

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АПАТИТСКИЙ ФИЛИАЛ

**Методические указания к выполнению курсовой работы**

По дисциплине Б1.О.03.01.04 Физическая химия  
указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины

для направления подготовки (специальности) 04.03.01 Химия  
код и наименование направления подготовки (специальности)

направленность программы (профиль)  
Неорганическая химия и химия координационных соединений  
наименование профиля /специализаций/образовательной программы

Квалификация выпускника, уровень подготовки  
бакалавр  
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра - разработчик: химии и строительного материаловедения  
название кафедры - разработчика рабочей программы

Разработчик(и) Г.С.Скиба, доцент, к.т.н.,  
ФИО, должность, ученая степень, (звание)

Апатиты  
2019

1. **Методические указания** составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 17 июля 2017 года, № 671, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки 04.03.01 Химия, профилю «Неорганическая химия и химия координационных соединений».

## 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля).

Целью дисциплины «Физическая химия» является формирование понимания студентами сущности химических и физических процессов на основе изучения основных естественнонаучных законов и практическое использование полученных знаний для решения конкретных научных и технических задач. Цель определяется федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата).

Задачи дисциплины (модуля):

- ознакомить обучающихся с представлениями о связи между химическими и физическими явлениями, основными законами, управляющими химическими процессами, и зависящими от условий их протекания и свойств участвующих веществ; проблемами, которыми занимается физическая химия;
- сформировать навыки в практическом использовании законов и решении задач;
- сформировать навыки проведения лабораторных исследований физико-химических процессов.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине «Физическая химия»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия профиль «Неорганическая химия и химия комплексных соединений»:

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

Результаты формирования компетенций и планируемые результаты обучения представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Планируемые результаты обучения**

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1.	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> - начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; -методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; -термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;

			<p>- уравнения формальной кинетики;  - уравнения кинетики элементарных, сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций;  -основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа  -способы управления скоростями и направлениями химических процессов.</p> <p><b>Уметь:</b>  - прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;  -определять направленность процесса в заданных начальных условиях;  - устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и двойных системах;  -определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;  -составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для простых реакций;  - прогнозировать влияние температуры на скорость процесса;  -применять современное оборудование и приборы при решении практических задач.</p> <p><b>Владеть:</b>  -навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций в условиях постоянства давления или объема;  - навыками вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре:  -навыками вычисления парциальных давлений и составов равновесных фаз в двухкомпонентных системах;</p> <p><b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b>  <b>ОПК-1.1.</b> Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов в части, связанной с экспериментальными физико-химическими исследованиями.  <b>ОПК-1.2.</b> Предлагает</p>
--	--	--	--

			<p>интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии в части физико-химических исследований.</p> <p><b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических физико-химических работ химической направленности <i>в части..</i></p>
2.	<p><b>ОПК-2.</b> Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы физико-химических исследований</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить выбор оптимального метода исследований</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведением методики эксперимента с соблюдением техники безопасности;</li> <li>- изучением фазовых диаграмм с применением термических методов;</li> <li>- способами изучения скоростей реакций в различных условиях.</li> </ul> <p><b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b></p> <p><b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности при проведении экспериментов</p> <p><b>ОПК-2.2.</b> Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик физико-химического анализа.</p> <p><b>ОПК-2.3.</b> Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на основе существующих методов физ.химии.</p> <p><b>ОПК-2.4.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов (термических свойств, определение удельной поверхности и пористости, размеров частиц и т.д.) с</p>

			использованием серийного научного оборудования.
3.	<p><b>ОПК-6.</b> Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины и компетенция реализуется полностью</p>	<p><b>Знать:</b> - экспериментальные методы, используемые для решения задач физической химии</p> <p><b>Уметь:</b> - обрабатывать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.</p> <p><b>Владеть:</b> - методами представления полученных результатов.</p> <p><b>Индикаторы сформированности компетенций в реализуемой части:</b></p> <p><b>ОПК-6.1.</b> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.</p> <p><b>ОПК-6.2.</b> Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры с приложением к отчету.</p> <p><b>ОПК-6.3.</b> Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе, и требованиями оргкомитета соответствующей конференции, съезда и т.д. .</p> <p><b>ОПК-6.4.</b> Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языке.</p>

## ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Основная цель:** изучение, понимание диаграмм состояния, практическое использование данных по растворимости в водно-солевых системах различной размерности, освоение способа расчета процесса кристаллизационного разделения солей в двух- и трехкомпонентных системах, разработка рекомендаций для реализации кристаллизационного процесса в технологии.

### Задачи курса:

#### Должен знать:

- теоретические основы фазовых равновесий, диаграммы состав-свойство.
- **Должен владеть:**
- составлением литературного обзора по возможным сырьевым источникам, способам переработки его и применению целевых продуктов;
- процессом разделения солей с использованием уравнений материального баланса, правила соединительной прямой и правила «рычага» для расчета масс равновесных фаз;
- использованием теоретических и практических знаний по физической химии для решения вопросов, связанных с практической деятельностью в области технологий

### 1. Структура курсовой работы.

Курсовая работа должна иметь титульный лист установленного учебным заведением образца, на котором должны быть указаны: полное название учебного заведения, специальность, по которой обучается студент (кафедра), тема работы, номер курса, номер группы, фамилия, имя и отчество студента-исполнителя работы, фамилия, инициалы и звание преподавателя-руководителя работы, год и место выполнения работы.

Далее, работа должна содержать введение, в котором должно быть дословно приведено задание на курсовую работу, после чего следует определить взаимосвязь темы работы с курсом физической химии, т.е. определить ее принадлежность к тому или иному разделу курса, а также связать тему работы с прикладными проблемами, технологическими, экологическими или бытовыми.

Основную часть работы всегда можно и нужно разделить на несколько относительно самостоятельных частей (см. план курсовой работы). Характер и причины разделения основной части на разделы также следует изложить и объяснить во введении. Разделов не должно быть слишком много. Если работа содержит собственные экспериментальные данные студента, они должны составлять отдельный раздел.

После основной части должно следовать заключение, которое должно содержать обобщения и выводы. Работа завершается списком использованной литературы и оглавлением. Для работы, выполненной на компьютере, объем должен составлять в целом 20-30 страниц.

### 2. Сбор, изложение и анализ литературных данных

Определив, к какому разделу курса относится тема работы, следует взять за исходную точку рассмотрения материала доступный учебник и главные литературные ссылки, приведенные в нем. Далее следует обратиться к библиотечному предметному каталогу, в котором могут быть найдены монографии и сборники статей, содержащие нужную информацию. Эту информацию будем считать базовой.

Пользуясь вышеуказанной базовой информацией и формулировкой темы работы, следует выделить некоторое количество так называемых **ключевых слов**, которые наиболее точно выражают предмет обсуждения.

При необходимости базовую информацию следует дополнить данными свежих экспериментальных работ за последние 5 лет, то есть отразить современное состояние вопроса. Для этого следует обратиться к Реферативному Журналу «Химия». В предметном указателе РЖ нужно найти ключевое слово и выписать указанные для него номера рефератов, после чего найти в соответствующих томах РЖ сами рефераты и ознакомиться с их содержанием. Затем берут и читают оригинальную работу. Иногда бывает достаточно только рефератов, когда это рефераты патентов или статей, написанных на трудно понимаемых языках (японском, китайском, корейском, венгерском и т.п.).

Для правильного изложения найденной информации статью или книгу следует сначала просмотреть, чтобы убедиться, соответствует ли она тематике, затем прочесть и выявить главные моменты (тематику, особенности эксперимента, результаты, выводы), а затем коротко изложить эти моменты своими словами. При изложении следует располагать информацию в порядке уменьшения ее значимости.

Структура раздела, содержащего собственные экспериментальные данные, должна быть следующей: описание методики эксперимента, полученные результаты в виде таблиц или графиков, словесное изложение результатов, выводы и взаимосвязь полученных результатов с заданной темой работы

Основной раздел следует заключить выводом, из которого должно быть ясно, что в целом вытекает из рассмотренного материала.

### **3. Оформление работы.**

**Текст должен быть разбит на абзацы, каждый из которых содержит законченную мысль. При изложении литературных данных в тексте следует приводить номера ссылок (цифры, заключенные в косые или квадратные скобки). В списке использованной литературы источники следует приводить под соответствующими номерами в порядке упоминания в тексте. Для лучшего изложения и понимания текст можно иллюстрировать рисунками или графиками, взятыми из цитируемой литературы, с соответствующими подписями и тоже со ссылками на источники, включенные общий список. При повторном обращении к источнику в тексте следует указывать номер ссылки, присвоенный при первом упоминании источника.**

Библиографическое описание источника должно включать:

для статей – фамилии и инициалы авторов, полное название статьи, название

журнала или сборника, год издания, номер тома, номер выпуска, номера страниц.  
Например:

1) Скиба Г.С., Носова Л.А., Воскобойников Н.Б., Тимофеев Г.С. /Растворимость в системах  $\text{KHCO}_3\text{-RbHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$  и  $\text{CsHCO}_3\text{-RbHCO}_3\text{-H}_2\text{O}$ // В сб.тр.Физико-химические исследования соединений и сплавов редких элементов. Апатиты: КФ АН СССР, 1978. с.56-61.

Для книг – фамилии и инициалы авторов, название книги, место издания, название издательства, год издания, общее количество страниц.

Например:

Н.Б.Воскобойников, Г.С.Скиба, А.М.Калинкин. /Новые методы изучения растворимости в водно-солевых системах// Л., Л.О.Химия, 1986, 146 с.

Библиографическое описание должно быть целиком на языке оригинала.

Библиографическое описание приведенного вида является наиболее исчерпывающим и употребляется обычно в диссертациях и отчетах. Существуют и другие разновидности. Например, в ряде журналов опускают название статьи (но не книги), опускают номер выпуска и номер последней страницы. Инициалы авторов могут стоять как перед, так и после фамилий авторов, но указываются в обязательном порядке.

---

Хорошо составленная курсовая работа может и должна послужить хорошей основой для дипломной работы.

План курсовой работы по физической химии (раздел «Фазовые равновесия»).

1. Сырьевые источники получаемых солей.
2. Способы переработки.
3. Применение получаемых солей.
4. Имеющиеся данные по растворимости в соответствующих системах.
5. Описание способа расчета кристаллизационного разделения и сам расчет.
6. Выводы.

***Ниже приводится пример расчета кристаллизационного разделения нитратов натрия и аммония в системе  $\text{NaNO}_3\text{-NH}_4\text{NO}_3\text{-H}_2\text{O}$  при 20 и 80°С***

Исходный состав наносится на диаграмму растворимости системы (фигуративная точка Р на рис.). При испарении воды из данной системы соотношение концентраций  $\text{NaNO}_3$  и  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  будет сохраняться постоянным, поэтому за изменением фазового состояния системы удобно наблюдать, пользуясь лучом испарения (СN и СМ) - линией постоянного соотношения концентраций двух компонентов (солей А и В).



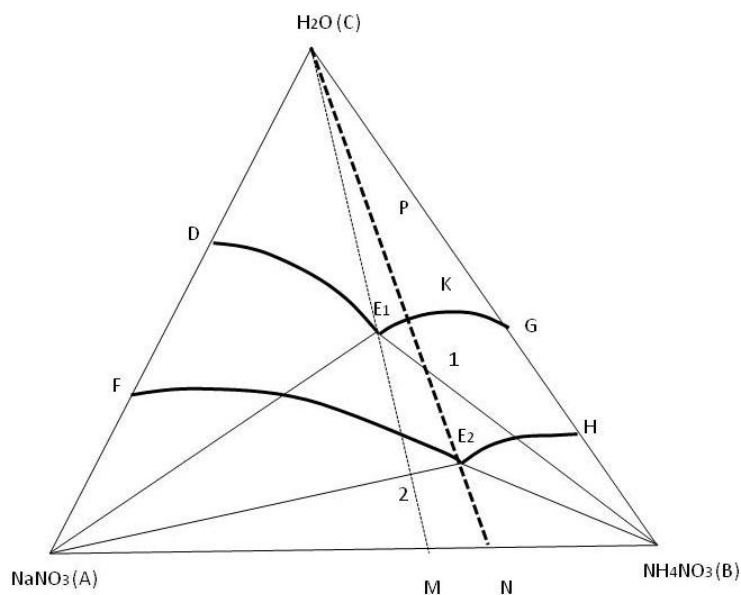


Рис. Диаграмма растворимости системы  $\text{NaNO}_3 - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  при 20 (линия  $\text{DE}_1\text{G}$ ) и 80 °C (линия  $\text{FE}_2\text{H}$ ).

При испарении воды (20°C) раствор останется ненасыщенным до состава, изображенного на диаграмме фигуративной точкой К. Из раствора данного состава при дальнейшем упаривании начинается кристаллизация  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Точка 1 отвечает максимальному выделению нитрата аммония в твердую фазу. Из раствора, состав которого изображен фигуративной точкой  $\text{E}_1$  (эвтонический раствор), кристаллизуются обе соли, так как этот раствор насыщен по отношению к обеим солям. Для того, чтобы провести разделение солей из этого раствора, необходимо перейти к другой изотерме растворимости системы при 80°C.

Для расчета извлечения вес исходного раствора на каждой ступени принимается, равным 100г. Количественные соотношения равновесных фаз определяются по правилу рычага.

На вторую ступень разделения поступает раствор состава  $\text{E}_1$ , при упаривании которого до точки 2 при разделении равновесных фаз при 80°C в твердую фазу извлекается  $\text{NaNO}_3$ .

Таблица

Расчет кристаллизационного разделения солей в системе  $\text{NaNO}_3 - \text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  при 20°C

Стадия, (°) состава	Масс а, г	Концентрация, % масс. / масса, г			Извлече ние, % мас.
		Na $\text{NO}_3$	NH $_4\text{NO}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	
I цикл					
I стадия (1)	100	0	63,00	21,00	

		0	16,0	63,00	0	21,0	
Жидкая фаза (E <sub>1</sub> )	71,9	0	22,4	49,60	0	28,0	
		0	16,0	35,66	3	20,1	
Твердая фаза (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	28,1	0	0	100	0	0	44,59
		0	28,6	63,		8,00	
II стадия (2)	100	0	28,6	40		8,00	
		0	28,6	63,		8,00	
		0	40				
Жидкая фаза (E <sub>2</sub> )	87,32	9	18,4	72,		8,69	
		5	16,1	82		7,59	
		5		63,			
		8		58			
Твердая фаза (NaNO <sub>3</sub> )	12,68	100	12,6	0	0	0	44,33
		8		0	0	0	

расчет количества необходимых циклов для полного выделения NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>

	Извлечение в твердую фазу, % мас.	Извлечение в жидкую фазу, % мас.
I	44.59	55.41
II	24,66	30.7
III	13.69	17.01
IV	7.58	9.43
V	4.2	5.23
VI	2.33	2.90
VII	1.29	1.61
VIII	0.72	0.89
IX	0,40	0.49
X	0,22	0,26

расчет количества необходимых циклов для полного выделения NaNO<sub>3</sub>

I	44,33	55,67
II	24,68	30,99
III	13,74	17,25
IV	7,65	9,60
V	4,26	5,34
VI	2,37	2,97
VII	1,32	1,65
VIII	0,73	0,92
IX	0,41	0,51

X	0,23	0,28
---	------	------

Вывод.....

Образец оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Апатитский филиал

Кафедра химии и строительного  
материаловедения

**КУРСОВАЯ РАБОТА**  
по дисциплине «**Физическая химия**»  
на тему:

Выполнил: Ф. И. О. студента  
группа  
Проверил:

Апатиты  
2019