

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

**Практикум по общей химии и химии элементов (с основами качественного
анализа)**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:
общий

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол № _____, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: Базовая часть, общенаучная подготовка, модуль «Химия», курс предназначен для студентов факультета наук о материалах 1-го года обучения (1-й и 2-й семестр), курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

отсутствуют

3. Результаты обучения по дисциплине:

Владеть: методами синтеза и исследования неорганических веществ

Иметь опыт: работы с химическими веществами, со стандартным оборудованием химической лаборатории

4. Объем дисциплины составляет 8 з.е. (288 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	1	2			
Общая трудоёмкость, акад. Часов	144	144			288
Аудиторная работа:	126	112			238
Лекции, акад. Часов					
Семинары, акад. Часов					
Лабораторные работы, акад. часов	126	112			238
Самостоятельная работа, акад. Часов	18	32			50
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Зач.	Зач.			

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

НАЧАЛА ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Практикум «Начала химического эксперимента» предназначен для студентов первого курса. Он реализуется в начале первого семестра на протяжении 62 часов.

Целью практикума является обучение студентов основным приемам работы в химической лаборатории. Студенты приобретают навыки постановки и проведения химического эксперимента, интерпретации полученных результатов. Каждая *задача* практикума представляет собой цельное исследование, направленное на получение определенного неорганического материала. Работая над задачей, студенты обучаются и распределению ролей в научном коллективе (работа выполняется 2 студентами)

В процессе выполнения практикума студенты овладевают приемам взвешивания, измерения объемов жидкостей при помощи мерной химической посуды, приготовления растворов с определенной концентрацией (по точной навеске твердого вещества, разбавлением концентрированных растворов, с использованием фиксаналов), очистки солей перекристаллизацией, фильтрования, декантации, центрифугирования осадков, сушки, прокаливанию веществ в электрических печах. Студенты активно используют *методы* рН-метрического титрования (для определения условий осаждения и химической формулы осадка), гравиметрического анализа (для

установления точной формулы кристаллогидрата), учатся обрабатывать результаты рентгенофазового анализа.

На вводном занятии студентам предлагается *тема работы*, после чего предлагается в соответствии со списком рекомендованной литературы им надлежит самостоятельно выбрать по меньшей мере два альтернативных способа получения целевого продукта (например, разложение механической смеси солей и разложение совместно осажденных гидроксидов), провести синтез и идентифицировать полученное вещество методом рентгенофазового анализа.

Список *объектов* для синтеза включает оксидные материалы с достаточно простой кристаллической структурой (напр, шпинель, корунд); кроме того, всегда присутствует элемент «зрелищности»: синтезируемые соединения являются неорганическими красителями (CoAl_2O_4 (тернарная синь); $(\text{Zn},\text{Co})\text{O}$ (ринманова зелень); $(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_3$ (рубин); CuAl_2O_4 ; ZnAl_2O_4 ; NiAl_2O_4 ; MnAl_2O_4 ; $\text{Zn}(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_4$; FeAl_2O_4).

Результатом работы должен быть обоснованный выбор перспективного метода синтеза (среди тех, которые были использованы студентами) изучаемого соединения.

По окончании практикума (10-я неделя первого семестра) студенты представляют письменный *отчет* по определенной форме и выступают с 10 минутным *докладом* на конференции курса, посвященной защите работ 10-недельного практикума.

Химия элементов

Рекомендуемые темы синтезов (первый семестр) ГАЛОГЕНЫ

1. Хлоргидрат. Исследование равновесия хлор-вода (рН, Е).
2. Получение брома (окисление бромида дихроматом в кислой среде). Исследование равновесия бром-вода (рН, Е).
3. Получение хлората калия (исходя из хлорной извести) (Е-рН).
4. Получение иодата калия ($\text{KI} + \text{KMnO}_4$) (Е - рН).
5. Получение кислого иодата калия $\text{KIO}_3 \cdot \text{HIO}_3$. [2] стр. 130-131. Определение pK_1 HIO_3 (рН-метрическое титрование щелочью).
6. Получение бромата калия ($\text{KBr} + \text{KOH} + \text{Cl}_2$). Е - рН.
7. Получение периодата калия ($\text{KIO}_3 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$). [2] стр.131-132.
8. Получение KICl_4 (выбор методики, исходя из продуктов гидролиза). Определение состава по изменению массы при прокаливании.
9. Получение ICl , ICl_3 (прямое хлорирование иода).

КИСЛОРОД, СЕРА, СЕЛЕН, ТЕЛЛУР

1. Получение перекиси водорода из пероксида бария. Определение выхода, оптимизация методики получения. [3] стр.55.
2. Получение пентагидрата тиосульфата натрия. Оптимизация методики, определение чистоты продукта. [3] стр.100.
3. Получение дигидрата дитионата натрия (оксид серы (IV) получать сжиганием серы). [1] т.2, стр.432-433. Подтверждение состава по результатам термического разложения.
4. Получение оксида серы (VI). Переработка остатков кислого сульфата натрия: $\text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{SO}_3$.
5. Получение метабисульфита калия. [2] стр.135-136.
6. Получение кристаллического сульфида свинца. [1] т.3, стр.845.
7. Получение кристаллического сульфида кадмия и пленочных покрытий на его основе.

АЗОТ

1. Получение безводной азотной кислоты - нитрозилгидросульфат - нитрозилхлорид - (нитрозил гексахлорстаннат (IV)). [3] с. 125-127.
2. Получение гидросульфата гидразония. [3] с.122.
3. Получение нитрозилхлорида (нитрозил гексахлорстаннат(IV)). [3] с.125.
4. Разложение нитратов (KNO_3 , NaNO_3 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)

ФОСФОР

1. Получение трибромида фосфора. Гидролиз, рН титр. NaOH , определение состава, pK_1 и pK_2 H_3PO_3 . [3] с.140.

2. Получение трихлорида фосфора. Гидролиз, pH титр. NaOH, определение состава, pK_1 и pK_2 H_3PO_3 . [3] с.135, 138.
3. Получение $POCl_3$. Гидролиз, pH титр. NaOH, определение состава, pK_1 и pK_2 H_3PO_4 . [3] с.136. Взаимодействие с безводными солями: нитритами, нитратами, сульфитами, сульфатами.
4. Получение циклогексаметафосфатов плавлением дигидрофосфата натрия. (Определение состава титрованием $BaCl_2$. Потенциометрическое определение комплексообразования с ионами серебра, меди, никеля, цинка.) [1] т.2, с.577-578.

СУРЬМА, ВИСМУТ

1. Получение трихлорида сурьмы ($SbOCl$, $Sb_4O_5Cl_2$). [1] т.2, с.631, 633.
2. Получение пентахлорида сурьмы ($H_3O[SbCl_6]$, $NO[SbCl_6]$). [1] т.2, с.632, 634.
3. Получение трииодида сурьмы. [3] с.145.
4. Получение висмутата калия $KBiO_3$. [1] т.2, с.650.

УГЛЕРОД, КРЕМНИЙ, ОЛОВО, СВИНЕЦ

1. Получение цианата калия $KCNO$. "Inorg.synth." v.1.
2. Получение циануровой кислоты. [1] т.3, с.694.
3. Получение кристаллического кремния. [1] т.2, с.714.
4. Получение тетрахлорида олова ($(NH_4)_2SnCl_6$, K_2SnCl_6 , $(NO)_2SnCl_6$). [1] т.3, с.820-822.
5. Получение гесакхлорлুমбата аммония (калия). [3] с.159.
6. Получение кристаллического свинцового сурика (Pb_3O_4). [1] т.3, с. 841.
7. Получение кристаллического сульфида свинца. [1] т.3, стр.845.

БОР

1. Получение нитрида бора ($H_3BO_3 + (NH_2)_2CO$). [4], с. 609.
2. Получение фосфата бора. [1] т.3, с.879.

ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ (ВТОРОЙ СЕМЕСТР)

1. Получение гидрокарбоната натрия, карбоната натрия, гидролиз, определение чистоты. [3] с.167.
2. Получение гидроксида натрия обменной реакцией карбоната натрия и гидроксида кальция (кинетика превращения). [3] с. 166.
3. Малорастворимые соли щелочных металлов. [3] с. 168.

МАГНИЙ, ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ

1. Основной карбонат магния, карбонат магния (зависимость состава от условий получения). [3] с.182, [2] с. 220.
2. Перевод сульфата бария в растворимые соединения (обменная реакция с карбонатом натрия).
3. Сульфаты щелочноземельных металлов: взаимодействие с концентрированными растворами тиосульфата натрия, сульфата аммония.
4. Получение кристаллических модификаций карбоната кальция: кальцит и арагонит.

АЛЮМИНИЙ

- Основной сульфат алюминия (со структурой Кеггина) $Na[Al_{13}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}](SO_4)_4$. (Acta Chim.Scand., 1960, v.19, p.769-771).
- Безводный хлорид алюминия $AlCl_3$ ($NaAlCl_4$). [1] т.3, с.893-894, 896-897.
- $K_3[Al(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$.
- $Al(acac)_3$. [1] т.3, с.912.

ТИТАН

1. Тетрахлорид титана ($TiCl_4 \rightarrow H_2TiCl_6 \rightarrow (NH_4)_2TiCl_6$). [3] с.191-192.
2. $[TiCl_2(H_2O)_4]Cl \cdot 2H_2O$ ($Ti + HCl$).
3. $K_3[Ti(C_2O_4)_3(H_2O)] \cdot nH_2O$.

ВАНАДИЙ

1. $V_2O_5 \rightarrow V \rightarrow VCl_4 \rightarrow VCl_3 \cdot L$. [3] с.195, 197.
2. $VOCl_3$ (гидролиз, pH титр. NaOH). [3] с.196.
3. $[VCl_2(H_2O)_4]Cl \cdot 2H_2O$ (из окисленного металлического ванадия).
4. $K_3[V(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$.
5. KV_3O_8 . [1] т.5, с.1892.

ХРОМ, МОЛИБДЕН, ВОЛЬФРАМ

1. $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (рН титр. NaOH). [3] с. 202.
2. $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (спектр) [3] с. 208.
3. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ (спектр) [1] т. 5, с. 1587.
4. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (спектр) [1] т. 5, с. 1588.
5. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (спектр) [1] т. 5, с.
6. $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (спектр) [1] т. 5, с. 1588.
7. $(\text{NH}_4)_2[\text{Cr}(\text{NCS})_4(\text{NH}_3)_2]$ (соль Рейнеке);
 $[(\text{NH}_2)_3\text{C}][\text{Cr}(\text{NCS})_4(\text{NH}_3)_2]$ (соль Морланда) [1] т. 5, с. 1619.
8. $(\text{NH}_4)_4\text{Mo}_8\text{O}_{26} \cdot n\text{H}_2\text{O}$. [1] т. 6, с. 1894.
9. $\text{Na}_6(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}) \cdot 21\text{H}_2\text{O}$. [1] т. 6, с. 1895.
10. $\text{Na}_{10}(\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42}) \cdot 27\text{H}_2\text{O}$. [1] т. 6, с. 1895.
11. $(\text{NH}_4)_2[\text{MoOCl}_5]$ (спектр). [1] т. 5, с. 1649.
12. $(\text{NH}_4)_2[\text{MoCl}_6]$
13. $(\text{NH}_4)_2[\text{MoCl}_5(\text{H}_2\text{O})]$ [1] т. 5, с. 1643.
14. $(\text{NH}_4)_3[\text{MoCl}_6]$ [3] с. 216-217.
15. $(\text{NH}_4)_3[\text{Mo}_2\text{Cl}_9] \rightarrow [\text{Mo}_2\text{Cl}_8]^{4-} \rightarrow \text{Mo}_2(\text{Ac})_4 \rightarrow \text{K}_4[\text{Mo}_2\text{Cl}_8]$ [1] т. 56, с. 1656.
16. MoO_2Cl_2 ($\text{MoO}_3 + \text{NaCl}$ возгонка).
17. $(\text{NH}_4)_3(\text{CrMo}_6\text{O}_{24}\text{H}_6) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (спектр). [1] т. 6, с. 1901.

МАРГАНЕЦ

- K_2MnO_4 . [1] т. 5, с. 1687.
- K_2MnCl_6 , $\text{K}_2\text{MnCl}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$. [1] т. 5, с. 1689.
- $(\text{NH}_4)_4(\text{Mn}^{\text{IV}}\text{Mo}_9\text{O}_{32}) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [1] т. 6, с. 1905.
- $\text{K}_7(\text{Mn}^{\text{IV}}\text{V}_{13}\text{O}_{38}) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ [1] т. 6, с. 1908.
- $\text{K}_3[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ [3] с. 224-225.

ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ

1. FeCl_3 . [3] с. 187.
2. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. [3] с. 228.
3. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ [3] с. 234-235.
4. $(\text{NH}_4)_3[\text{FeMo}_6\text{O}_{24}\text{H}_6] \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (спектр) [1] т. 6, с. 1903.
5. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ [1] т. 5, с. 1778.
6. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ [1] т. 5, с. 1780, 1782.
7. $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ [1] т. 5, с. 1786.
8. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{I}_2$ [1] т. 5, с. 1779.
9. $\text{Na}_3[\text{CoMo}_6\text{O}_{24}\text{H}_6] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ [1] т. 6, 1904.
10. $(\text{NH}_4)_6(\text{Co}_2\text{Mo}_{10}\text{O}_{30}) \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ [1] т. 6, 1906.
11. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{X}_2$ ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) [3] с. 234.
12. $\text{NaNi}^{\text{IV}}\text{IO}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ [1] т. 5, с. 1791.
13. $(\text{NH}_4)_6[\text{Ni}^{\text{IV}}\text{Mo}_9\text{O}_{32}] \cdot 6,5\text{H}_2\text{O}$ [1] т. 6, с. 1906.

МЕДЬ, ЦИНК, КАДМИЙ

- CuX ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) [3] с. 239.
- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ [3] с. 240.
- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
- ZnCO_3 [1] т. 4, с. 1127.
- $\text{Zn}_4\text{O}(\text{Ac})_6$ [1] т. 4, с. 1128.
- $\text{K}_2\text{Zn}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (переработка отходов аппарата Киппа).
- $\text{Cd}(\text{OH})_2$ [1] т. 4, с. 1135.
- $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_6]\text{X}_2$ ($\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$)
- CdCO_3 [1] т. 4, с. 1141.

ОСНОВЫ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Тема 1. Качественный анализ анионов.

Тема 2. Качественный анализ катионов I-II аналитических групп.

Тема 3. Качественный анализ катионов III-V аналитических групп.

Тема 4. Хроматографические методы качественного анализа.

Тема 5. Качественный химический анализ неизвестного вещества (сплавы, шлаки, шламы, минералы и руды).

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Обсуждение условий проведения реакций, используемых приборов, полученных результатов, сдача оформленных в тетради (лабораторном журнале) задач практикума

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Обсуждение условий проведения реакций, используемых приборов, полученных результатов, сдача оформленных в тетради (лабораторном журнале) задач практикума

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Руководство по неорганическому синтезу (под ред. Г.Брауэра), "Мир", Москва, 1985.
2. Д.О.Чаркин, А.И.Баранов, П.С.Бердонос. Методическая разработка к практикуму "НАЧАЛА ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА". М., МГУ, 2007
3. под. ред. Ю.Д. Третьякова. Практикум по неорганической химии. М., Академия, 2004
4. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2001

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

7.3. Описание материально-технического обеспечения.

Лабораторные помещения, оборудованные необходимыми приборами (включая систему вытяжки и вентиляции), посудой и химическими реактивами для проведения экспериментов по указанным в п. 5.2 темам

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчик (разработчики) программы.

акад. Ю.Д. Третьяков, к.х.н. А.И. Жиров, к.х.н. Д.О. Чаркин, к.х.н. В.И. Путляев, д.х.н., проф. Е.И. Моросанова