

# ЛЕКЦИЯ

Химия элементов VIII группы

# **Химия элементов VIIIВ группы**

- 1. Общая характеристика d-элементов VIIIВ группы*
- 2. Природные ресурсы элементов VIIIВ группы*
- 3. Физические и химические свойства элементов семейства железа*
- 4. Важнейшие соединения элементов семейства железа.*
- 5. Железосодержащие препараты в медицине.*
- 6. Железосодержащие препараты в фармацевтическом анализе*
- 7. Применение соединений кобальта и никеля в медицине и фармации*

# Периодическая система элементов

## PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

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

GROUP	PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS																18	
1	IIA		III A										14	15	16	17	VIIIA	
1	1.0079		13	10.811													2	
1	H		B														He	
2	3	4																
2	Li	Be																
3	11	12																
3	Na	Mg																
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
6	Cs	Ba	La-Lu Lanthanide	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112						
7	Fr	Ra	Ac-Lr Actinide	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uu	Uuu	Uub						

Copyright © 1998-2003 EniG. (eni@ktf-split.hr)

LANTHANIDE														
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
LANTHANUM	CERIUM	PRASEODYMIUM	NEODYMIUM	PROMETHIUM	SAMARIUM	EUROPIUM	GADOLINIUM	TERBIUM	DYSPROSIUM	HOLMIUM	ERBIUM	THULIUM	YTTERIUM	LUTETIUM

ACTINIDE														
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
ACTINIUM	THORIUM	PROTACTINIUM	URANIUM	NEPTUNIUM	PLUTONIUM	AMERICIUM	CURIUM	BERKELIUM	CALIFORNIUM	EINSTEINIUM	FERMIUM	MENDELEVIUM	NOBELIUM	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.  
 Editor: Aditya Vardhan (adivard@netlinx.com)

# Периодическая система элементов

## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

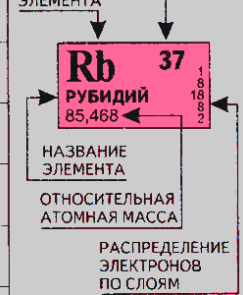
www.calc.ru



Д.И. Менделеев  
1834–1907

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетические уровни		
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII				
		a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б	a	б			
1	1	<b>H</b> водород 1,008																<b>He</b> гелий 4,003	2	
2	2	<b>Li</b> литий 6,941	<b>Be</b> бериллий 9,0122	<b>B</b> бор 10,811	<b>C</b> углерод 12,011	<b>N</b> азот 14,007	<b>O</b> кислород 15,999	<b>F</b> фтор 18,998										<b>Ne</b> неон 20,179	10	
3	3	<b>Na</b> натрий 22,99	<b>Mg</b> магний 24,312	<b>Al</b> алюминий 26,982	<b>Si</b> кремний 28,086	<b>P</b> фосфор 30,974	<b>S</b> сера 32,064	<b>Cl</b> хлор 35,453										<b>Ar</b> аргон 39,948	18	
4	4	<b>K</b> калий 39,102	<b>Ca</b> кальций 40,08	<b>Sc</b> скандий 44,956	<b>Ti</b> титан 47,88	<b>V</b> ванадий 50,941	<b>Cr</b> хром 51,996	<b>Mn</b> марганец 54,938	<b>Fe</b> железо 55,845	<b>Cu</b> медь 63,546	<b>Zn</b> цинк 65,37	<b>Ga</b> галлий 69,72	<b>Ge</b> германий 72,59	<b>As</b> мышьяк 74,922	<b>Se</b> селен 78,96	<b>Br</b> бром 79,904			<b>Kr</b> криптон 83,8	36
	5	<b>Rb</b> рубидий 85,468	<b>Sr</b> стронций 87,62	<b>Y</b> иттрий 88,906	<b>Zr</b> цирконий 91,22	<b>Nb</b> ниобий 92,906	<b>Mo</b> молибден 95,94	<b>Tc</b> технеций [98]	<b>Ru</b> рутений 101,07	<b>Rh</b> родий 102,905	<b>Pd</b> палладий 106,42								<b>Xe</b> ксенон 131,3	54
6	6	<b>Cs</b> цезий 132,905	<b>Ba</b> барий 137,34	<b>La</b> лантаноиды [138,905]	<b>Hf</b> гафний 178,49	<b>Ta</b> тантал 180,948	<b>W</b> вольфрам 183,85	<b>Re</b> рений 186,207	<b>Os</b> осмий 190,23	<b>Ir</b> иридий 192,22	<b>Pt</b> платина 195,08								<b>Rn</b> радон [222]	86
	7	<b>Fr</b> франций [223]	<b>Ra</b> радий [226]	<b>Ac</b> актиноиды [227]	<b>Rf</b> реферфордий [261]	<b>Db</b> дубний [262]	<b>Sg</b> сигборгий [263]	<b>Bh</b> борий [264]												
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		$R_2O$		$RO$		$R_2O_3$		$RO_2$		$R_2O_5$		$RO_3$		$R_2O_7$		$RO_4$				
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						$RH_4$		$RH_3$		$H_2R$		$HR$								

СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА      ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР



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

### ЛАНТАНОИДЫ

57 <b>La</b> лантан 138,905	58 <b>Ce</b> церий 140,12	59 <b>Pr</b> празеодим 140,908	60 <b>Nd</b> неодим 144,24	61 <b>Pm</b> прометий [145]	62 <b>Sm</b> самарий 150,4	63 <b>Eu</b> европий 151,96	64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25	65 <b>Tb</b> тербий 158,926	66 <b>Dy</b> диспрозий 162,5	67 <b>Ho</b> гольмий 164,93	68 <b>Er</b> эрбий 167,26	69 <b>Tm</b> тулий 168,934	70 <b>Yb</b> иттербий 173,04	71 <b>Lu</b> лютеций 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

### АКТИНОИДЫ

89 <b>Ac</b> актиний [227]	90 <b>Th</b> торий 232,038	91 <b>Pa</b> протактиний [231]	92 <b>U</b> уран 238,029	93 <b>Np</b> нептуний [237]	94 <b>Pu</b> плутоний [244]	95 <b>Am</b> амерций [243]	96 <b>Cm</b> куриум [247]	97 <b>Bk</b> берклий [247]	98 <b>Cf</b> калфорний [251]	99 <b>Es</b> эйзенштейний [254]	100 <b>Fm</b> фермий [257]	101 <b>Md</b> менделеев [258]	102 <b>No</b> нобелий [259]	103 <b>Lr</b> лоуренсий [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

## 1. Общая характеристика d-элементов VIII группы

Свойства **Fe, Co, Ni** очень сходны между собой и сильно отличаются от своих соседних элементов по группам.

Поэтому **Fe, Co, Ni** часто выделяют в **семейство железа**, а тяжелые металлы VIII группы (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt) - в **семейство платиновых металлов**.

## 2. Природные ресурсы элементов

### VIII В группы

**Fe** – самый распространенный элемент земной коры после **Al**. В свободном состоянии встречается в метеоритах (~ 300 тонн метеоритов ежегодно падает на Землю).

#### *Минералы Fe*

**FeS<sub>2</sub>** – пирит (железный колчедан; «золото дураков»; ПЕРсульфид железа);

**FeCO<sub>3</sub>** – сидерит

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** – гематит (красный железняк)

**FeO(OH)** – лимонит (бурый железняк)

**Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (FeO·Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)** – магнетит (магнитный железняк)



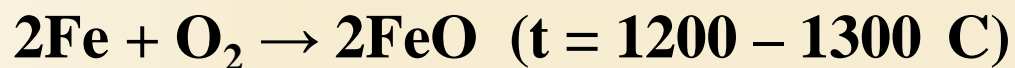
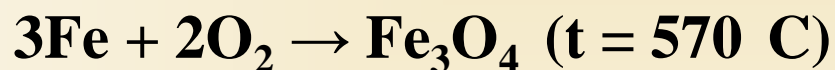
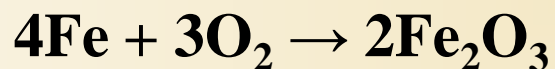
**Минерал** **Co** – кобальтин (кобальтовый блеск) **CoAsS**, **Co** содержится в полиметаллических рудах, **Ni** в природе встречается в смешанных сульфидных минералах, например, в железоникелевом колчедане **(Fe, Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>**

Элементы семейства **Pt** относятся к очень редким элементам. В природе находятся преимущественно в самородном состоянии, самородная **Pt** содержит  $\approx 80\%$  **Pt**,  $10\%$  других платиновых металлов,  $\approx 10\%$  **Fe**, **Au**, **Cu** и других примесей.

### 3. Физические и химические свойства элементов семейства железа

Серебристо-белые металлы с сероватым (Fe), розоватым (Co), желтоватым (Ni) отливом. Чистые металлы тугоплавки, прочны и пластичны. Ферромагнитны (притягиваются магнитом). Под действием электрического тока они сами становятся магнитами.

В отсутствии влаги железо (не дисперсное) довольно устойчиво и при обычных условиях не реагируют с O<sub>2</sub>, S, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>. При нагревании элементы семейства железа реагируют почти со всеми неметаллами.



Взаимодействие с галогенами. Наименее интенсивно протекает реакция с F<sub>2</sub>.



# Самовоспламенение никеля



Высокодисперсное  
железо так же способно  
к самовоспламенению,  
как и никель



При взаимодействии с С образуются разные по составу карбиды, но характерен  $Me_3C$ .

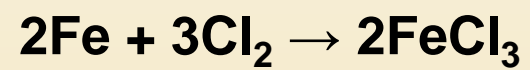
Fe, Co, Ni поглощают водород, причем Ni более активно, чем Fe, Co.

Азот в больших концентрациях образует с железом нитрид  $Fe_2N$ ; Co и Ni с азотом не реагируют.

При сплавлении металлов с серой образуются сульфиды  $MeS$ .

Бинарные соединения железа имеют нестехиометрический состав:  $FeS_x$  ( $1 \leq x \leq 1,4$ ).

# Взаимодействие железа с хлором



# Ионы гидратируются



$\text{Fe}^{2+}$  – бледно-зеленый

$\text{Co}^{2+}$  – ярко-розовый

$\text{Ni}^{2+}$  – ярко-зеленый



$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



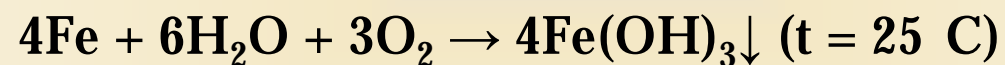
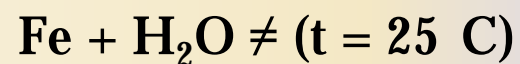
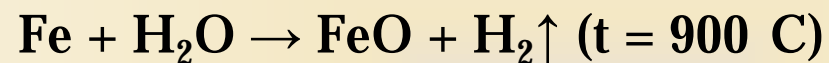
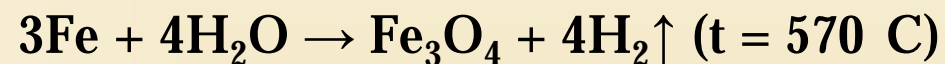
$\text{CoCl}_2$  безводный



$\text{NiCl}_2$  безводный

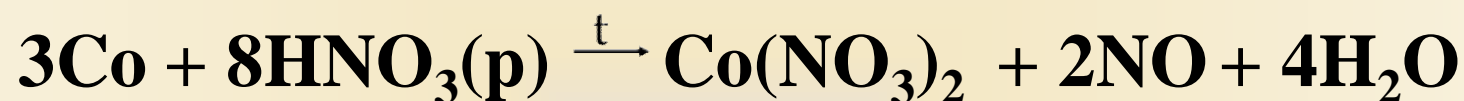
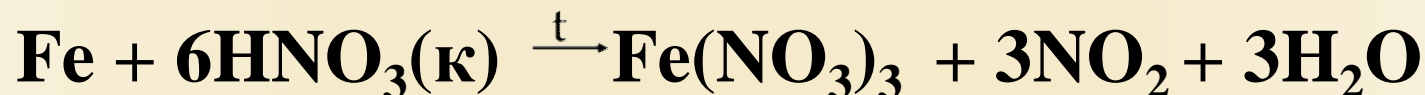


# Взаимодействие железа с водой

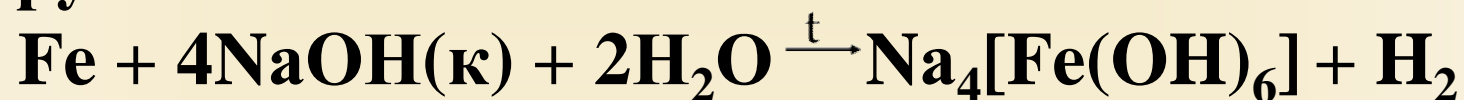


**Металлы пассивируются**

**концентрированными  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{HNO}_3$ , но при нагревании пассивация снимается.**



**С горячим концентрированным раствором NaOH реагирует лишь Fe.**



# Важнейшие соединения элементов семейства железа

## СОЕДИНЕНИЯ СО СТЕПЕНЬЮ ОКИСЛЕНИЯ +2

а) оксиды MeO

**FeO** – черный

**CoO** – серо-зеленый

**NiO** –зеленый

*не растворяются в H<sub>2</sub>O,*

*носят основной характер*

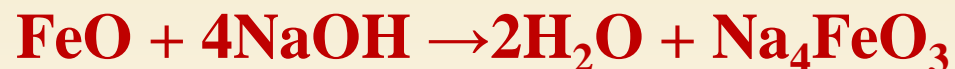


**CoO** *при кипячении в*

*концентрированных растворах щелочей растворяется*



*FeO реагирует с NaOH при сплавлении:*



б) гидроксиды  $Me(OH)_2$   $\rightarrow Me^{2+} + 2OH^- \rightarrow Me(OH)_2 \downarrow$

$Fe(OH)_2$  – бесцветный

Но:

$Co(OH)_2$  – розовый

$Co^{2+} + OH^- \rightarrow CoOH^+$  (синий)

$Ni(OH)_2$  –зеленый

$CoOH^+ + OH^- \rightarrow Co(OH)_2$  (розовый)

$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3$

$Fe(OH)_2$  легко окисляется

$4Fe(OH)_2 + O_2 \rightarrow 4FeO(OH) + 2H_2O$

метагидроксид железа

(III)

*Гидроксиды состава  $Me(OH)_3$  неизвестны, хотя формула  $Fe(OH)_3$  широко используется в элементарном курсе химии*

*$Fe_2O_3 \cdot nH_2O \approx Fe(OH)_3$*

$Ni(OH)_2$  с  $O_2$  не реагирует.  $Co(OH)_2$  с  $O_2$  реагирует медленно.

Гидроксиды  $Me$  растворяются в кислотах. Амфотерность

$Me(OH)_2$  слабая.

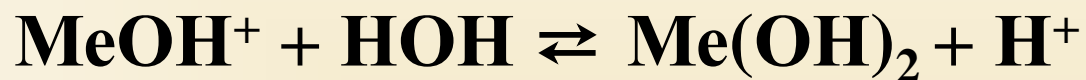
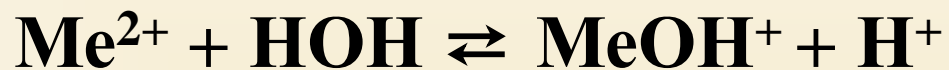
$2NaOH + Fe(OH)_2 \rightarrow Na_2[Fe(OH)_4]$  серо-зеленый

$2NaOH + Co(OH)_2 \rightarrow Na_2[Co(OH)_4]$  красно-фиолетовый

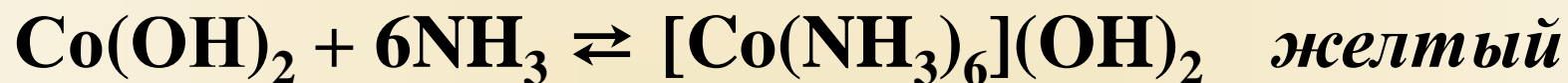
$Ni(OH)_2$  в растворах щелочей не растворяется



в) соли  $Me^{2+}$  Подвергаются гидролизу.



Образуют множество комплексов

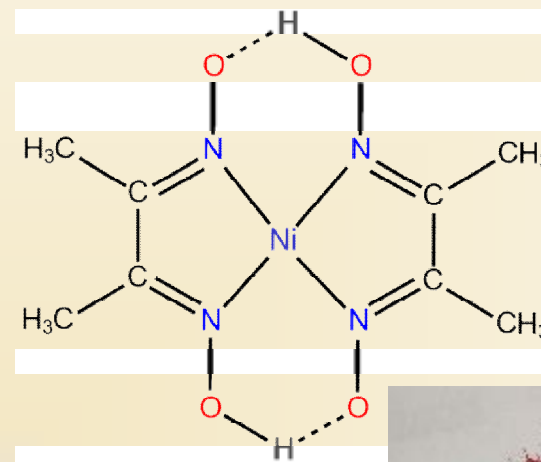
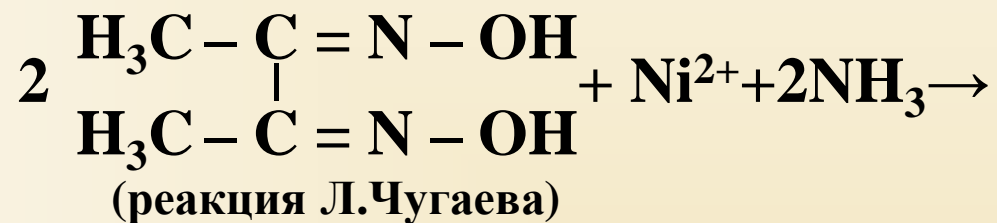


Аммиакаты железа (II), кобальта (II), никеля (II) устойчивы лишь в твердом состоянии и большом избытке аммиака. В воде эти комплексы легко разрушаются



$K_4[Fe(CN)_6]$  – «желтая кровяная соль»

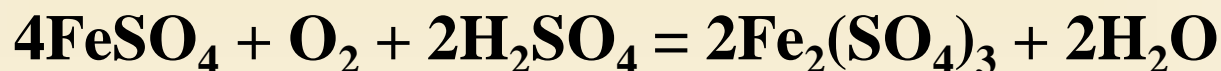
Для аналитического определения  $\text{Ni}^{2+}$  используют диметилглиоксим



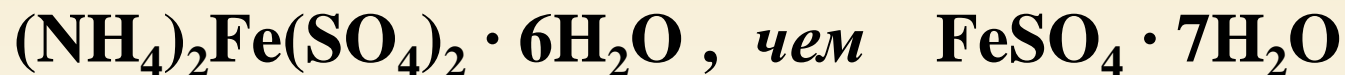
Соли  $\text{Fe}^{2+}$  легко окисляются кислородом в нейтральной среде до основных солей  $\text{Fe}^{3+}$



В кислой среде соли  $\text{Fe}^{2+}$  окисляются до средних солей  $\text{Fe}^{3+}$



Более устойчива к окислению кислородом соль Мора

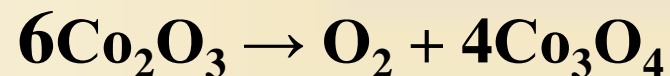


## СОЕДИНЕНИЯ СО СТЕПЕНЬЮ ОКИСЛЕНИЯ +3

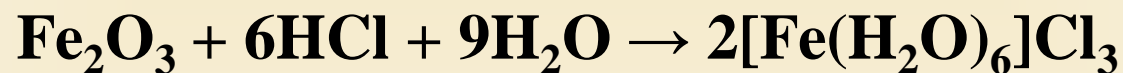
Степень окисления +3 наиболее характерна для железа. Известно много комплексных соединений для  $\text{Fe}^{+3}$  и  $\text{Co}^{+3}$ , но для  $\text{Ni}^{+3}$  известны лишь единичные комплексы.

### а) Оксиды $\text{Me}_2\text{O}_3$

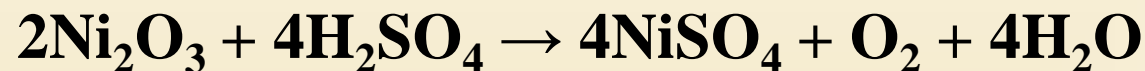
Устойчив только  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  и  $\text{Co}_2\text{O}_3$  неустойчивы в обычных условиях и разлагаются



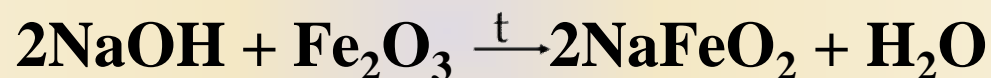
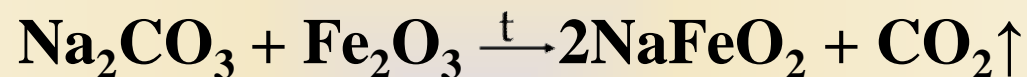
$\text{Fe}_2\text{O}_3$  растворяется в кислотах



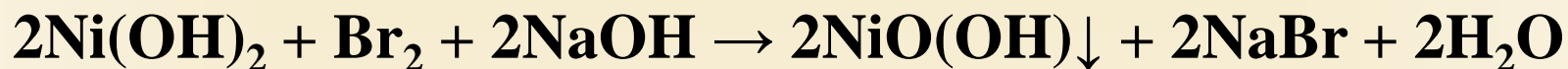
**Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> проявляют окислительные свойства.**



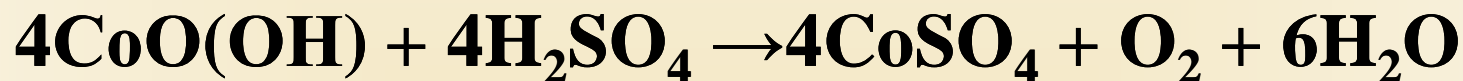
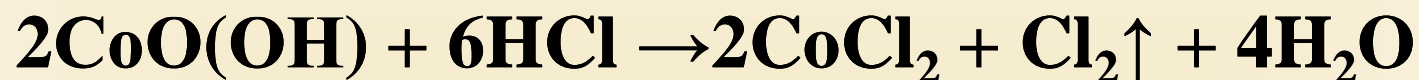
При сплавлении Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со щелочами или карбонатами щелочных металлов образуются оксоферраты (III) или ферриты (соли железистой кислоты HFeO<sub>2</sub>):



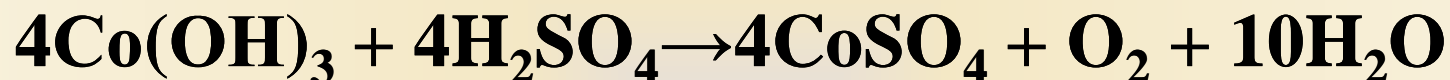
б) Гидроксиды Me(OH)<sub>3</sub> или метагидроксиды MeO(OH)



Кислотно-основные свойства метагидроксида  $\text{Co}^{3+}$  выявить практически невозможно из-за высокой активности в ОВ-процессах

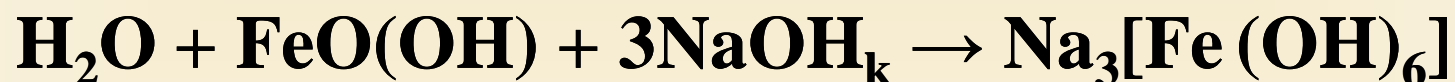


или



Аналогичные реакции характерны для  $\text{NiO}(\text{OH})$ .

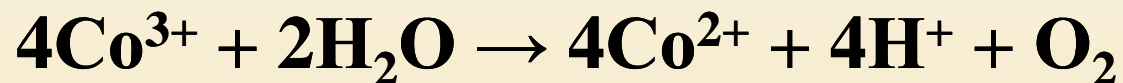
$\text{NiO}(\text{OH})$  и  $\text{CoO}(\text{OH})$  не реагируют с растворами щелочей, но  $\text{FeO}(\text{OH})$  заметно растворяется в концентрированных растворах щелочей, образуя гексагидроксиферраты (III)



При сплавлении:  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{t} \text{NaFeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

*Феррит натрия*

в) Соли  $Me^{3+}$  Окислители. Соединения  $Co^{3+}$  самые сильные окислители, окисляют воду.

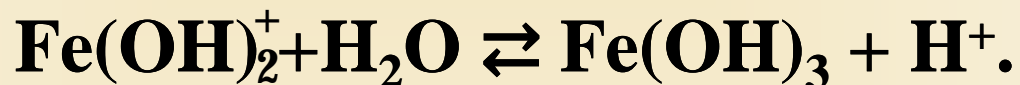
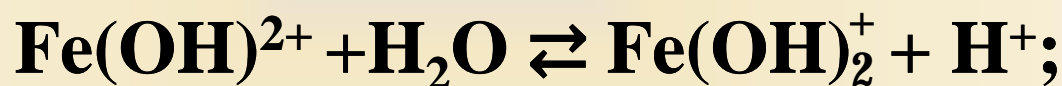


или

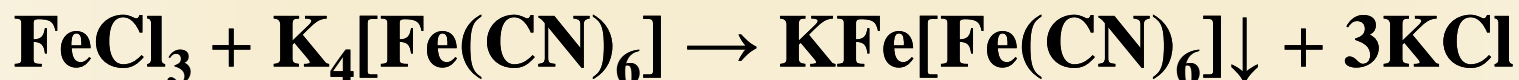


**Соли  $Fe^{3+}$**  –  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ,  $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  –  
– железоаммонийные квасцы

Соли  $Fe^{3+}$  подвергаются гидролизу (сильнее, чем соли  $Fe^{2+}$ )



Качественная реакция на  $Fe^{3+}$ :

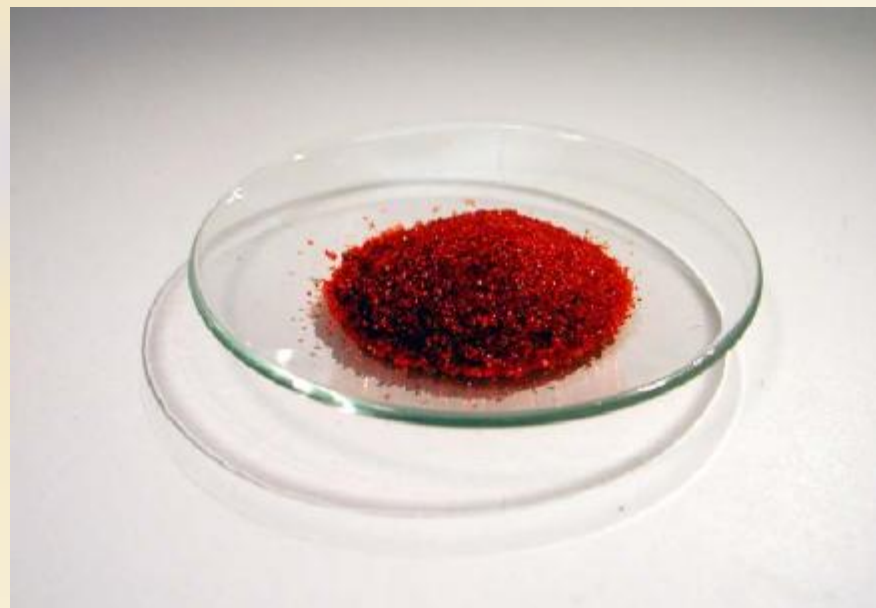


*«желтая кровавая соль» берлинская лазурь*

**Число атомов калия соответствует числу букв в английских названиях солей:**

**«Gold» — 4 буквы, то есть 4 атома калия — желтая кровяная соль  $K_4[Fe(CN)_6]$ .**

**«Red» — три буквы, то есть три атома калия — красная кровяная соль —  $K_3[Fe(CN)_6]$ .**

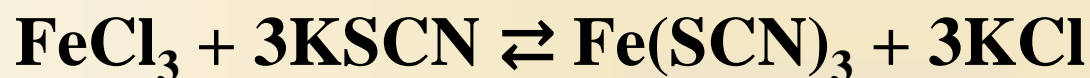


### Качественная реакция на Fe<sup>3+</sup>

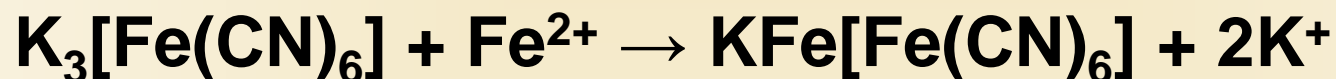
$\text{KSCN} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow$  ряд комплексных ионов

от  $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$  до  $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$

В упрощенном виде:



### Качественная реакция на Fe<sup>2+</sup>



Турнбуленова синь = Берлинская лазурь

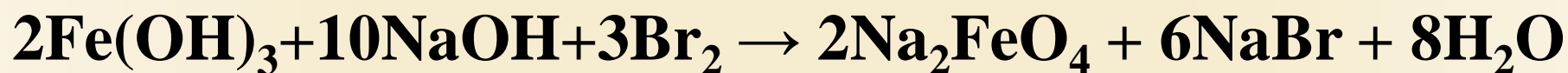
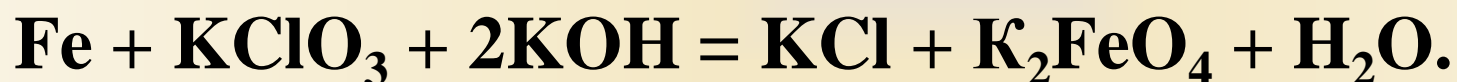
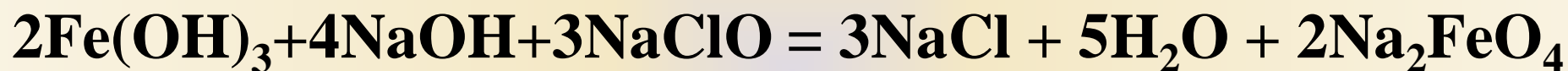


## СОЕДИНЕНИЯ ЖЕЛЕЗА

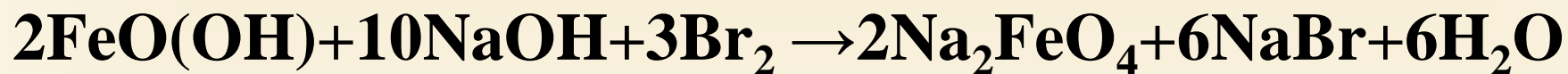
### СО СТЕПЕНЬЮ ОКИСЛЕНИЯ +6, ФЕРРАТЫ

Степень окисления +6 характерна лишь для железа.

FeO<sub>3</sub> и железная кислота H<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub> не получены, но выделены ферраты:



*или*



Ферраты - это красно-фиолетовые кристаллические вещества, нагревание:



$\text{H}_2\text{FeO}_4$  мгновенно разлагается



Ферраты - сильные окислители, особенно в кислой среде. Окисляют воду сильнее, чем  $\text{KMnO}_4$  или  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .



или



Аммиак окисляется ферратами до нитратов



## **Fe – ЭССЕНЦИАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ**

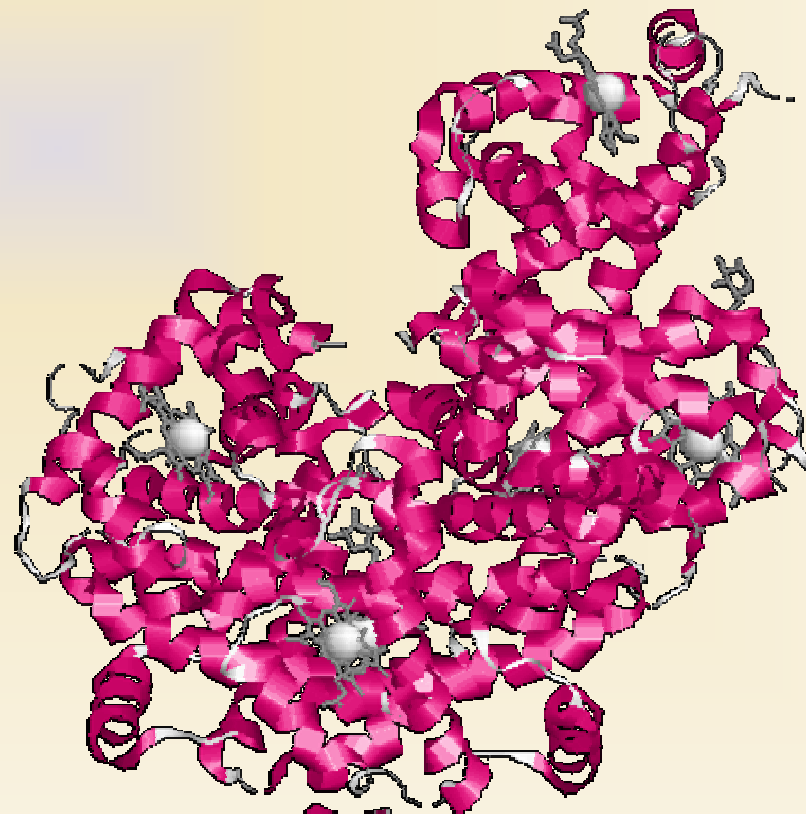
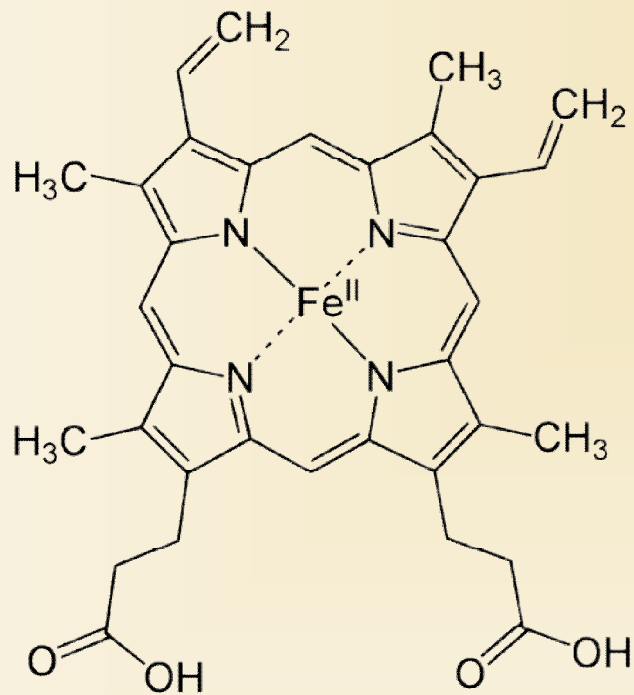
**Железосодержащие белки** – гемоглобин, миоглобин, ферритин, трансферин, лактоферрин.

**Ферменты** – цитохромы, каталаза, пероксидаза.

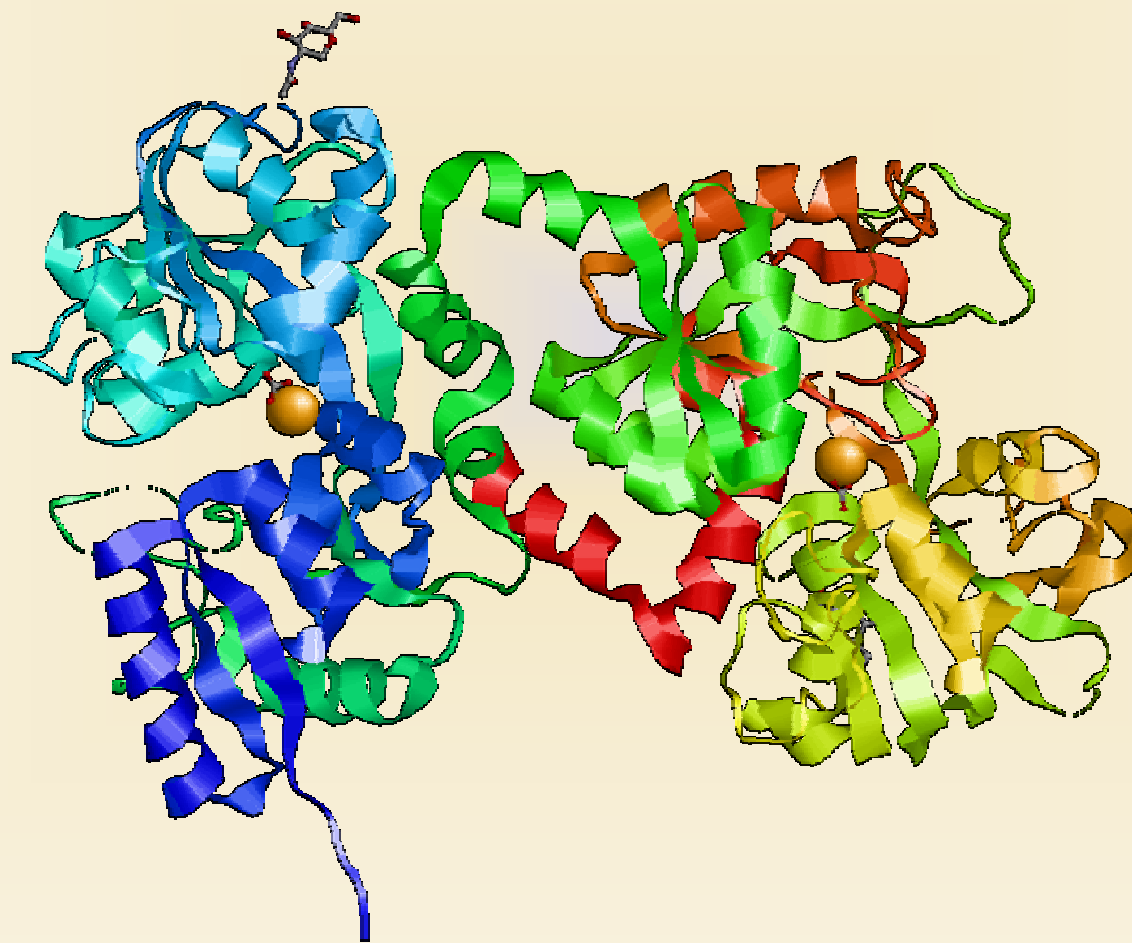
**Избыток** – гиперсидероз – профессиональное заболевание (физическая слабость, потеря веса, печеночная недостаточность, тошнота, рвота).

***Недостаток Fe*** – гипосидероз , железодефицитная анемия (малокровие). Утомляемость, одышка при нагрузке, сильное сердцебиение.

**Лечение** – введение солей  $Fe^{2+}$  ( $FeCl_2$ ,  $FeSO_4$ ,  $FeCO_3$ ); аскорбат, лактат, сахарат, сорбат, ферроцерон,  $FeSO_4$ .



# Лактоферрин

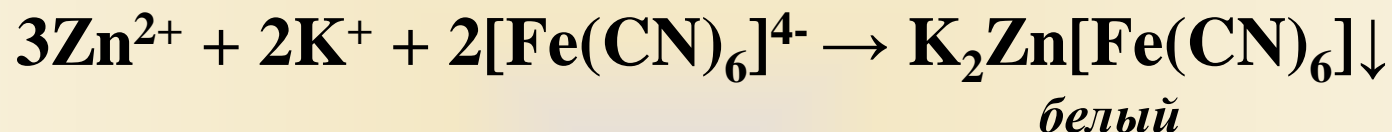


# ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИЕ ПРЕПАРАТЫ В МЕДИЦИНЕ

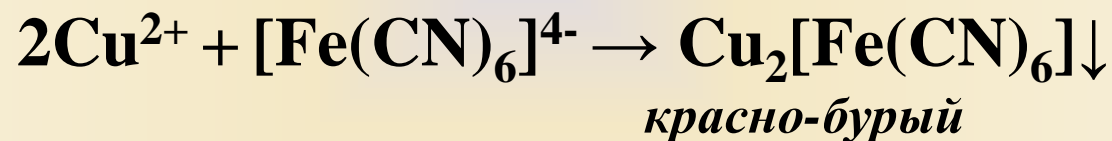
- 1. Гемостимулин – сухая пищевая кровь + лактат железа (II) +  $\text{CuSO}_4$**
- 2. Фитоферролактол – лактат железа (II) + фитин**
- 3. Соль  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$**
- 4. Драже «ферроплекс»  $\text{FeSO}_4$  + аскорбиновая кислота**
- 5. Сироп алоэ с железом - сок алоэ + раствор  $\text{FeCl}_2$  + HCl кислоты разведенной + лимонная кислота**
- 6. Гемофер жидкость (в 1 мл 157 мг  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )**

# ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИЕ ПРЕПАРАТЫ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

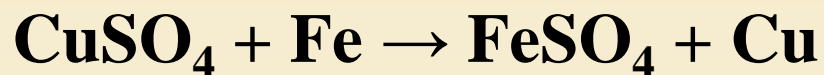
1.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  – для определения подлинности соединений **Zn** в лекарственных препаратах



подлинность  **$\text{CuSO}_4$  (ГФ)**:



2. **Железо** восстанавливает  **$\text{Cu}^{2+}$**  до металлической меди



**Нитропруссид натрия**  $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  реактив

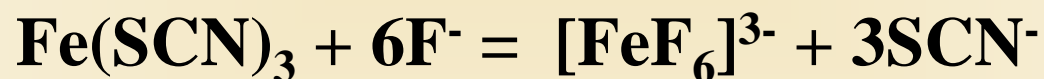
на:  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  - образует соединение синего цвета

$\text{SO}_3^{2-}$  - красное окрашивание (состав продуктов неизвестен)

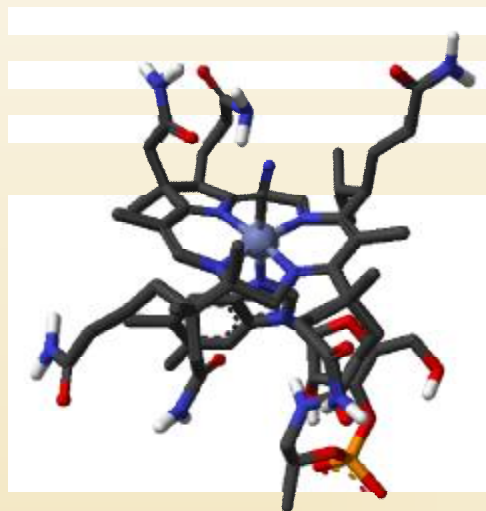
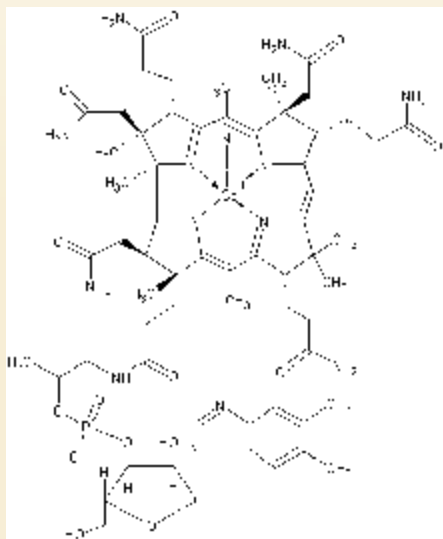
$\text{S}^{2-}$  -  $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] = \text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NOS}]$

*красно-фиолетовый цвет продукта*

4.  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  разрушается фторид-ионами, что доказывает присутствие последних







**Кобальт.** Эссенциален для организма человека.

Входит в состав витамина  $B_{12}$ , который способствует гемопоэзу. Витамин  $B_{12}$  применяется для лечения анемии, нервных заболеваний.

Изотоп  $^{60}\text{Co}$  применяется для разрушения злокачественных опухолей.

**Ni** – условно эссенциальный элемент для человека. Влияет на кроветворение и репродуктивную функцию. Избыток никеля может вызывать нарушение метаболических процессов.

**$\text{Ni}(\text{CO})_4$**  – сильно ядовитое вещество, 0,003-0,006% (объемных) вызывают смерть.

Никель входит в состав фермента уреазы. Соли никеля в медицине не применяются. Диметилглиоксимат никеля вводят в состав губной помады.

**Химия элементов VIII группы.  
Семейство платины**

# ***ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ VIII В ГРУППЫ***

***1. Физические и химические свойства металлов семейства платины***

***2. Оксиды и гидроксиды, соли***

***3. Комплексные соединения***

***4. Применение соединений семейства платины***

# ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ VIII В ГРУППЫ (СЕМЕЙСТВО ПЛАТИНЫ)

Наибольшее практическое значение **Pd** и **Pt**, в меньшей степени **Os**.

В семейство платины входят две триады **Ru, Rh, Pd** и **Os, Ir, Pt**. Все очень редкие элементы.

В природе *Pt-металлы* всегда встречаются вместе. Их общее содержание в земной коре составляет  $\approx 10^{-6} \%$ .

Встречаются и в свободном состоянии. Наиболее редким среди *Pt-металлов* является рутений **Ru**.

# 1. Физические и химические свойства

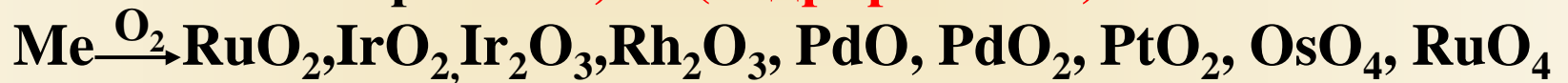
Белые блестящие металлы. **Pd** и **Pt** – мягкие металлы; **Ir** – твердый и прочный; **Os** и **Ru** – хрупкие.

*Pt – металлы – благородные металлы.*

Не подвергаются коррозии при комнатной температуре; поглощают в большом количестве водород, особенно **Pd**, образуя металлические твердые растворы.

Поглощенный водород находится в атомном состоянии.

Катализаторы – **Pd, Pt (гидрирование)**



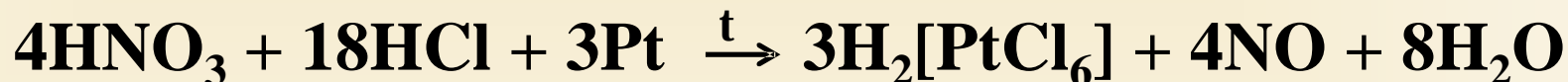
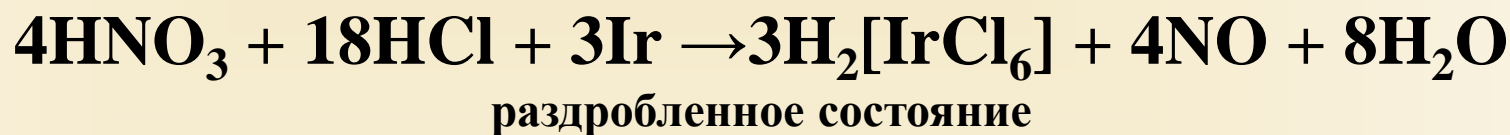
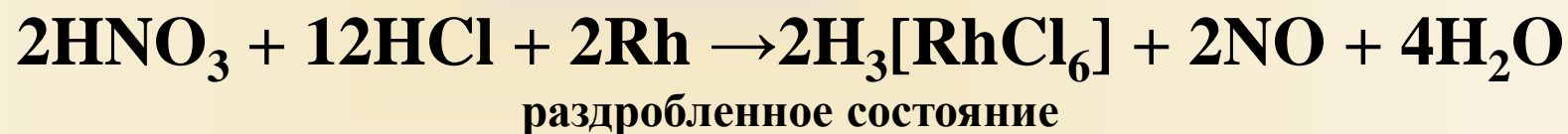
*Pt* –металлы не реагируют с HCl, с разбавленными H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и HNO<sub>3</sub>.



Наименее устойчив к действию кислот Pd.

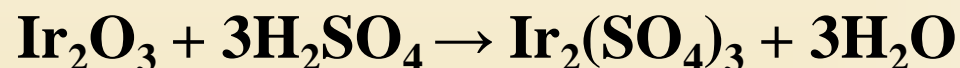
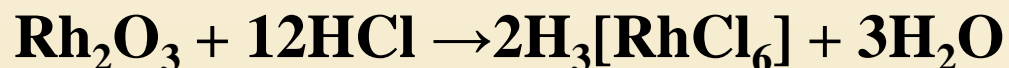


В царской водке растворяются



## 2. Оксиды и гидроксиды

$\text{Rh}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ir}_2\text{O}_3$  – основные свойства, не реагируют с  $\text{H}_2\text{O}$  и щелочами, но реагируют с кислотами.

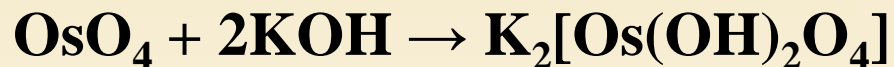
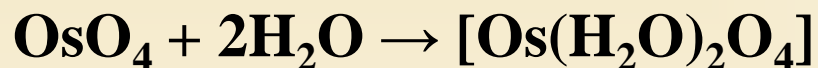


*У оксида  $\text{PdO}$  амфотерные свойства.*

Оксиды элементов в высоких степенях окисления – энергичные окислители. Окисляют воду, поэтому кислотные и основные свойства в водных растворах у  $\text{RuO}_4$  не выявляются.



*$\text{OsO}_4$  более устойчив, чем  $\text{RuO}_4$ .*

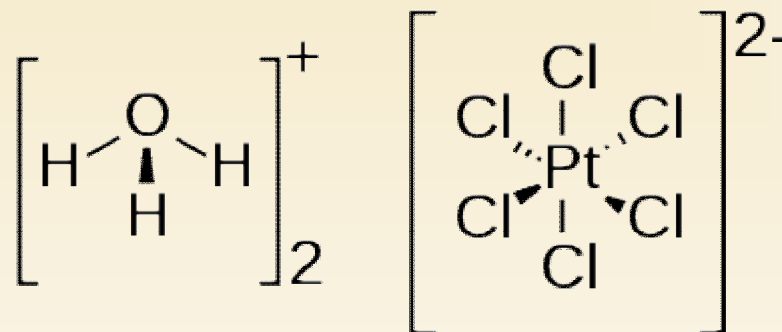
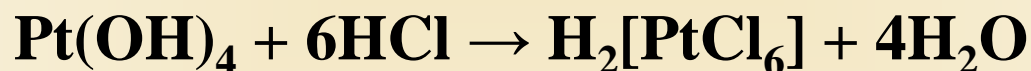
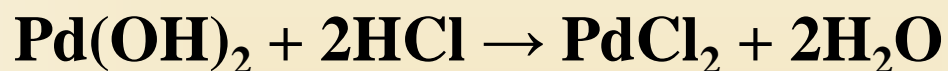


ИЛИ



Гидроксиды типа  $\text{Me}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Me}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Me}(\text{OH})_4$ .

Большинство проявляют слабые основные или амфотерные свойства.

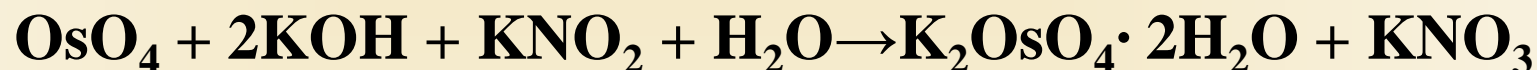
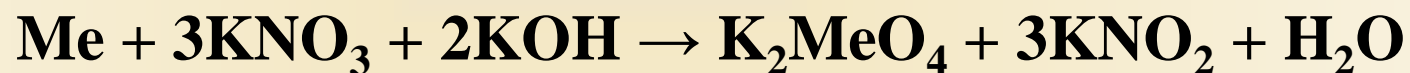




## СОЛИ

Для **Ru** и **Os** известны кислородсодержащие соли **K<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>** (рутенат), **K<sub>2</sub>OsO<sub>4</sub>** – осмат.

## ПОЛУЧЕНИЕ

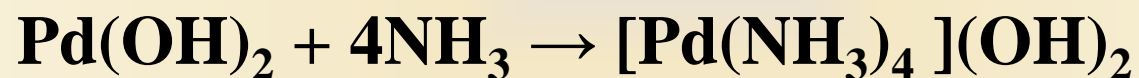
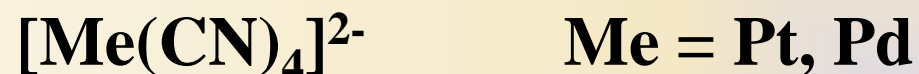


# Комплексные соединения

Pt- металлы – хорошие комплексообразователи,  
интерес представляют комплексные соединения  
Pd и Pt со степенью окисления 0,+2,+4



*сильный восстановитель*



В степени окисления = +4 наиболее устойчивы  
соединения Pt



# ПРИМЕНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ СЕМЕЙСТВА ПЛАТИНЫ

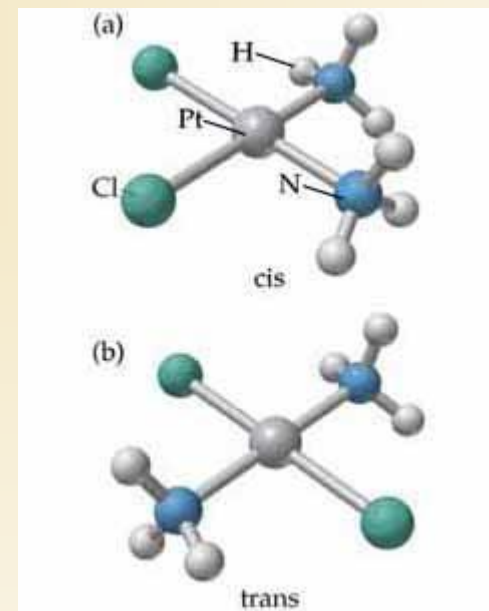
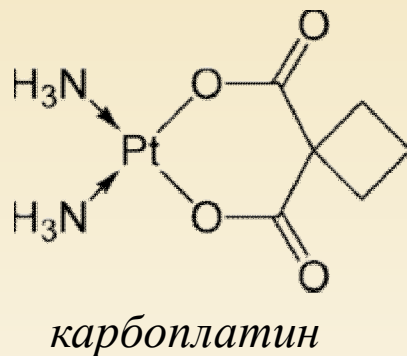
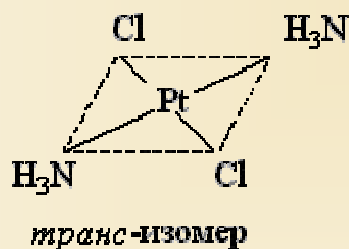
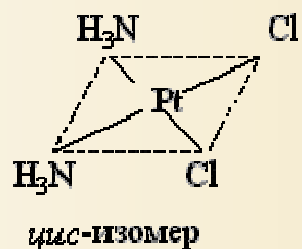
*Pt* – металлы не являются эссенциальными.

Применение ограничено.

*OsO<sub>4</sub>* – в гистологии для окрашивания тканей  
(очень ядовит)

*Pd* – зубопротезирование

*ЦИС-изомер [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>]* – **цисплатин** - в онкологии



# Цены на золото / серебро / платину

