

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет ИТМО»  
(Университет ИТМО)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
\_\_\_\_\_ В.О. Никифоров  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Избранные главы физической химии**

**Группа научной специальности:** 1.4. Химические науки

**Научная специальность:** Все специальности

**Форма обучения:** Очная

Санкт-Петербург  
2022 г.

Рабочая программа составлена на основании Требований к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемых федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»:

<b>Код и наименование группы научной специальности</b>	<b>Реквизиты приказа об утверждении Требований Университета ИТМО</b>
1.4. Химические науки	Приказ ректора №325-од от 31.03.2022 Решение Научно-Технического совета №12 от 28.03.2022

Программу разработал: Успенская М.В., д.т.н., Скорб Е.В., к.х.н.

Программа одобрена на заседании НТС Университета ИТМО протокол №12 от 28.03.2022 года.

**Место дисциплины в структуре учебного плана:**

Блок 2, Образовательный компонент

**Форма обучения:** очная

**Год обучения:** 2

**Семестр:** 3

**Форма аттестации:** экзамен

<b>Вид деятельности</b>	<b>Семестр</b>
	<b>3</b>
Занятий в контактной форме, час.	20
из них лекции, час.	8
из них научно-практических занятий, час.	8
из них промежуточной аттестации (включая консультации), час.	4
Самостоятельная работа, час.	124
Всего часов	144
Всего зачетных единиц	4

## Аннотация к рабочей программе дисциплины «Избранные главы физической химии»

Дисциплина «Избранные главы физической химии» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по группе научной специальности «Химические науки» по очной форме обучения на русском языке.

### Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.
7. Фонды оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации.

#### 1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Избранные главы физической химии» реализуется в третьем семестре в рамках Образовательного компонента Блока 2. Данная дисциплина создает системное научное знание в профессиональной области обучающегося, формирует представления о строении вещества, квантовой химии, фазовых переходах и общих закономерностях химических процессов и способствует развитию навыков проведения химических и физико-химических экспериментов, необходимых для профессиональной деятельности.

#### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Избранные главы физической химии» направлена на формирование **компетенции УК-1:** способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, **компетенции УК-3:** готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач, **компетенции УК-5:** способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, **компетенции ОПК-1:** Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, **компетенции ОПК-2:** готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования *в части следующих результатов обучения:*

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1	Уметь: У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной Владеть:

	В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;
УК-3	Владеть: В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
УК-5	Уметь: У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности Владеть: В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
ОПК-1	Уметь: У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований
ОПК-2	Знать: З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности

#### Способы формирования планируемых результатов обучения

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Научно-практические занятия	Самостоятельная работа
<b>УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</b>			
У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	+	+	+
В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования		+	+
<b>УК-3: готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</b>			
В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке		+	+
<b>УК-5: способность планировать и решать задачи собственного профессионального</b>			

<b>и личностного развития</b>			
У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	+	+	+
В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач		+	+
<b>ОПК-1: Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>			
У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	+	+	+
<b>ОПК-2: готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования</b>			
З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	+		+

### 3. Структура и содержание дисциплины

Изучение курса «Избранные главы физической химии» включает в себя лекции, на которых рассматривается теоретическое содержание курса; научно-практические занятия, предусматривающие углубленное изучение и обсуждение вопросов, обозначенных в темах дисциплины; самостоятельную работу, заключающуюся в подготовке к лекционным и научно-практическим занятиям. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на научно-практических занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

**Структура дисциплины:**

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Всего часов	Лекции	Научно-практические занятия	Семинары	Самостоятельная работа	
1	Строение вещества	32	2	0	-	30	Опрос, собеседование, тестирование
2	Химическая термодинамика	53	3	4	-	46	
3	Кинетика химических реакций	55	3	4	-	48	
4	Промежуточная аттестация	4	-	-	-	-	Экзамен в форме собеседования
<b>ИТОГО:</b>		<b>144</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>124</b>	

**Содержание дисциплины:**

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Ссылки на результаты обучения
1	Строение вещества	1. Основные аспекты учения о строении атома	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)
		2. Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий.	
		3. Закономерности в строении молекул	
		4. Основные виды конденсированных фаз и их строение	
2	Химическая термодинамика	1. Микро- и макросостояния химических систем	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)
		2. Типы растворов и их свойства.	
		3. Описание однокомпонентных и многокомпонентных систем	
3	Кинетика химических реакций	1. Кинетические особенности химических реакций	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)
		2. Макрокинетика	
		3. Кинетика и механизм катализа	

## Виды учебной и самостоятельной работы

Виды учебной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы
На основе изучения литературы по темам лекционных и научно-практических занятий аспирант готовится к ответу на предложенные вопросы, к участию в дискуссиях, к тестированию по изученному материалу	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) З3 (ОПК-2)	20
Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение
Самостоятельная подготовка к лекционным и научно-практическим занятиям	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) З3 (ОПК-2)	124
Успешное освоение материала, изучаемого в ходе лекционных и научно-практических занятия, требует дополнительного самостоятельного изучения. По каждому разделу учебной дисциплины предусмотрено изучение теоретического материала с использованием компьютерных технологий; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.		

### 4. Текущий контроль и промежуточная аттестация.

Текущий контроль по дисциплине «Избранные главы физической химии» осуществляется на лекциях и научно-практических занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и беседах по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; в форме тестирования оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Избранные главы физической химии» проводится в третьем семестре в форме экзамена. Экзамен – в форме собеседования с преподавателем с предварительной устной подготовкой к вопросам билета.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

### 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины размещено на образовательном портале Университета ИТМО.

**Профессиональные базы данных, интернет-ресурсы, электронные библиотеки и информационные справочные системы:**

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	ЭБС на платформе «Лань». Учебники и учебные пособия для университетов издательства «Лань»	Индивидуальный неограниченный доступ
2.	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>	Научная электронная библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
3.	<a href="http://www.public.ru/">http://www.public.ru/</a>	Публичная Интернет-библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
4.	<a href="http://www.elbib.ru/">http://www.elbib.ru/</a>	Российская электронная библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
5.	<a href="http://lib.ifmo.ru/stat/36/ebs_ifmo.htm">http://lib.ifmo.ru/stat/36/ebs_ifmo.htm</a>	Электронная библиотека НИУ ИТМО	Индивидуальный неограниченный доступ
6.	<a href="http://www.sci-lib.com/">http://www.sci-lib.com/</a>	Наука, новости науки и техники	Индивидуальный неограниченный доступ

Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы («Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН» «Юрайт»).

**Основная литература:**

1. Дерябин, В. А. Физическая химия дисперсных систем : учебное пособие для вузов / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафопова ; под научной редакцией Е. А. Кулешова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 86 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05375-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493408> (дата обращения: 19.08.2022).
2. Доломатов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов / М. Ю. Доломатов, Р. З. Бахтизин, М. М. Доломатова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13077-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496174> (дата обращения: 19.08.2022).
3. Морачевский, А. Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций : учебное пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-1858-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212027> (дата обращения: 19.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.



4. Морачевский, А. Г. Физическая химия. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебное пособие / А. Г. Морачевский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-1857-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212024> (дата обращения: 19.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Свиридов, В. В. Физическая химия : учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-9174-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187778> (дата обращения: 19.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Сычев, С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем : учебное пособие / С. Н. Сычев, В. А. Гаврилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1377-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211127> (дата обращения: 19.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие для вузов / Ю. П. Акулова, С. Г. Изотова, О. В. Проскура, И. А. Черепкова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8947-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185893> (дата обращения: 19.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная литература:**

1. Афанасьев Б.Н. Акулова Ю.П. Физическая химия / СПб.: Лань, 2012.- 463 с. 6 экз.
2. Базаров И.П. Термодинамика. Термодинамика / И. П. Базаров .— Изд 5-е, стер .— СПб. [и др.] : Издательство "Лань", 2010 .— 375, [2] с. : ил .— (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Стромберг А.Г. Физическая химия. Рек. Министерством образования РФ в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по хим. спец-стям / А.Г.Стромберг, Д. П.Семченко; под ред. А.Г. Стромберга. - М.: Высшая школа, 2003.- 527 с.
4. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии : учебник : доп. М-вом образования и науки РФ в качестве учебника / 4-е изд. — М. : Бином. Лаборатория знаний, [2014] .— 407 с.
5. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. Основы физической химии. Теория и задачи : рек. УМО по классич. унив. образованию в качестве учебного пособия / МГУ им. М. В. Ломоносова .— М. : Экзамен, 2005 .— 479 с.
6. Практические работы по физической химии : учебное пособие/ [Ю.П. Акулова [и др.]], под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. — Изд. 5-е, перераб. — СПб. : Профессия, 2002 .— 384 с.

#### **Средства, обеспечивающие адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья:**

- 1) Доступ к изданиям электронно-библиотечной системы «Издательство «Лань» (<https://e.lanbook.com>), в адаптированных форматах для лиц с инвалидностью и ОВЗ.
- 2) Специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования для лиц с инвалидностью и ОВЗ:

а) В библиотеке по адресам Кронверкский пр., д.49 и ул. Ломоносова, д.9 обучающимся, имеющим нарушения зрения, предоставляется компьютерное место с клавиатурой, маркированной шрифтом Брайля, и увеличительные лупы нового поколения с подсветкой и семикратным увеличением (лупы настольные с подсветкой PowerLux).

3) Услуги по адаптации учебно-методического материала для лиц с инвалидностью и ОВЗ:

а) обучающиеся с нарушениями зрения по запросу могут получить специальную учебную, научную литературу и периодические издания на основании действующего договора о сотрудничестве между Университетом ИТМО и Государственной библиотекой для слепых и слабовидящих; для обучающихся с нарушениями зрения учебные материалы могут быть предложены на шрифте Брайля.

б) обучающимся с нарушениями слуха по запросу предоставляются услуги сурдопереводчика на основании договора между Университетом ИТМО и «Всероссийским обществом глухих» (СПб РО ОООИ ВОГ).

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Программное обеспечение:

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
<b>Занятия лекционного типа:</b>		
мультимедийный класс	аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)	Операционная система Windows Professional 8 Russian Upgrade OLP Academic Edition
<b>Занятия практического типа:</b>		
мультимедийный класс, компьютерный класс	аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)	Операционная система Windows Professional 8 Russian Upgrade OLP Academic Edition
<b>Самостоятельная работа:</b>		
компьютерный класс	15 персональных компьютеров в составе локальной вычислительной сети, подключенной к Internet (30 Мбит/с).	Операционная система Windows Professional 8 Russian Upgrade OLP Academic Edition

## 7. Фонды оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>Оценочные средства текущего контроля</b>		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний аспиранта по изученной теме.	Образцы тестов
<b>Оценочные средства промежуточной аттестации</b>		
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности в области физической химии и получить экспертную оценку знаний, умений и навыков в сфере физической химии для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области	Перечень вопросов к экзамену, требования к порядку проведения собеседования

## Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по модулю

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Не сформировано	Сформировано
УК-1	У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	Отсутствие умения проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	Сформированные умения проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной
	В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Отсутствие навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Сформированные навыки сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования
УК-3	В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке	Отсутствие владения технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке	Сформированные владения технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
УК-5	У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	Отсутствие умения планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	Сформированные умения планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности
	В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Отсутствие владений приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Сформированные владения приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
ОПК-1	У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	Отсутствие умений планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	Сформированные умения планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований
ОПК-2	З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Отсутствие знаний о тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Сформированные знания о тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности

## **Требования к структуре и содержанию оценочных средств.**

### Требования к структуре и содержанию тестов

Тестирование проводится с применением тестов открытого и закрытого типа. Тест выполняется письменно. Время выполнения теста 8-15 минут.

### Требования к порядку проведения экзамена в виде письменной работы

Экзамен проводится в форме собеседования (дискуссии) по темам экзаменационного билета с предварительной устной подготовкой ответов на вопросы. В билете 2 вопроса. Время на подготовку - 30 минут. Собеседование проводится преподавателем дисциплины по темам билета. Аспиранту могут быть заданы дополнительные вопросы в рамках изученного курса.

## **Критерии выставления оценки:**

Минимальная положительная оценка «удовлетворительно» ставится аспиранту, выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем по вопросам экзаменационного билета, однако продемонстрировавшему наличие неполных представлений в области физической химии; в целом успешное, но не систематическое использование положений и категорий физической химии для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной деятельности, в целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа основных проблем физической химии.

Оценка «хорошо» ставится аспиранту, успешно выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует наличие сформированных, но содержащих отдельные пробелы представлений о методах исследований в сфере в физической химии, в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование положений и категорий физической химии для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области, в целом успешное, но содержащее отдельные недоработки в применении навыков анализа основных методологических проблем своей профессиональной области.

Оценка «отлично» ставится аспиранту, успешно выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует наличие сформированных систематических представлений о физической химии, сформированное умение использовать положения и категории физической химии для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области, успешное и систематическое применение навыков анализа основных методологических проблем в своей профессиональной области.

## ТЕСТЫ

### ВАРИАНТ 1

1. Ненулевым дипольным моментом характеризуется молекула

а) азота

**б) бромоводорода**

в) углекислого газа

2. Термодинамическая система, способная обмениваться с окружением только энергией называется

а) замкнутой

**б) закрытой**

в) изолированной

3. Рассчитайте стандартную энтальпию реакции и установите, являются ли реакции экзо- или эндотермическими.



$$\Delta H(\text{CaCO}_3) = -1206 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H(\text{CaO}) = -635,5 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ кДж/моль}$$

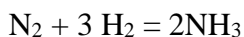
4. Согласно второму закону термодинамики:

а) внутренняя энергия изолированной системы постоянна

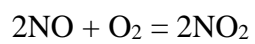
б) энтропия идеальных кристаллов при 0 К равна 0

**в) в самопроизвольных процессах энтропия возрастает**

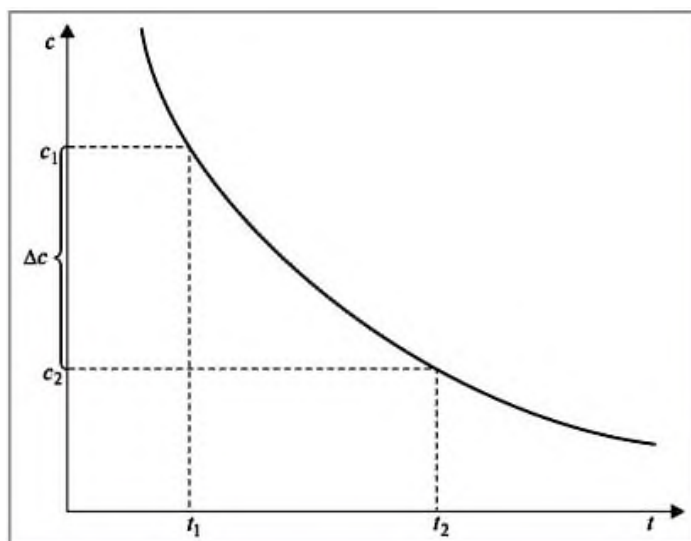
5. Запишите выражение для термодинамической константы равновесия реакции



6. Запишите закон действующих масс для реакции

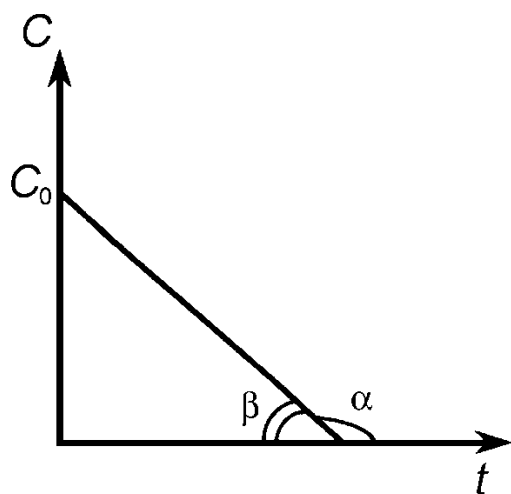


7. Кинетическая кривая для реакции первого порядка приведен на рисунке

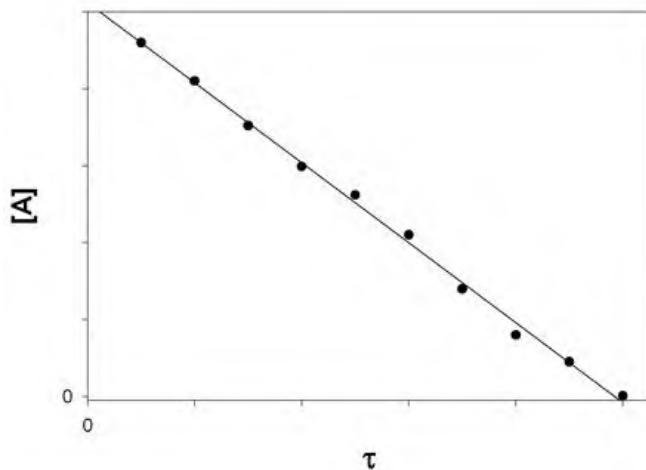


а)

б)



в)



8. Зависимость константы скорости реакции от температуры

а) линейная

**б) экспоненциальная**

в) квадратичная

9. Перечислите основные стадии протекания цепных реакций, проиллюстрируйте их на примере галогенирования алканов

10. Катализатор

а) повышает энергию продуктов

б) понижает энергию реагентов

**в) снижает энергию активации**

г) повышает энергию активации

**д) изменяет механизм реакции**

11. Сколько компонентов присутствует в системе при термическом разложении хлорида аммония

**а) 1**

б) 2

в) 3



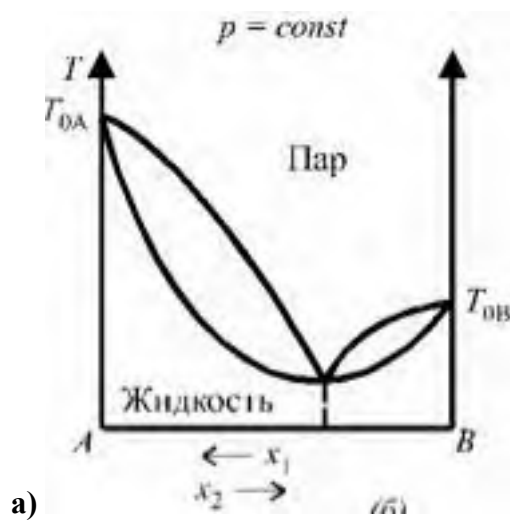
12. Согласно закону Рауля относительное понижение парциального давления пара растворителя над разбавленным бинарным раствором неэлектролита равно

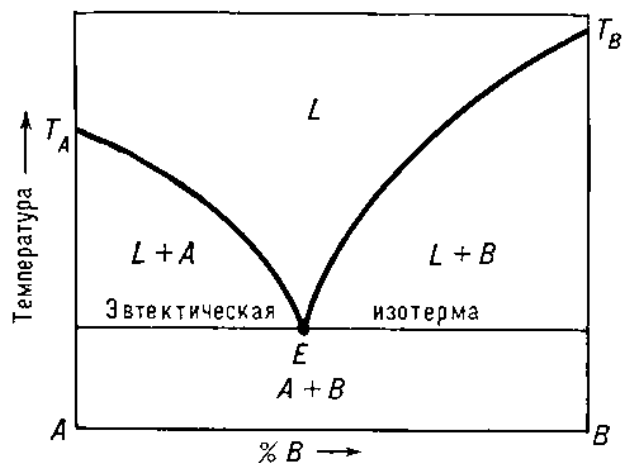
- а) отношению молярных масс растворителя и растворенного вещества
- б) массовой доле растворенного вещества
- в) мольной доле растворенного вещества**

13. Температура кипения раствора относительно чистого растворителя

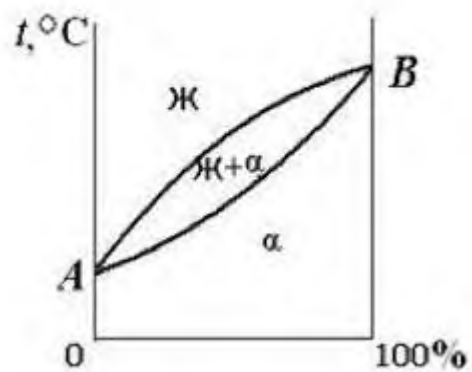
- а) выше**
- б) ниже
- в) может быть выше или ниже в зависимости от природы веществ

14. Система с азеотронным раствором изображена на фазовой диаграмме





б)



в)

15. Остаток исходного раствора после извлечения экстрагированного вещества называют

а) экстракт

б) экстрагент

**в) рафинат**

## ВАРИАНТ 2

1. Максимальным дипольным моментом характеризуется молекула

а)  $\text{CS}_2$

б)  $\text{CCl}_4$

**в)  $\text{H}_2\text{O}$**

2. Реакции горения относятся к

- а) эндотермическим процессам
- б) экзотермическим процессам**
- в) адиабатическим процессам

3. Рассчитайте стандартную энтальпию реакции и установите, являются ли реакции экзо- или эндотермическими.



$$\Delta H(\text{CaCO}_3) = -1206 \text{ кДж/моль}$$

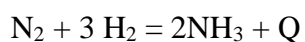
$$\Delta H(\text{CaO}) = -635,5 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ кДж/моль}$$

4. Условие самопроизвольности протекания процесса в термодинамической системе при постоянном давлении и температуре:

- а) уменьшение энергии Гиббса**
- б) выделение теплоты
- в) увеличение объема

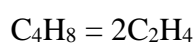
5. Куда сместится равновесие реакции



при повышении температуры

- а) вправо
- б) влево**
- в) не сместится

6. Запишите закон действующих масс для реакции



7. На скорость химической реакции не влияет

а) температура

б) площадь поверхности реагентов

**в) объем в котором протекает реакция**

8. По наклону зависимости константы скорости от обратной температуры в полулогарифмических координатах можно определить

**а) энергию активации**

б) число активированных столкновений

в) порядок реакции

9. Сформулируйте основные законы фотохимических реакций

10. Катализатор

а) повышает энергию продуктов

б) понижает энергию реагентов

**в) снижает энергию активации**

г) повышает энергию активации

**д) изменяет механизм реакции**

11. На фазовой диаграмме однокомпонентной системе условия при которых равновесно сосуществуют 2 фазы обозначаны

**а) линиями**

б) точками на пересечении линий

в) областями, ограниченными линиями

12. Согласно закону Генри парциальное давление растворенного вещества над его разбавленным раствором пропорционально

а) его молярной массе

б) его массовой доле

в) его мольной доле

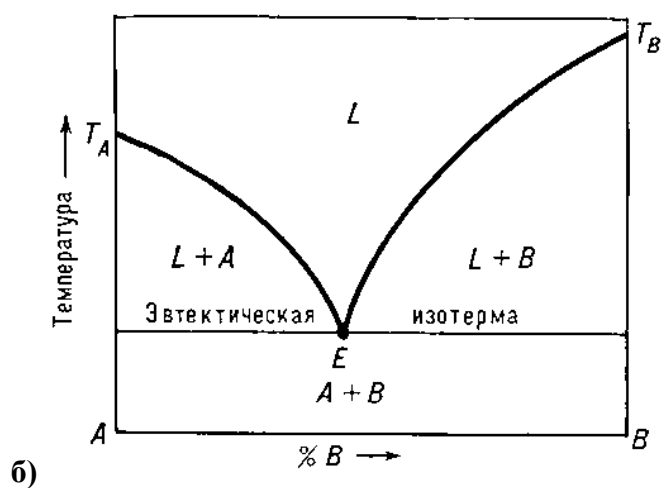
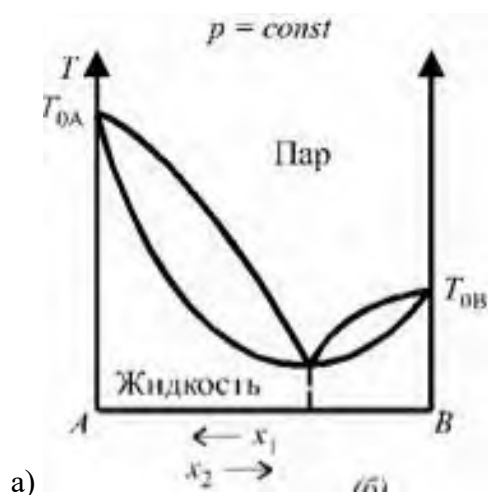
13. Температура замерзания раствора относительно чистого растворителя

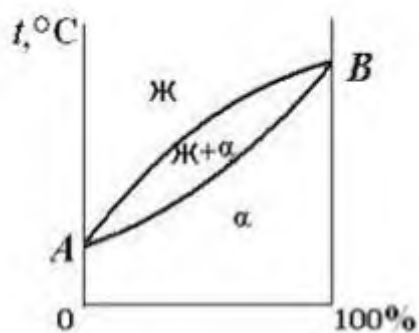
а) выше

б) ниже

в) может быть выше, а может быть ниже

14.2 Система с эвтектикой изображена на фазовой диаграмме





в)

15. Перечислите достоинства и недостатки экстракционного метода разделения

### ВАРИАНТ 3

1. Переходы между колебательными уровнями энергии молекул экспериментально наблюдаются на

а) ИК-спектрах

б) рентгеновских спектрах

в) гамма-спектрах

2. Запишите выражение для расчета работы обратимого изотермического расширения идеального газа

3. Рассчитайте стандартную энтальпию реакции и установите, являются ли реакции экзо- или эндотермическими.



$$\Delta H(\text{CaCO}_3) = -1206 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H(\text{CaO}) = -635,5 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ кДж/моль}$$

4. Химический потенциал определяет

**а) изменение энергии Гиббса при изменении числа частиц в системе**

б) изменение энтропии при изменении числа частиц в системе

в) изменение температуры при изменении числа частиц в системе

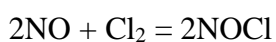
5. Увеличение температуры смещает равновесие в сторону образования продуктов в случае

а) экзотермической реакции

**б) эндотермической реакции**

в) во всех случаях

6. Запишите закон действующих масс для реакции



7. Запишите выражение для периода полупревращения реакции первого порядка

8. Поступательная энергия частиц превышает энергию активации  $E_A$  и частицы правильно ориентированы в пространстве относительно друг друга – условия протекания реакции в

**а) теории активных столкновений**

б) теории активированного комплекса

в) статистическом подходе

9. Квадратичный обрыв цепи происходит

а) при взаимодействии со стенкой сосуда

**б) при взаимодействии двух активных частиц**

в) при взаимодействии с примесным веществом

10. Катализатор

а) повышает энергию продуктов

- б) понижает энергию реагентов
- в) снижает энергию активации**
- г) повышает энергию активации
- д) изменяет механизм реакции

11. На фазовой диаграмме однокомпонентной системы точкам на пересечении линий соответствуют

- а) двухфазные равновесия
- б) трехфазные равновесия**
- в) четырехфазные равновесия

12. В идеальном растворе закон Рауля выполняется

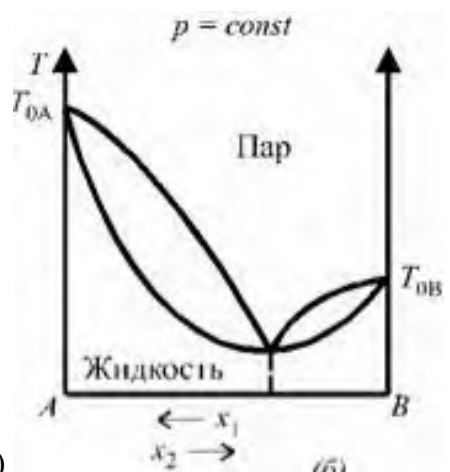
- а) для растворителя
- б) для растворенного вещества
- в) для всех компонентов раствора**

13. Осмос – процесс диффузии через полупроницаемую мембрану

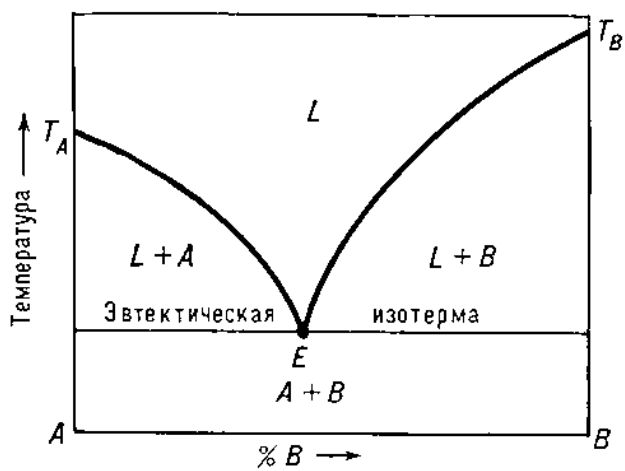
- а) растворенного вещества
- б) молекул растворителя**
- в) двусторонней диффузии растворителя и растворенного вещества

14. Система с неограниченной растворимостью изображена на фазовой диаграмме

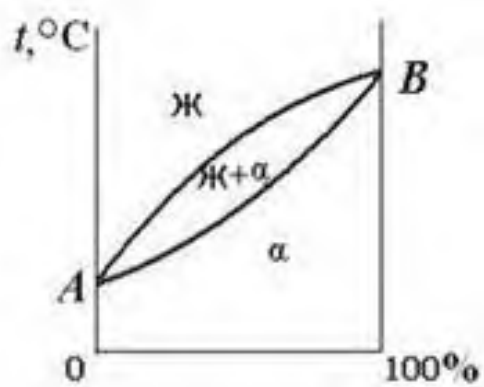




а)



б)



в)

15. Целевое соединение в процессе экстракции находится

а) в верхнем слое

б) в нижнем слое

в) может находиться как в верхнем, так и в нижнем слое

Перечень вопросов к экзамену:

1. Предмет и содержание физической химии. Основные этапы ее развития. Роль физической химии в процессах совершенствования технологии пищевых производств.
2. Полярные и неполярные молекулы. Дипольный момент. Поляризуемость, поляризация.
3. Рефракция. Экспериментальное определение молярной и удельной рефракции.
4. Основы спектроскопии. Электронные и молекулярные спектры. Природа их возникновения.
5. ИК- и УФ- спектроскопия: особенности спектров, использование в аналитической практике.
6. Предмет и содержание термодинамики. Основные понятия и определения: термодинамическая система, процессы (указать виды), термодинамические параметры и функции состояния системы (определение, размерность).
7. Способы передачи энергии: теплота и работа.
8. Первое начало термодинамики для микро- и макропроцессов (математическая запись, варианты формулировок).
9. Термохимия. Тепловые эффекты экзо- и эндотермических процессов. Закон Гесса и его следствия. Стандартные теплоты образования веществ (определение понятия, использование в термодинамических расчетах, для оценки энергетической ценности продуктов питания).
10. Теплоемкость: определение понятия, виды, размерность. Правило Дюлонга-Пти. Зависимость теплоемкости органических и неорганических веществ от температуры.
11. Закон Кирхгоффа (дифференциальная и интегральная формы). Его использование для термохимических расчетов.
12. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы (определение, примеры). Второй закон термодинамики (варианты формулировок).
13. Следствия второго закона термодинамики – условие самопроизвольного протекания процесса в термодинамической системе при постоянных значениях параметров: 1-давления и температуры; 2-объема и температуры.
14. Постулат Планка (формулировка). Абсолютная энтропия индивидуального вещества (определение, размерность).
15. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.
16. Химический потенциал (определение, зависимость от состава смеси идеальных и реальных газов; от состава идеального и реального жидкого раствора).
17. Уравнение изотермы химической реакции для неравновесной и равновесной смеси идеальных газов. Константа химического равновесия.
18. Уравнение изобары химической реакции (дифференциальная и интегральная формы уравнения), его анализ; зависимость константы равновесия от температуры в нешироком интервале температур (уравнение, графики).
19. Принцип Ле-Шателье.
20. Теорема Пригожина. Термодинамическое описание стационарного состояния биотехнологических систем.

21. Предмет и содержание химической кинетики, ее значение для технологии пищевых производств. Основные понятия и определения: истинная и средняя скорость химической реакции, простые и сложные химические реакции.
22. Элементарные реакции. Закон действующих масс. Молекулярность.
23. Основной постулат химической кинетики. Константа скорости химической реакции. Порядок реакции.
24. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.
25. Интегрирование кинетического уравнения реакций первого порядка.
26. Интегрирование кинетического уравнения реакций второго порядка.
27. Период полупревращения для реакций 1-го и 2-го порядков.
28. Методы определения порядка реакции.
29. Кинетические уравнения для параллельных и последовательных химических реакций.
30. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа.
31. Уравнение Аррениуса, его анализ. Методы определения энергии активации.
32. Теоретические представления химической кинетики. Теория активных столкновений.
33. Теоретические представления химической кинетики. Теория переходного состояния.
34. Особенности протекания цепных реакций: общая характеристика, виды, основные стадии цепных процессов (примеры). Факторы, способствующие зарождению и обрыву цепного процесса.
35. Характеристика процесса горения. Взрыв, его виды, причина возникновения. Графическая зависимость границ воспламенения и взрыва от температуры и давления (полуостров воспламенения и взрыва).
36. Особенности протекания фотохимических реакций. Законы фотохимии. Квантовый выход, его возможные значения.
37. Фотохимические процессы, лежащие в основе черно-белой фотографии. Особенности протекания процесса фотосинтеза.
38. Каталитические процессы: общая характеристика, их использование в практике промышленного производства. Виды катализа. Основные свойства катализаторов.
39. Основные теории гетерогенного катализа.
40. Ферментативный катализ (особенности протекания, характеристика ферментов).
41. Основные понятия: гомогенные и гетерогенные системы, фаза, независимые компоненты, термодинамические степени свободы. Правило фаз Гиббса.
42. Анализ диаграммы состояния воды: характеристика фаз и возможных фазовых переходов, области существования одно-, двух- и трехфазного состояния воды. Применение уравнения Клазиуса-Клайперона к равновесной системе, состоящей из жидкости и пара.
43. Анализ диаграммы состояния серы: характеристика фаз, возможных фазовых переходов, области существования одно-, двух- и трехфазного состояния серы.
44. Растворы: определение понятия, виды (примеры), термодинамическое условие образования. Газообразные растворы: определение понятия, примеры, использование.
45. Жидкие растворы: определение понятия, примеры многокомпонентных жидких растворов, взаимодействие частиц в растворе, характеристика явления

- сольватации, определение понятий: сольватная оболочка, координационное число сольватации.
46. Растворы газов в жидкостях. Закон Генри.
  47. Твердые растворы: определение понятия, виды, условия образования, примеры.
  48. Закон Рауля для растворов с одним летучим компонентом: математическая запись, условия применения.
  49. Условие закипания жидкостей. Эбуллиоскопия (основы метода, условия применения, расчетная формула, эбуллиоскопическая константа).
  50. Условие кристаллизации жидкостей. Антифризы и антиобледенители (примеры, механизм действия). Криоскопия (основы метода, условия применения, расчетная формула, криоскопическая константа).
  51. Осмотическое давление: схема установки для наблюдения явления осмоса, уравнение Вант-Гоффа, физическая природа явления. Значение осмоса в природе, в биологических системах (растения, человек). Использование гипотонических, изотонических, гипертонических растворов в медицине.
  52. Причины положительных и отрицательных отклонений от законов Рауля в реальных жидких смесях. Виды диаграмм кипения в координатах: 1) давление насыщенного пара – состав; 2) температура – состав.
  53. Первый закон Коновалова. Второй закон Коновалова. Азеотропный раствор.
  54. Виды перегонки: простая, фракционная, под вакуумом, с использованием водяного пара (физико-химические основы, условия проведения, лабораторная установка).
  55. Ректификация (физико-химические основы процесса, конструктивные особенности ректификационных аппаратов, применение).
  56. Системы, состоящие из двух жидкостей с ограниченной взаимной растворимостью (виды фазовых диаграмм, критические точки, решение задач с их помощью).
  57. Графическое изображение диаграмм плавкости (с простой эвтектикой; с образованием промежуточного химического соединения; с твердыми растворами).
  58. Термический анализ, построение диаграмм плавкости.
  59. Графическое изображение состава трехкомпонентных систем (треугольные диаграммы, построенные по методам Гиббса и Розебума).
  60. Экстракция (закон распределения, физико-химические основы процесса, особенности применения, формулы расчета).