

Химия элементов IV группы

Химия элементов IV группы

- 1. Общая характеристика d-элементов IV группы*
- 2. Природные ресурсы элементов IV группы*
- 3. Физические и химические свойства меди, серебра и золота*
- 4. Важнейшие соединения меди, серебра и золота.*
- 5. Применение меди, серебра и золота в медицине.*

Периодическая система элементов

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.ktf-split.hr/periodni/en/>

PERIOD	GROUP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		IA	IIA	LANTHANIDES										IIIB	IVB	VB	VIB	VII	VIII	VIIIA
1		1 1.0079 H HYDROGEN																		2 4.0026 He HELIUM
2		3 6.941 Li LITHIUM	4 9.0122 Be BERYLLIUM											5 10.811 B BORON	6 12.011 C CARBON	7 14.007 N NITROGEN	8 15.999 O OXYGEN	9 18.998 F FLUORINE	10 20.180 Ne NEON	
3		11 22.990 Na SODIUM	12 24.305 Mg MAGNESIUM											13 26.982 Al ALUMINIUM	14 28.086 Si SILICON	15 30.974 P PHOSPHORUS	16 32.065 S SULPHUR	17 35.453 Cl CHLORINE	18 39.948 Ar ARGON	
4		19 39.098 K POTASSIUM	20 40.078 Ca CALCIUM	21 44.956 Sc SCANDIUM	22 47.867 Ti TITANIUM	23 50.942 V VANADIUM	24 51.996 Cr CHROMIUM	25 54.938 Mn MANGANESE	26 55.845 Fe IRON	27 58.933 Co COBALT	28 58.693 Ni NICKEL	29 63.546 Cu COPPER	30 65.39 Zn ZINC	31 69.723 Ga GALLIUM	32 72.64 Ge GERMANIUM	33 74.922 As ARSENIC	34 78.96 Se SELENIUM	35 79.904 Br BROMINE	36 83.80 Kr KRYPTON	
5		37 85.468 Rb RUBIDIUM	38 87.62 Sr STRONTIUM	39 88.906 Y YTTRIUM	40 91.224 Zr ZIRCONIUM	41 92.906 Nb NIOBIUM	42 95.94 Mo MOLYBDENUM	43 (98) Tc TECHNETIUM	44 101.07 Ru RUTHENIUM	45 102.91 Rh RHODIUM	46 106.42 Pd PALLADIUM	47 107.87 Ag SILVER	48 112.41 Cd CADMIUM	49 114.82 In INDIUM	50 118.71 Sn TIN	51 121.76 Sb ANTIMONY	52 127.60 Te TELLURIUM	53 126.90 I IODINE	54 131.29 Xe XENON	
6		55 132.91 Cs CAESIUM	56 137.33 Ba BARIUM	57-71 La-Lu Lanthanide	72 178.49 Hf HAFNIUM	73 180.95 Ta TANTALUM	74 183.84 W TUNGSTEN	75 186.21 Re RHENIUM	76 190.23 Os OSMIUM	77 192.22 Ir IRIDIUM	78 195.08 Pt PLATINUM	79 196.97 Au GOLD	80 200.59 Hg MERCURY	81 204.38 Tl THALLIUM	82 207.2 Pb LEAD	83 208.98 Bi BISMUTH	84 (209) Po POLONIUM	85 (210) At ASTATINE	86 (222) Rn RADON	
7		87 (223) Fr FRANCIUM	88 (226) Ra RADIUM	89-103 Ac-Lr Actinide	104 (261) Rf RUTHERFORDIUM	105 (262) Db DUBNIUM	106 (266) Sg SEABORGIUM	107 (264) Bh BOHRIUM	108 (277) Hs HASSIUM	109 (268) Mt MEITNERIUM	110 (281) Uun UNUNNIUM	111 (272) Uuu UNUNUNIUM	112 (285) Uub UNUNBIUM		114 (289) Uuq UNUNQUADIUM					

RELATIVE ATOMIC MASS (A)

GROUP IUPAC

GROUP CAS

ATOMIC NUMBER

SYMBOL

ELEMENT NAME

Legend:

- Metal
- Semimetal
- Nonmetal
- Alkali metal
- Alkaline earth metal
- Transition metals
- Lanthanide
- Actinide
- Chalcogens element
- Halogens element
- Noble gas

STANDARD STATE (25 °C; 101 kPa)

Ne - gas Fe - solid
Ga - liquid Tc - synthetic

LANTHANIDE

57 138.91 La LANTHANUM	58 140.12 Ce CERIUM	59 140.91 Pr PRASEODYMIUM	60 144.24 Nd NEODYMIUM	61 (145) Pm PROMETHIUM	62 150.36 Sm SAMARIUM	63 151.96 Eu EUROPIUM	64 157.25 Gd GADOLINIUM	65 158.93 Tb TERBIUM	66 162.50 Dy DYSPROSIUM	67 164.93 Ho HOLMIUM	68 167.26 Er ERBIUM	69 168.93 Tm THULIUM	70 173.04 Yb YTTERIUM	71 174.97 Lu LUTETIUM
-------------------------------------	----------------------------------	--	-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

ACTINIDE

89 (227) Ac ACTINIUM	90 232.04 Th THORIUM	91 231.04 Pa PROTACTINIUM	92 238.03 U URANIUM	93 (237) Np NEPTUNIUM	94 (244) Pu PLUTONIUM	95 (243) Am AMERICIUM	96 (247) Cm CURIUM	97 (247) Bk BERKELIUM	98 (251) Cf CALIFORNIUM	99 (252) Es EINSTEINIUM	100 (257) Fm FERMIUM	101 (258) Md MENDELEVIUM	102 (259) No NOBELIUM	103 (262) Lr LAWRENCIUM
-----------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

(1) Pure Appl. Chem., 73, No. 4, 667-683 (2001)
Relative atomic mass is shown with five significant figures. For elements having no stable nuclides, the value enclosed in brackets indicates the mass number of the longest-lived isotope of the element.

However three such elements (Th, Pa, and U) do have a characteristic terrestrial isotopic composition, and for these an atomic weight is tabulated.

Периодическая система элементов

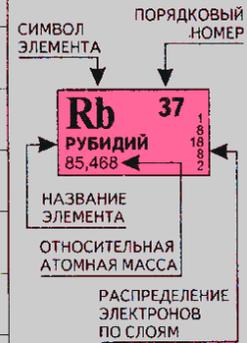
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетические уровни		
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			a	
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	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 39.10 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	Rb 85.468 РУБИДИЙ	Sr 87.62 СТРОНЦИЙ	Zn 65.37 ЦИНК	Ga 69.72 ГАЛЛИЙ	Ge 72.59 ГЕРМАНИЙ	As 74.922 МЫШЬЯК	Se 78.96 СЕЛЕН	Br 79.904 БРОМ										Kr 83.8 КРИПТОН	36
5	6	Cs 132.905 ЦЕЗИЙ	Ba 137.34 БАРИЙ	Y 88.906 ИТРИЙ	Zr 91.22 ЦИРКОНИЙ	Nb 92.906 НИОБИЙ	Mo 95.94 МОЛИБДЕН	Tc 98 ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101.07 РУТЕНИЙ	Rh 102.906 РОДИЙ	Pd 106.4 ПАЛЛАДИЙ								Xe 131.3 КСЕНОН	54
	7	Au 196.967 ЗОЛОТО	Hg 200.59 РУТУТЬ	In 114.82 ИНДИЙ	Sn 118.69 ОЛОВО	Sb 121.75 СУРЬМА	Te 127.6 ТЕЛЛУР	I 126.905 ИОД												
6	8	Fr [223] ФРАНЦИЙ	Ra [226] РАДИЙ	Lanthanoids 57-71	Hf 178.49 ГАФНИЙ	Ta 180.948 ТАНТАЛ	W 183.85 ВОЛЬФРАМ	Re 186.207 РЕНИЙ	Os 190.2 ОСМИЙ	Ir 192.22 ИРДИЙ	Pt 195.09 ПЛАТИНА									
	9	At [210] АСТАТ	Po [210] ПОЛОНИЙ	Pb 207.19 СВИНЕЦ	Bi 208.98 ВИСМУТ	Po [210] ПОЛОНИЙ	At [210] АСТАТ												Rn [222] РАДОН	86
7	10	Og [284] ОГАНЕСИОН	Lr [260] ЛОУРЕНСИЙ	Actinoids 89-103	Rf [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	Db [262] ДУБНИЙ	Sg [263] СИБОРГИЙ	Bh [264] БОРИЙ	Hn [265] ХАНИЙ	Mt [266] МЕЙТТЕРИЙ										
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R_2O		RO		R_2O_3		RO_2		R_2O_5		RO_3		R_2O_7		RO_4				
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						RH_4		RH_3		H_2R		HR								

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834-1907



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

ЛАНТАНОИДЫ

57 La 138.906 ЛАНТАН	58 Ce 140.12 ЦЕРИЙ	59 Pr 140.908 ПРАЗЕДИЙ	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 158.926 ТЕРБИЙ	66 Dy 162.5 ДИСПРОЗИЙ	67 Ho 164.93 ГОЛЬМИЙ	68 Er 167.26 ЭРБИЙ	69 Tm 168.934 ТУЛИЙ	70 Yb 173.04 ИТТЕРБИЙ	71 Lu 174.97 ЛУТЕЦИЙ
----------------------------	--------------------------	------------------------------	---------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------------------	----------------------------

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] ПЛУТОНИЙ	95 Am [243] АМЕРИЦИЙ	96 Cm [247] КУРИЙ	97 Bk [247] БЕРКЛИЙ	98 Cf [251] КАЛИФОРНИЙ	99 Es [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ	100 Fm [257] ФЕРМИЙ	101 Md [258] МЕНДЕЛЕВИЙ	102 No [259] НОБЕЛИЙ	103 Lr [260] ЛОУРЕНСИЙ
---------------------------	---------------------------	-------------------------------	-------------------------	-----------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------------	----------------------------	------------------------------

Общая характеристика d-элементов IV группы

- Электронная конфигурация:
- Cu: [Ar] 4s¹ 3d¹⁰
- Ag: [Kr] 5s¹ 4d¹⁰
- Au: [Xe] 6s¹ 4f¹⁴ 5d¹⁰
- Простые вещества отличаются химической инертностью, встречаются в природе в самородном виде
- Склонны к образованию комплексных соединений

2. Природные ресурсы элементов IV группы

- Золото считается первым металлом, с которым познакомилось человечество: по крайней мере, уже в V тыс. до н. э. – в эпоху неолита.

В природе наиболее часто встречается как:

- Самородное золото;
- Электрум (Au + 15 – 50% Ag);
- Сульфиды, арсениды, теллуриды.



«Философский камень»

- В 1947 году американские физики Ингрэм, Гесс и Гайдн проводили эксперимент по измерению эффективного сечения поглощения нейтронов ядрами ртути. В качестве побочного эффекта эксперимента было получено около 35 мкг золота. Таким образом, была осуществлена многовековая мечта алхимиков — «трансмутация» ртути в золото. Однако экономического значения такое производство золота не имеет, так как обходится во много раз дороже добычи золота из самых бедных руд.

2. Природные ресурсы элементов IV группы

- Серебро известно с V тыс. до н. э.

В природе наиболее часто встречается как:

- Самородное серебро;
- Электрум (Au + 15 – 50% Ag);
- Аргентит – Ag_2S ;
- Кераргирит – AgCl



2. Природные ресурсы элементов IV группы

- Медь известна с III тыс. до н. э. – рудники на острове Кипр.

В природе наиболее часто встречается как:

- Медный колчедан CuFeS_2 ;
- Халькозин – Cu_2S ; ковеллин – CuS ;
- Куприт – Cu_2O ;
- Азурит – $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ или $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$;
- Малахит – $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$
или $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$
или $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$;
- Самородная медь встречается редко.



Физические и химические свойства меди, серебра и золота

- Медь — золотисто-розовый пластичный металл, на воздухе быстро покрывается оксидной плёнкой, которая придаёт ей характерный интенсивный желтовато-красный оттенок.
- С течением времени медь окисляется с образованием гидроксокарбоната:
$$2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow (\text{CuOH})_2\text{CO}_3$$



Физические и химические свойства меди, серебра и золота

- Чистое серебро — необычайно пластичный серебристо-белый металл (коэффициент отражения света близок к 100 %), лучше всех металлов проводит электрический ток. С течением времени металл тускнеет, реагируя с содержащимися в воздухе следами сероводорода и образуя налёт сульфида, чья тонкая пленка придает тогда металлу характерную черную окраску.
- $4\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$



Физические и химические свойства меди, серебра и золота

- **Золото** — мягкий пластичный металл жёлтого цвета.
- При нормальных условиях оно не взаимодействует с большинством кислот и не образует оксидов, поэтому его относят к благородным металлам, в отличие от обычных металлов, разрушающихся под действием кислот и щелочей.
- Золото сравнительно легко реагирует с кислородом при участии комплексобразователей. Так, в водных растворах цианидов при доступе кислорода золото растворяется, образуя цианоаураты:
- $4\text{Au} + 8\text{KCN} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2] + 4\text{KOH}$
- $2\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2] + \text{Zn} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4] + 2\text{Au} \downarrow$

Химические свойства меди

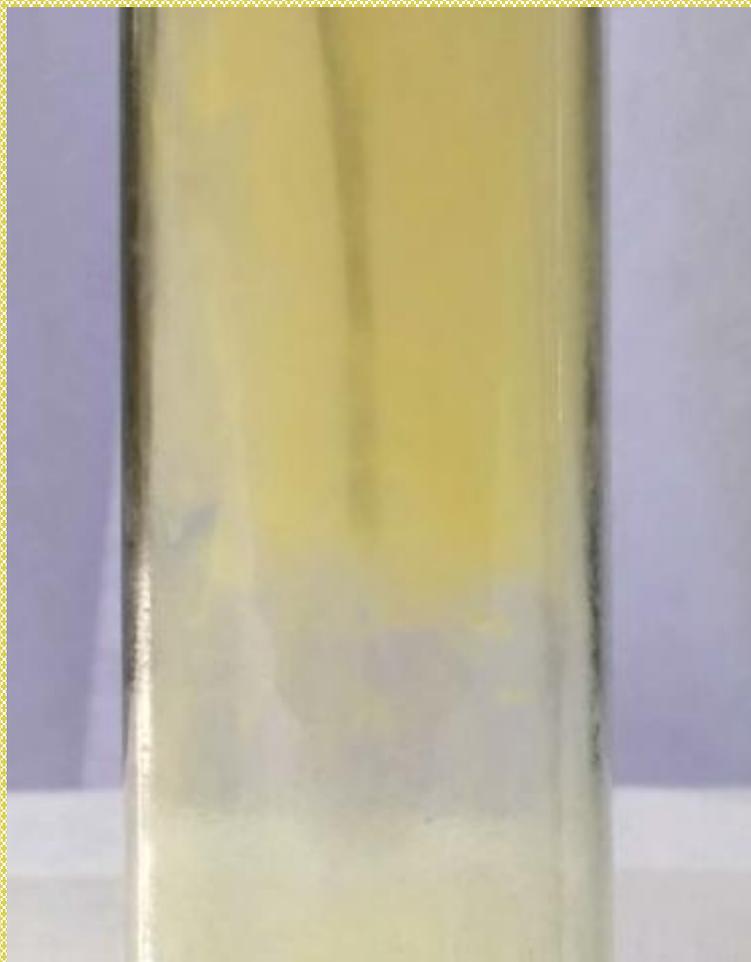
- $2\text{Cu} + \text{O}_2 (400 - 500^\circ\text{C}) \rightarrow 2\text{CuO}$
- $4\text{Cu} + \text{O}_2 (> 800^\circ\text{C}) \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}$

- $\text{Cu} + \text{S} (t_1^\circ) \rightarrow \text{CuS}$
- $2\text{Cu} + \text{S} (t_2^\circ > t_1^\circ) \rightarrow \text{Cu}_2\text{S}$

- $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$



Взаимодействие меди с хлором



Химические свойства меди

- Разбавленные растворы кислот-неокислителей и щелочей (в отсутствии окислителей) на медь не действуют.
- $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 (40\%) \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Cu} + 4\text{HCl}(\text{конц.}) \rightarrow 2\text{H}[\text{CuCl}_2] + \text{H}_2$
- $2\text{Cu} + 4\text{HCl}(\text{разб.}) + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Cu} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{H}_2$
- $2\text{Cu} + 8\text{NH}_4\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Cu} + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{CuI} \quad ((\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- \rightarrow 2\text{CuI} + \text{I}_2))$

Оксид и гидроксид меди (I)

- $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{HCl} \rightarrow 2\text{H}[\text{CuCl}_2] + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CuOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}\downarrow$
- $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{NaOH}(\text{конц.}) \rightarrow 2\text{Na}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$
- $\text{CuOH} + \text{NaOH}(\text{конц.}) \rightarrow \text{Na}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$
- $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
- $\text{CuOH} + 2\text{NH}_3(\text{водн.}) \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
- $4\text{CuOH} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Cu}(\text{OH})_2$

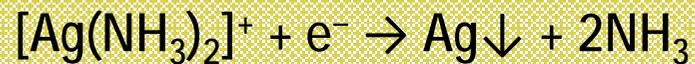
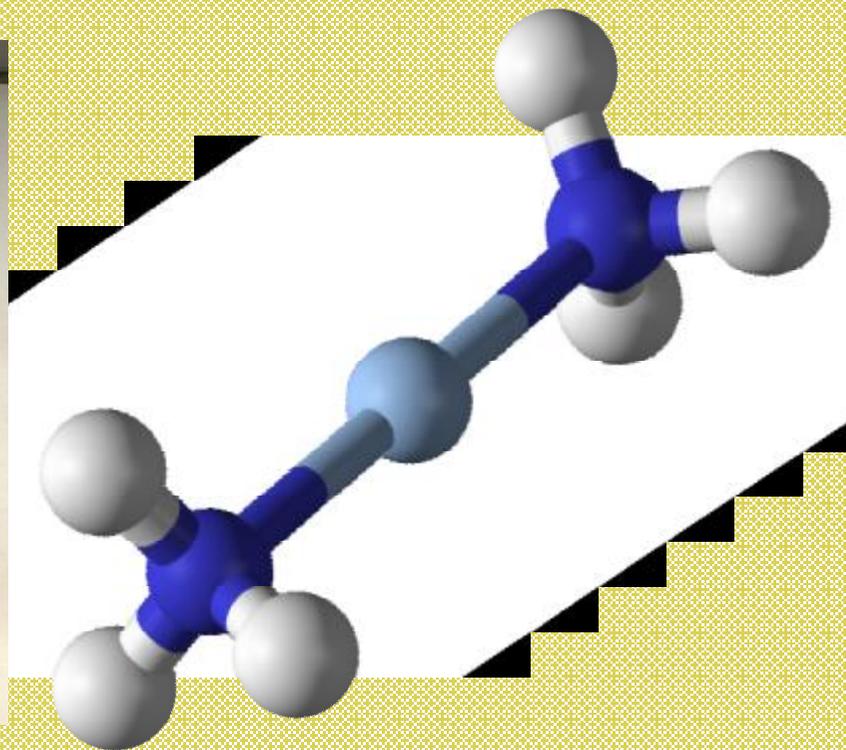
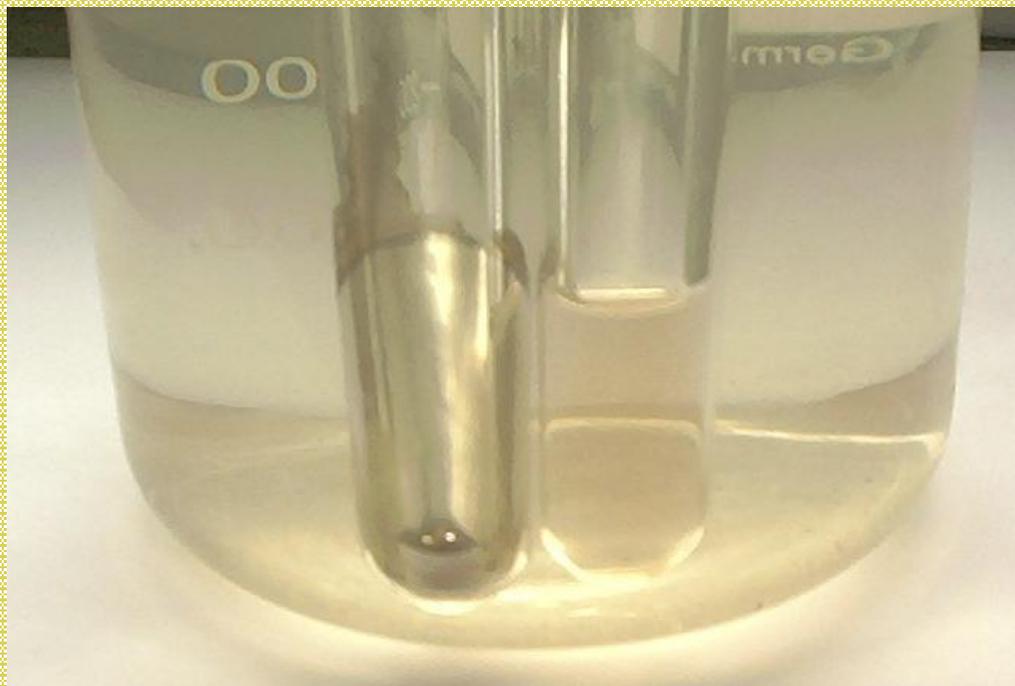
Соли меди

- $4\text{CuCl} + \text{O}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow 4\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{CuCl} (t^\circ) \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CuCl}_2$
- $\text{CuSO}_4 (t^\circ) \rightarrow \text{Cu} + \text{CuSO}_4$
- $\text{CuCl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$
- $\text{CuCl}_2 + 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$
- $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaCl}(\text{конц.}) \rightarrow \text{Na}_2[\text{CuCl}_4]$
- $2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CuI} + \text{I}_2$

Химические свойства серебра

- $2\text{Ag} + \text{H}_2\text{S} (t^\circ) \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} + \text{H}_2 \uparrow$
- $2\text{Ag} + \text{S} (t^\circ) \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$
- $2\text{Ag} + 2\text{HI}(\text{p-p}) (t^\circ) \rightarrow 2\text{AgI} + \text{H}_2 \uparrow$
- $2\text{Ag} + 2\text{HCl}(\text{r}) (t^\circ) \rightarrow 2\text{AgCl} + \text{H}_2 \uparrow$
- $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 (\text{конц.}) \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 (\text{разб.}) \rightarrow 3\text{AgNO}_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

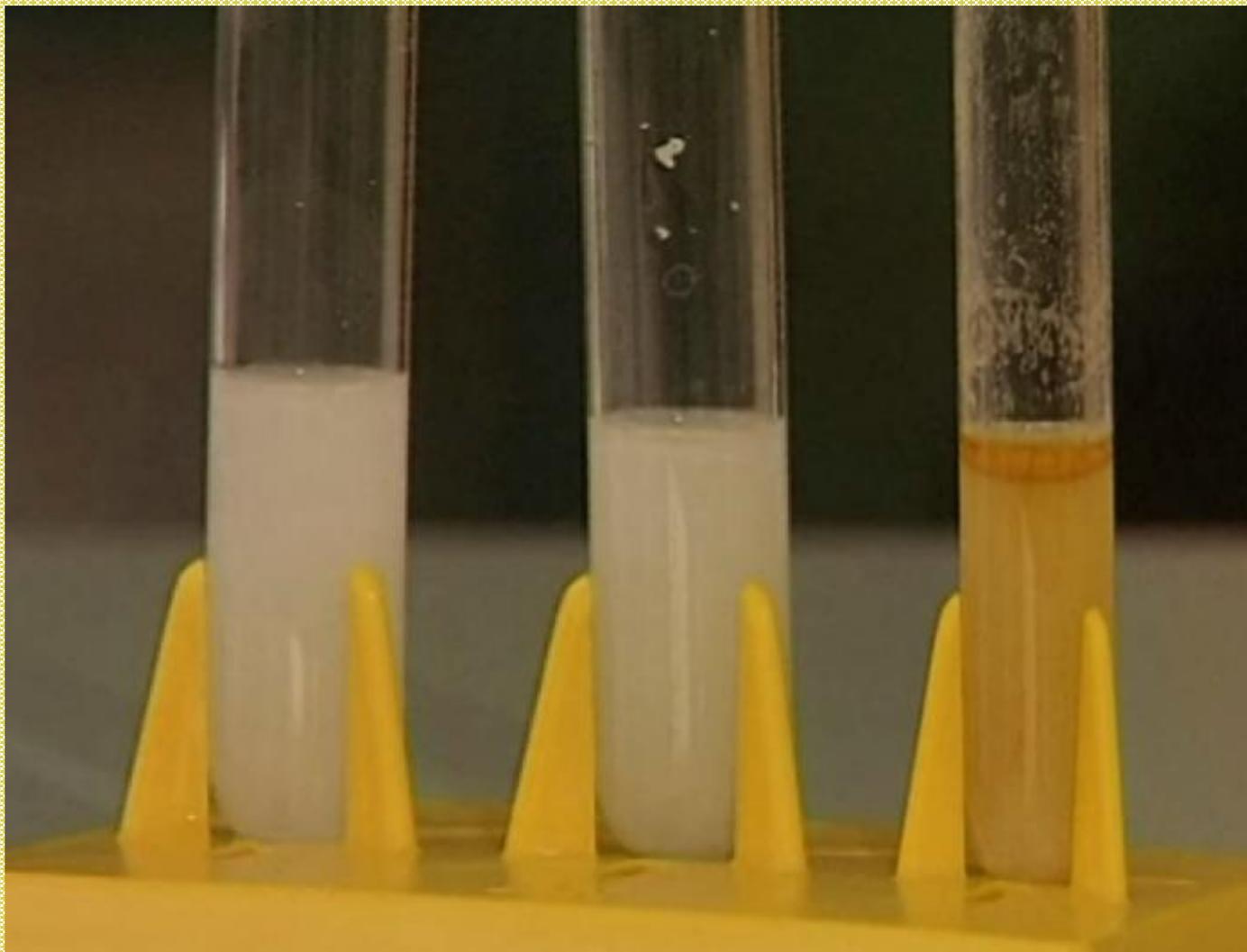
Реактив Толленса



Качественные реакции на многоатомные спирты и альдегиды со свежеприготовленным $\text{Cu}(\text{OH})_2$



AgNO_3 как реагент для выявления хлоридов, бромидов и йодидов



Химические свойства золота

- Золото растворяется в селеновой кислоте (но не в растворах других кислот) при 200 °С:
- $2\text{Au} + 6\text{H}_2\text{SeO}_4 \rightarrow \text{Au}_2(\text{SeO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{SeO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Au} + 3\text{Cl}_2 (200^\circ\text{C}) \rightarrow 2\text{AuCl}_3$
- $2\text{Au} + 3\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{AuBr}_3$
- $2\text{Au} + \text{I}_2 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{K}[\text{AuI}_2]$
- $\text{Au} + \text{Cs} \rightarrow \text{CsAu}$
- $2\text{Au} + 2\text{HCl} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{H}[\text{AuCl}_4]$

Царская водка

Царская водка (*Aqua Regia*, *Aqua Regis*, *A.R.*) — смесь концентрированных азотной HNO_3 (65-68 % масс.) и соляной HCl (32-35 % масс.) кислот, взятых в соотношении 1:3 по объёму (массовое соотношение, в пересчёте на чистые вещества, около 1:2)



Царская водка

- При взаимодействии HCl и HNO₃ образуется сложная смесь высокоактивных продуктов, в том числе ассоциатов и свободных радикалов.
- $3\text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Cl}\cdot + \text{NOCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{NOCl} \rightarrow \text{NO} + \text{Cl}\cdot$
- $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$
- Смесь готовят непосредственно перед её применением: при хранении она разлагается с образованием газообразных продуктов (именно выделение диоксида азота придаёт царской водке окраску) и теряет окислительные свойства.

Царская водка

золотохлористоводородная кислота

- $\text{Au} + 4\text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}[\text{AuCl}_4] + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- Серебро в царской водке не растворяется из-за пассивации AgCl .
- $2[\text{AuCl}_4]^- + 3\text{Fe}^{2+} \rightarrow 3\text{Fe}^{3+} + 8\text{Cl}^- + 2\text{Au}\downarrow$
- $4[\text{AuCl}_4]^- + 3\text{N}_2\text{H}_4 \rightarrow 3\text{N}_2 + 12\text{H}^+ + 16\text{Cl}^- + 4\text{Au}\downarrow$

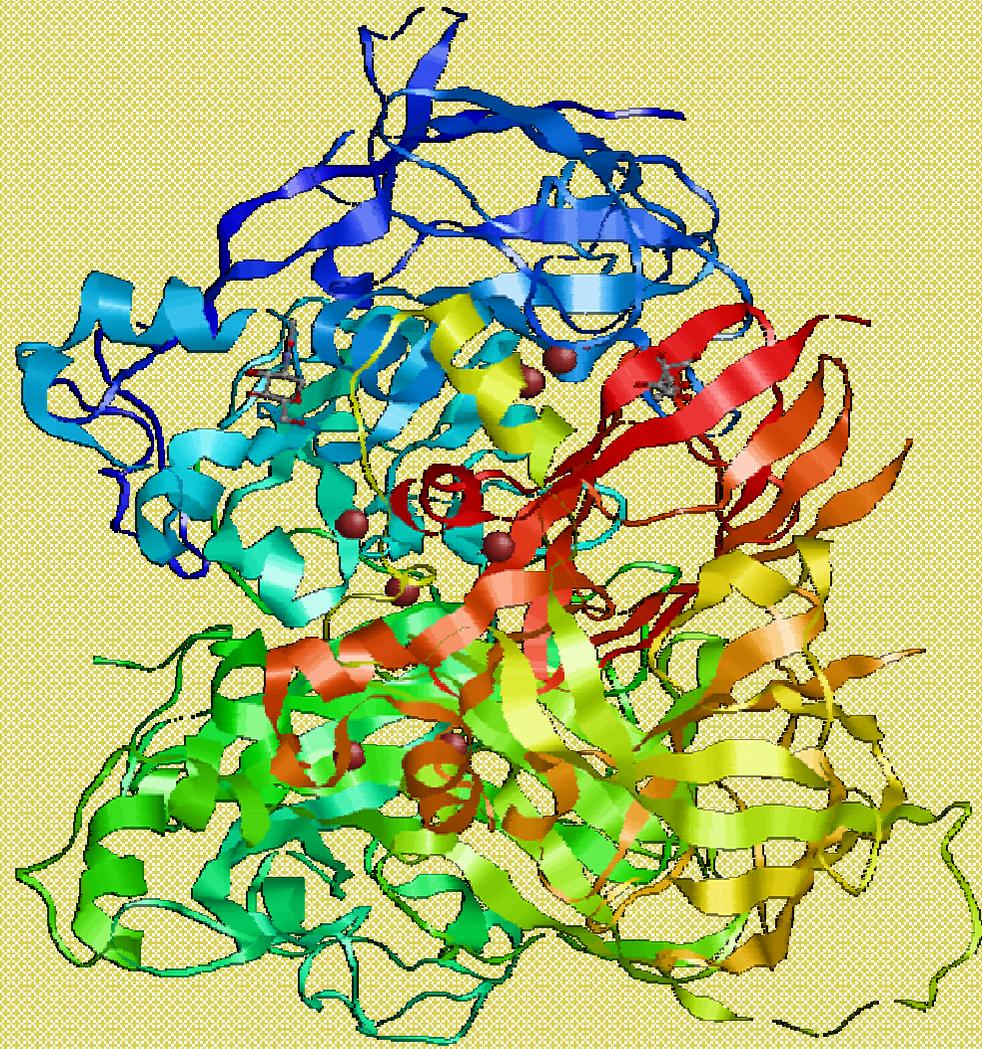
гидразин



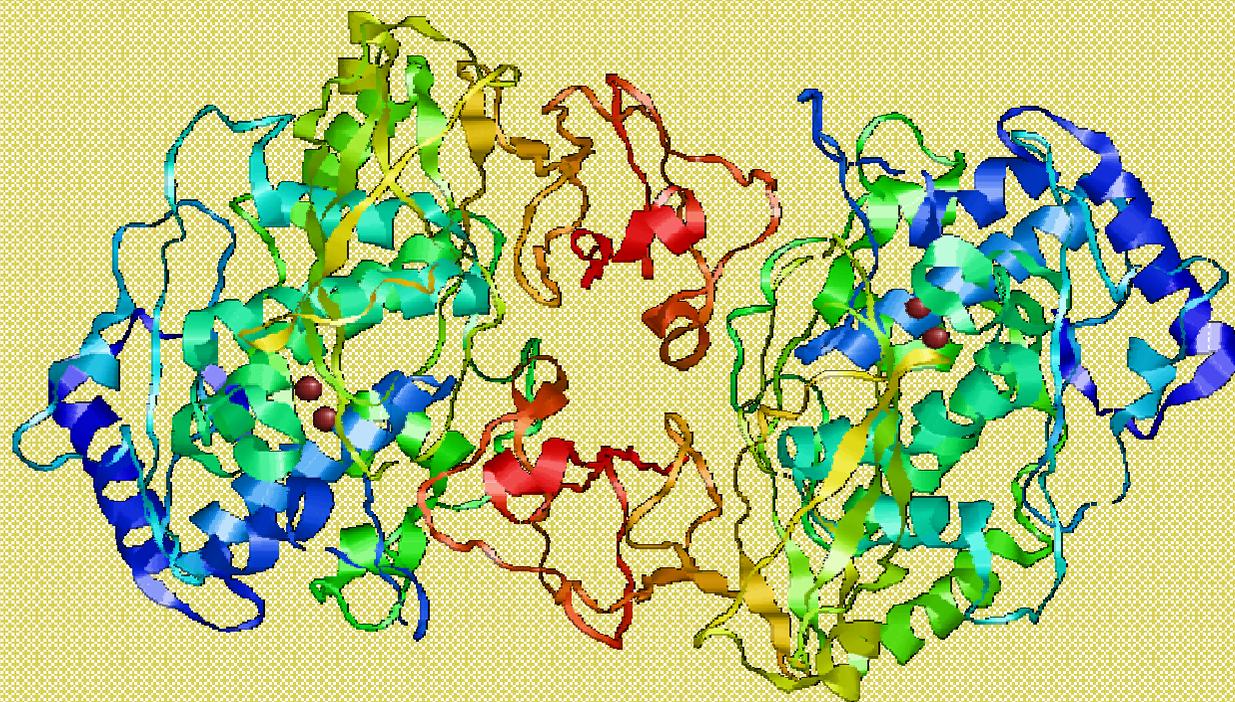
Биологическая роль меди

- Медь является необходимым элементом для всех высших растений и животных. В токе крови медь переносится главным образом белком церулоплазмином.
- Медь встречается в большом количестве ферментов, например, в цитохром-с-оксидазе, в супероксиддисмутазе.
- В крови всех головоногих и большинства брюхоногих моллюсков и членистоногих медь входит в состав гемоцианина в виде имидазольного комплекса иона меди, роль, аналогичная роли порфиринового комплекса железа в молекуле белка гемоглобина в крови позвоночных животных.

Церрулоплазмин



Гемоцианин



Применение соединений меди в медицине

- В 2008 году Федеральное Агентство по Охране Окружающей Среды США официально присвоило меди и нескольким сплавам меди статус веществ с бактерицидной поверхностью.
- Особенно выражено бактерицидное действие поверхностей из меди (и её сплавов) проявляется в отношении метициллин-устойчивого штамма стафилококка золотистого, известного (MRSA).
- Летом 2009 была установлена роль меди и сплавов меди в инаktivировании вируса «свиного гриппа» A/H1N1.

Применение соединений меди в медицине

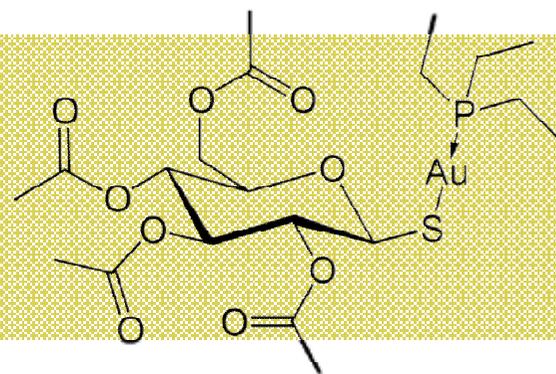
- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – антисептическое, вяжущее, прижигающее (глазные капли, растворы для промывания желудка)
- CuSO_4 – минерально-витаминные комплексы (Витрум, Юникап М)

Применение соединений серебра в медицине

- **Серебра протеинат – колларгол, протаргол** – коллоидное серебро - соединение оксида серебра, нитрата серебра или другой соли серебра с желатином, сывороточным альбумином, казеином или пептоном. Антисептик, дезинфицирующее, противовоспалительное средство для местного применения. Серебро в коллоидных препаратах не находится в виде иона.

Применение соединений золота в медицине

- Органические соединения золота (препараты кризанол и **ауранофин**) применяются в медицине при лечении аутоиммунных заболеваний, в частности ревматоидного артрита, а также амебиаза.



- Соединения золота токсичны, накапливаются в почках, печени, селезёнке и гипоталамусе, что может привести к органическим заболеваниям и дерматитам, стоматитам, тромбоцитопении.

Применение соединений золота в медицине

- Зубные коронки и мосты – из сплавов, содержащих золото.
- **«Питьевое золото»** — коллоидный раствор золота красного цвета. О питьевом золоте упоминают китайские книги по медицине, датированные I в. до н. э. Сейчас установлено, что коллоидные растворы золота обладают бактерицидными свойствами.



Спасибо за внимание!