

Химия d-элементов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ VIIВ ГРУППЫ. МАРГАНЕЦ.



ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834–1907

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетический уровень	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	б			
1	1	H 1.008 ВОДОРОД																He 4.003 ГЕЛИЙ	2
2	2	Li 6.941 ЛИТИЙ	Be 9.0122 БЕРИЛЛИЙ	B 10.811 БОР	C 12.011 УГЛЕРОД	N 14.007 АЗОТ	O 15.999 КИСЛОРОД	F 18.998 ФТОР	Ne 20.179 НЕОН										10
3	3	Na 22.99 НАТРИЙ	Mg 24.312 МАГНИЙ	Al 26.982 АЛЮМИНИЙ	Si 28.086 КРЕМНИЙ	P 30.974 ФОСФОР	S 32.064 СЕРА	Cl 35.453 ХЛОР	Ar 39.948 АРГОН										18
4	4	K 39.102 КАЛИЙ	Ca 40.08 КАЛЬЦИЙ	Sc 44.956 СКАНДИЙ	Ti 47.88 ТИТАН	V 50.941 ВАНАДИЙ	Cr 51.996 ХРОМ	Mn 54.938 МАРГАНЕЦ	Fe 55.849 ЖЕЛЕЗО	Co 58.933 КОБАЛЬТ	Ni 58.7 НИКЕЛЬ								
	5	Cu 63.546 МЕДЬ	Zn 65.37 ЦИНК	Ga 69.72 ГАЛЛИЙ	Ge 72.59 ГЕРМАНИЙ	As 74.922 АРСЕН	Se 78.96 СЕЛЕН	Br 79.904 БРОМ	Kr 83.8 КРИПТОН										
5	6	Rb 85.468 РУБИДИЙ	Sr 87.62 СТРОНЦИЙ	Y 88.906 ИТРИЙ	Zr 91.22 ЦИРКОНИЙ	Nb 92.906 НИОБИЙ	Mo 95.94 МОЛИБДЕН	Tc 98 ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101.07 РУТЕНИЙ	Rh 102.905 РОДИЙ	Pd 106.4 ПАЛЛАДИЙ								
	7	Ag 107.868 СЕРЕБРО	Cd 112.41 КАДМИЙ	In 114.82 ИНДИЙ	Sn 118.69 ОЛОВО	Sb 121.75 СУРЬМА	Te 127.6 ТЕЛЛУР	I 126.905 ИОД	Xe 131.3 КСЕНОН										
6	8	Cs 132.905 ЦЕЗИЙ	Ba 137.34 ВАРИЙ	La-71 ЛАНТАНОИДЫ	Hf 178.49 ГАФНИЙ	Ta 180.948 ТАНТАЛ	W 183.85 ВОЛЬФРАМ	Re 186.207 РЕНИЙ	Os 190.2 ОСМИЙ	Ir 192.22 ИРИДИЙ	Pt 195.09 ПЛАТИНА								
	9	Au 196.967 ЗОЛОТО	Hg 200.59 РУТУТЬ	Tl 204.37 ТАЛЛИЙ	Pb 207.19 СВИНЕЦ	Bi 208.98 ВИСМУТ	Po 209 ПОЛОНИЙ	At 210 АСТАТ	Rn 222 РАДОН										
7	10	Fr 223 ФРАНЦИЙ	Ra 226 РАДИЙ	Ac-103 АКТИНОИДЫ	Rf 261 РЕЗЕРФОРДИЙ	Db 262 ДУБИЙ	Sg 263 СИБОРГИЙ	Bh 264 БОРИЙ	Hn 265 ХАНИЙ	Mt 266 МЕЙТНЕРИЙ									
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄										
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR											



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

ЛАНТАНОИДЫ

57 La 138.906 ЛАНТАН	58 Ce 140.12 ЦЕРИЙ	59 Pr 140.908 ПРАЗЕОДИЙ	60 Nd 144.24 НЕОДИМ	61 Pm [145] ПРОМЕТИЙ	62 Sm 150.4 САМАРИЙ	63 Eu 151.96 ЕВРОПИЙ	64 Gd 157.25 ГАДОЛИНИЙ	65 Tb 158.928 ТЕРБИЙ	66 Dy 162.5 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 164.93 ГОЛЬМИЙ	68 Er 167.26 ЭРБИЙ	69 Tm 168.934 ТУЛЬИЙ	70 Yb 173.04 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174.97 ЛЮТЕЦИЙ
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

АКТИНОИДЫ

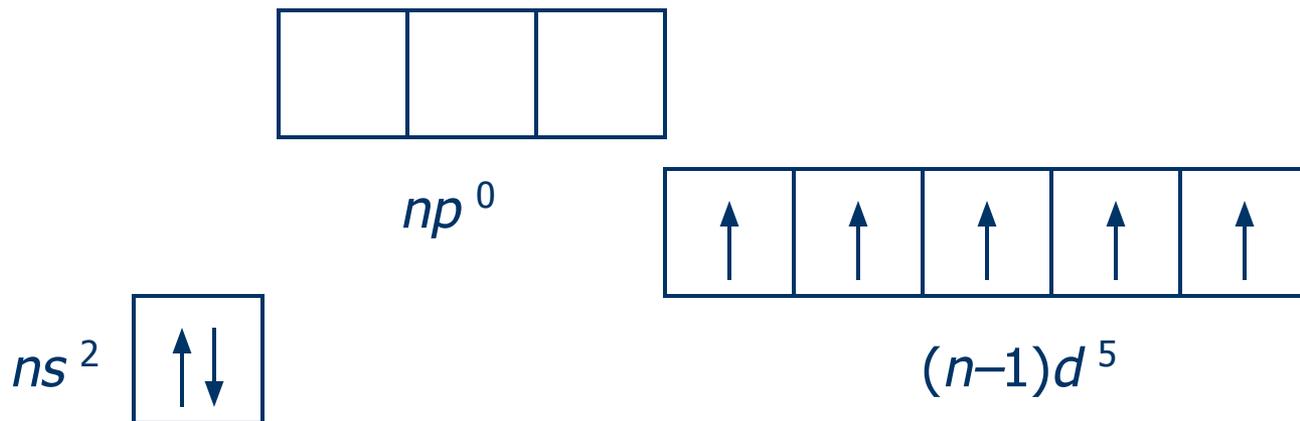
89 Ac [227] АКТИНИЙ	90 Th 232.038 ТОРИЙ	91 Pa 231 ПРОТАКТИНИЙ	92 U 238.029 УРАН	93 Np 237 НЕПУТУНИЙ	94 Pu [244] ПУТОНИЙ	95 Am [243] АМЕРИЦИЙ	96 Cm [247] КЮРИЙ	97 Bk [247] БЕРКЛИЙ	98 Cf [251] КАЛЬФОРНИЙ	99 Es [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ	100 Fm [257] ФЕРМИЙ	101 Md [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No [259] НОБЕЛИЙ	103 Lr [260] ЛОУРЕНСИЙ
----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Элементы VIII группы

Элемент	Mn	Tc	Re
Z	25	43	75
A_r	54,9	97,9	186,2
χ	1,60	1,36	1,46

Элементы VIIB группы

- ♦ Общая электронная формула:



- Степени окисления: **+II ÷ +VII**

- КЧ 4, 6 (**Mn**)

- Валентные возможности: **Tc, Re** 4, 6

Простые вещества

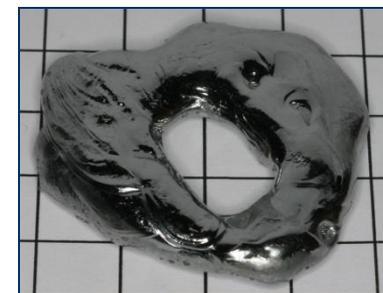
	Mn	Tc	Re
Т. пл., °С	1245	2200	3190
Т. кип., °С	2080	4600	5900
ρ , г/см ³	7,44	11,5	21,0



Марганец



Технеций



Рений

В ЭХРН: ... Mn ... H ... Re ... Tc

◆	Mn^{2+}/Mn	ReO_4^-/Re	TcO_4^-/Tc
$\phi^\circ, \text{В:}$	-1,19	+0,37	+0,47

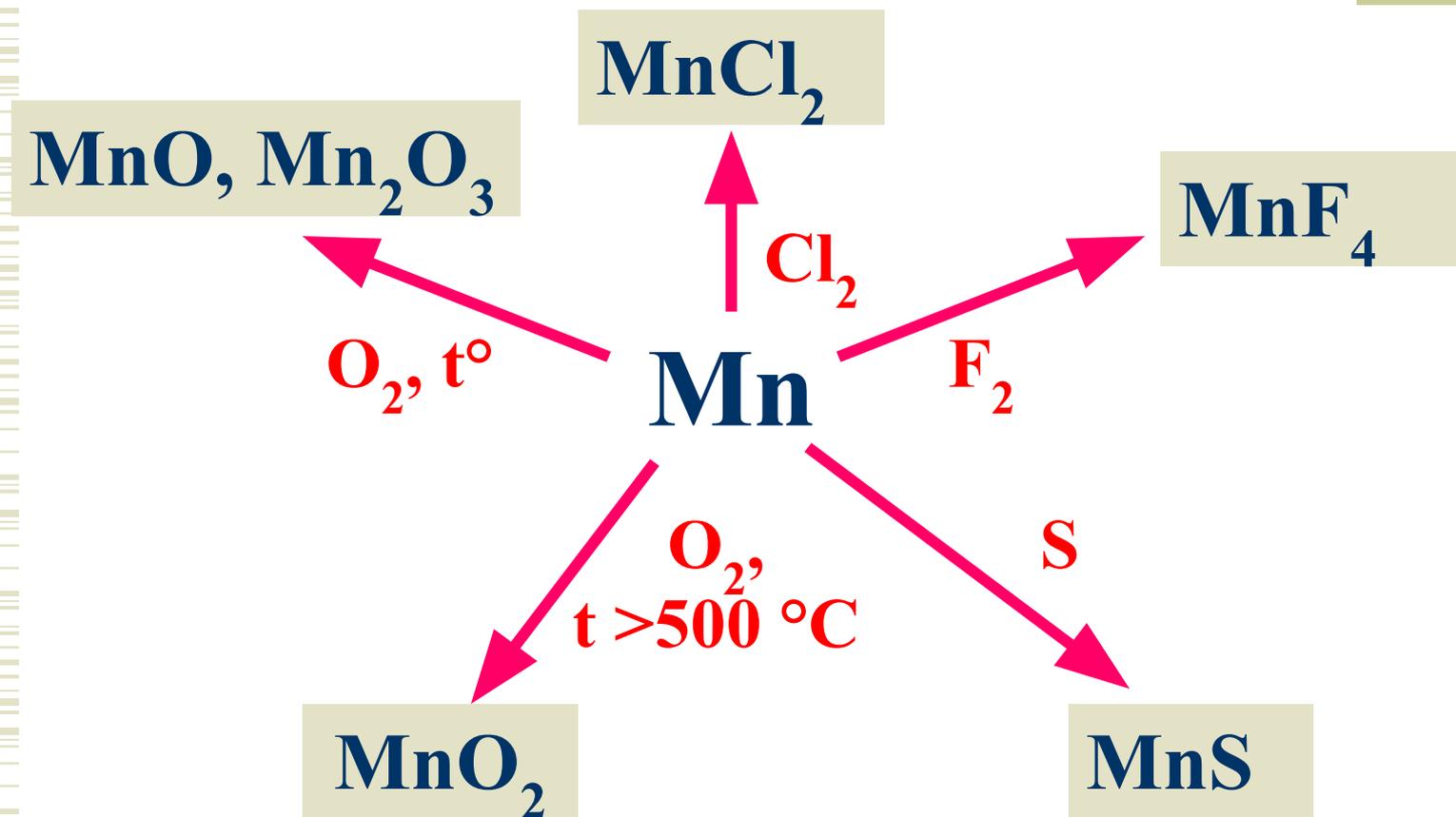
- $\text{Mn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$
- $\text{Mn} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) = \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$
- $3\text{Re} + 7\text{HNO}_3(\text{разб.}) = 3\text{HReO}_4 + 7\text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Re} + 7\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{HReO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

Простые вещества

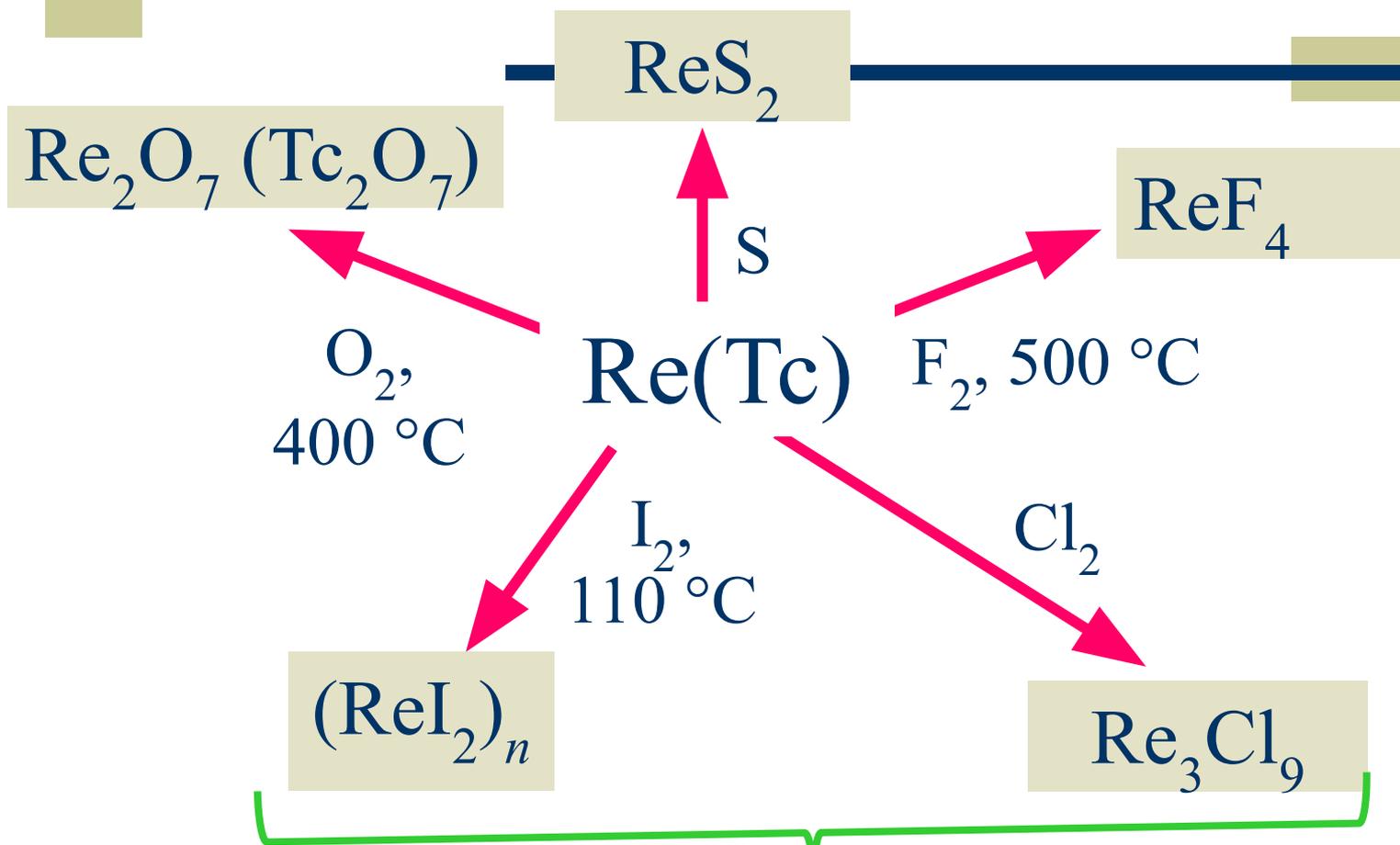


- ◆ $\text{Mn, Tc, Re} + \text{NaOH} \neq$
- ◆ Реагир. с окислителями в расплаве щелочи:
- ◆ $2\text{Mn} + 4\text{NaOH} + 3\text{O}_2 =$
 $= 2\text{Na}_2\text{Mn}^{\text{VI}}\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- ◆ $2\text{Re} + 2\text{NaOH} + 7\text{KNO}_3 =$
 $= 2\text{NaRe}^{\text{VII}}\text{O}_4 + 7\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- ◆ $2\text{Tc} + 2\text{NaOH} + 7\text{KNO}_3 =$
 $= 2\text{NaTc}^{\text{VII}}\text{O}_4 + 7\text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Химические свойства Mn

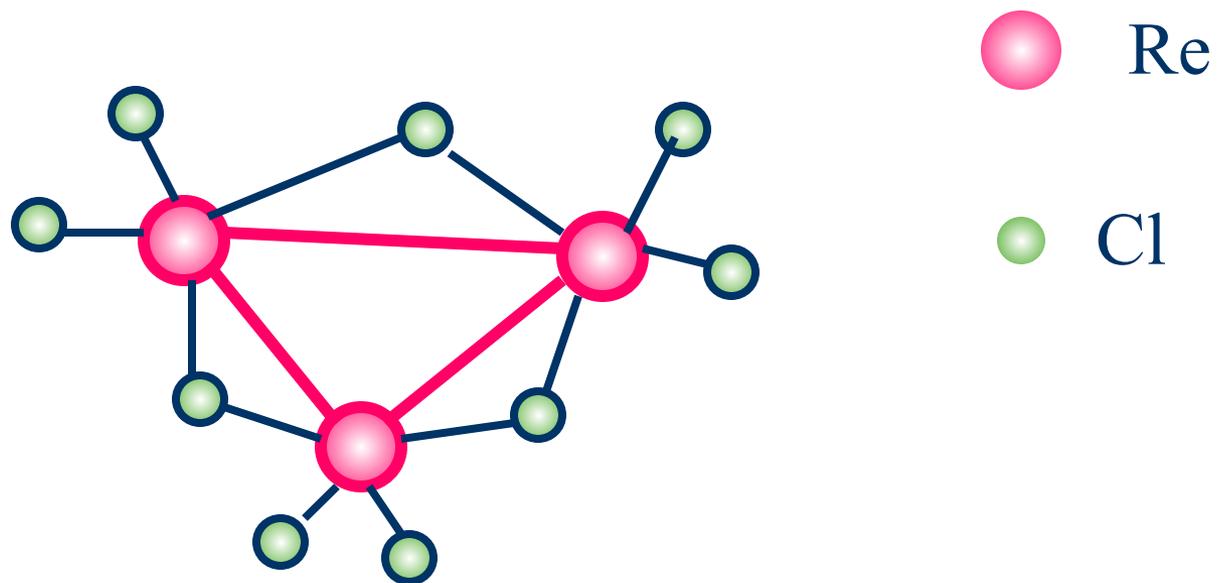


Химические свойства Tc и Re



Кластеры - группы близко расположенных, тесно связанных друг с другом атомов, молекул, ионов, иногда ультрадисперсные частицы.

Строение $[\text{Re}_3\text{Cl}_9]$



Кислородные соединения

Mn

Tc, Re

- ◆ +II: MnO серо-зел.
Mn(OH)₂ бело-роз.
- ◆ +III: Mn₂O₃ бур.
MnO(OH) бур.
- ◆ +IV: MnO₂ черн.
- ◆ +VI: MnO₄²⁻ зел.
- ◆ +VII: Mn₂O₇(ж) зел.-кр.
(разл.); HMnO₄ фиолет.
раствор (устойчива в
концентрации 20%, это
сильная кислота, α = 93%)

Усиление кислотных свойств

- ◆ +II: — —
- ◆ +III: — —
- ◆ +IV: TcO₂, ReO₂;
Tc(OH)₄, Re(OH)₄
- ◆ +VI: TcO₃, ReO₃
- ◆ +VII: Tc₂O₇, Re₂O₇ св.-
желт. тв.; HTcO₄ красн.
крист., HReO₄ бесцв.
крист. (устойчивы)

Распространение в природе и важнейшие минералы

14. **Mn** 0,085 % масс.

81. **Re** – редкий рассеянный элемент; встреч. в виде примеси в *молибдените* MoS_2 ; существ. редкий минерал *джезказганит* $\text{Cu}^{\text{I}}(\text{ReS}_4)$;

89. **Tc** – радиоактивный элемент, встречается в урановых рудах.



Молибденит



Уранинит

Минералы марганца

- ◆ *Пирролюзит* MnO_2
- ◆ *Гаусманит* $(\text{Mn}^{\text{II}}\text{Mn}_2^{\text{III}})\text{O}_4$
- ◆ *Манганит* $\text{MnO}(\text{OH})$
- ◆ *Родохрозит* MnCO_3
- ◆ *Гюбнерит* MnWO_4
- ◆ *Вольфрамит* $(\text{Mn}, \text{Fe})\text{WO}_4$
- ◆ *Псиломелан* $\text{BaMn}^{\text{II}}\text{Mn}_8^{\text{IV}}\text{O}_{16}$



Пирролюзит



Гюбнерит



Родохрозит



Псиломелан



Манганит

Гаусманит



Вольфрамит

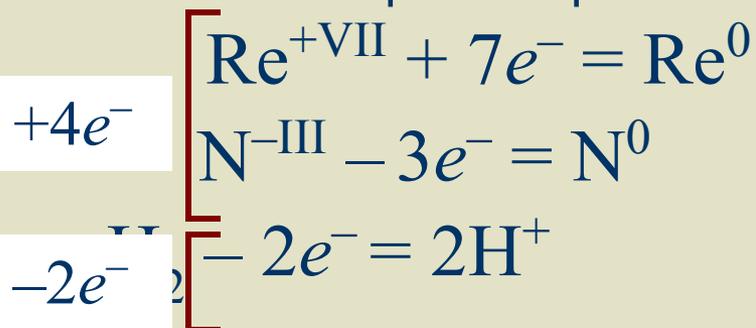


Получение металлов



Re

- ◆ **Mn**: а) электролиз раствора MnSO_4
 б) $\text{MnO}_2 + \text{Si} = \text{Mn} + \text{SiO}_2$
 $3\text{MnO}_2 + 4\text{Al} = 3\text{Mn} + 2\text{Al}_2\text{O}_3$
- ◆ **Re**: $2\text{NH}_4\text{ReO}_4(\text{T}) + 4\text{H}_2 = 2\text{Re} + \text{N}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$



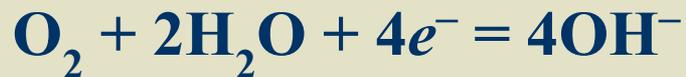
Рений

Марганец

- ◆ **Активный металл.**
- ◆ **Устойч. ст.ок. +II (в кисл. среде) и +IV.**
- ◆ **В ст.ок. +II похож на Mg (реаг. с водой, неамфотерен, гидроксид раств. под действием солей аммония)**
- ◆ **С увелич. ст. ок. – рост кислотн. св-в.**
- ◆ **С увелич. ст. ок. – увелич. окислит. св-в.**

Марганец(II)

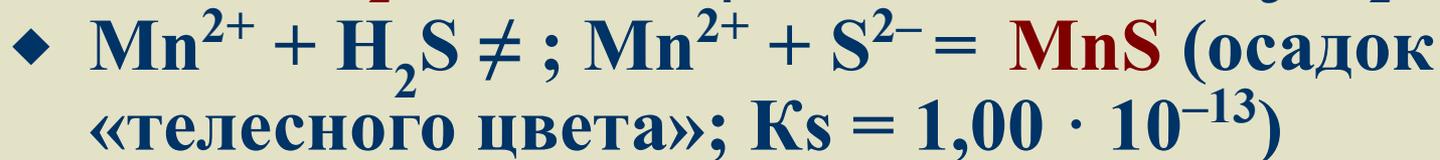
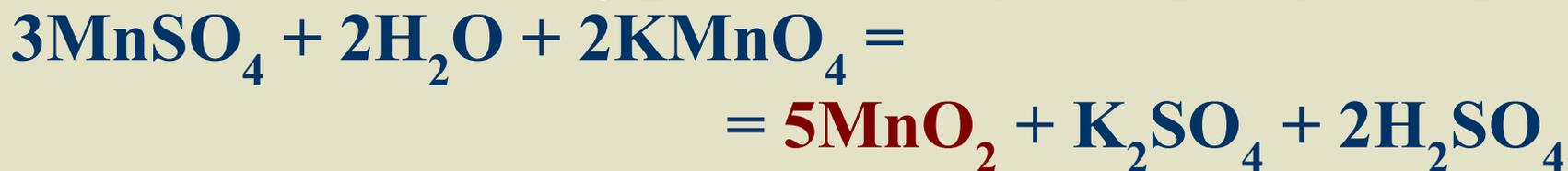
- ◆ $\text{MnO}_{1\div 1,13}$ – **нестехиом.** (изб. O^{-II} , до 6,5% ат. Mn в крист. реш. имеют ст.ок.+III); **полупроводник.**
- ◆ $\text{Mn}(\text{OH})_2$ – бело-роз., **основной**, малор-рим.
- ◆ **На воздухе окисляется:**



- ◆ $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ слабо подвергается **протолизу** ($K_K = 2,57 \cdot 10^{-11}$); в кисл. среде устойчив.

Марганец(II)

◆ Окисление:



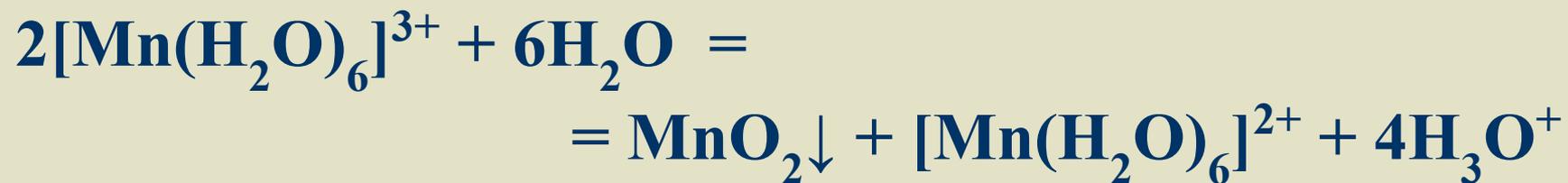
Марганец(III): Mn_2O_3 , $\text{MnO}(\text{OH})$, MnF_3 , $\text{Mn}_2(\text{SO}_4)_3$



◆ **Гидролиз:**



◆ **Диспропорционирование:**



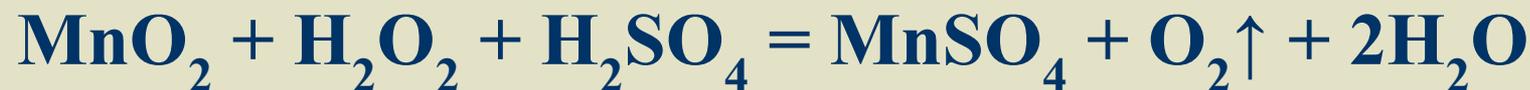
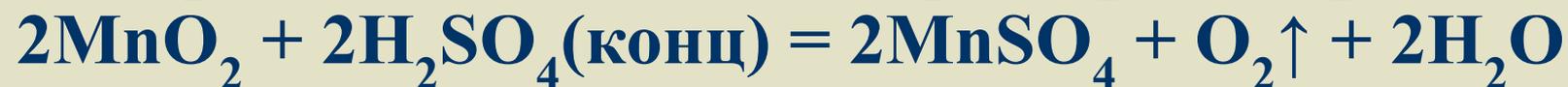
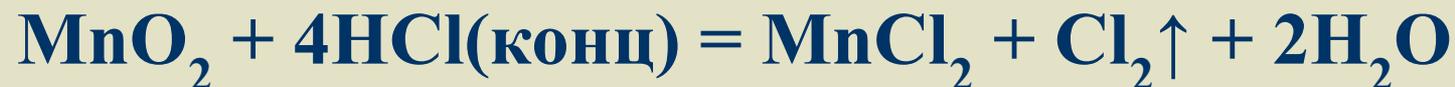
◆ **Окислительные св-ва:**



Марганец(IV): MnO_2



◆ **Окислительные свойства:**



◆ **Восстановительные свойства**



Марганец(IV): MnO_2

◆ Получение MnO_2 :



◆ MnO_2 – катализатор

Каталитическое разложение пероксида водорода:



[Видеофрагмент](#)



Марганец(VI)

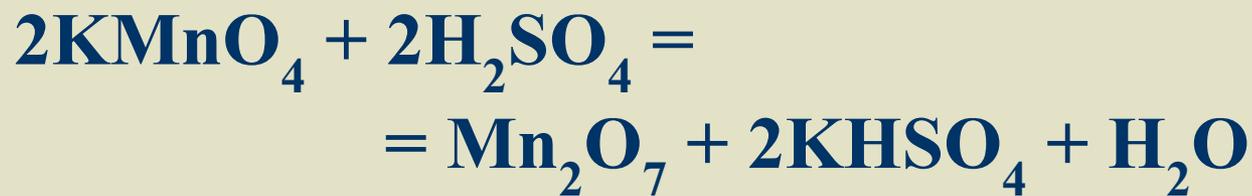
- ◆ В **сильнощел. среде** уст. соли, напр. K_2MnO_4 .
- ◆ В растворе – **диспропорционирует**:
$$3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$$
$$3\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}_3\text{O}^+ = 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- ◆ Манганат-ион проявляет как **окислительные**, так и **восстановительные** свойства:
$$2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 = 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KCl}$$
$$\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{MnO}_2 + \text{S} + 2\text{KOH}$$

Марганец(VII)

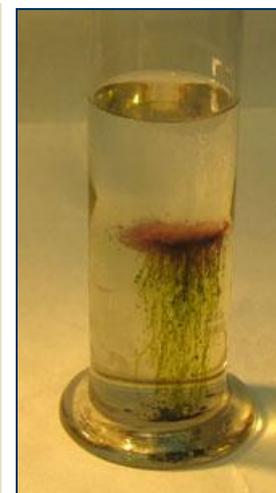
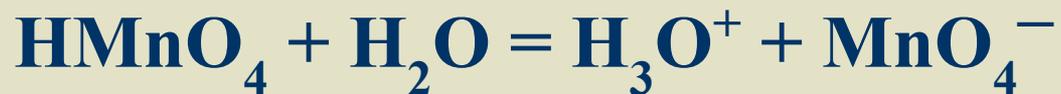


◆ Mn_2O_7 – маслянистая жидк.

◆ **Получение (видео):**



◆ **Марганцовая кислота**



Получение Mn_2O_7 (видео)

Окислительные свойства

pH < 7



pH > 7



pH ≈ 7



A glass filled with a vibrant blue liquid, showing numerous small bubbles on its surface. The glass sits on a periodic table of elements, which is color-coded by groups. A white pipette with a blue cap is positioned to the right of the glass. The background is a close-up of the periodic table, showing elements like Aluminum (Al), Silicon (Si), Phosphorus (P), Sulfur (S), and others.

*Благодарю за
внимание!!!*