

Переходные металлы 2

(побочные подгруппы
I и II групп)



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	H	...d ¹⁰ s ²						H 1,0079 1s ¹	He 4,0026 1s ²					
2	Li 6,941 2s ¹	Be 9,012 2s ²	B 10,81 2s ² 2p ¹	C 12,011 2s ² 2p ²	N 14,0067 2s ² 2p ³	O 15,999 2s ² 2p ⁴	F 18,998 2s ² 2p ⁵	Ne 20,179 2s ² 2p ⁶	порядковий номер СИМВОЛ атомна маса електронна оболонка НАЗВА ЕЛЕМЕНТУ розподілення електронів					
3	Na 22,990 3s ¹	Mg 24,305 3s ²	Al 26,981 3s ² 3p ¹	Si 28,086 3s ² 3p ²	P 30,974 3s ² 3p ³	S 32,06 3s ² 3p ⁴	Cl 35,45 3s ² 3p ⁵	Ar 39,948 3s ² 3p ⁶						
4	K 39,098 4s ¹	Ca 40,08 4s ²	Sc 44,956 3d ¹ 4s ²	Ti 47,90 3d ² 4s ²	V 50,941 3d ³ 4s ²	Cr 51,996 3d ⁵ 4s ¹	Mn 54,938 3d ⁵ 4s ²	Fe 55,847 3d ⁶ 4s ²	Co 58,933 3d ⁷ 4s ²	Ni 58,70 3d ⁸ 4s ²				
5	Rb 85,468 5s ¹	Sr 87,62 5s ²	Y 88,906 4d ¹ 5s ²	Zr 91,22 4d ² 5s ²	Nb 92,906 4d ⁴ 5s ¹	Mo 95,94 4d ⁵ 5s ¹	Tc 98,906 4d ⁵ 5s ²	Ru 101,07 4d ⁷ 5s ¹	Rh 102,905 4d ⁸ 5s ¹	Pd 106,4 4d ¹⁰				
6	Cs 132,905 6s ¹	Ba 137,34 6s ²	La 138,905 5d ¹ 6s ²	Hf 178,49 5d ² 6s ²	Ta 180,948 5d ³ 6s ²	W 183,85 5d ⁴ 6s ²	Re 186,207 5d ⁵ 6s ²	Os 190,2 5d ⁶ 6s ²	Ir 192,22 5d ⁷ 6s ²	Pt 195,09 5d ⁹ 6s ¹				
7	Fr [223] 7s ¹	Ra 226,025 7s ²	Ac [227] 6d ¹ 7s ²	Rf [261] 6d ² 7s ²	Db [262] 6d ³ 7s ²	Sg [263] 6d ⁴ 7s ²	Bh [262] 6d ⁵ 7s ²	Hs [269] 6d ⁶ 7s ²	Mt [268] 6d ⁷ 7s ²	Ds [271] 6d ⁹ 7s ¹				
* ЛАНТАНІДИ														
8	Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	Pr 140,908 4f ³ 6s ²	Nd 144,24 4f ⁴ 6s ²	Pm [145] 4f ⁵ 6s ²	Sm 150,4 4f ⁶ 6s ²	Eu 151,96 4f ⁷ 6s ²	Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	Tb 158,925 4f ⁹ 6s ²	Dy 162,50 4f ¹⁰ 6s ²	Ho 164,93 4f ¹¹ 6s ²	Er 167,26 4f ¹² 6s ²	Tm 168,93 4f ¹³ 6s ²	Yb 173,04 4f ¹⁴ 6s ²	Lu 174,97 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²
** АКТИНІДИ														
9	Th 232,038 6d ² 7s ²	Pa [231] 5f ² 6d ¹ 7s ²	U 238,029 5f ³ 6d ¹ 7s ²	Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	Pu [244] 5f ⁶ 7s ²	Am [243] 5f ⁷ 7s ²	Cm [243] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	Bk [247] 5f ⁹ 6d ¹ 7s ²	Cf [251] 5f ¹⁰ 7s ²	Es [254] 5f ¹¹ 7s ²	Fm [257] 5f ¹² 7s ²	Md [258] 5f ¹³ 7s ²	No [259] 5f ¹⁴ 7s ²	Lr [259] 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²

Простые вещества



Cd

$$T_{\text{пл}} = 321^{\circ}\text{C}$$



Hg

$$T_{\text{пл}} = -39^{\circ}\text{C}$$

Zn

$$T_{\text{пл}} = 419^{\circ}\text{C}$$



В природе

Zn	ZnS цинковая обманка, вюрцит, сфалерит $\text{Zn}(\text{AlO}_2)_2$ цинковая шпинель
Cd	☹
Hg	HgS киноварь



Химические свойства

- $\text{Zn} + \text{Br}_2 \text{ (н.у.)}$
- $\text{Zn} + \text{S (t)}$
- $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O}_{\text{пар}} = \text{ZnO} + \text{H}_2$
- $\text{Zn} + \text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$
- $\text{Zn} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- $\text{Zn} + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + \text{H}_2$
- $\text{Hg} + \text{Br}_2 \text{ (t)}$
- $\text{Hg} + \text{S (н.у.)}$
- $\text{Hg} + \text{H}^+ \neq$
- $\text{Hg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2, \text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$

Оксиды и гидроксиды



ZnO – «цинковые белила»



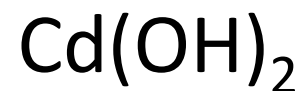
Zn(OH)_2

Оксиды и гидроксиды



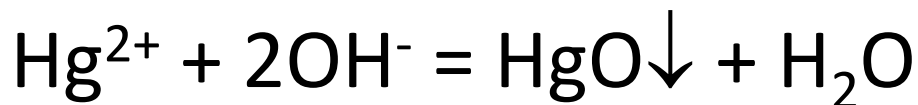
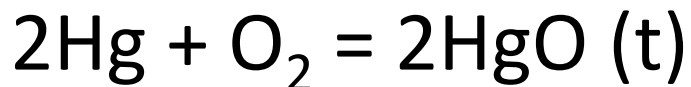
http://chemistry-chemists.com/N3_2012/U3/img/Cadmium_oxide-1.JPG

https://st19.stpulscen.ru/images/product/086/394/075_big.jpg

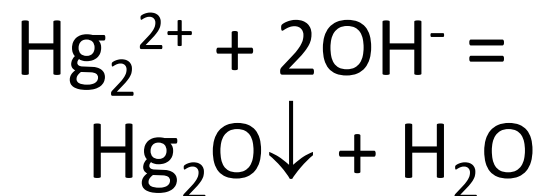


Оксиды и гидроксиды

HgO



Hg₂O



черно-бур.

Амальгамы



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	H 1,0079 1s ¹							He 4,0026 1s ²		
2	Li 6,941 2s ¹	Be 9,012 2s ²	B 10,81 2s ² 2p ¹	C 12,011 2s ² 2p ²	N 14,0067 2s ² 2p ³	O 15,999 2s ² 2p ⁴	F 18,998 2s ² 2p ⁵	Ne 20,179 2s ² 2p ⁶		
3	Na 22,990 3s ¹	Mg 24,305 3s ²	Al 26,981 3s ² 3p ¹	Si 28,086 3s ² 3p ²	P 30,974 3s ² 3p ³	S 32,06 3s ² 3p ⁴	Cl 35,45 3s ² 3p ⁵	Ar 39,948 3s ² 3p ⁶		
4	K 39,098 4s ¹	Ca 40,08 4s ²	Sc 44,956 3d ¹ 4s ²	Ti 47,90 3d ² 4s ²	V 50,941 3d ³ 4s ²	Cr 51,996 3d ⁵ 4s ¹	Mn 54,938 3d ⁵ 4s ²	Fe 55,847 3d ⁶ 4s ²	Co 58,933 3d ⁷ 4s ²	Ni 58,70 3d ⁸ 4s ²
5	Rb 85,468 5s ¹	Sr 87,62 5s ²	Y 88,906 4d ¹ 5s ²	Zr 91,22 4d ² 5s ²	Nb 92,906 4d ⁴ 5s ¹	Mo 95,94 4d ⁵ 5s ¹	Tc 98,906 4d ⁵ 5s ²	Ru 101,07 4d ⁷ 5s ¹	Rh 102,905 4d ⁸ 5s ¹	Pd 106,4 4d ¹⁰
6	Cs 132,905 6s ¹	Ba 137,34 6s ²	La 138,905 5d ¹ 6s ²	Hf 178,49 5d ² 6s ²	Ta 180,948 5d ³ 6s ²	W 183,85 5d ⁴ 6s ²	Re 186,207 5d ⁵ 6s ²	Os 190,2 5d ⁶ 6s ²	Ir 192,22 5d ⁷ 6s ²	Pt 195,09 5d ⁹ 6s ¹
7	Fr [223] 7s ¹	Ra 226,025 7s ²	Ac [227] 6d ¹ 7s ²	Rf [261] 6d ² 7s ²	Db [262] 6d ³ 7s ²	Sg [263] 6d ⁴ 7s ²	Bh [262] 6d ⁵ 7s ²	Hs [269] 6d ⁶ 7s ²	Mt [268] 6d ⁷ 7s ²	Ds [271] 6d ⁹ 7s ¹

Простые вещества



Cu

$T_{\text{пл}} = 1083^{\circ}\text{C}$



Ag

$T_{\text{пл}} = 961^{\circ}\text{C}$

Au

$T_{\text{пл}} = 1063^{\circ}\text{C}$

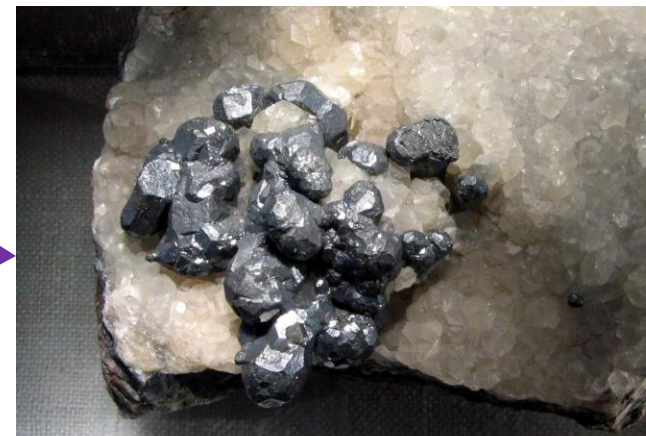
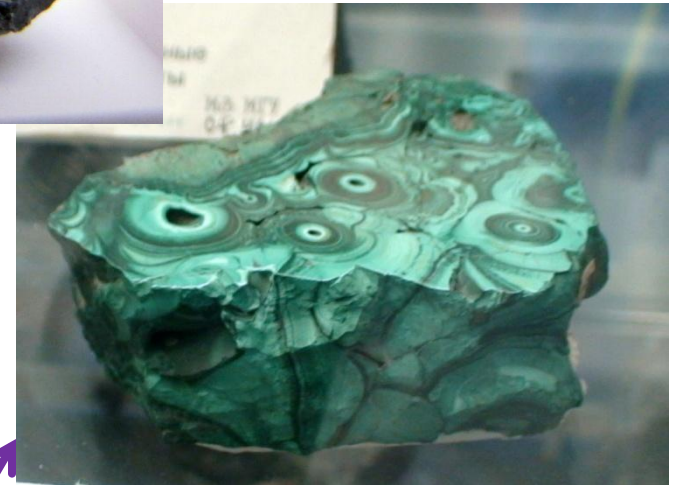


- Самородки

В природе



http://geo.web.ru/druza/m-chalcos_14_7618.jpg



Cu	Cu_2S медный блеск, халькозин CuFeS_2 халькопирит $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ малахит
Ag	Ag_2S аргентит

http://geo.web.ru/druza/m-argent_5_7275.JPG

Химические свойства

- $\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO (t)}, \text{Cu}_2\text{O (tt)}$
- $\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{CuS (t)}, \text{Cu}_2\text{S (tt)}$
- $\text{Cu} + \text{I}_2 \rightarrow \text{CuI}$
- $\text{Cu} + \text{H}^+ \neq$, но:
- $\text{Cu} + 2\text{HCl}_{\text{к}} = \text{H}[\text{CuCl}_2] + \frac{1}{2}\text{H}_2$
- На воздухе:
красн. Cu_2O , зеленоват.
 $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ (патина)
- $\text{Ag} + \text{O}_2 \neq$
- $\text{Ag} + \text{S} = \text{Ag}_2\text{S (t)}$
- $2\text{Ag} + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{AgI}$
- $\text{Ag} + \text{H}^+ \neq$
- На воздухе:
- $4\text{Ag} + \text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
черн.

Химические свойства

- $4\text{Э} + \text{O}_2 + 8\text{CN}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4[\text{Э}(\text{CN})_2]^- + 4\text{OH}^-$
- $4\text{Cu} + \text{O}_2 + 8\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 4\text{OH}^-$
- $\text{Cu} + \text{FeCl}_3 = \text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$
- $\text{Au} + \text{HNO}_3 + 4\text{HCl} = \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$

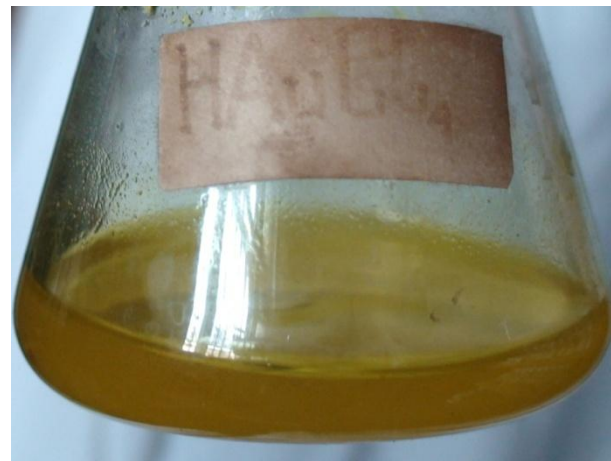


$\text{K}[\text{Cu}(\text{CN})_2]$

$\text{K}[\text{AuCl}_4]$

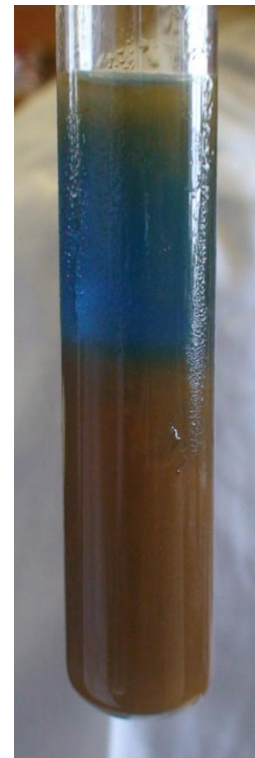
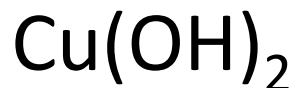
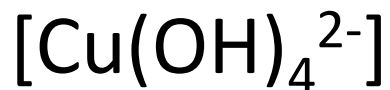
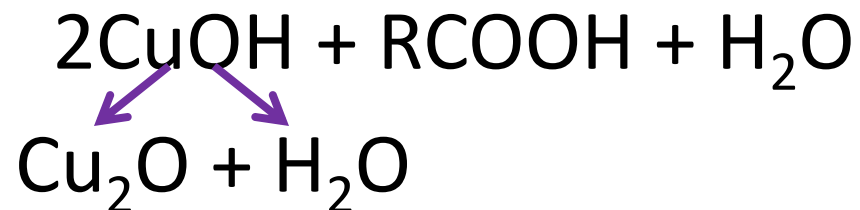
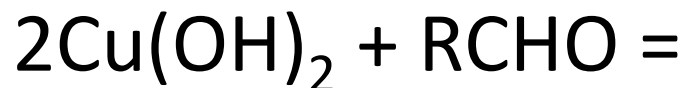


$\text{H}[\text{AuCl}_4]$



Оксиды, гидроксиды

CuO



Оксиды, гидроксиды

- $2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- = \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Ag}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$



http://chemistry-chemists.com/N3_2012/U3/img/silver_oxide-l.png

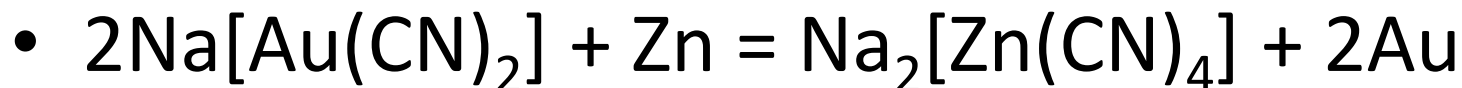
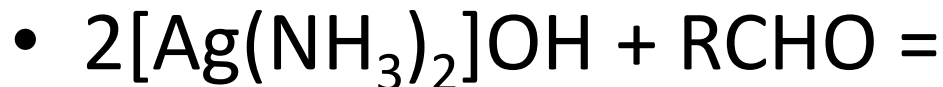
Э(І)



(а также Ag)



НО:



Cu(II)

- $\text{CuO} + \text{RCH}_2\text{OH} = \text{Cu} + \text{RCHO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuHal}_2 = \text{CuHal} + \frac{1}{2} \text{Hal}_2$ (t, кроме I)
- $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- $\text{CuCl}_2 + 2\text{Cl}^- = [\text{CuCl}_4]^{2-}$



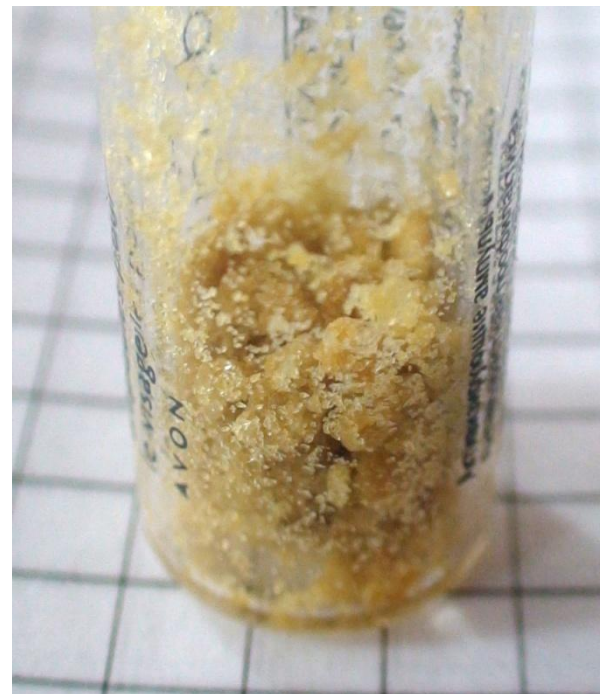
пламя CuCl_2 и CuCl

Э(III)

- $2\text{Au} + 3\text{Br}_2 = 2\text{AuBr}_3$
- $[\text{AuCl}_4]^-$
- $\text{AuSO}_4 = \text{Au}^{\text{I}}\text{Au}^{\text{III}}(\text{SO}_4)_2$
- Au_2O_3 – кислотный



<https://dedpodaril.com/wp-content/uploads/2017/04/vanadia.jpg>



- $[\text{Cu}(\text{H}_3\text{IO}_6)_2(\text{OH})_2]^{3-}$
- $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2$
- $\text{CuO} + \text{KO}_2 = \text{KCuO}_2 \text{ (t)}$
- LaCuO_3