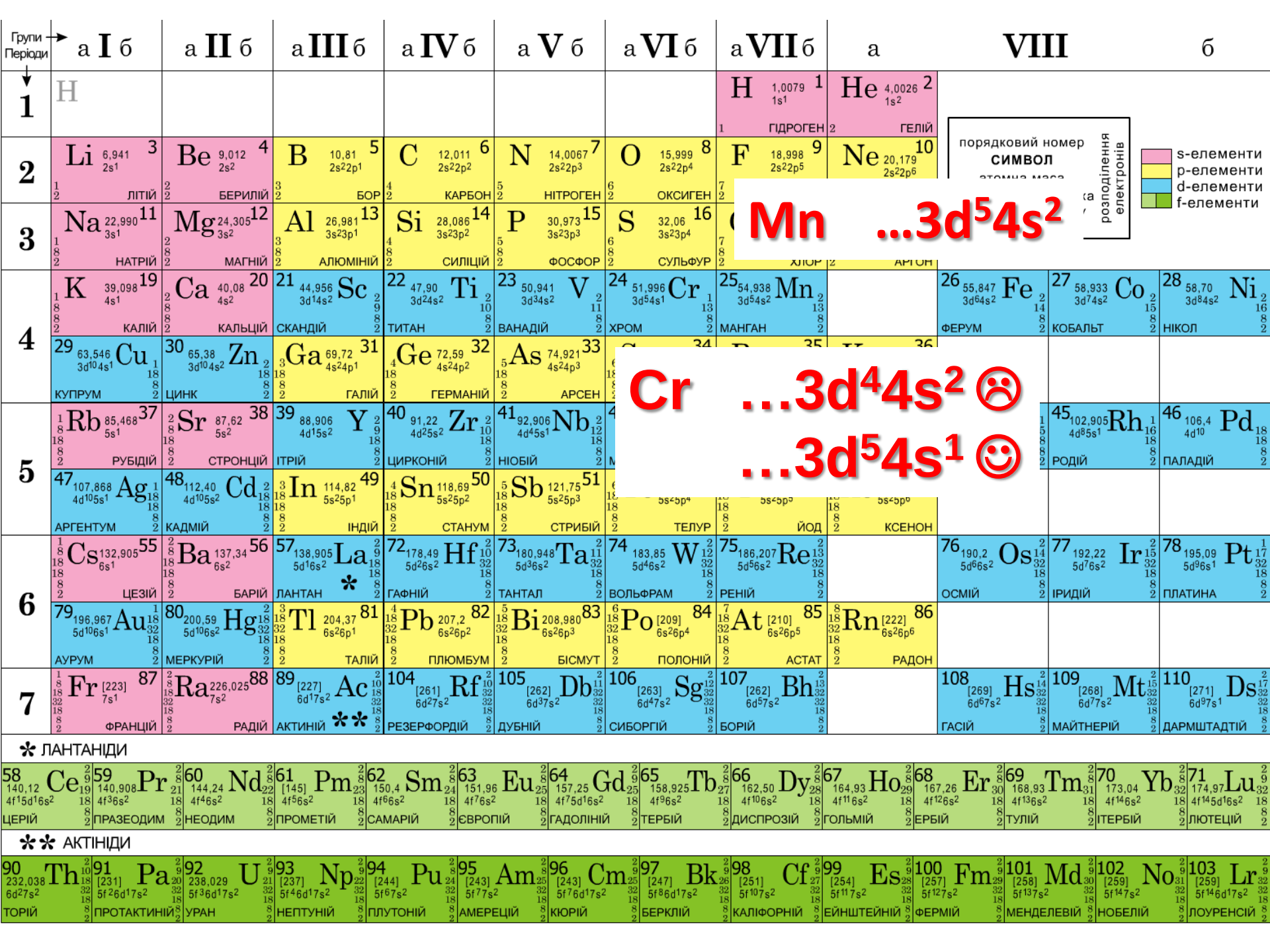
Переходные металлы 4


Групи
Періоди
а I б
а II б
а III б
а IV б
а V б
а VI б
а VII б
а VIII б
1
2
3
4
5
6
7
H 1,0079 1 1s1 1 ГІДРОГЕН
He 4,0026 2 1s2 2 ГЕЛІЙ
Li 6,941 3 2s1 1 2 ЛІТІЙ
Be 9,012 4 2s2 2 2 БЕРИЛІЙ
B 10,81 5 2s22p1 3 2 БОР
C 12,011 6 2s22p2 4 2 КАРБОН
N 14,0067 7 2s22p3 5 2 НІТРОГЕН
O 15,999 8 2s22p4 6 2 ОКСИГЕН
F 18,998 9 2s22p5 7 2 ФТОР
Ne 20,179 10 2s22p6 8 2 НЕОН
Na 22,990 11 3s1 1 8 2 НАТРІЙ
Mg 24,305 12 3s2 2 8 2 МАГНІЙ
Al 26,981 13 3s23p1 3 8 2 АЛЮМІНІЙ
Si 28,086 14 3s23p2 4 8 2 СИЛІЦІЙ
P 30,973 15 3s23p3 5 8 2 ФОСФОР
S 32,06 16 3s23p4 6 8 2 СУЛЬФУР
K 39,098 19 4s1 1 8 8 2 КАЛІЙ
Ca 40,08 20 4s2 2 8 8 2 КАЛЬЦІЙ
21 44,956 Sc 3d14s2 2 9 8 2 СКАНДІЙ
22 47,90 Ti 3d24s2 2 10 8 2 ТИТАН
23 50,941 V 3d34s2 2 11 8 2 ВАНАДІЙ
24 51,996 Cr 3d54s1 1 13 8 2 ХРОМ
25 54,938 Mn 3d54s2 2 13 8 2 МАНГАН
26 55,847 Fe 3d64s2 2 14 8 2 ФЕРУМ
27 58,933 Co 3d74s2 2 15 8 2 КОБАЛЬТ
28 58,70 Ni 3d84s2 2 16 8 2 НІКОЛ
29 63,546 Cu 3d104s1 1 18 8 1 КУПРУМ
30 65,38 Zn 3d104s2 2 18 8 2 ЦИНК
Ga 69,72 31 4s24p1 3 18 8 2 ГАЛІЙ
Ge 72,59 32 4s24p2 4 18 8 2 ГЕРМАНІЙ
As 74,921 33 4s24p3 5 18 8 2 АРСЕН
Rb 85,468 37 5s1 1 8 18 8 2 РУБІДІЙ
Sr 87,62 38 5s2 2 8 18 8 2 СТРОНЦІЙ
39 88,906 Y 4d15s2 2 9 18 8 2 ІТРІЙ
40 91,22 Zr 4d25s2 2 10 18 8 2 ЦИРКОНІЙ
41 92,906 Nb 4d45s1 2 12 18 8 1 НІОБІЙ
45 102,905 Rh 4d85s1 1 16 18 8 1 РОДІЙ
46 106,4 Pd 4d10 18 18 8 2 ПАЛАДІЙ
47 107,868 Ag 4d105s1 1 18 18 8 1 АРГЕНТУМ
48 112,40 Cd 4d105s2 2 18 18 8 2 КАДМІЙ
In 114,82 49 5s25p1 3 18 18 8 2 ІНДІЙ
Sn 118,69 50 5s25p2 4 18 18 8 2 СТАНУМ
Sb 121,75 51 5s25p3 5 18 18 8 2 СТРИБІЙ
5s25p4 6 18 18 8 2 ТЕЛУР
5s25p5 7 18 18 8 2 ЙОД
5s25p6 8 18 18 8 2 КСЕНОН
Cs 132,905 55 6s1 1 8 18 18 8 1 ЦЕЗІЙ
Ba 137,34 56 6s2 2 8 18 18 8 2 БАРІЙ
57 138,905 La 5d16s2 2 9 18 18 8 2 ЛАНТАН *
72 178,49 Hf 5d26s2 2 10 32 18 8 2 ГАФНІЙ
73 180,948 Ta 5d36s2 2 11 32 18 8 2 ТАНТАЛ
74 183,85 W 5d46s2 2 12 32 18 8 2 ВОЛЬФРАМ
75 186,207 Re 5d56s2 2 13 32 18 8 2 РЕНІЙ
76 190,2 Os 5d66s2 2 14 32 18 8 2 ОСМІЙ
77 192,22 Ir 5d76s2 2 15 32 18 8 2 ІРИДІЙ
78 195,09 Pt 5d96s1 1 17 32 18 8 2 ПЛАТИНА
79 196,967 Au 5d106s1 1 18 32 18 8 1 АУРУМ
80 200,59 Hg 5d106s2 2 18 32 18 8 2 МЕРКУРІЙ
Tl 204,37 81 6s26p1 3 18 32 18 8 2 ТАЛІЙ
Pb 207,2 82 6s26p2 4 18 32 18 8 2 ПЛЮМБУМ
Bi 208,980 83 6s26p3 5 18 32 18 8 2 БІСМУТ
Po [209] 84 6s26p4 6 18 32 18 8 2 ПОЛОНІЙ
At [210] 85 6s26p5 7 18 32 18 8 2 АСТАТ
Rn [222] 86 6s26p6 8 18 32 18 8 2 РАДОН
Fr [223] 87 7s1 1 8 18 32 18 8 1 ФРАНЦІЙ
Ra 226,025 88 7s2 2 8 18 32 18 8 2 РАДІЙ
89 [227] Ac 6d17s2 2 9 18 32 18 8 2 АКТИНІЙ **
104 [261] Rf 6d27s2 2 10 32 32 18 8 2 РЕЗЕРФОРДІЙ
105 [262] Db 6d37s2 2 11 32 32 18 8 2 ДУБНІЙ
106 [263] Sg 6d47s2 2 12 32 32 18 8 2 СИБОРГІЙ
107 [262] Bh 6d57s2 2 13 32 32 18 8 2 БОРІЙ
108 [269] Hs 6d67s2 2 14 32 32 18 8 2 ГАСІЙ
109 [268] Mt 6d77s2 2 15 32 32 18 8 2 МАЙТНЕРІЙ
110 [271] Ds 6d97s1 2 17 32 32 18 8 2 ДАРМШТАДТІЙ
порядковий номер
СИМВОЛ
розподілення електронів
s-елементи
p-елементи
d-елементи
f-елементи
Mn ...3d54s2
Cr ...3d44s2 ☹
...3d54s1 ☺
* ЛАНТАНІДИ
58 140,12 Ce 4f15d16s2 2 8 18 19 9 2 ЦЕРІЙ
59 140,908 Pr 4f36s2 2 8 18 21 8 2 ПРАЗЕОДИМ
60 144,24 Nd 4f46s2 2 8 18 22 8 2 НЕОДИМ
61 [145] Pm 4f56s2 2 8 18 23 8 2 ПРОМЕТІЙ
62 150,4 Sm 4f66s2 2 8 18 24 8 2 САМАРІЙ
63 151,96 Eu 4f76s2 2 8 18 25 8 2 ЄВРОПІЙ
64 157,25 Gd 4f75d16s2 2 9 18 25 8 2 ГАДОЛІНІЙ
65 158,925 Tb 4f96s2 2 8 18 27 8 2 ТЕРБІЙ
66 162,50 Dy 4f106s2 2 8 18 28 8 2 ДИСПРОЗІЙ
67 164,93 Ho 4f116s2 2 8 18 29 8 2 ГОЛЬМІЙ
68 167,26 Er 4f126s2 2 8 18 30 8 2 ЕРБІЙ
69 168,93 Tm 4f136s2 2 8 18 31 8 2 ТУЛІЙ
70 173,04 Yb 4f146s2 2 8 18 32 8 2 ІТЕРБІЙ
71 174,97 Lu 4f145d16s2 2 9 18 32 8 2 ЛЮТЕЦІЙ
** АКТИНІДИ
90 232,038 Th 6d27s2 2 10 18 32 18 8 2 ТОРІЙ
91 [231] Pa 5f26d17s2 2 9 20 32 18 8 2 ПРОТАКТИНІЙ
92 238,029 U 5f36d17s2 2 9 21 32 18 8 2 УРАН
93 [237] Np 5f46d17s2 2 9 22 32 18 8 2 НЕПТУНІЙ
94 [244] Pu 5f67s2 2 8 24 32 18 8 2 ПЛУТОНІЙ
95 [243] Am 5f77s2 2 8 25 32 18 8 2 АМЕРЕЦІЙ
96 [243] Cm 5f76d17s2 2 9 25 32 18 8 2 КЮРІЙ
97 [247] Bk 5f86d17s2 2 9 26 32 18 8 2 БЕРКЛІЙ
98 [251] Cf 5f107s2 2 9 27 32 18 8 2 КАЛІФОРНІЙ
99 [254] Es 5f117s2 2 9 28 32 18 8 2 ЕЙНШТЕЙНІЙ
100 [257] Fm 5f127s2 2 9 29 32 18 8 2 ФЕРМІЙ
101 [258] Md 5f137s2 2 9 30 32 18 8 2 МЕНДЕЛЕВІЙ
102 [259] No 5f147s2 2 9 31 32 18 8 2 НОБЕЛІЙ
103 [259] Lr 5f146d17s2 2 9 32 32 18 8 2 ЛОУРЕНСІЙ

Mn и Cr в природе

- MnO_2 пиролюзит
- MnOOH манганит
- $PbCrO_4$ крокоит

Mn – похож на Al!

- $Mn + 2H^+ = Mn^{2+} + H_2$
- $Mn + O_2 \rightarrow MnO, Mn_2O_3, Mn_3O_4$ (t)
- $Mn + S \rightarrow MnS$ (t)
- $Mn + Hal_2 \rightarrow MnHal_2$ (t)

Mn

$MnBr_2$

Оксиды и гидроксиды марганца

- **MnO** – серо-зеленый полупроводник
- $6Mn(OH)_2 + O_2 = 2Mn_3O_4 + 6H_2O$ →
- $Mn_2O_3 + H_2SO_4 = MnSO_4 + MnO_2 + H_2O$
- $MnO_2 + CaO = CaMnO_3$ (сплавление)
- $MnO_2 + 2H_2SO_{4\,к} = Mn(SO_4)_2 + 2H_2O$
- $2KMnO_{4\,тв} + H_2SO_{4\,к} = Mn_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$
  (зеленовато-бурая маслянистая жидкость)
- $Mn_2O_7 + H_2O = HMnO_4$ ($K_1 = 10^{-1}$, $C \leq 20\%$)

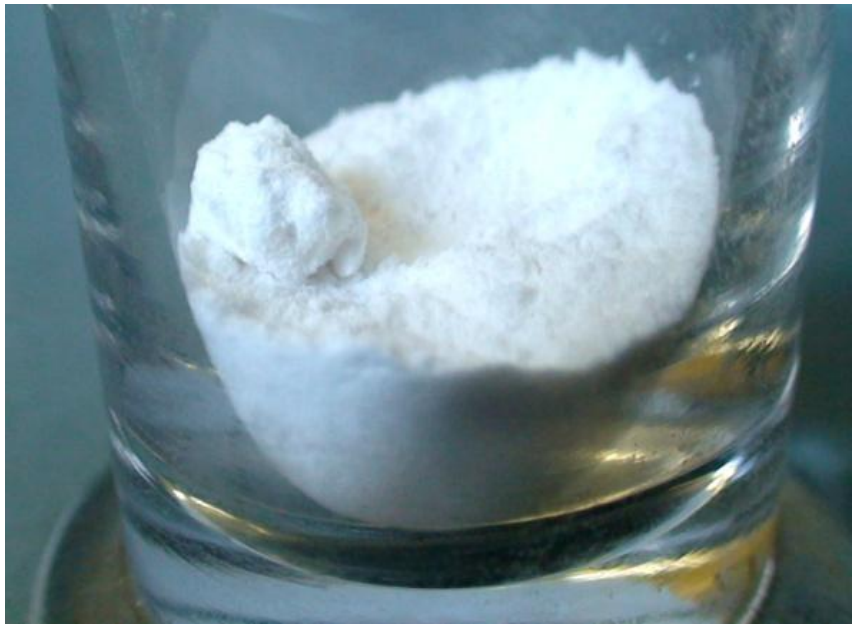
ОВ превращения Mn

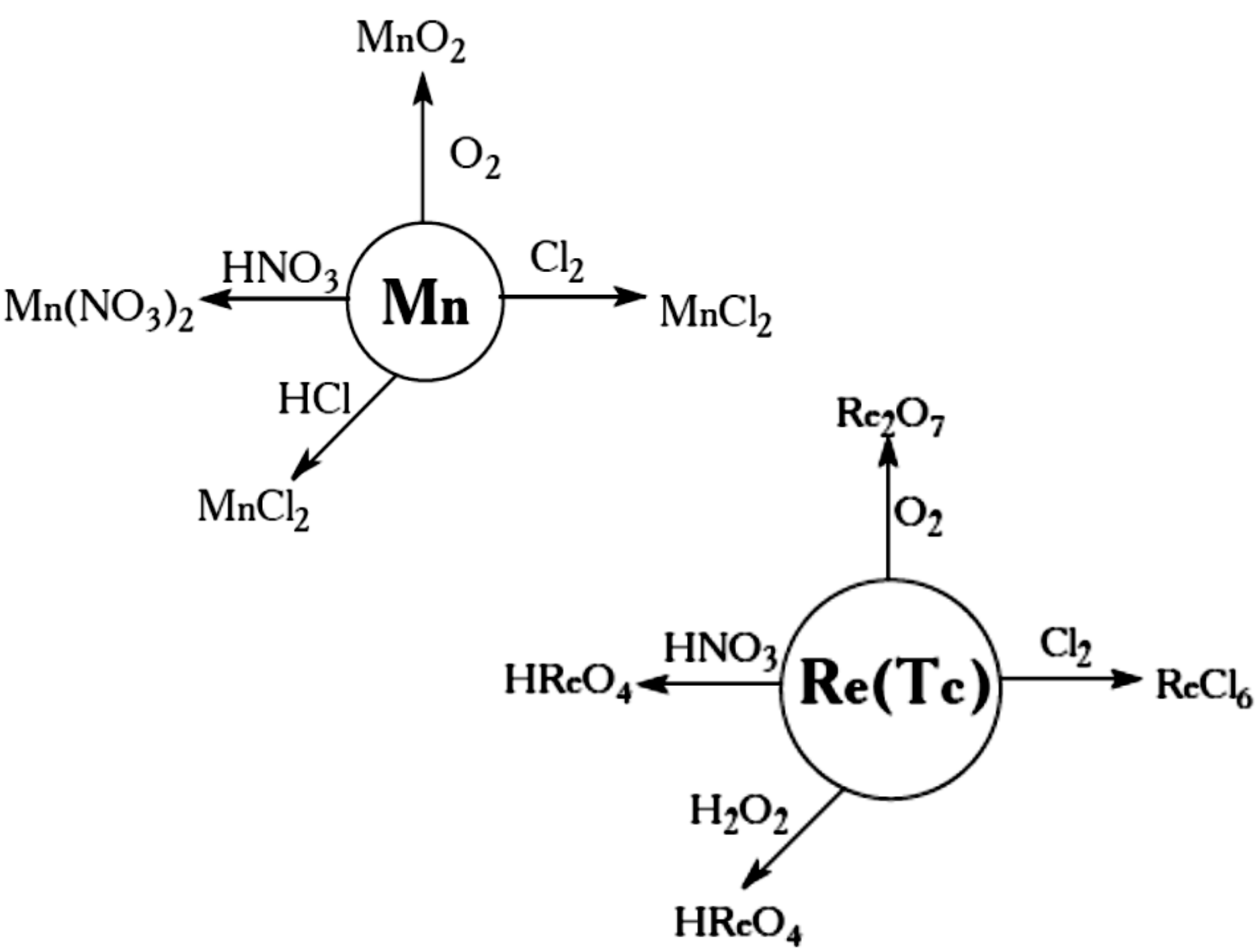
- $MnSO_4 + KClO_3 + KOH = K_2MnO_4 + KCl + K_2SO_4 + H_2O$ (сплавление)
- $3MnO_2 + 6KOH + KClO_3 = 3K_2MnO_4 + KCl + 3H_2O$
- $3MnO_4^{2-} + 4H^+ = 2MnO_4^- + MnO_2 + 2H_2O$

Аналоги

- рений

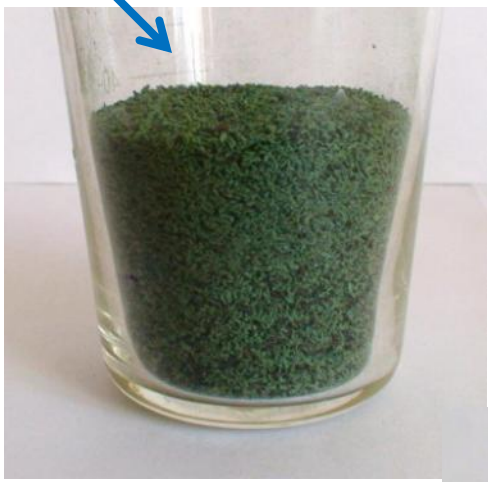
- $KMnO_4$ и $KReO_4$




MnO2
O2
HNO3
Mn(NO3)2
Mn
Cl2
MnCl2
HCl
MnCl2
Re2O7
O2
HNO3
HReO4
Re(Tc)
Cl2
ReCl6
H2O2
HReO4

Cr

- $Cr + 2H^+ = Cr^{2+} + H_2$
- $Cr + O_2, S, Cl_2 \rightarrow Cr_2O_3, Cr_2S_3, CrCl_3$
- $Cr + I_2 \rightarrow CrI_2$

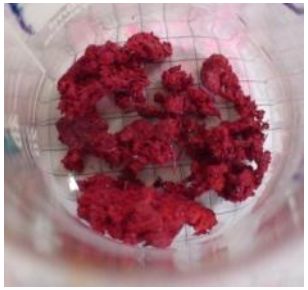


Cr

Оксиды и гидроксиды хрома

- **$Cr(OH)_2$** желтый, **CrO** черный или красный
- **$Cr(OH)_3$** + KOH $\rightarrow$ $K[Cr(OH)_4]$, $K_3[Cr(OH)_6]$

- **Cr_2O_3** + $2KOH = 2KCrO_2 + H_2O\uparrow$ (спл.)
- **Cr_2O_3** + $B_2O_3 = 2CrBO_3$ (спл.)
- **CrO_3** + $H_2O \rightarrow$ **H_2CrO_4**

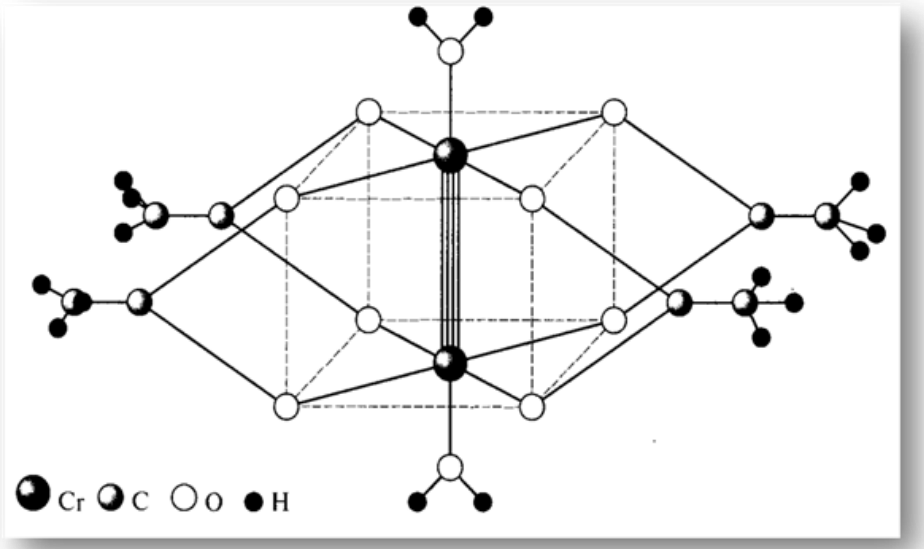


- 2**H_2CrO_4** $\rightleftharpoons$ **$H_2Cr_2O_7$** + H_2O

- $K_2Cr_2O_7 + 2H_2SO_{4\,к} = 2$**$CrO_3$** $+ K_2SO_4 + H_2SO_4 \cdot H_2O$

Cr (II)

- $Cr^{3+} + [H] \rightarrow Cr^{2+} + H^{+}$
- $(Zn + 2HCl = ZnCl_2 + 2[H])$
- $4Cr^{2+} + O_2 + 4H^{+} = 4Cr^{3+} + 2H_2O$
- $2CrCl_2 + 2H_2O = 2Cr(OH)Cl_2 + H_2$
- $Cr^{2+} + CH_3COO^{-} = Cr_2(CH_3COO)_4(H_2O)_2\downarrow$

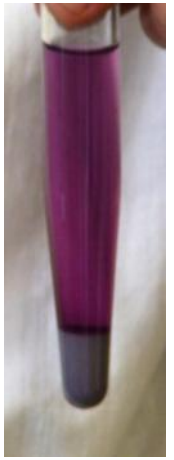


Cr (III)

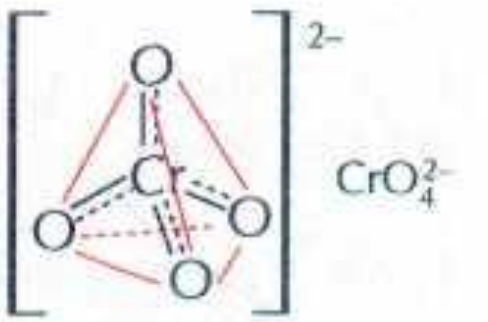
- $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$
- $[Cr(H_2O)_5Cl]^{2+}$
- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^{+}$

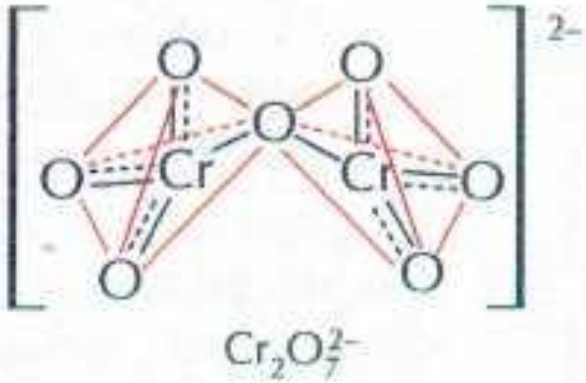
- $CrCl_3$

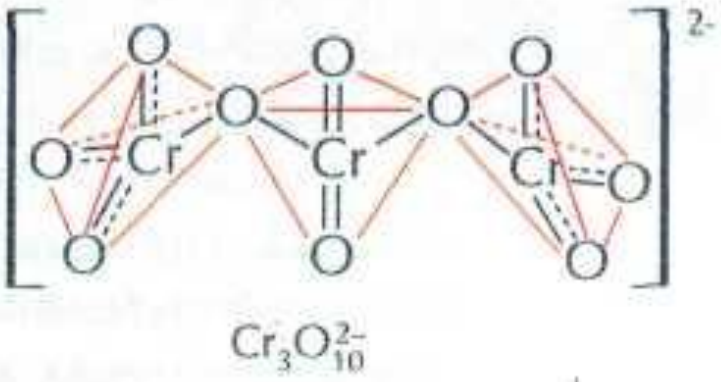
- $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$



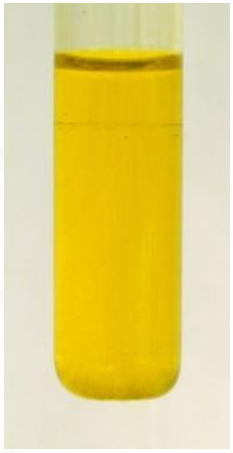
Cr (VI)







- $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$
- $3Cr_2O_7^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons 2Cr_3O_{10}^{2-} + H_2O$



- $Cr_2O_7^{2-}$ + Red $\rightarrow Cr^{3+}$
- $[Cr(OH)_4]^-$ + Ox $\rightarrow CrO_4^{2-}$

Аналоги (Mo)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/32/Molybdenum_crystaline_fragment_and_1cm3_cube.jpg

- Оксиды: MoO_3, MoO_2

- Молибденовые сини:
  MoO_3 + Red (pH 4) $\rightarrow$ $Mo_2O_5 \cdot H_2O$, $Mo_4O_{11} \cdot H_2O$, $Mo_8O_{23} \cdot 8H_2O$

http://khimie.ru/wp-content/uploads/2011/10/molibdenovaya-sin.jpg

- MoS_2 молибденит

- Молибдаты: MoO_4^- и поли – $Mo_7O_{26}^{6-}$, $Mo_4O_{13}^{2-}$, $Mo_8O_{26}^{4-}$

Аналоги (W)

- $T_{пл}$ = 3422°C, $T_{кип}$ = 5555°C
- $3W + 4HNO_3 + 18HF = 3H_2[WF_6] + 4NO + 8H_2O$
- $2W + 4NaOH + 3O_2 = 2Na_2WO_4 + 2H_2O$ (спл.)
- $H_2SO_4 + Na_2WO_4 = H_2WO_4 + Na_2SO_4$
- $H_2WO_4 = (t) = WO_3 + H_2O\uparrow$
  - WO_3