



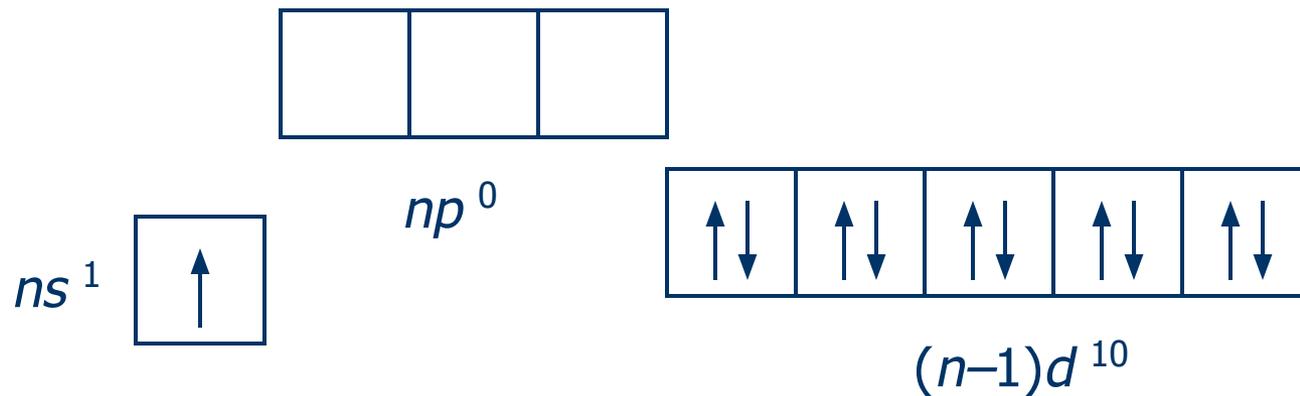
Общая характеристика элементов IB- группы. Медь. Серебро. Золото

Элементы IB-группы

Элемент	Cu	Ag	Au
Z	29	47	79
A_r	63,6	107,9	197,0
χ	1,75	1,42	1,42

Элементы IB-группы

Общая электронная формула:



- Степени окисления: 0, +I, +II, +III

Степени окисления

	+I ($d^{10}ns^0$)	+II (d^9ns^0)	+III (d^8ns^0)
Cu	Cu_2SO_4 , CuCl	Cu(+II) уст. ст. окисления	NaCuO_2
Ag	Ag(I) уст. ст. окисления	AgCO_3 , AgF_2	AgF_3
Au	Au_2S , AuBr	–	Au(+III) уст. ст. окисления

Примеры устойчивых соединений

+I	+II	+III
Простые соединения		
AgNO_3 AgCl	CuSO_4 CuCl_2	$\text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3$
Комплексные соединения		
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$[\text{AuCl}_4]^-$

Простые вещества

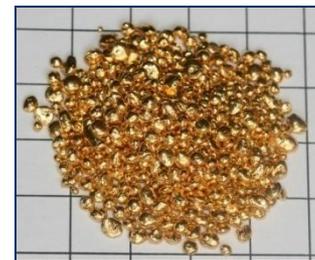
	Медь	Серебро	Золото
т. пл., °С	1084,5	961,9	1064,4
т. кип., °С	2540	2170	2947
ρ , г/см ³	8,9	10,5	19,3



Медь



Серебро

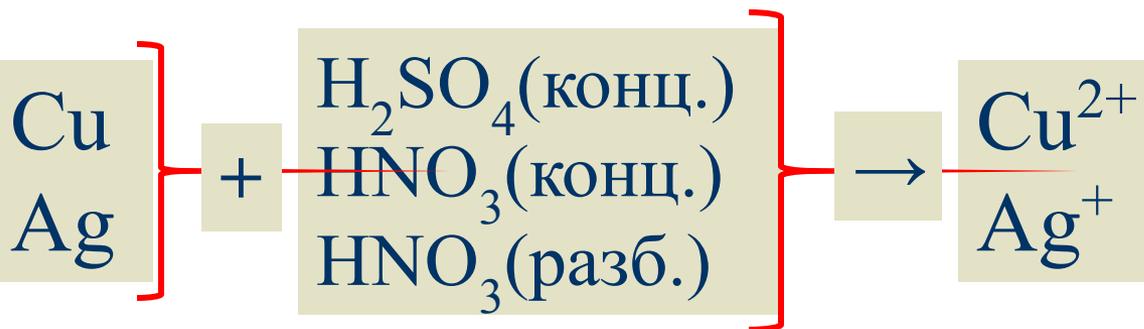


Золото



В ЭХРН: ...**H** ... Cu ... Ag ... Au

- ◆ $\text{Э}^{\text{IB}} + \text{H}_2\text{O} \neq$
- ◆ $\text{Э}^{\text{IB}} + \text{HAc} \neq$



Кислородные соединения

Cu

Ag, Au

+I: Cu_2O уст. красн.,
т. пл. $1240\text{ }^\circ\text{C}$

+II: CuO черн., разл. до
 Cu_2O и O_2 ($1026\text{ }^\circ\text{C}$)

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ синий,
амфотерн., разл. до
 CuO и H_2O ($40\text{-}80\text{ }^\circ\text{C}$)

+III: Cu_2O_3
т-ра разл. $400\text{ }^\circ\text{C}$ (до
 CuO и O_2)

+I: Ag_2O разл. до Ag и O_2
($160\text{ }^\circ\text{C}$)

+II: « Ag_2O_2 » ($\text{Ag}^{\text{I}}\text{Ag}^{\text{III}}\text{O}_2$)
диамагнитен, разл. до
 Ag_2O и O_2 ($100\text{ }^\circ\text{C}$)

+III: Au_2O_3 амфотерн., разл.
до Au и O_2 ($160\text{ }^\circ\text{C}$)

$\text{Au}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ амфотерный
($K_{\text{к}} > K_{\text{о}}$) – «золотая
кислота»



ЭИВ

HNO₃ (конц. и разб.)
 H₂SO₄ (конц.)

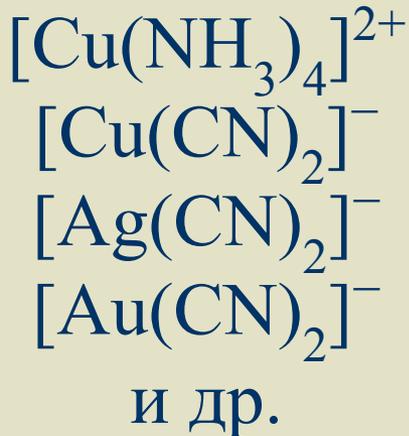
Смесь HNO₃ и HCl
 («царская водка»)



Γ₂

~~C, H₂, N₂~~

OH⁻,
 окислитель, L
 (комплексобразование)

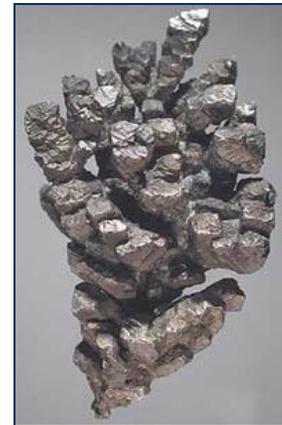
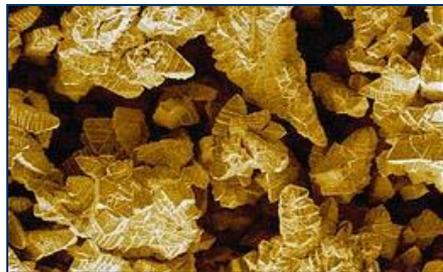


Распространение в природе и важнейшие минералы

- ◆ В земной коре:
26. Cu 0,01% масс.
69. Ag $1 \cdot 10^{-5}$ % масс.
75. Au $5 \cdot 10^{-5}$ % масс.



Самородное золото



Самородное
серебро



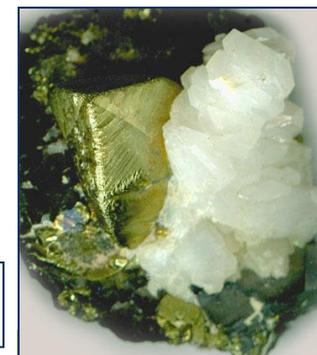
Самородная
медь



Минералы



Аргентит



Халькопирит

- ✓ халькопирит $(\text{FeCu})\text{S}_2$
- ✓ халькозин Cu_2S
- ✓ ковеллин CuS
- ✓ куприт Cu_2O
- ✓ малахит
 $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$
- ✓ аргентит Ag_2S
- ✓ хлораргирит AgCl
- ✓ калаверит AuTe_2



Малахит



Куприт



Хлораргирит



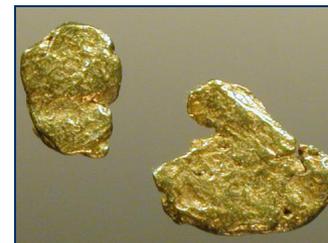
Ковеллин



Калаверит



Добыча золота





Серебро



1. **Ag** – уникальный элемент:

- ◆ нет гидратов солей
- ◆ нет аквакомплексов

2. Растворимые соли:

- ◆ AgNO_3 , AgClO_4 , AgClO_3 , AgF

3. Комплексообразование (растворение осадка):

- ◆ $\text{AgX}(\text{T}) + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} =$
 $= [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{X} + 2\text{H}_2\text{O}$ (КЧ 2)
- ◆ $\text{AgX}(\text{T}) + 2\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S} = \text{Na}_3[\text{Ag}(\text{SO}_3\text{S})_2]$ (КЧ 2)





Серебро

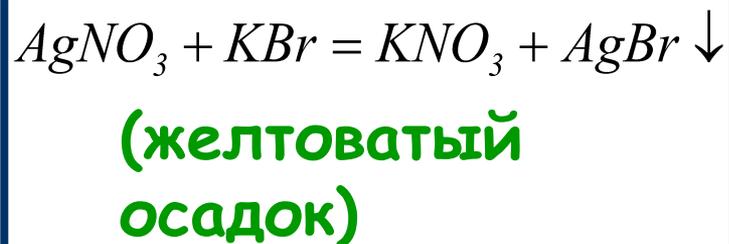


Галогениды серебра получают реакцией обмена.
Все они кроме AgF , плохо растворяются в воде.
Нитрат серебра используется для качественного
определения ионов Cl^- , Br^- , I^-

в растворах:



Cl^- Br^-
- -



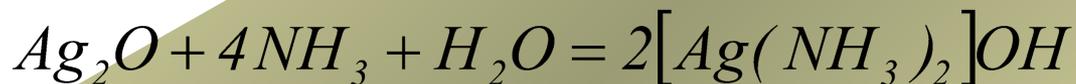
I^-
-





При действии на растворимые соли серебра щелочей образуется темный осадок оксида серебра

Оксид серебра растворяется в аммиаке



Сульфид серебра не растворим в обычных кислотах



Свойства золота

- ◆ Не реагирует золото с водородом, азотом, фосфором, углеродом, а галогены с золотом при нагревании образуют соединения: AuF_3 , AuCl_3 , AuBr_3 и AuI . Особенно легко, уже при комнатной температуре, идет реакция с хлорной и бромной водой.
- ◆ В быту опасность для золотых колец представляет иодная настойка – водно-спиртовый раствор иода и иодида калия:
- ◆ $2\text{Au} + \text{I}_2 + 2\text{KI} = 2\text{K}[\text{AuI}_2]$.

- ◆ Щелочи и большинство минеральных кислот на золото не действуют. На этом основан один из способов определения подлинности золота. Смесь концентрированных азотной и соляной кислот («царская водка») легко растворяет золото:





Проба золота

Количественное содержание химически чистого золота (по массе) в природном твердом растворе или сплаве (изделии) выражается пробой. В международной практике применяются метрическая (в большинстве стран, в том числе и в России) и каратная системы проб.