, Cd, Co, Mg, Ti,
Zn

Плотность
упаковки в ней
частиц 74%.

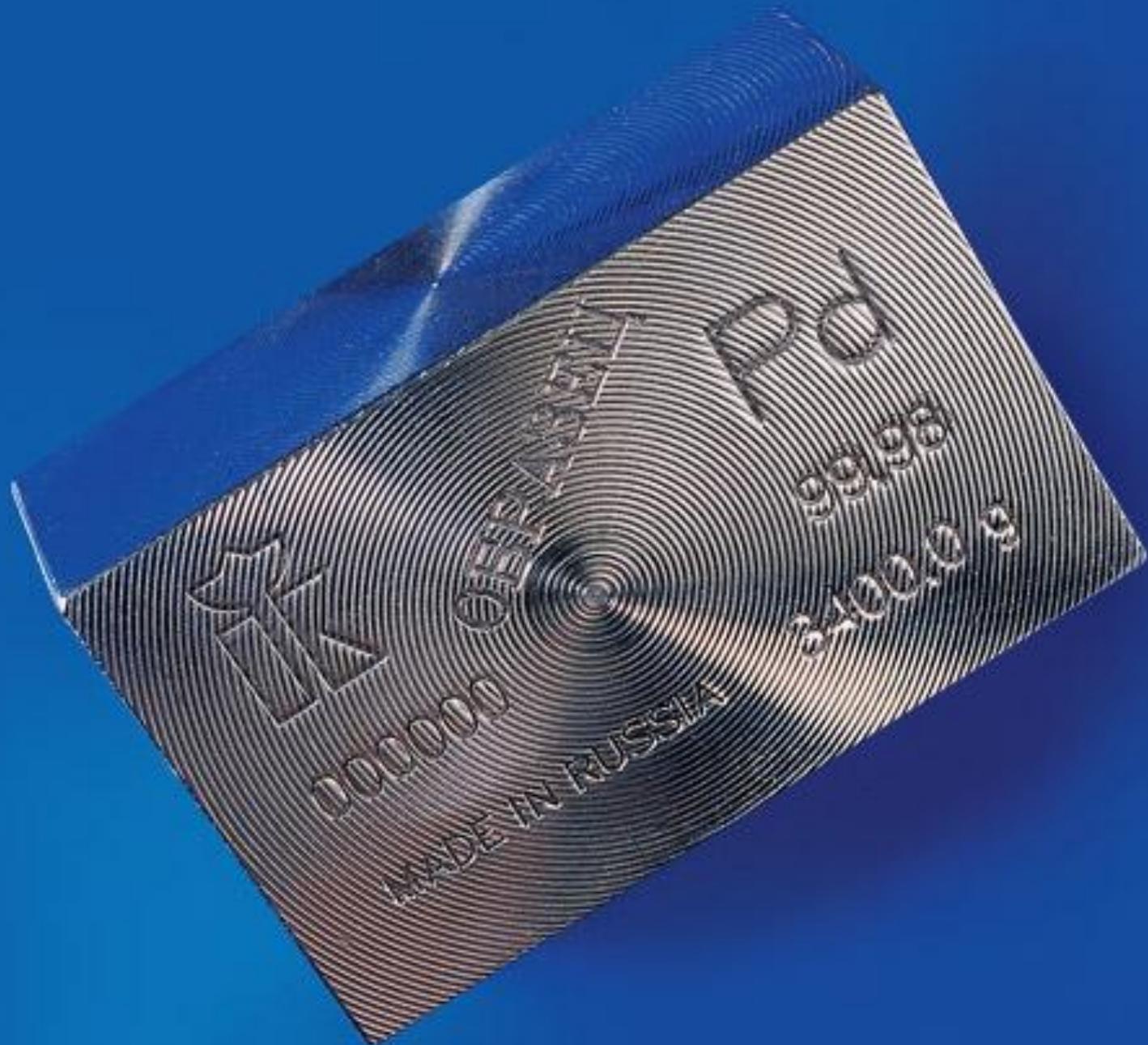
3. Физические свойства металлов



3. Физические свойства металлов

1. Металлический блеск

Самые блестящие металлы – Hg, Ag, Pd.
В порошке все металлы, кроме Al и Mg, теряют блеск и имеют чёрный или тёмно-серый цвет.



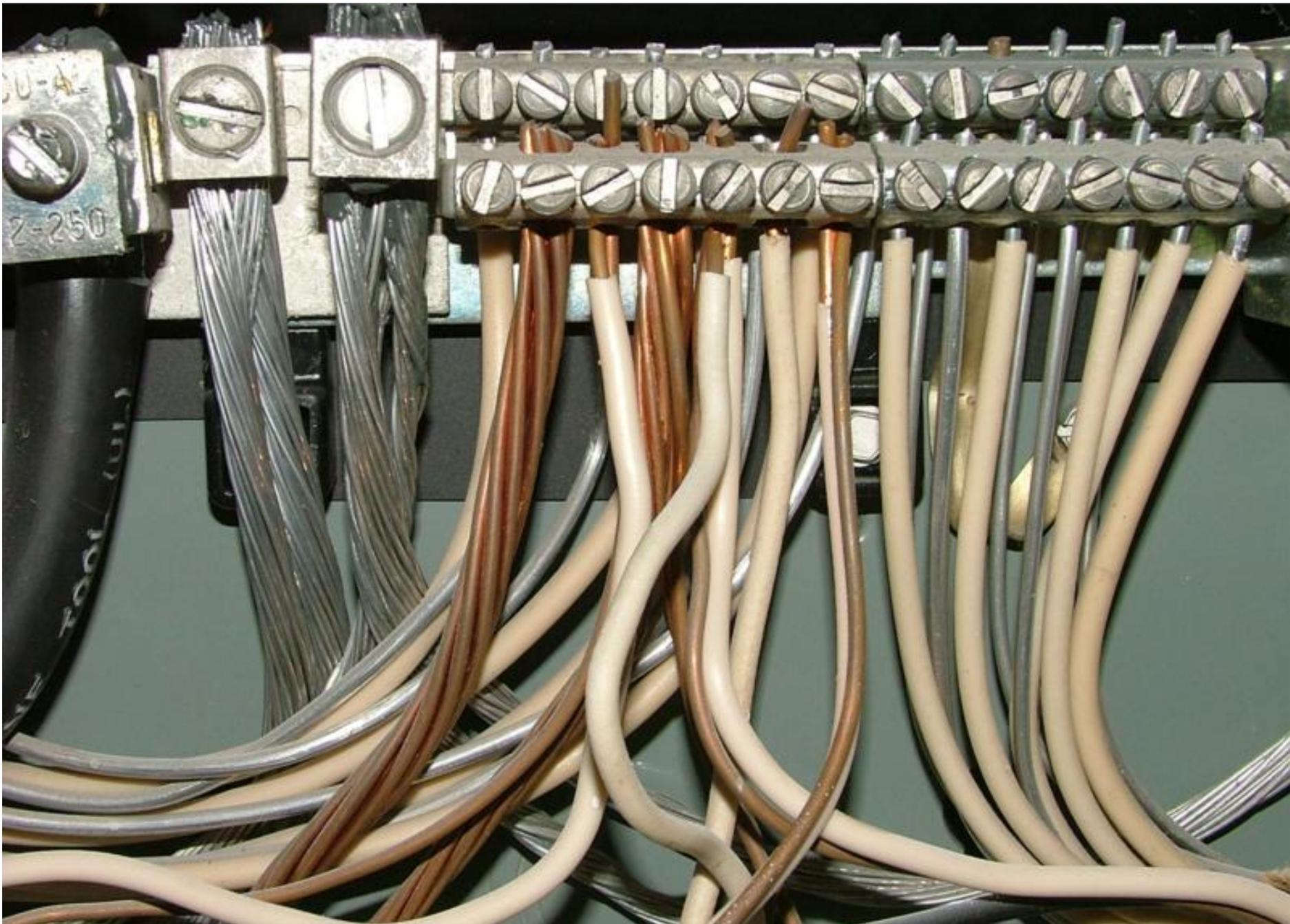
3. Физические свойства металлов

2. Электропроводность и теплопроводность

В ряду: **Ag** → **Cu** → **Al** → **Fe** уменьшается.

Наименьшая электропроводность в ряду:

Mn → **Pb** → **Hg**.

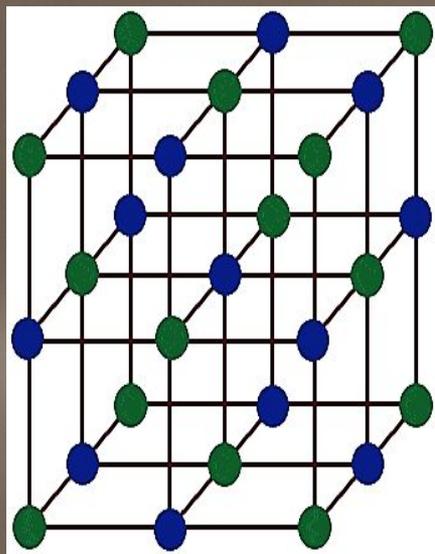


3. Физические свойства металлов

2. Электропроводность и теплопроводность

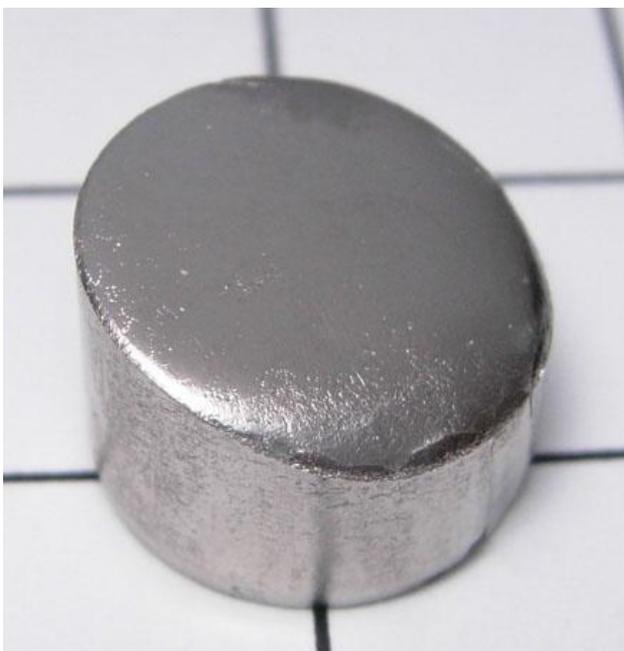
При нагревании электропроводность уменьшается, т.к. с повышением температуры усиливаются колебания атомов и ионов в узлах кристаллической решетки, что затрудняет направленное движение "электронного газа".

Высокие теплопроводность и электропроводность



3. Физические свойства металлов

3. Температуры плавления и кипения



Вольфрам



Калий



Ртуть

ь

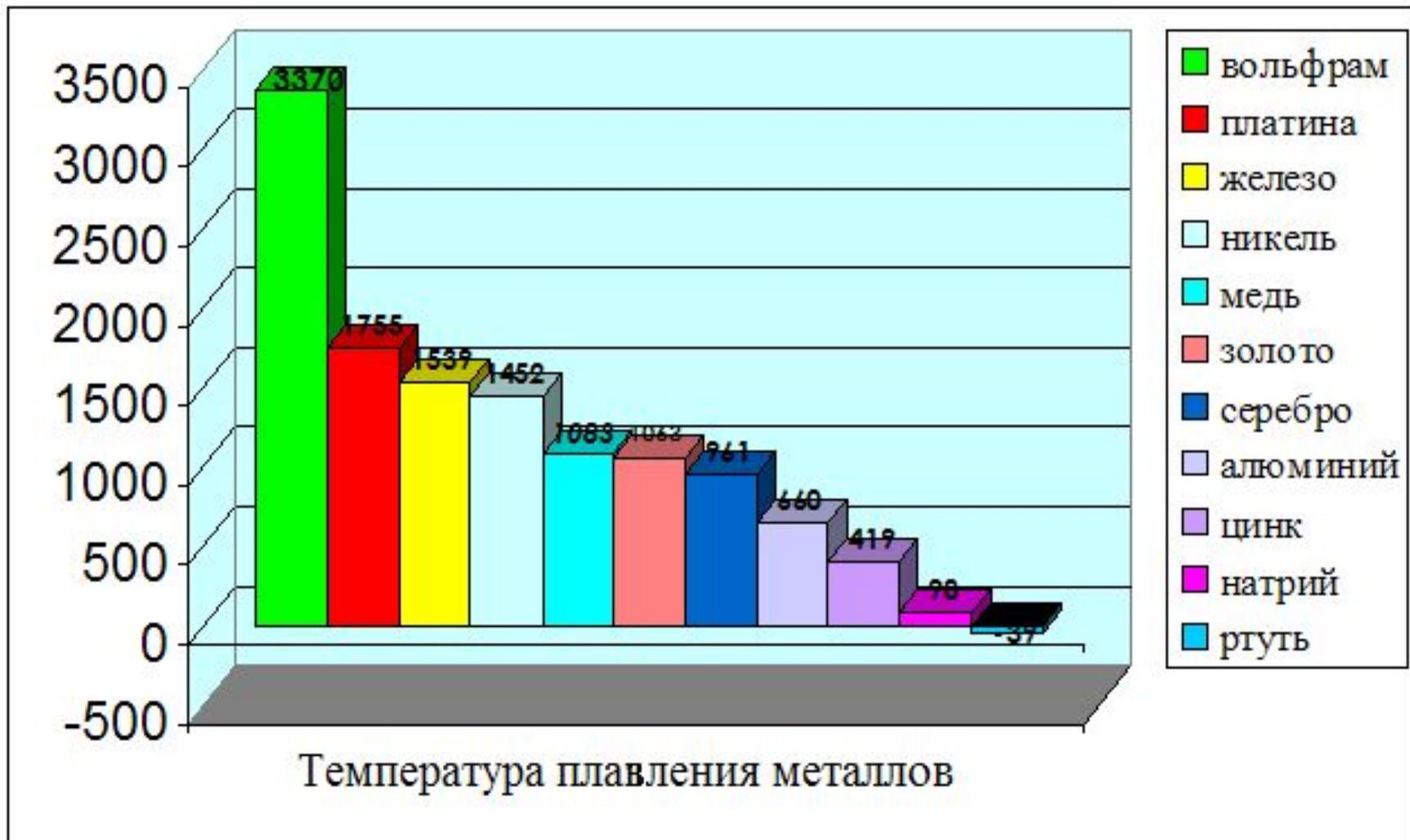
3. Физические свойства металлов

3. Температуры плавления и кипения

Самый легкоплавкий металл – ртуть ($t_{\text{пл.}} = -39^{\circ}\text{C}$), самый тугоплавкий металл – вольфрам ($t_{\text{пл.}} = 3370^{\circ}\text{C}$).

Металлы с $t_{\text{пл.}}$ выше 1000°C считаются тугоплавкими, ниже – низкоплавкими.

3. Температуры плавления и кипения



Температура плавления



Ртуть
(Hg)

$-38,9^{\circ}$

температура
плавления ртути

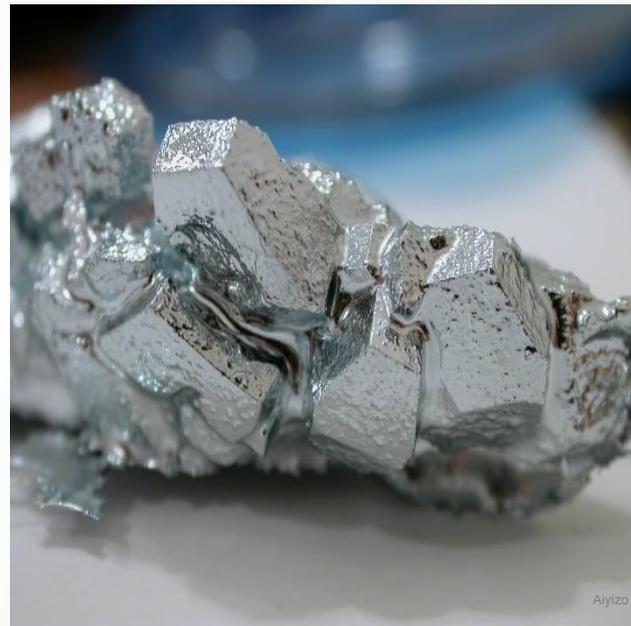
Температура плавления

29°C



Цезий
(Cs)

29,8°C



Галлий
(Ga)

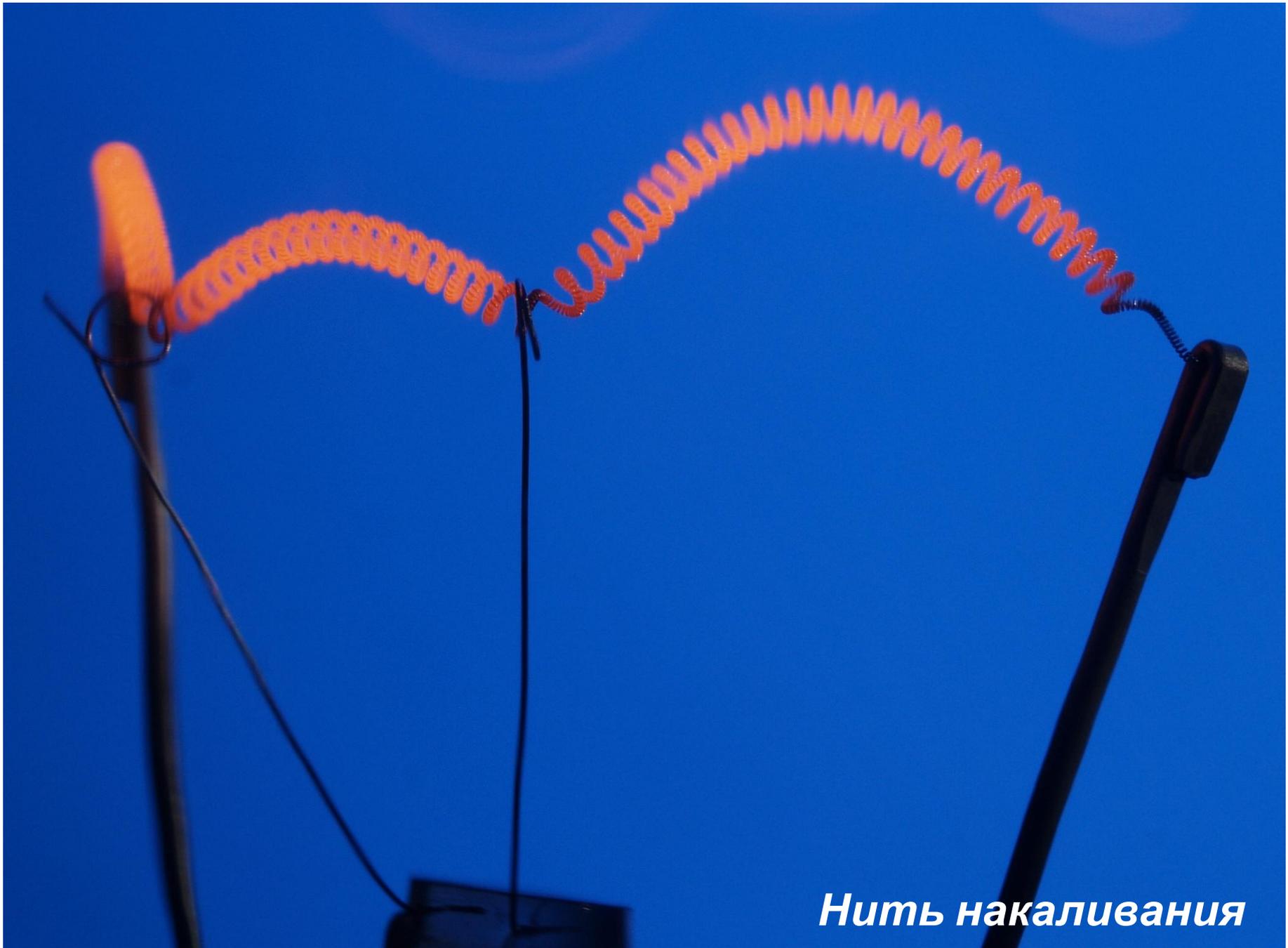
Температура плавления



Вольфрам
(W)

3410°C

температура плавления
вольфрама



Нить накаливания

3. Физические свойства металлов

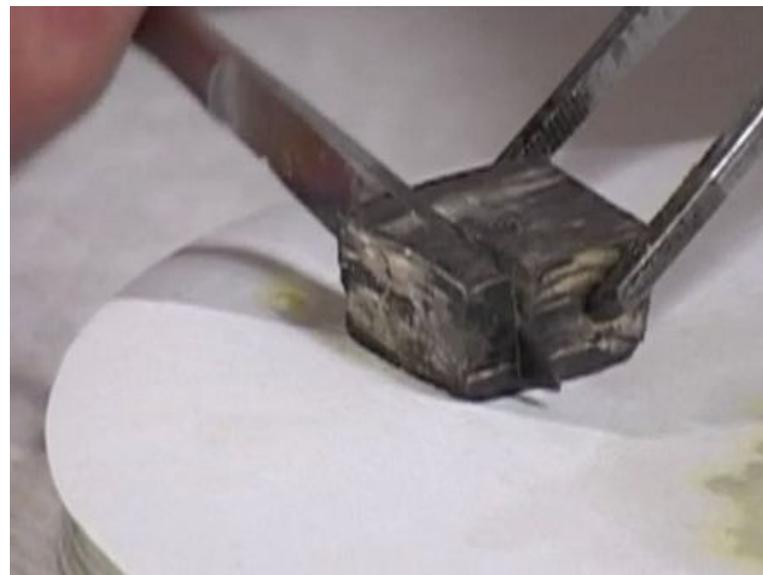
4. Твёрдость

Самый твердый – хром (режет стекло).

Самые мягкие – щелочные металлы – калий, натрий, рубидий и цезий – режутся ножом.

3. Физические свойства металлов

4. Твёрдость



***Щелочные металлы режутся
НОЖОМ***



*Хром – самый
твёрдый металл*

Твёрдость



Alchemist-hp

Хром
(Cr)

Твёрдость



Калий
(K)

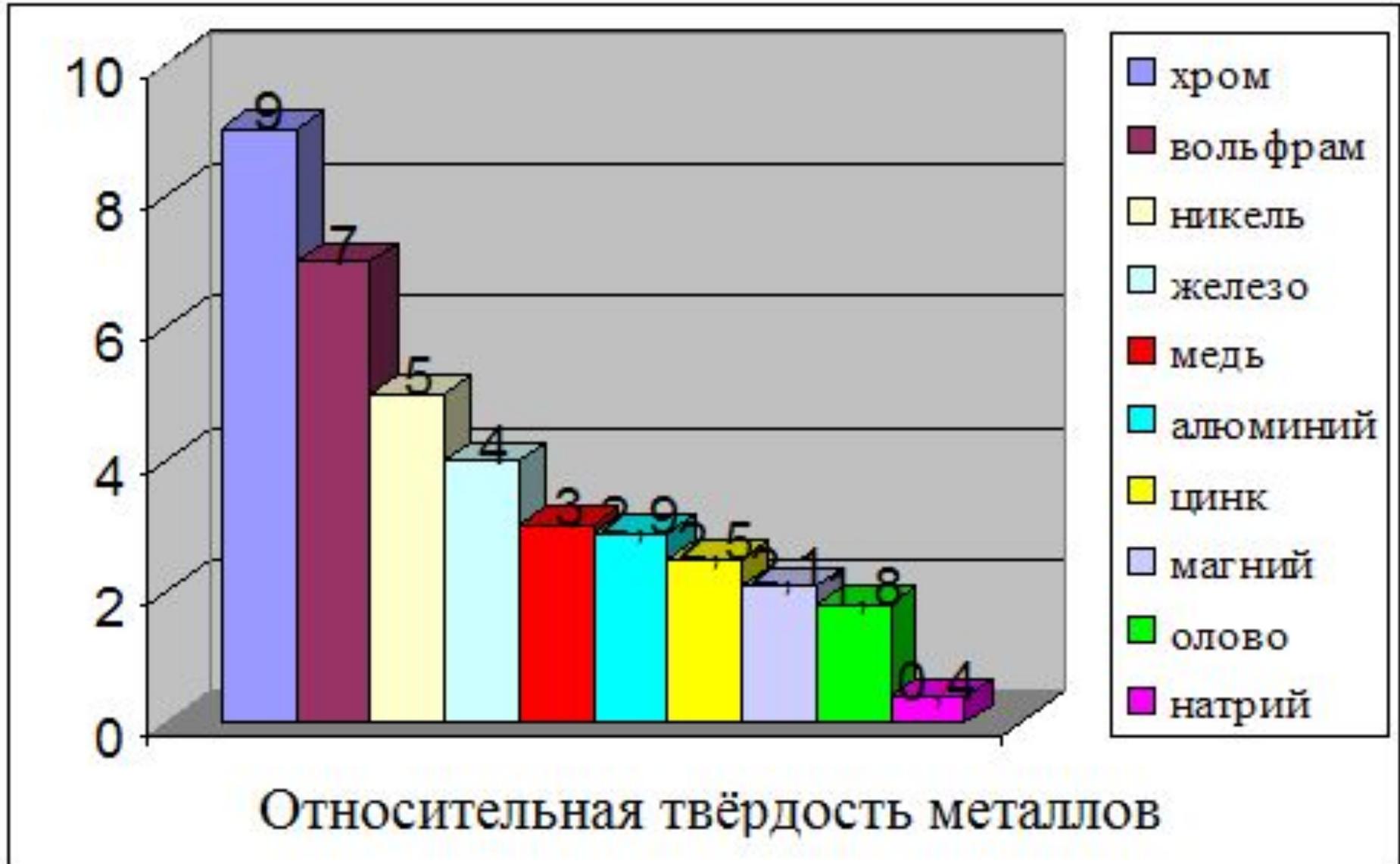


Рубидий
(Rb)



Цезий
(Cs)

4. Твёрдость



3. Физические свойства металлов

5. Плотность

Плотность тем меньше, чем меньше атомная масса металла и чем больше радиус его атома



Платина и золото – одни из тяжёлых металлов

3. Физические свойства металлов

5. Плотность

Самый легкий – **литий** ($\rho = 0,53$ г/см³), всплывает в керосине.

Самый тяжелый – **осмий** ($\rho = 22,6$ г/см³).

Плотность и температура плавления некоторых металлов.

Название	Атомный вес	Плотность, г/см ³	Температура плавления, С
Легкие металлы			
Литий	6,939	0,534	179
Калий	39,102	0,86	63,6
Натрий	22,9898	0,97	97,8
Тяжелые металлы			
Цинк	65,37	7,14	419
Хром	51,996	7,16	1875
Олово	118,69	7,28	231,9
Железо	55,847	7,86	1539
Медь	63,546	8,92	1083
Серебро	107,868	10,5	960,8
Ртуть	200,59	13,546	-38,87
Вольфрам	183,85	19,3	3380

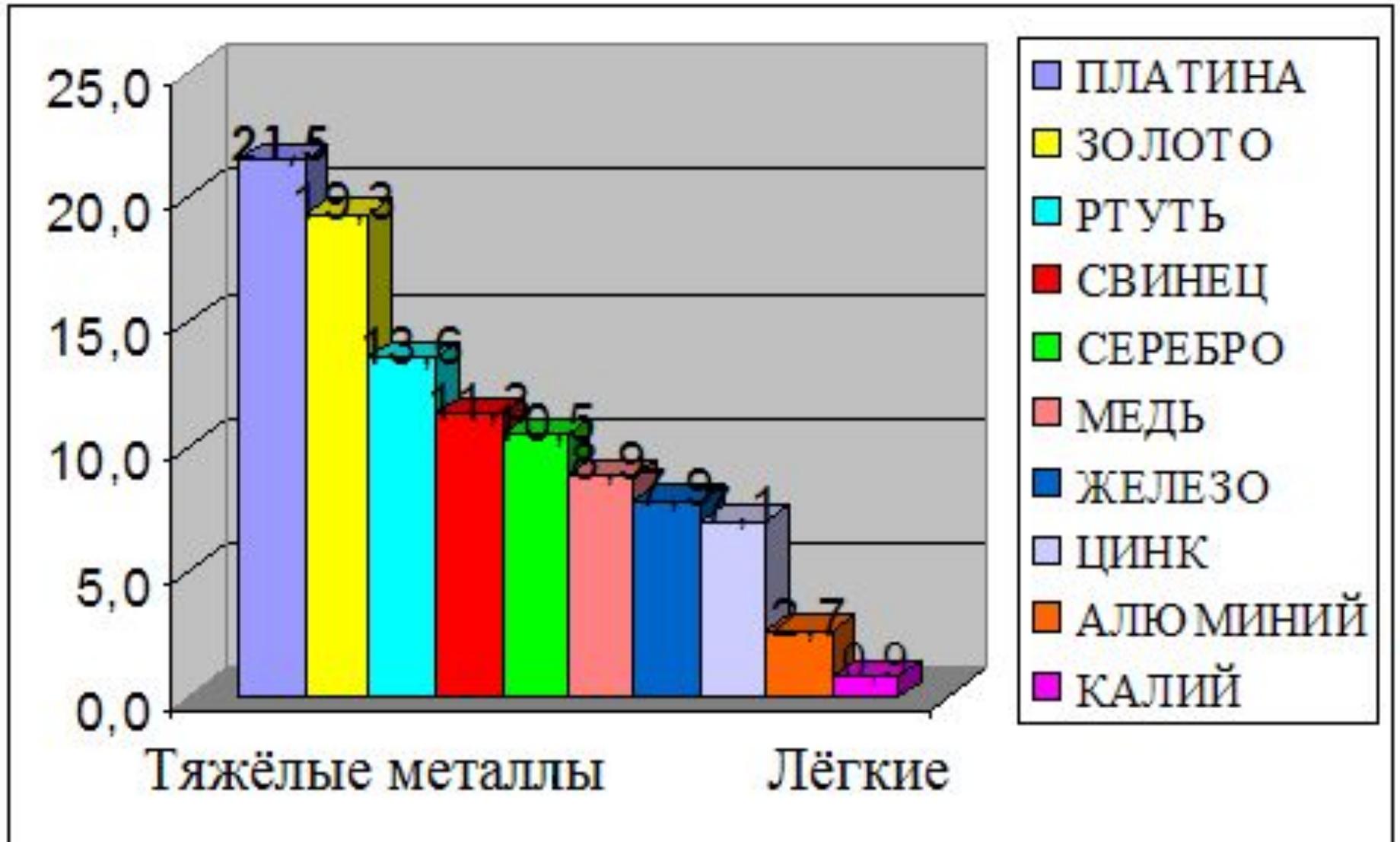


Литий – самый лёгкий металл



*Осмий – самый
дорогой металл
(изотоп 187)*

5. Плотность



3. Физические свойства металлов

6. Пластичность

Пластичность - способность изменять форму при ударе, вытягиваться в проволоку, прокатываться в тонкие листы. В ряду :

Au → **Ag** → **Cu** → **Sn** → **Pb** → **Zn** → **Fe**

уменьшается.



**Сусальное
золото**

Выводы :

- Все металлы имеют **металлическую** кристаллическую решетку.
- В металлах осуществляется **металлическая** связь.
- Основные физические свойства металлов – металлический блеск, непрозрачность, электро- и теплопроводность, пластичность обусловлены **строением** металлов.
- Металлы проявляют только **восстановительные** свойства, потому что в реакциях они всегда **отдают** свои электроны.
- Металлы используют в основном в виде **сплавов**.
- Металлы имеют важное значение в жизни человека.

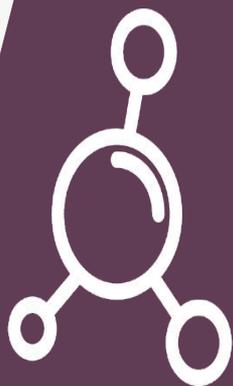
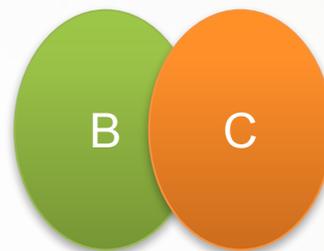
Химические свойства металлов

Химические реакции металлов

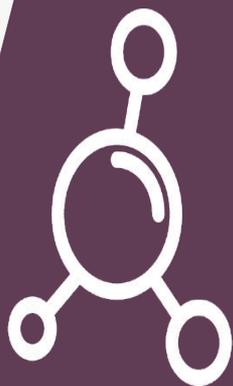
```
graph TD; A[Химические реакции металлов] --> B[Реакции соединения]; A --> C[Реакции замещения];
```

Реакции
соединения

Реакции
замещения



Реакции замещения – это такие реакции, в результате которых атомы простого вещества замещают атомы одного из химических элементов в сложном веществе.



Реакции соединения — это такие реакции, в результате которых из одного или нескольких веществ образуется одно сложное вещество.

Химические свойства металлов

По своим химическим свойствам все металлы являются восстановителями, все они сравнительно легко отдают валентные электроны, переходят в положительно заряженные ионы, то есть окисляются. Восстановительную активность металла в химических реакциях, протекающих в водных растворах, отражает его положение в электрохимическом ряду напряжений металлов.



Химические свойства металлов

В общем виде можно выразить схемой:



Me – металл – простое вещество

Me^{0+n} – металл химический элемент в соединении.

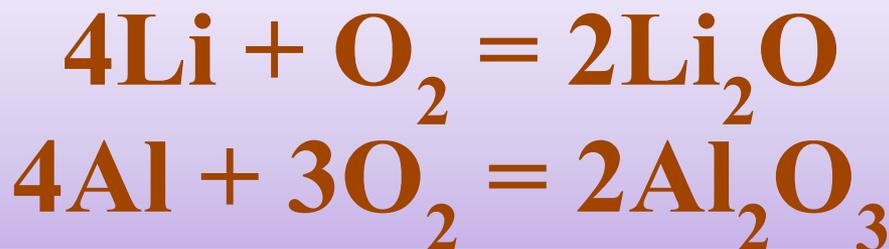
Химические свойства металлов



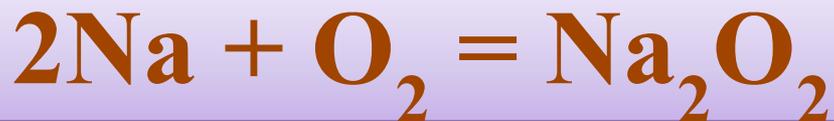
Металлы способны отдавать свои валентные электроны атомам неметаллов, ионам водорода, ионам других металлов, а поэтому будут реагировать с неметаллами — простыми веществами, водой, кислотами, солями. Однако восстановительная способность металлов различна. Состав продуктов реакции металлов с различными веществами зависит и от окислительной способности веществ и условий, при которых протекает реакция.

Взаимодействие с простыми веществами

С *кислородом* большинство металлов образует оксиды – амфотерные и основные:

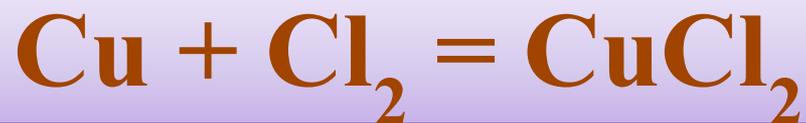


Щелочные металлы, за исключением лития, образуют пероксиды:



Взаимодействие с простыми веществами

С *галогенами* металлы образуют соли галогеноводородных кислот:



С *водородом* самые активные металлы образуют ионные гидриды – солеподобные вещества, в которых водород имеет степень окисления -1



Взаимодействие с простыми веществами

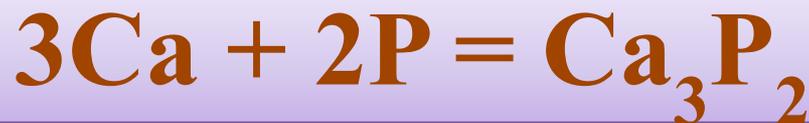
С *серой* металлы образуют сульфиды – соли сероводородной кислоты:



С *углеродом* образуются карбиды:

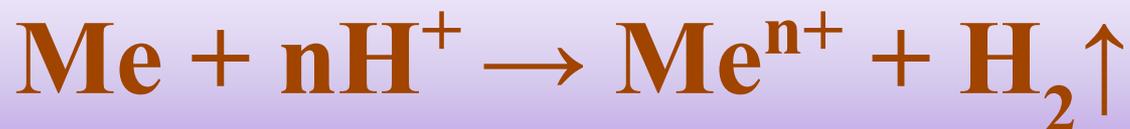


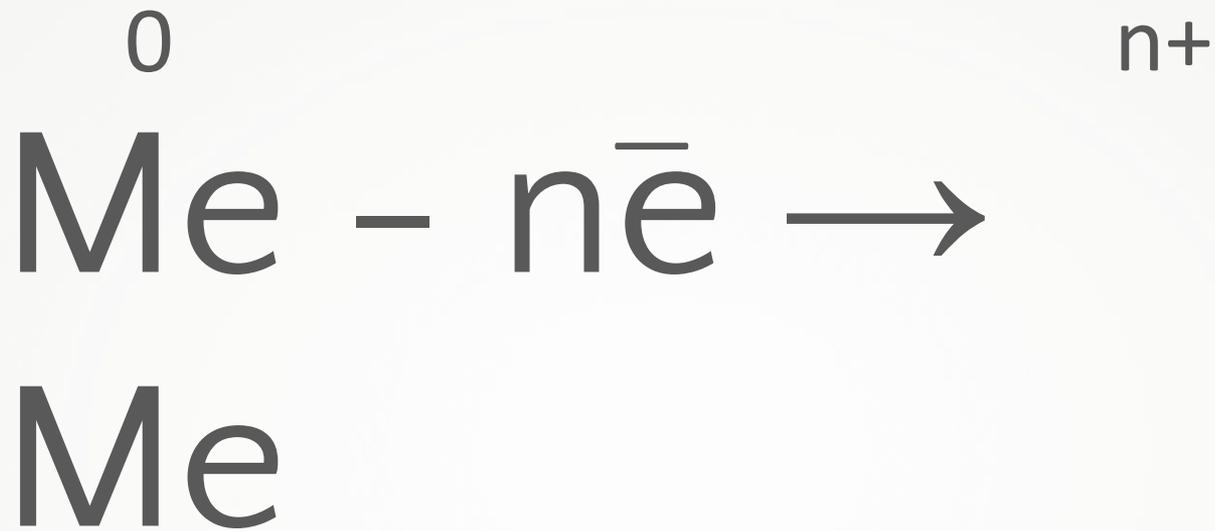
С *фосфором* – фосфиды:



Химические свойства металлов

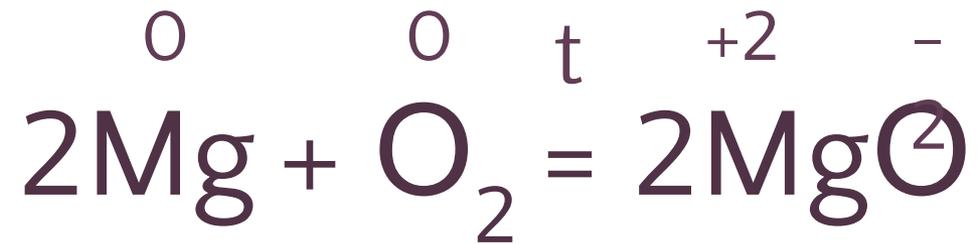
Если металл реагирует с кислотой, то он входит в состав образующейся соли. Когда металл взаимодействует с растворами кислоты, он может окисляться ионами водорода, имеющимися в этом растворе. Сокращённое ионное уравнение в общем виде можно записать так:





В химических реакциях металлы способны отдавать электроны, т.е. быть **восстановителями**, проявлять в образовавшихся соединениях только положительную степень окисления.

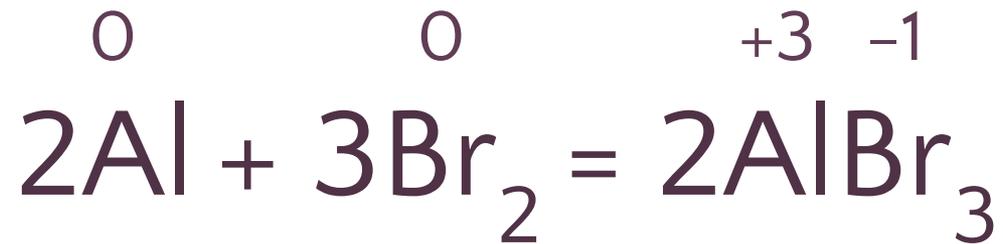
Взаимодействие металлов с неметаллами



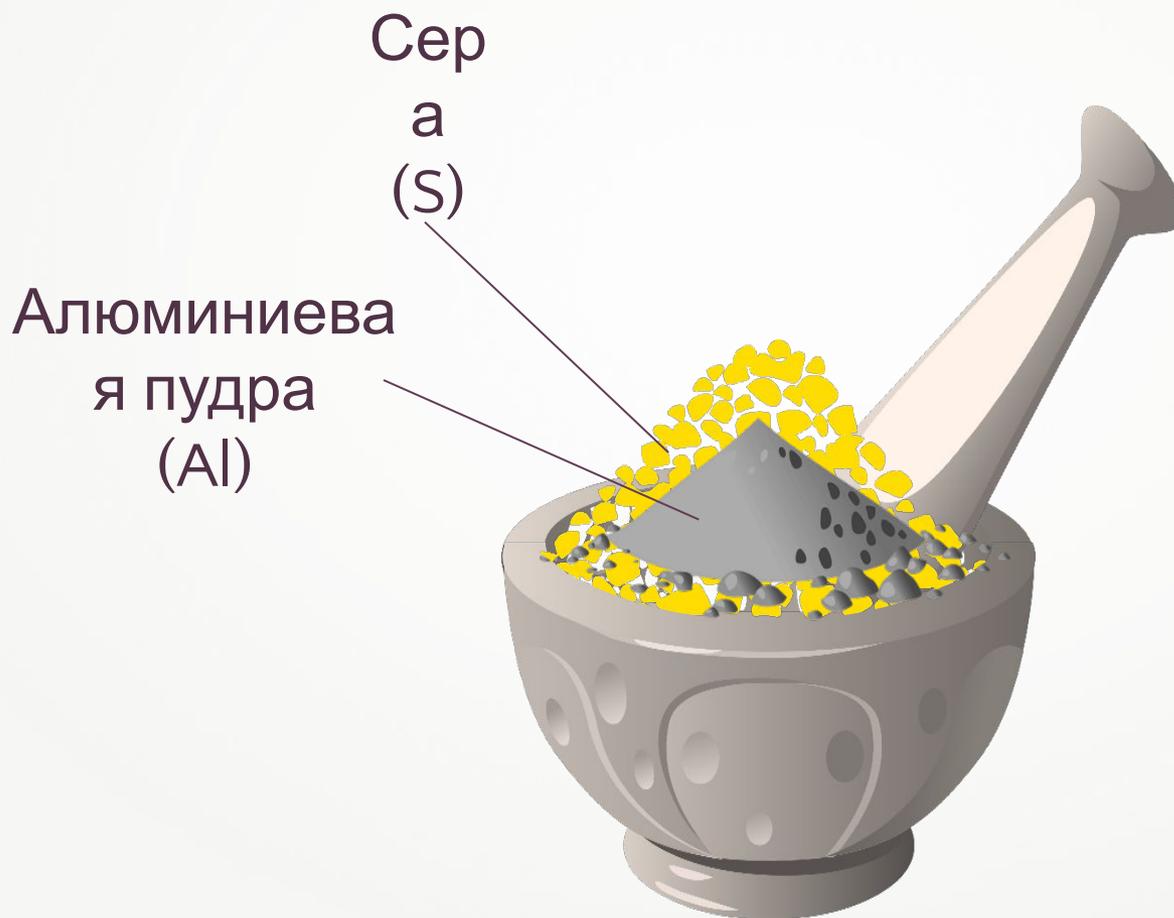




Взаимодействие металлов с
неметаллами
с образованием солей

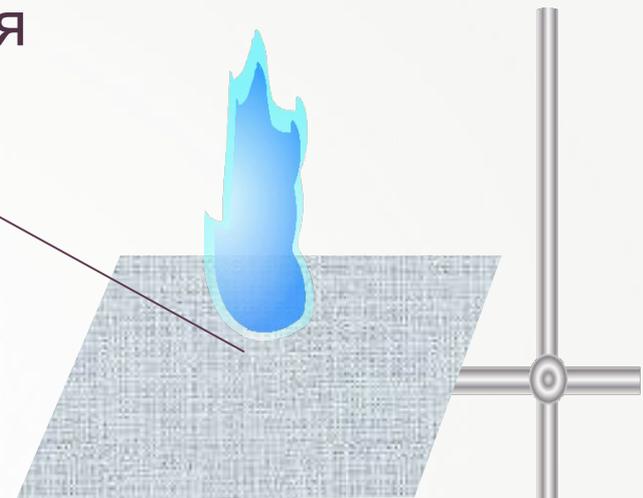


Опыт взаимодействия алюминия с серой

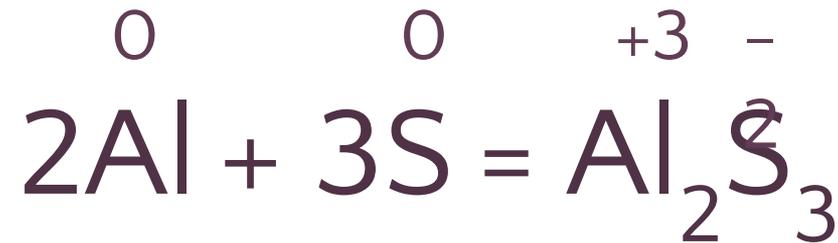


Опыт взаимодействия алюминия с серой

Сульфид
алюминия
(Al_2S_3)



Взаимодействие алюминия с серой



Окислитель
ь

Практическое занятие

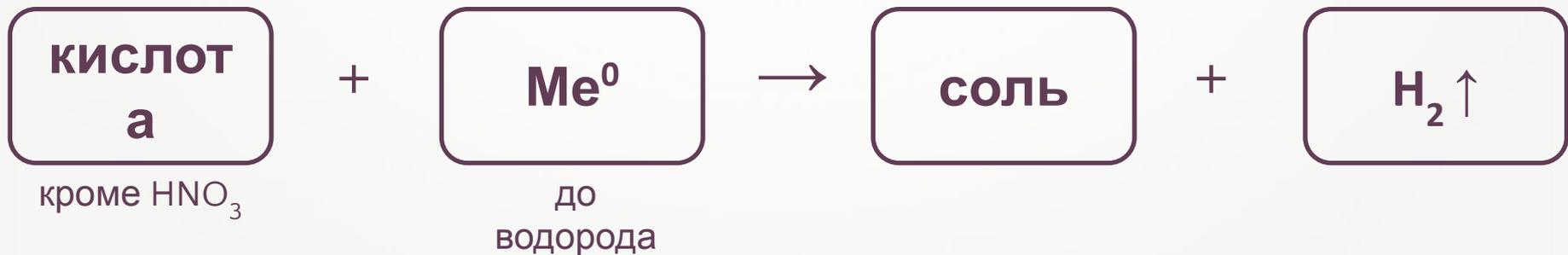
Взаимодействие металлов с разбавленными кислотами

Электрохимический ряд активности металлов

Li	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Sb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----	----

вытесняют водород из кислот

водород из кислот не вытесняют



Взаимодействие цинка с соляной кислотой



Соляная
кислота



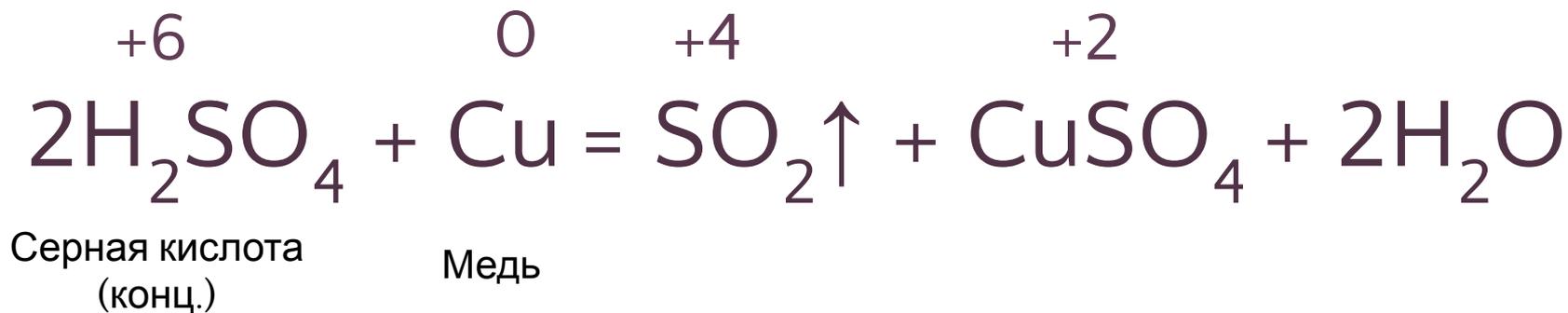
Взаимодействие металлов с кислотами

Электрохимический ряд активности металлов

Li	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Sb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----	----

взаимодействуют
с разбавленными кислотами

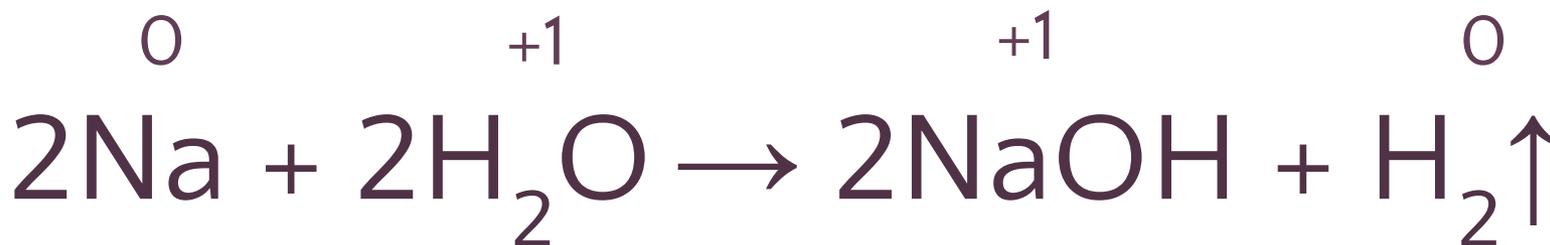
реагируют
с концентрированными
кислотами без
выделения водорода



Взаимодействие металла с водой

Электрохимический ряд активности металлов

Li	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Sb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
активные металлы																	не вытесняют водород						



Восстановитель

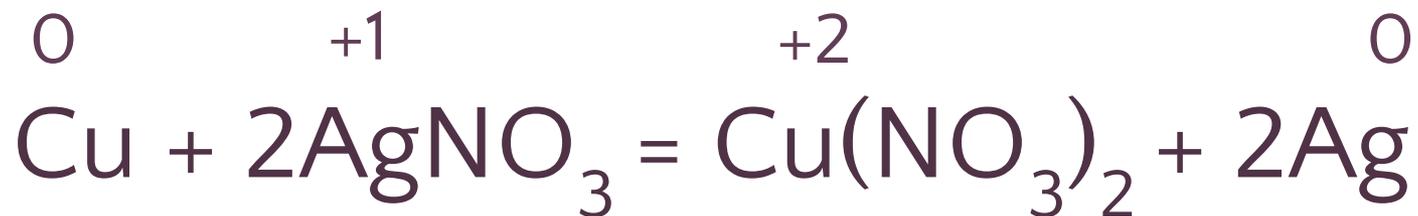
Окислитель

Взаимодействие металлов с растворами солей

Электрохимический ряд активности металлов

Li	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Sb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----	----

взаимодействуют
с растворами солей



Взаимодействие меди с нитратом серебра



Взаимодействие меди с нитратом серебра



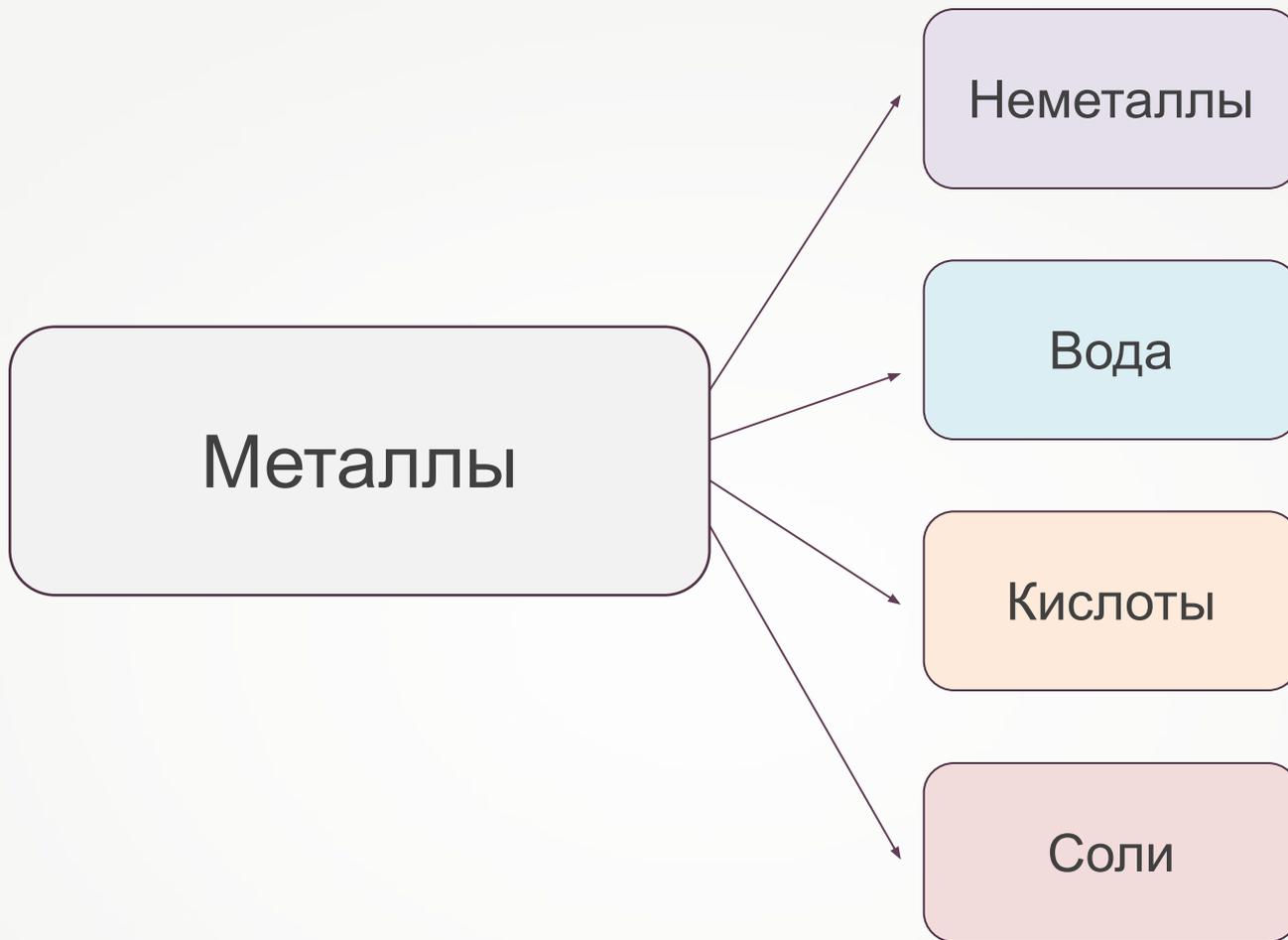
Восстановитель

Окислитель



Электрохимический ряд активности металлов

Li	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Sb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----	----



Электрохимический ряд активности металлов

Li	Rb	K	Ba	Sr	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Sb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----	----