<u>Некоторые</u> *d*-элементы



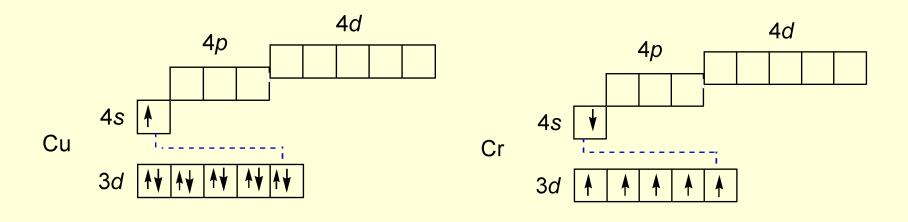
IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB		VIIIB		IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
Н																	Не
Li	Ве																Ne
Na	Mg																Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Υ	Zr	Nb	Мо	Тс	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Те	I	Xe
Cs	Ва	La	Hf	Та	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	TI	Pb	Bi	Ро	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

d-Элементы

Sc 3d ¹ 4s ²	Ti 3d ² 4s ²	V 3d ³ 4s ²	Cr 3d ⁵ 4s ¹	Mn 3d 5 4s 2	Fe 3d 6 4s 2	Co 3d ⁷ 4s ²	Ni 3d ⁸ 4s ²	Cu 3d ¹⁰ 4s ¹	Zn 3d 10 4s 2
Y 4d ¹ 5s ²	Zr 4d ² 5s ²	Nb 4d ⁴ 5s ¹	Mo 4d ⁵ 5s ¹	Tc 4d ⁵ 5s ²	Ru 4d ⁷ 5s ¹	Rh 4d 8 5s 1	Pd 4d ¹⁰ 5s ⁰	Ag 4d 10 5s 1	Cd 4d ¹⁰ 5s ²
La 5d ¹ 6s ²	Hf 5d ² 6s ²	Ta 5d ³ 6s ²	W 5d ⁴ 6s ²	Re 5d 5 6s 2	Os 5d ⁶ 6s ²	Ir 5d ⁷ 6s ²	Pt 5d 9 6s 1	Au 5d ¹⁰ 6s ¹	Hg 5d ¹⁰ 6s ²
Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	

Провал электронов

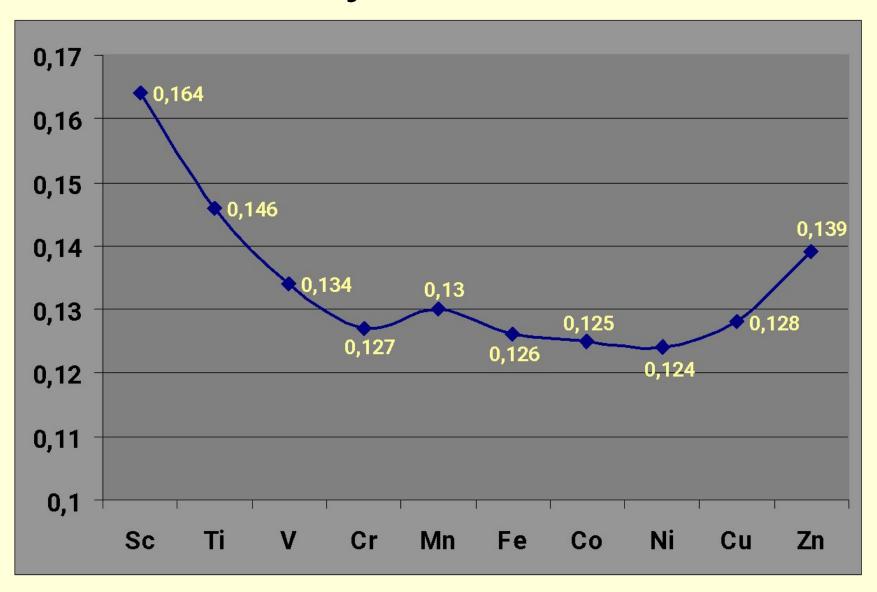
Cr, Cu, Nb, Mo, Ru, Rh, Ag, Pt, Au



Параметры *d*-элементов

Элемент	Радиус атома, нм Энергия кДж/моль		ЭО по Полингу	Электронная конфигурация валентного слоя атома	
Хром Ст	0,127	652,7	1,66	$3d^54s^1$	
Марганец Мп	0,130	717,4	1,55	$3d^54s^2$	
Железо Fe	0,126	759,3	1,83	$3d^64s^2$	
Медь Си	0,128	754,4	1,90	$3d^{10}4s^1$	
Цинк Zn	0,139	906,4	1,65	$3d^{10}4s^2$	
Серебро Ад	0,144	731,0	1,93	$4d^{10}5s^1$	

Радиусы атомов



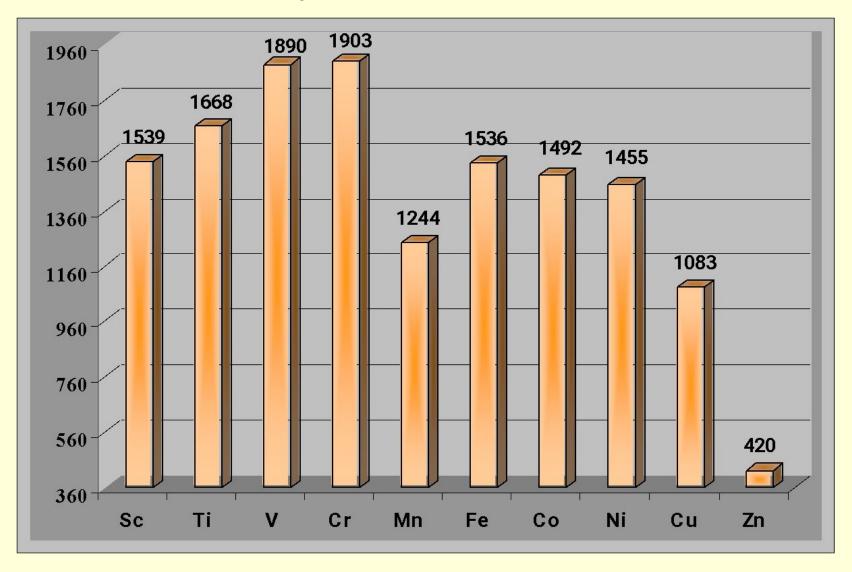
Распространение в природе

Элемент	Содержание в земной коре, %	Минералы
Cr	0,01	Xромит Fe(CrO ₂) ₂
Mn	0,095	Пиролюзит MnO ₂ Родохрозит MnCO ₃
Fe	4,1	Магнитный железняк Fe ₃ O ₄ Бурый железняк Fe ₂ O ₃ · <i>n</i> H ₂ O
Cu	0,005	Халькопирит $CuFeS_2$ халькозин Cu_2S куприт Cu_2O малахит $(CuOH)_2CO_3$
Zn	0,0075	Сфалерит ZnS
Ag	0,000007	Аргентит Ag ₂ S
Hg	0,000005	Киноварь HgS

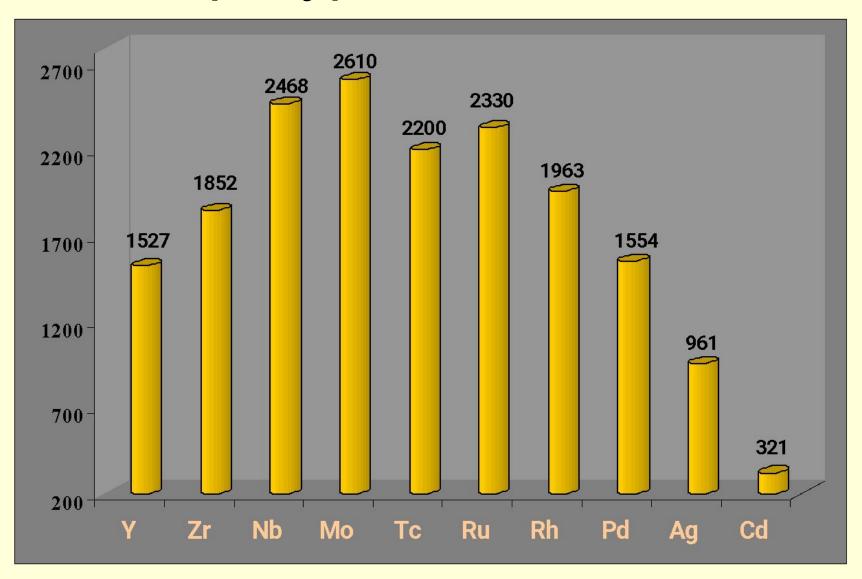
Некоторые физические и химические меди, серебра, хрома и марганца

Металл	Тип кристаллической решетки	Температура плавления, °C	Температура кипения, °C	Плотность, г/см ³	Стандартный электродный потенциал, М/М ²⁺ , В
Cr		1890	2680	7,19	- 0,85
Mn	Сложная	1245	2080	7,4	- 1,179
Cu		1084	2540	8,9	0,34
Ag		962	2170	10,5	0,799 (Ag/Ag ⁺)
Zn		419,6	907	7,13	-0,76

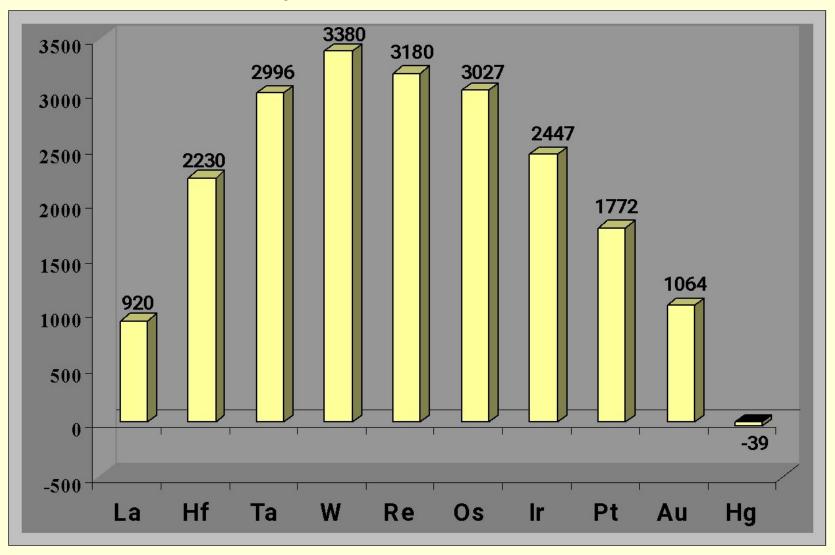
Температуры плавления 3*d*



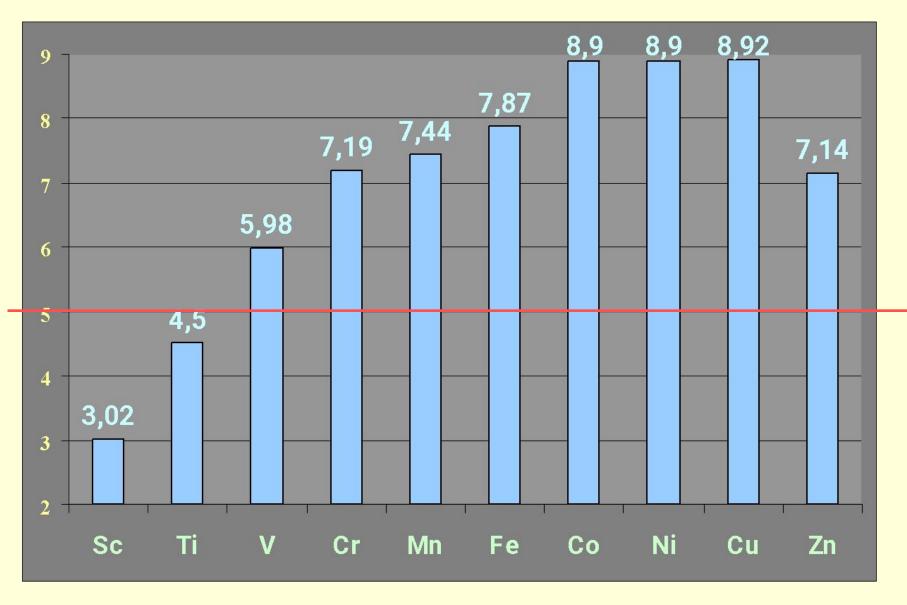
Температуры плавления 4*d*



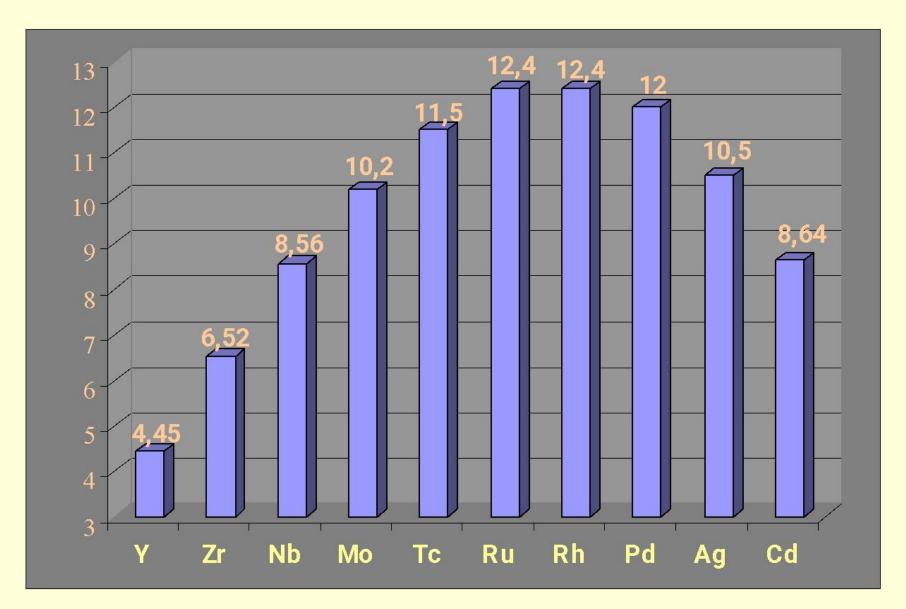
Температуры плавления 6*d*



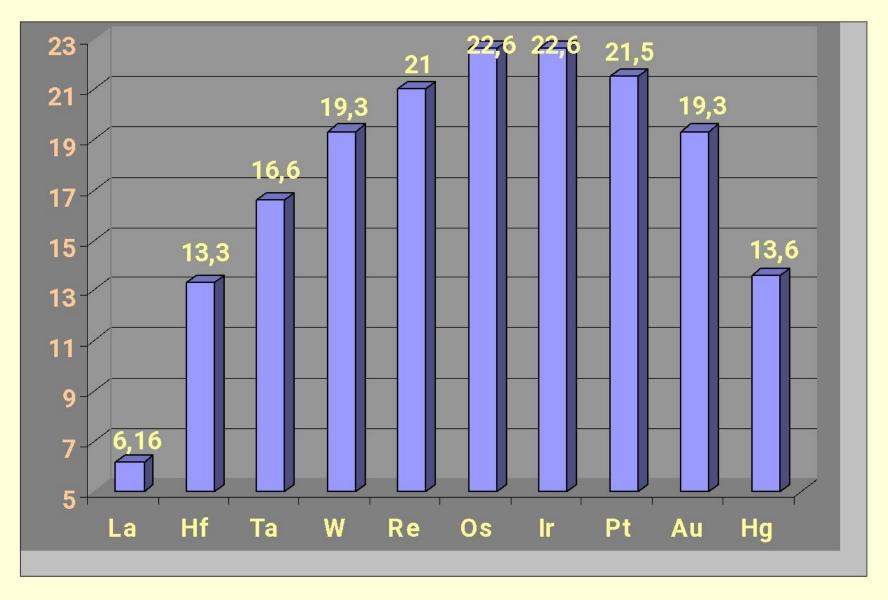
Плотность 3*d*



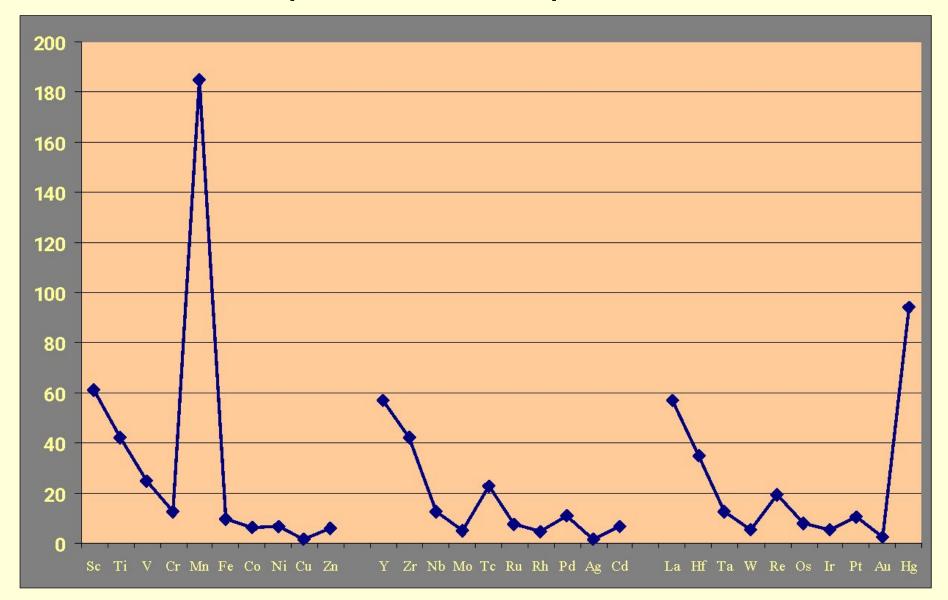
Плотность 4d



Плотность 5d



Электрическое сопротивление



Химические свойства меди



$$2Cu + O_2 = 2CuO$$
.
 $Cu + Cl_2 = CuCl_2$
 $2Cu + S = Cu_2S$.
 $Cu + 2H_2SO_4$ (конц.)

2
 $\text{Cu} + 2\text{H}_{2}\text{SO}_{4} \text{ (конц.)} = \text{CuSO}_{4} + \text{SO}_{2}\uparrow + 2\text{H}_{2}\text{O}$ $\text{Cu} + 4\text{HNO}_{3} \text{ (конц.)} = \text{Cu}(\text{NO}_{3})_{2} + 2\text{NO}_{2}\uparrow + 2\text{H}_{2}\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_{3} \text{ (разб.)} = 3\text{Cu}(\text{NO}_{3})_{2} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_{2}\text{O}$ $2\text{Cu} + \text{O}_{2} + \text{CO}_{2} + \text{H}_{2}\text{O} = (\text{CuOH})_{2}\text{CO}_{3}.$

Химические свойства цинка

$$2Zn + O_2 = 2ZnO$$
 $Zn + Cl_2 = ZnCl_2$
 $Zn + S = ZnS$
 $Zn + H_2O (пар) = ZnO + H_2$
 $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$
 $Zn + 2HCl = ZnSO_4 + H_2$
 $Zn + 2HCl = Zn$

Химические свойства хрома

Не реагирует с холодной водой, щелочами, гидратом аммиака, пассивируется в концентрированной и разбавленной азотной кислоте, «царской водке».

4Сг (порошок) +
$$3O_2$$
 = $2Cr_2O_3$.
 $Cr + 2F_2 = CrF_4$ (350-500 °C)
 $2Cr + 3H_2O$ (пар) = $Cr_2O_3 + 3H_2O_4$ (разб.) = $CrSO_4 + H_2\uparrow$
 $Cr + 2HCI = CrCI_2 + H_2$



Химические свойства марганца

$$Mn + Cl_2 = MnCl_2$$

$$Mn + O_2 = MnO_2$$

$$Mn + S = MnS$$

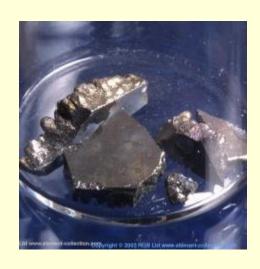
Mn (порошок) +
$$2H_2O$$
 (пар) = $Mn(OH)_2 + H_2\uparrow$

$$Mn + 2HCI = MnCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Mn + H_2SO_4 = MnSO_4 + H_2\uparrow$$

$$Mn + 2H_2SO_4$$
 (конц.) = $MnSO_4 + SO_2 \uparrow + 2H_2O$

$$3Mn + 8HNO_3 (конц.) = 3Mn(NO_3)_2 + 2NO↑ + 4H_2O$$



Химические свойства серебра

$$2Ag + CI_2 = 2AgCI$$

 $2Ag + S = Ag_2S$.
 $2Ag + 2H_2SO_4$ (конц., гор.) = $Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$
 $3Ag + 4HNO_3$ (разб.) = $3AgNO_3 + NO + 2H_2O$
 $4Ag + 2H_2S + O_2 = 2Ag_2S + 2H_2O$
 $Ag + F_2 = AgF_2$ (>300 °C)



Химические свойства ртути

$$2Hg + O_2 = 2HgO$$
 250-350 °C

$$Hg + Cl_2 = HgCl_2$$
 70-120 °C

$$Hg + HgCl_2 = Hg_2Cl_2$$
 250-300 °C

$$Hg + S = HgS$$

$$2Hg + 2H_2SO_4 = Hg_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$$
 конц., гор.

$$Hg + 2H_2SO_4 = HgSO_4 + SO_2 + H_2O$$
 конц.

$$6 \text{Hg} + 8 \text{HNO}_3 = 3 \text{Hg}_2 (\text{NO}_3)_2 + 2 \text{NO} + 4 \text{H}_2 \text{O}$$
 разб.,хол.

$$Hg + 4HNO_3 = Hg(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$
 конц., гор.

$$Hg + 4HI = H2[HgI4] + H2$$



Соединения меди

$$Cu(OH)_2 + 2H^+ = Cu^{2+} + 2H_2O$$

$$Cu(OH)_2 + 2OH^- = [Cu(OH)_4]^{2-}$$



Сульфат меди(II) пятиводный $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – медный купорос;

Карбонат гидроксомеди(II) $(CuOH)_2CO_3$, основной компонент минерала малахита

Соединения серебра

Оксид серебра Ag_2O .

Твердое вещество темно-коричневого цвета, при нагревании разлагается. Аммиачный раствор оксида серебра — реактив Толленса [Ag(NH₃)₂]OH - реагент для проведения реакции серебряного зеркала.

Нитрат серебра AgNO₃.

Кристаллы белого цвета.

Хорошо растворим в воде, не подвергается гидролизу.

Используется для проведения качественной реакции на галогенид-ионы:

Ag+ + Cl⁻ = AgCl↓ (белый творожистый осадок)

Ag+ + I⁻ = AgI↓ (желтоватый кристаллический осадок).

Бромид серебра AgBr.

Кристаллы светло-желтого цвета.

Бромид серебра используется в фотографии,

входит в состав светочувствительного слоя фотопленки.

Соединения хрома

$$Cr(OH)_{2} + 2H^{+} = Cr^{2+} + 2H_{2}O$$

$$4CrCl_{2} + 4HCl + O_{2} = 4CrCl_{3} + 2H_{2}O$$

$$Cr(OH)_{3} + 3H^{+} = Cr^{3+} + 3H_{2}O$$

$$Cr(OH)_{3} + 3OH^{-} = [Cr(OH)_{6}]^{3-}$$

$$CrO_{3} + H_{2}O = H_{2}CrO_{4}$$

$$2CrO_{4}^{2-} + 2H^{+} \Box Cr_{2}O_{7}^{2-} + H_{2}O$$

$$K_{2}Cr_{2}O_{7} + 14HCl = 2KCl + 2CrCl_{3} + 3Cl_{2}\uparrow + 7H_{2}O$$

$$K_{2}Cr_{2}O_{7} + K_{2}SO_{3} + H_{2}SO_{4} = Cr_{2}(SO_{4})_{3} + K_{2}SO_{4} + H_{2}O$$

$$2Na_{3}[Cr(OH)_{6}] + 3Br_{2} + 4NaOH = 2Na_{2}CrO_{4} + 6NaBr + H_{2}O$$

Соединения марганца

$$\begin{aligned} &\text{MnCO}_3 = \text{MnO} + \text{CO2} \uparrow \\ &\text{MnO}_2 + \text{H}_2 = \text{MnO} + \text{H}_2\text{O} \\ &\text{MnO} + 2\text{HCI} = \text{MnCI}_2 + \text{H}_2\text{O} \\ &2\text{Mn(OH)}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO(OH)}_2 \\ &\text{MnO}_2 + 4\text{HCI (конц.)} = \text{MnCI}_2 + \text{CI}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \\ &\text{MnO}_2 + \text{KNO}_3 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \\ &2\text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow \\ &2\text{MnO}_2 + 4\text{KOH} + \text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}. \\ &\text{Mn}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HMnO}_4 \\ &\text{Mn}_2\text{O}_7 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}. \end{aligned}$$

Окислительные свойства перманганата

$$2KMnO_{4} + 5K_{2}SO_{3} + 3H_{2}SO_{4} = 2MnSO_{4} + 6K_{2}SO_{4} + 3H_{2}O$$

$$2KMnO_{4} + 3K_{2}SO_{3} + H_{2}O = 2MnO_{2} + 3K_{2}SO_{4} + 2KOH$$

$$2KMnO_{4} + K_{2}SO_{3} + 2KOH = 2K_{2}MnO_{4} + K_{2}SO_{4} + H_{2}O$$

$$2KMnO_{4} + K_{2}SO_{3} + 2KOH = 2K_{2}MnO_{4} + K_{2}SO_{4} + H_{2}O$$

$$2K_{2}MnO_{4} + 2H_{2}O = 2KMnO_{4} + MnO_{2} + 4KOH$$

$$2K_{2}MnO_{4} + 2H_{2}O = 2KMnO_{4} + MnO_{2} + 4KOH$$

Применение

Металл	Области применения
Марганец	Сплавы, легирующая добавка к стали.
Медь	Проводники электрического тока, сплавы (латунь, бронза, мельхиор и др.), теплообменники.
Серебро	Электротехнические контакты, зеркальные покрытия, ювелирные изделия, производство фотографических материалов.
Хром	Сплавы, легирующая добавка к стали, антикоррозийные и декоративные покрытия.
Цинк	Гальванические элементы, антикоррозийные покрытия, сплавы.

Спасибо за внимание!

