

Переходные металлы 3



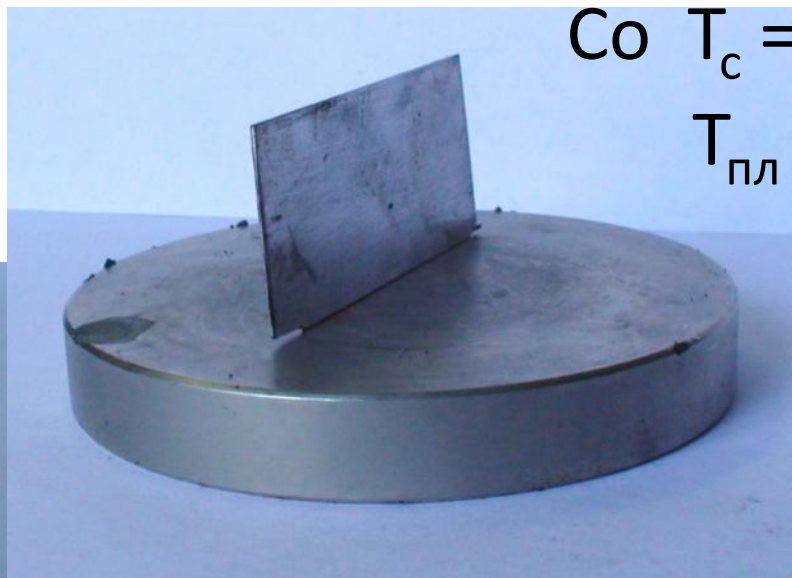
Групи Періоди	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б	а VI б	а VII б	а	VIII	б																	
1	Н	VIII група						Н 1,0079 1s ¹	He 4,0026 1s ²																		
2	Li 6,941 2s ¹ ЛІТІЙ	Be 9,012 2s ² БЕРИЛІЙ	B 10,81 2s ² 2p ¹ БОР	C 12,011 2s ² 2p ² КАРБОН	N 14,0067 2s ² 2p ³ НІТРОГЕН	O 15,999 2s ² 2p ⁴ ОКСИГЕН	F 18,998 2s ² 2p ⁵ ФЛУОР	Ne 20,179 2s ² 2p ⁶ НЕОН	порядковий номер СИМВОЛ атомна маса електронна оболочка НАЗВА ЕЛЕМЕНТУ s-елементи p-елементи d-елементи f-елементи																		
3	Na 22,990 3s ¹ НАТРІЙ	Mg 24,305 3s ² МАГНІЙ	Al 26,981 3s ² 3p ¹ АЛЮМІНІЙ	Si 28,086 3s ² 3p ² СИЛІЦІЙ	P 30,973 3s ² 3p ³ ФОСФОР	S 32,06 3s ² 3p ⁴ СУЛЬФУР	Cl 35,453 3s ² 3p ⁵ ХЛОР	Ar 39,948 3s ² 3p ⁶ АРГОН																			
4	K 39,098 4s ¹ КАЛІЙ	Ca 40,08 4s ² КАЛЬЦІЙ	Sc 44,956 3d ¹ 4s ² СКАНДІЙ	Ti 47,90 3d ² 4s ² ТИТАН	V 50,941 3d ³ 4s ² ВАНАДІЙ	Cr 51,996 3d ⁵ 4s ¹ ХРОМ	Mn 54,938 3d ⁵ 4s ² МАНГАН	Fe 55,847 3d ⁶ 4s ² ФЕРУМ	Co 58,933 3d ⁷ 4s ² КОБАЛЬТ	Ni 58,70 3d ⁸ 4s ² НІКОЛ																	
5	Rb 85,468 5s ¹ РУБІДІЙ	Sr 87,62 5s ² СТРОНЦІЙ	Y 88,906 4d ¹ 5s ² ІТРІЙ	Zr 91,22 4d ² 5s ² ЦИРКОНІЙ	Nb 92,906 4d ⁴ 5s ¹ НІОБІЙ	Mo 95,94 4d ⁵ 5s ¹ МОЛІБДЕН	Tc 98,906 4d ⁵ 5s ² ТЕХНЕЦІЙ	Ru 101,07 4d ⁷ 5s ¹ РУТЕНІЙ	Rh 102,905 4d ⁸ 5s ¹ РОДІЙ	Pd 106,4 4d ¹⁰ ПАЛАДІЙ																	
6	Cs 132,905 6s ¹ ЦЕЗІЙ	Ba 137,34 6s ² БАРІЙ	La 138,905 5d ¹ 6s ² ЛАНТАН *	Hf 178,49 5d ² 6s ² ГАФНІЙ	Ta 180,948 5d ³ 6s ² ТАНТАЛ	W 183,85 5d ⁴ 6s ² ВОЛЬФРАМ	Re 186,207 5d ⁵ 6s ² РЕНІЙ	Os 190,2 5d ⁶ 6s ² ОСМІЙ	Ir 192,22 5d ⁷ 6s ² ІРИДІЙ	Pt 195,09 5d ⁹ 6s ¹ ПЛАТИНА																	
7	Fr [223] 7s ¹ ФРАНЦІЙ	Ra 226,025 7s ² РАДІЙ	Ac [227] 6d ¹ 7s ² АКТІНІЙ **	Rf [261] 6d ² 7s ² РЕЗЕРФОРДІЙ	Db [262] 6d ³ 7s ² ДУБНІЙ	Sg [263] 6d ⁴ 7s ² СИБОРГІЙ	Bh [262] 6d ⁵ 7s ² БОРІЙ	Hs [269] 6d ⁶ 7s ² ГАСІЙ	Mt [268] 6d ⁷ 7s ² МАЙТНЕРІЙ	Ds [271] 6d ⁹ 7s ¹ ДАРМШТАДТІЙ																	
* ЛАНТАНІДИ																											
58	Ce 140,12 4f ¹ 5d ¹ 6s ² ЦЕРІЙ	59	Pr 140,908 4f ³ 6s ² ПРАЗЕОДИМ	60	Nd 144,24 4f ⁴ 6s ² НЕОДИМ	61	Pm [145] 4f ⁵ 6s ² ПРОМЕТІЙ	62	Sm 150,4 4f ⁶ 6s ² САМАРІЙ	63	Eu 151,96 4f ⁷ 6s ² ЄВРОПІЙ	64	Gd 157,25 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² ГАДОЛІНІЙ	65	Tb 158,925 4f ⁹ 6s ² ТЕРБІЙ	66	Dy 162,50 4f ¹⁰ 6s ² ДИСПРОЗІЙ	67	Ho 164,93 4f ¹¹ 6s ² ГОЛЬМІЙ	68	Er 167,26 4f ¹² 6s ² ЕРБІЙ	69	Tm 168,93 4f ¹³ 6s ² ТУЛІЙ	70	Yb 173,04 4f ¹⁴ 6s ² ІТЕРБІЙ	71	Lu 174,97 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² ЛЮТЕЦІЙ
** АКТІНІДИ																											
90	Th 232,038 6d ² 7s ² ТОРІЙ	91	Pa [231] 5f ² 6d ¹ 7s ² ПРОТАКТИНІЙ	92	U 238,029 5f ³ 6d ¹ 7s ² УРАН	93	Np [237] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² НЕПТУНІЙ	94	Pu [244] 5f ⁶ 7s ² ПЛУТОНІЙ	95	Am [243] 5f ⁷ 7s ² АМЕРЕЦІЙ	96	Cm [243] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² КЮРІЙ	97	Bk [247] 5f ⁹ 6d ¹ 7s ² БЕРКЛІЙ	98	Cf [251] 5f ¹⁰ 7s ² КАЛІФОРНІЙ	99	Es [254] 5f ¹¹ 7s ² ЕЙНШТЕЙНІЙ	100	Fm [257] 5f ¹² 7s ² ФЕРМІЙ	101	Md [258] 5f ¹³ 7s ² МЕНДЕЛІВІЙ	102	No [259] 5f ¹⁴ 7s ² НОБЕЛІЙ	103	Lr [259] 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ² ЛОУРЕНСІЙ

Простые вещества

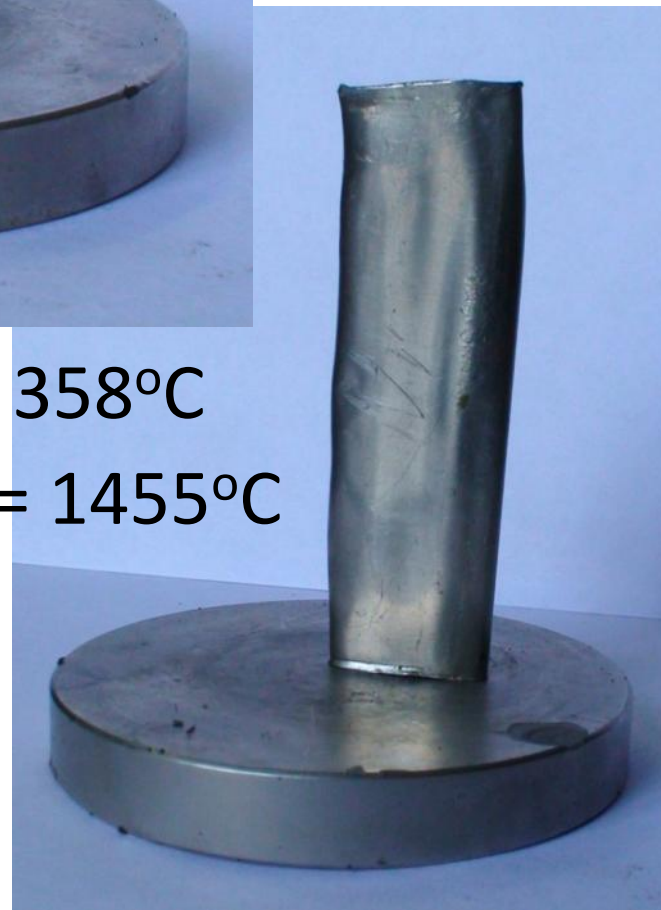
Fe $T_c = 786^\circ\text{C}$
 $T_{\text{пл}} = 1535^\circ\text{C}$



Co $T_c = 1121^\circ\text{C}$
 $T_{\text{пл}} = 1495^\circ\text{C}$



Ni $T_c = 358^\circ\text{C}$
 $T_{\text{пл}} = 1455^\circ\text{C}$



В природе

Fe

Fe_3O_4 магнитный железняк,
магнетит

Fe_2O_3 красный железняк,
гематит

FeCO_3 сидерит

FeS_2 пирит, серный колчедан,
железный колчедан



© Dakota Matrix

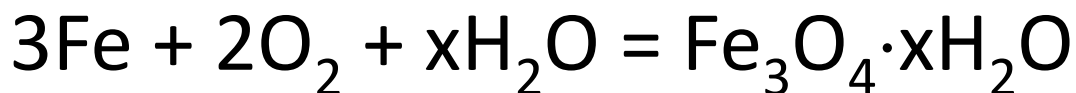
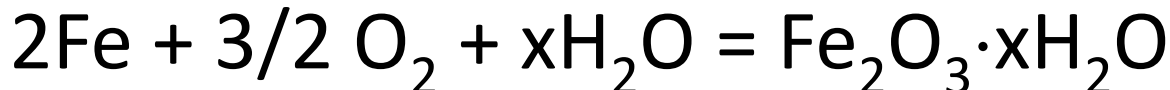
<https://www.dakotamatrix.com/images/products/siderite31661b.jpg>

Химические свойства

E^0 , В

- Fe -0,47
- Co -0,29
- Ni -0,23

Коррозия железа:



Co, Ni $\neq$

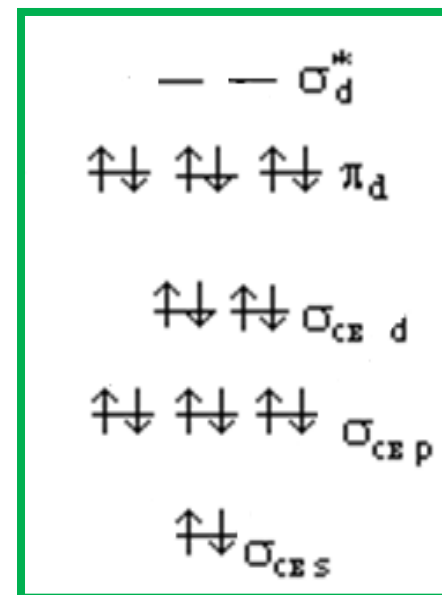
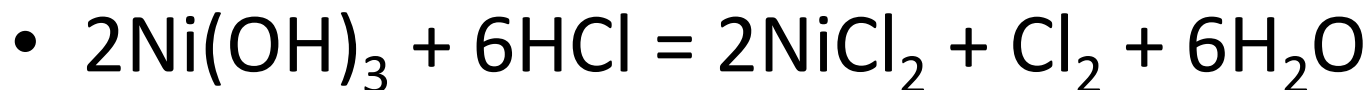
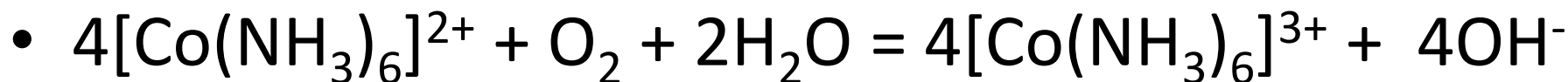
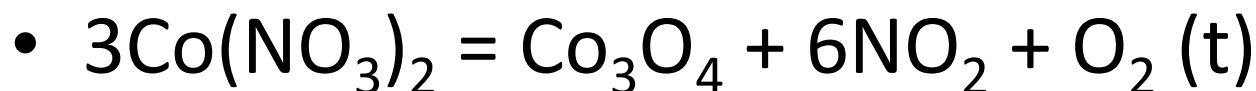
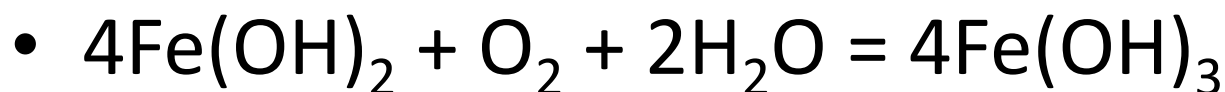
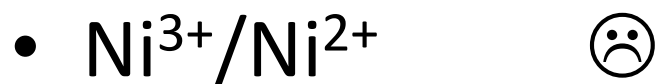


- $\text{Fe} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+}$
- $\text{Fe} + \text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конц} \rightarrow \text{Fe}^{3+} \text{ (t!)}$
- $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$
- $\text{Fe} + \text{Cl}_2, \text{Br}_2 \rightarrow \text{FeCl}_3, \text{FeBr}_3$
- $\text{Fe} + \text{I}_2, \text{S} \rightarrow \text{FeI}_2 (\text{Fe}_3\text{I}_8), \text{FeS}$



CoF_3

Э(II) и Э(III)



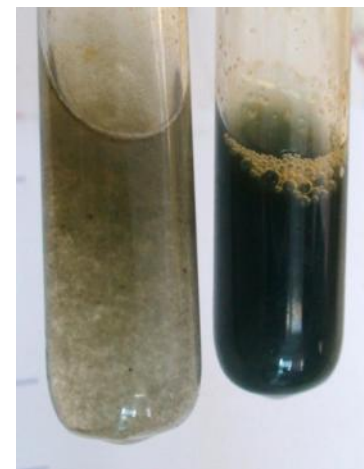
Оксиды и гидроксиды

	K^b_2
$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
$\text{Co}(\text{OH})_2$	$4 \cdot 10^{-5}$
$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$2,5 \cdot 10^{-5}$



	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
K^b_2	$1,82 \cdot 10^{-11}$
K^b_3	$1,35 \cdot 10^{-12}$

- $\text{Fe}(\text{OH})_3, \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{OH}^-_{\text{конц}} \rightarrow [\text{Fe}(\text{OH})_6]^{3-} \text{ б/ц}$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH}_{\text{ТВ}} = 2\text{NaFeO}_2 + \text{H}_2\text{O} \uparrow (t)$

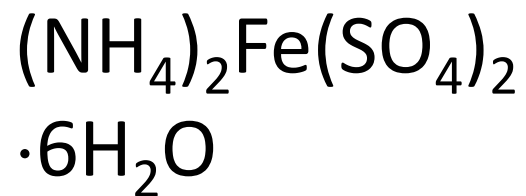
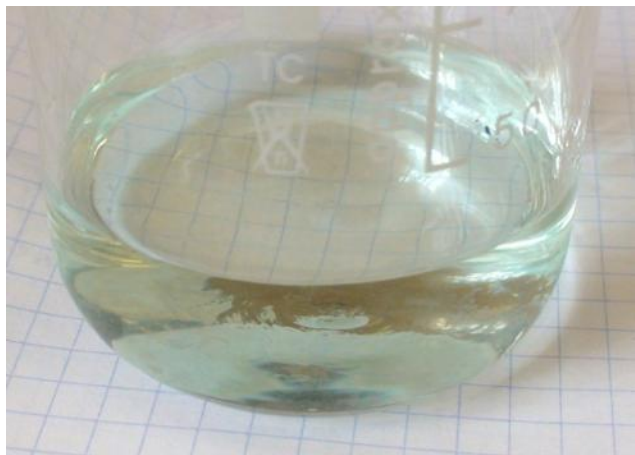
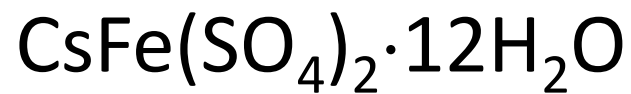


$\text{Co}(\text{OH})_2$

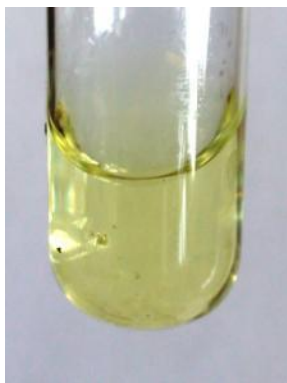
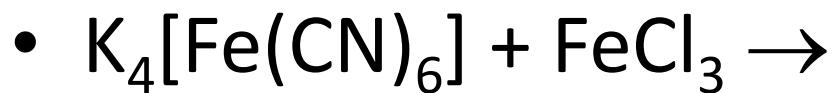
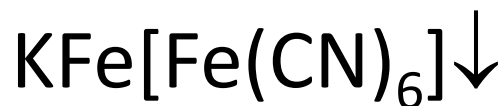
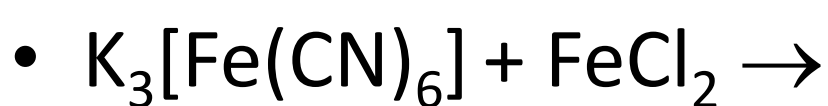


$\text{Fe}(\text{OH})_3$

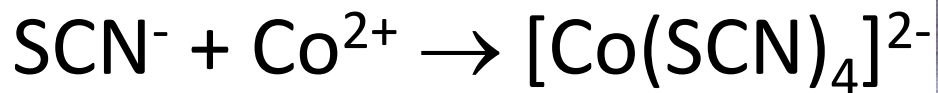
Соли



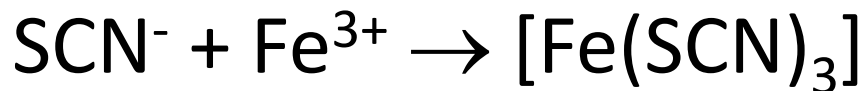
Качественные реакции



-



-



Краски



красная охра
(гематит Fe_2O_3)



желтая охра
(гётит FeOOH)

Тенарова синь $\text{Co}(\text{AlO}_2)_2$



Зелень Ринмана CoZnO_2

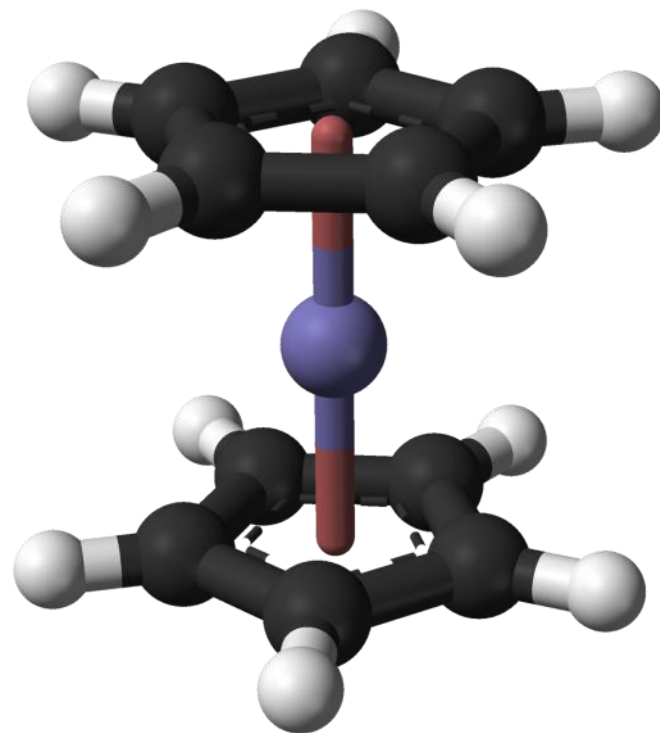
Карбонилы

Правило Сиджвика: 18e

- $\text{Fe}(\text{CO})_5$ $3d^6 4s^2 + 5 \text{ эл.пар CO}$
- $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ $3d^7 4s^2 + 4,5 \text{ эл.пар CO?}$
4 пары, + связь Co-Co
- $\text{Ni}(\text{CO})_4$ $3d^8 4s^2 + 4 \text{ эл.пары CO}$
- $\text{Cr}(\text{CO})_6$ $3d^5 4s^1 + 6 \text{ эл.пар CO}$
- $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$ $3d^5 4s^1 + 5 \text{ эл.пар CO} + \text{связь Mn-Mn}$

Металлоцены

- Растворяются в неполярном
- Возгоняются
- Ароматичны (S_E)



- Ферроцен $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$

<https://prisadki77.ru/wp-content/uploads/2017/12/%D1%84%D0%B5%D1%80%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D0%BD-1.jpg>

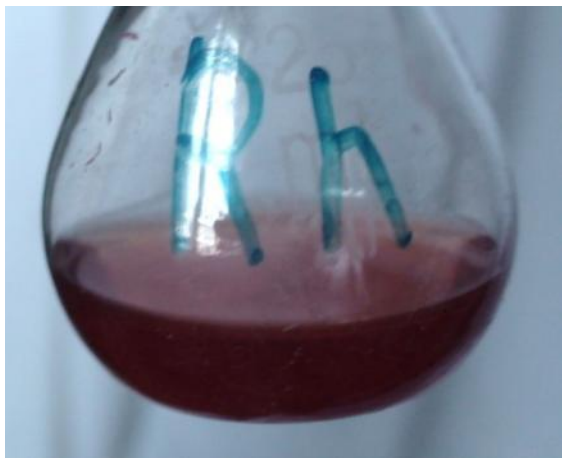
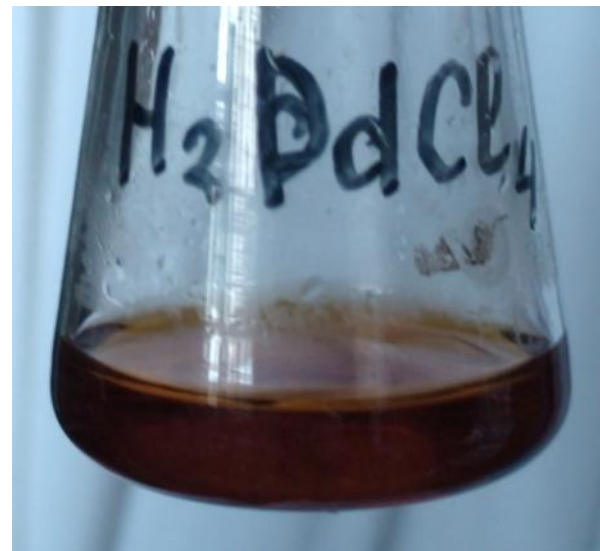
Fe (VI)

- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{KNO}_3 + 4\text{KOH} =$
 $2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 3\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $4\text{FeO}_4^{2-} + 20\text{H}^+ =$
 $4\text{Fe}^{3+} + 3\text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$
- $E^0(\text{FeO}_4^{2-}/\text{Fe}^{3+}) = 1,7 \text{ B},$
 $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,5 \text{ B}$
- $\text{K}_2\text{FeO}_4 + \text{BaCl}_2 =$
 $\text{BaFeO}_4 \downarrow + 2\text{KCl}$



Ru, Rh, Pd

- Pd – самый активный, + $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pd}(\text{NO}_3)_2$, поглощает водород
- $\text{Pd} + 2\text{HCl} + \text{Cl}_2 = \text{H}_2[\text{PdCl}_4]$
- Ru – не растворяется даже в царской водке!



RhCl_3

$\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$



Os, Ir, Pt

- Os – самый тяжелый, $d = 22,59 \text{ г/см}^3$
- OsO_4 – «гнилая редька»



- $3\text{Pt} + 4\text{HNO}_3 + 18\text{HCl} = 3\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + 4\text{NO} + 8\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Xe} + \text{PtF}_6 = \text{Xe}[\text{PtF}_6]$

