## Министерство образования и науки Российской Федерации



## Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра химических технологий и переработки энергоносителей

## ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4

По дисциплине: Обща (наименование уче	_	Ческая химия гласно учебному плану)	
Тема работы: <u>Свойств</u>	за железа, ко	бальта и никеля	[
Выполнил: студент гр.	<u>ТХ-22-1</u> (шифр группы)	(подпись)	<u>Мафула Нахя Э.</u> (Ф.И.О.)
Оценка:			
Дата:			
Проверил:(должность)		(подпись)	(Ф.И.О.)

Цель работы: изучить химические свойства железа, кобальта, никеля.

Опыт 1. Образование осадков гидроксидов

$$Fe^{2+}+SO_4^{2-}+2Na^++2OH^-=Fe(OH)_2+2Na^++SO_2^{2-}$$

$$Fe^{2+}+2OH^-=Fe(OH)_2$$

Признак реакции: выпадение зеленого осадка

$$Fe^{3+}+3Cl^{-}+3Na^{+}+3OH^{-}=Fe(OH)3+3Na^{+}+3Cl^{-}$$

$$Fe^{3+}+3OH^{-}=Fe(OH)3$$

Признак реакции: выпадение осадка коричневого цвета

$$Ni^{2+}+SO_4^{2-}+2Na^++2OH=Ni(OH)2+2Na^++SO_4^{2-}$$

$$Ni^{2+}+2OH=Ni(OH)2$$

Признак реакции: выпадение светло-зеленого осадка

$$Co^{2+} + SO_4^{2-} + 2Na^+ + 2OH = Co(OH)2 + 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

$$Co^{2+}+2OH=Co(OH)2$$

Признак реакции: выпадение осадка синего цвета

Затем все осадки растворили в разбавленной кислоте HCl. Все реакции протекают с растворением осадка. На примере одной реакции покажем взаимодействие:

$$Fe(OH)_2+2H^+=Fe^{2+}+2H_2O$$

Признак реакции: растворение осадка.

Опыт 2. Образование аммиачных растворов комплексов металлов

$$Fe^{2+\dot{\iota}+SO_4^{2-}+2\,NH_3*H\,2O=Fe|OH|\,2+2\,NH_4^{*\dot{\iota}+SO_4^{2-\dot{\iota}}\dot{\iota}}\dot{\iota}}$$
  
 $Fe^{2+\dot{\iota}+2\,NH_3*H\,2O=Fe|OH|\,2+2\,NH_4^{*\dot{\iota}\dot{\iota}}\dot{\iota}}\dot{\iota}$ 

Признак реакции: образование осадка зеленого цвета

Аналогично протекают реакции с NiSO4 и CoSO4, образуются осадки светлозеленого и синего цвета соответственно.

2. Fe(OH)2+NH4Cl=FeCl2+2NH3+2H2O

$$Fe(OH)2+2NH_{4}^{+\dot{\iota}+2Cl^{-}=Fe^{2+\dot{\iota}+2Cl^{+}+2NH_{3}+2H2Ol}\dot{\iota}}$$
 
$$Fe(OH)2+2NH_{4}^{+\dot{\iota}=Fe^{2+\dot{\iota}+2NH_{3}+2H2Ol}\dot{\iota}}$$

Признак реакции: растворение осадка и выделение газа с резким запахом Также протекают реакции с Ni(OH)2 и Co(OH)2 до растворения осадка.

Опыт 3. Образование и свойства сульфидов.

$$FeSO4+2HCl+Na2S=FeS+2NaCl+H2SO4$$
 
$$Fe^{2+}+SO_4^{2-}+2H^++2Cl^-+2Na^++S^{2-}=FeS+2Na^++2Cl^-+2H^++SO_4^{2-}$$
 
$$Fe^{2+}+S^{2-}=FeS$$

Признак реакции: образование осадка черного цвета

Аналогично протекают реакции взаимодействия с хлороводородной кислотой и сульфидом натрия с NiSO4 и CoSO4 до образования осадков черного цвета CoS и Nis.

FeS+2HClконц=FeCl2+H2S

$$FeS + 2H^{+i+2C\Gamma} = Fe^{2+i+2C\Gamma + H2Si}i$$

$$FeS + 2H^{+i=Fe^{2+i+H2Si}}i$$

Признак реакции: растворение FeS и образование газа с запахом тухлых яиц

CoS и NiS в HClконц не растворились.

**Опыт 4.** Окисление Fe(II), Fe(III)

1.  $2KMnO_4+8H_2SO_4+10FeSO_4=5Fe_2(SO_4)_3+2MnSO_4+K_2SO_4+8H_2O_5+8H_2O_5+8$ 

$$2\,K^{+\dot{\iota}+2\,MnO_{4}^{-}+16\,H^{*\dot{\iota}+8\,SO_{4}^{-}+10\,Fe^{^{2\dot{\iota}+88SO_{4}^{2}-s_{10}Fe^{^{3\dot{\iota}+88SO_{4}^{2}-s_{20}}+20\,SO_{4}^{2}-s_{20}}\dot{\iota}^{3\dot{\iota}+38SO_{$$

Признак реакции: обесцвечивание раствора

2.  $Fe_2(SO_4)_3+6NH_4SCN=2Fe(SCN)_3+3(NH_4)_2SO4$ 

$$2 \, Fe^{3+\dot{\iota}+3 \, SO_4^{2-}+6 \, NH_4^{+\dot{\iota}+6 \, SCN^-=2 \, Fe \, |SCN| \, 3+6 \, NH_4^{+\dot{\iota}+3 \, SO_4^{2-}\dot{\iota}}\dot{\iota}}\dot{\iota}$$

$$Fe^{3+i+3SCN^-=Fe(SCN)3i}$$

Признак реакции: образование кроваво-красного раствора

**Опыт 5.** Восстановление Fe (II), Fe(III)

A. 6FeCl<sub>3</sub>+8H2SO<sub>4</sub>+9Na<sub>2</sub>S=11S+6FeSO<sub>4</sub>+18NaCl+8H2O

$$6\,Fe^{+3} + 18\,Cl^{-} + 16\,H^{+\,\dot{\iota} + 8\,SO_{4}^{2-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 9S^{2-} = 11S^{0} + 6\,Fe^{-5\,o\,SO_{4}^{2-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 9S^{2-} = 11S^{0} + 6\,Fe^{-5\,o\,SO_{4}^{2-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 9S^{2-} = 11S^{0} + 6\,Fe^{-5\,o\,SO_{4}^{2-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 9S^{2-} = 11S^{0} + 6\,Fe^{-5\,o\,SO_{4}^{2-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 9S^{2-} = 11S^{0} + 6\,Fe^{-5\,o\,SO_{4}^{2-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,C\,I^{-} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota} + 18\,Na^{+\,\dot{\iota$$

Признак реакции: получение светло-серого раствора

Б. 2FeCl<sub>3</sub>+2KI=2KCl+I<sub>2</sub>+2FeCl<sub>2</sub>

$$2 F e^{3+\dot{\iota}+6C l^{-}+2 K^{*\dot{\iota}+2 I^{-}}=2 K^{*\dot{\iota}+2 G^{-}+\frac{\beta}{2} 2 R^{2-3+G^{-}\dot{\iota}}} \dot{\iota}} \dot{\iota}$$

$$2 F e^{3+\dot{\iota}+2 I^{-}=I_{2}^{0}+2 F e^{2*\dot{\iota}\cdot\dot{\iota}}} \dot{\iota}$$

Признак реакции: образование желто-красного раствора

В первой пробирке наблюдается помутнение раствора, оно обуславливается выпадением свободной серы, однако она не чисто желтого цвета в связи с образованием других продуктов. Во втором опыте изменение окраски обуславливается выпадением осадка в виде  $I_2$ , дающего желтоватую окраску, а непрореагировавшая часть  $FeCl_3$  отвечает за оранжевую окраску.

Опыт 6. Образование осадков гексацианоферратов

1. 4AgNO3+K4[Fe(CN)6]=Ag4[Fe(CN)6]+4KNO3

$$4\,Ag^{+\dot{\iota}+4\,NO_3^-+4\,K^{+\dot{\iota}+[Fe(CN)6]^+-4g\,4[Fe(CN)6]+4\,K^{+\dot{\iota}+4oO_3^{-1}}\dot{\iota}}\dot{\iota}}\dot{\iota}$$
 
$$4\,Ag^{+\dot{\iota}+[Fe(CN)]6^4-=Ag\,4[Fe(CN)6]\dot{\iota}}$$

Признак реакции: выпадение мутно-желтого осадка

2. 2CuCl2+ K4[Fe(CN)6]= Cu2[Fe(CN)6]+4KCl

$$2 \, C u^{^{2+\dot{\iota}+4Cl^-+4}K^{*\dot{\iota}+[Fe|CN]|6^{+}=Cu^{2}|Fe|CN|6]+4K^{*\dot{\iota}+cl^-\dot{\iota}}\dot{\iota}\dot{\iota}}} \\ 2 \, C u^{^{2+\dot{\iota}+[Fe|CN]]6^{4-}=Cu} \, 2[Fe|CN|6]\dot{\iota}$$

Признак реакции: выпадение кирпично-красного осадка

3. 4FeCl3+3K4[Fe(CN)6]=Fe4[Fe(CN)6]3+12KCl

$$4\,Fe^{^{3+\dot{\zeta}+12\,Cl^-+12\,K^{+\dot{\iota}+3[Fe(CN)]6^4-}=Fe4[Fe(CN)6]3+12\,K^{*\dot{\iota}+12\bar{\alpha}^{\bar{\iota}}}\dot{\iota}}\dot{\iota}$$

$$4 Fe^{3+i+3[Fe(CN)]6^{4}-Fe4[Fe(CN)6]3i}$$

Признак реакции: образование осадка сине-зеленого цвета

4. 
$$2ZnCl2+ K4[Fe(CN)6] = Zn2[Fe(CN)6] + 4KCl$$
  

$$2Zn^{2+i + 4Cl^{-} + 4K^{+i + 4[Fe(CN)6]^{+} - 2n2[Fe(CN)6] + 4K^{+i + 4Cl^{-}}i}i$$

$$2Zn^{2+i + 4[Fe(CN)6]^{4} - 2n2[Fe(CN)6]i$$

Признак реакции: выпадение светло-желтого осадка

Полученные осадки растворили в щелочи NaOH

1. Ag4[Fe(CN)6]+4NaOH=2Ag2O+2H2O+ Na4[Fe(CN)6]

$$Ag \, 4 \big[ Fe(CN)6 \big] + 4 \, Na^{+ i + 4OH^{-} = 2 \, Ag \, 2O + 2H \, 2O + 4Na^{+ i + [Fe(CN)6]^{+} \cdot i} i$$

$$Ag \, 4 \big[ Fe(CN)6 \big] + 4 \, OH^{-} = 2 \, Ag \, 2O + 2 \, H \, 2O + \big[ Fe(CN)6 \big]^{4-}$$

Признак реакции: образование серого осадка

2. Cu2[Fe(CN)6]+ 4NaOH=2Cu(OH)2+ Na4[Fe(CN)6]

$$Cu \, 2 [Fe(CN) \, 6] + 4 \, Na^{+i + 4OH^{-} = 2 \, Cu(OH) \, 2 + 4 \, Na^{+i + [Fe(CN) \, 6]^{+} \, i}$$

$$Cu \, 2 [Fe(CN) \, 6] + 4 \, OH^{-} = 2 \, Cu(OH) \, 2 + [Fe(CN) \, 6]^{4 -}$$

Признак реакции: выпадение синего осадка

3. Fe4[Fe(CN)6]3+12NaOH=4Fe(OH)3+ Na4[Fe(CN)6]

$$Fe \, 4 \big[ Fe(CN)6 \big] 3 + 12 \, Na^{+i + 12 \, OH^{-} = 4 \, Fe(OH)3 + 12 \, Na^{+i + 3 [Fe(CN)6]^{+} i t}$$

$$Fe \, 4 \big[ Fe(CN)6 \big] 3 + 12 \, OH^{-} = 4 \, Fe(OH)3 + 3 \big[ Fe(CN)6 \big]^{4-}$$

Признак реакции: выпадение бурого осадка

4. Zn2[Fe(CN)6+4NaOH=2Zn(OH)2+Na4[Fe(CN)6] $Zn2\dot{\iota}+4Na^{+\dot{\iota}+[Fe(CN)6]^{4-\dot{\iota}}}$ 

 $Zn2\ddot{\iota}$ 

Признак реакции: выпадение осадка белого цвета

Все осадки гексацианоферратов растворились в щелочи с образованием соответствующих нерастворимых гидроксидов.

## Опыт 7. Образование осадков гексанитрокобальта

 $C_0SO_4 + 7KNO_2 + 2CH_3COOH = K_3[C_0(NO_2)_6] + K_2SO4 + 2CH_3COOK + NO + H2O$ 

Признак реакции: образование оранжево-желтого осадка и выделение бесцветного газа

Опыт 8. Реакция обнаружения кобальта и никеля

 $NiSO_4+2NH_4OH+2(CH_3)2C_2N_2(OH)_2=Ni[(CH_3)2C_2N_2O(OH)]_2+(NH_4)_2SO4+2H_2O$ 

Признак реакции: образование малинового осадка

**Вывод:** в ходе лабораторной работы были получены осадки гидроксидов, аммиачные комплексы металлов, сульфиды металлов, осадки гаксацианоферратов, гесксанитрокобальт. Так же в ходе лабораторной работы были изучены: свойства железа, кобальта и никеля; проведены опыты окисления и восстановления железа (II) и (III); проведены реакции обнаружения кобальта и никеля.