

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

Руководитель ОПОП ВО  
профессор А.М. Щипачев

---

Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***ХИМИЯ, ЧАСТЬ 2***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии
<b>Направленность (профиль):</b>	Магистральные трубопроводы и газонефтехранилища
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Берлинский И.В.

**Рабочая программа дисциплины «Химия, часть 2» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по *специальности* 21.05.06 «Нефтегазовые техника и технологии», утвержденного приказом Минобрнауки России от 11 января 2018 г. № 27;

- на основании учебного плана специалитета по *специальности* 21.05.06 «Нефтегазовые техника и технологии» направленность (профиль) «Магистральные трубопроводы и газонефтехранилища».

Составитель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. И.В. Берлинский

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и физической химии** от 04.02.2021 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. О.В. Черемисина

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. А.Ю. Романчиков

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Цель дисциплины**

приобретение базовых теоретических знаний и практических навыков, связанных с современными методами и подходами физико-химического моделирования процессов и явлений, составляющих основу технологий в нефтегазовом деле; обеспечение подготовки студентов к изучению смежных и специальных дисциплин; формирование практических навыков применения теоретических основ и практических методов исследования к решению профессиональных задач нефтегазового комплекса.

### **Основные задачи дисциплины**

- получение базовых теоретических основ в области физической химии, общих законов и закономерностей химических превращений, выполнения расчетов материальных и тепловых балансов химических реакций, исследования состава и свойств веществ;

- формирование представлений в области моделирования физико-химических процессов при формировании комплекса мероприятий по добыче, транспортировке, переработке и хранению нефти газа и продуктов их переработки;

- приобретение навыков практического приёмов и методов физико-химического моделирования для решения задач добычи и промысловой подготовки нефти и газа, а также в области решения вопросов междисциплинарного характера;

- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области состава и свойств нефтегазовых дисперсных систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Химия, часть 2» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии», направленность (профиль) «Магистральные трубопроводы и газонефтехранилища» и изучается в 3 и 4 семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Химия, часть 2» является «Химия, часть 1».

Дисциплина «Химия, часть 2» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы реологии нефти», «Безопасность жизнедеятельности», «Транспорт и хранение сжиженных углеводородов», «Химия нефти и газа», «Экология».

Особенностью дисциплины является приобретение теоретических знаний, связанных с современными методами и подходами физико-химического моделирования процессов и явлений, составляющих основу разработки новых и модернизации существующих технологий в нефтегазовом деле и решения задач междисциплинарного характера. Получение умений и навыков в области практического применения приёмов и методов физико-химического моделирования для решения задач разработки и модернизации технологий магистральных трубопроводов и газонефтехранилища а также решение задач междисциплинарного характера.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Химия, часть 2» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	ОПК-1	ОПК-1.2 использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей ОПК-1.4 знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов
Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий	ОПК-5	ОПК-5.1 сопоставляет технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве ОПК-5.2 обрабатывает результаты научно-исследовательской деятельности, используя стандартное оборудование, приборы и материалы

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Химия, часть 2» составляет 6 зачетных единицы, 216 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		3	4
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>105</b>	<b>51</b>	<b>54</b>
Лекции	35	17	18
Практические занятия (ПЗ)	35	17	18
Лабораторные работы (ЛР)	35	17	18
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>39</b>	<b>21</b>	<b>18</b>
Подготовка к практическим занятиям	16	7	9
Подготовка к лабораторным работам	16	7	9
Работа в библиотеке	7	7	-
<b>Вид промежуточной аттестации – зачёт(З), экзамен(Э)</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>36(Э)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>72</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
<b>3 семестр</b>						
1.	Введение. Физическая химия в нефтегазовой отрасли	10	2	2	2	4
2.	Основы термодинамики	16	4	4	4	4
3.	Химическое равновесие	16	4	4	4	4
4.	Фазовые равновесия	16	4	4	4	4
5.	Химическая кинетика	14	3	3	3	5
<b>Итого:</b>		<b>72</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>21</b>
<b>4 семестр</b>						
6.	Общие сведения о пластовых флюидах	9	2	–	–	7
7.	Нефтяные дисперсные системы	19	3	6	3	7
8.	Термодинамика дисперсных систем	16	4	4	2	6
9.	Адсорбция	21	4	6	4	7
10.	Электрокинетические явления и устойчивость дисперсных систем	25	5	2	9	9
<b>Итого:</b>		<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Всего:</b>		<b>144</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>39</b>

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>3 семестр</b>			
1.	Введение. Физическая химия в нефтегазовой отрасли	Физико-химический подход к описанию и моделированию процессов технологии нефти и газа: от условий залегания до первичной переработки	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2.	Основы термодинамики	Первое начало термодинамики. Понятие об энтальпии. Теплоемкость. Расчет тепловых эффектов химических реакций. Закон Гесса, закон Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. Термодинамические потенциалы Гельмгольца и Гиббса, их вычисление. Определение направления протекания химических реакций	4
3.	Химическое равновесие	Химический потенциал, его значение для компонента идеального газа, идеального раствора, предельно разбавленного раствора и для реальных систем. Понятие об активности и фугитивности. Влияние внешних условий на равновесие. Принцип Ле-Шателье	4
4.	Фазовые равновесия	Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Растворимость газов, законы Генри и Сивертса. Термодинамические свойства растворов.	3
5.	Химическая кинетика	Формальная кинетика. Порядок реакции и способы его определения. Уравнения формальной кинетики. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, её определение. Кинетика гетерогенных процессов, модель Нернста.	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>
<b>4 семестр</b>			
6.	Общие сведения о пластовых флюидах	Состав и свойства нефтяных и газовых флюидов. Условия формирования и залегания, связь с общими технологическими подходами к добыче, транспорту, первичной (промысловой) переработке	2
7.	Нефтяные дисперсные системы	Классификация нефтяных дисперсных систем, их устойчивость и реологические свойства	3
8.	Термодинамика дисперсных систем	Поверхностное натяжение, его измерение и зависимость от температуры. Уравнение Этвеша. Смачивание. Адгезия и когезия. Краевой угол. Уравнения Дюпре и Юнга. Гистерезис смачивания. Измерение краевого угла. Капиллярные явления. Уравнение Лапласа, пенообразователи. Капиллярное поднятие. Уравнение Томсона (Кельвина). Изотермическая перегонка и созревание осадков, уравнение Оствальда.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
9.	Адсорбция	Определение величины адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Адсорбция на поверхности раздела фаз жидкость/газ. Изотерма адсорбции Гиббса. Поверхностная активность веществ. Строение поверхностного слоя. Правило Дюкло – Траубе. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ, уравнение Шишковского. Адсорбция газов. Изотерма полимолекулярной адсорбции БЭТ. Определение удельной поверхности сыпучих материалов. Адсорбция ионов. Образование и строение двойного электрического слоя. Ионообменная адсорбция.	4
10.	Электрокинетические явления и устойчивость дисперсных систем	Электрокинетический потенциал, его зависимость от ионной силы раствора. Электрокинетические явления: электроосмос, электрофорез, потенциалы течения и седиментации. Седиментационная устойчивость дисперсных систем. Расчет предельного размера частиц, устойчивых к оседанию, на основе сочетания уравнений седиментационного равновесия и Эйнштейна – Смолуховского. Агрегативная устойчивость, коагуляция и коалесценция. Лиофильные, лиофобные и лиофилизированные коллоиды. Электростатический и адсорбционно-сольватный барьеры коагуляции. Действие коагулянтов, уравнение Дерягина. Флокуляция. Мицеллообразование. Пептизация осадков.	5
<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>35</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>3 семестр</b>			
1	Раздел 1.	Применение первого начала термодинамики к идеальным газам	2
2	Раздел 2.	Применение закона Гесса к расчёту термодинамических параметров	4
3	Раздел 3.	Расчёт константы равновесия при заданной температуре	4
4	Раздел 4.	Фазовые диаграммы однокомпонентных систем.	1

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Двухкомпонентные диаграммы состояния жидкость-газ	1
		Двухкомпонентные диаграммы состояния жидкость-твердое ( типовые диаграммы)	1
		Двухкомпонентные диаграммы состояния жидкость-твердое ( типовые диаграммы)	1
5	Раздел 5	Контрольная работа	3
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>
<b>4 семестр</b>			
1	Раздел 7.	Структура и образование нефтяных дисперсных систем	3
		Строение мицеллы, электрокинетический потенциал	3
2	Раздел 8.	Расчёт поверхностных свойств дисперсных систем	4
3	Раздел 9.	Расчёты по изотермам сорбции	3
		Исследование кинетики сорбции	3
4	Раздел 10.	Определение порога коагуляции	2
<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>35</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>3 семестр</b>			
1	Раздел 1.	Обработка результатов физико-химического эксперимента	2
2	Раздел 2.	Теплота диссоциации	2
		Теплота растворения	2
3	Раздел 3.	Определение константы диссоциации	2
		Определение константы нестойкости	3
4	Раздел 4	Кинетика молекулярной адсорбции	3
			3
4	Раздел 5.	Кинетика молекулярной адсорбции	3
		Кинетика окисления иодида калия	
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>
<b>4 семестр</b>			
1	Раздел 7.	Пены и эмульсии	3
2	Раздел 8.	Исследование поверхности раздела фаз: раствор ПАВ - воздух	2
3	Раздел 9.	Исследование молекулярной адсорбции растворенного вещества из растворов на активированном угле	2
		Исследование химической сорбции на ионите	2
4	Раздел 10.	Определение порога коагуляции	3
		Определение размера частиц	3



№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Критическая концентрация мицеллообразования	3
		<b>ИТОГО:</b>	<b>18</b>
		<b>ВСЕГО:</b>	<b>35</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне *зачета, экзамена*) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. Введение. Физическая химия в нефтегазовой отрасли**

1. Состав и свойства нефтяных и газовых флюидов.
2. Условия формирования и залегания пластовых флюидов.
3. Общие технологические подходы к добыче, транспорту, первичной (промысловой) переработке нефти и газа.
4. Химическая классификации и технологическая классификация пластовых флюидов.
5. Влияние химического состава нефтей на их плотность, вязкость и температуру застывания.
6. Фракционный и химический состав нефти.
7. Высокмолекулярные соединения нефти.

#### **Раздел 2. Основы термодинамики**

1. От каких параметров системы зависит тепловой эффект реакции и теплоемкость?
2. На каком законе термодинамики основано измерение теплового эффекта реакции?
3. Какие величины надо знать или экспериментально определить для установления теплового эффекта реакции?
5. Какой закон лежит в основе вычисления изменения энтропии химической реакции
6. Как изменяется энергия Гиббса при самопроизвольном протекании процесса?
7. Какое уравнение связывает изменение энергии Гиббса и константу равновесия?
8. Какой закон позволяет вычислить изменение энтальпии при заданной температуре?

#### **Раздел 3. Химическое равновесие**

1. Какую математическую функцию называют «химический потенциал»?
2. Каким образом функцию «химический потенциал» применяют для вывода уравнения закона действующих масс?
3. Какое уравнение связывает понятия «изменение энергии Гиббса» и «константа равновесия»?
4. Какое уравнение описывает зависимость константы равновесия от температуры?
5. Как будет изменяться величина константы равновесия при увеличении температуры при протекании эндотермического процесса?
6. Какое уравнение описывает зависимость изменения энергии Гиббса процесса от произведения концентраций реагирующих веществ и продуктов реакции?
7. Каким образом изменится выход реакции при увеличении концентрации продуктов реакции?
8. Какое уравнение связывает константу равновесия реакции, протекающей в газовой фазе, выраженную через парциальные давления компонентов и через мольные доли компонентов?
9. Какова зависимость химического потенциала от температуры?
10. Каковы признаки равновесного состояния системы?

#### **Раздел 4. Фазовые равновесия**

1. На чем основан метод физико-химического анализа гетерогенных систем?
2. Какие параметры влияют на свойства гетерогенной однокомпонентной системы?

3. В каких координатах изображают диаграммы состояния гетерогенных однокомпонентных систем?

4. Как выглядит дифференциальная форма уравнения Клаузиуса-Клапейрона?

5. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания переходов между конденсированными фазами?

6. Какую форму уравнения Клаузиуса-Клапейрона применяют для описания процесса испарения?

7. Как изменяется теплота испарения при повышении температуры?

8. Что показывают линии газа и жидкости?

9. Возможно ли разделение компонентов азеотропной смеси методом простой перегонки?

10. Как при помощи диаграммы состояния определить состав равновесных фаз?

### **Раздел 5. Химическая кинетика**

1. Что изучает наука кинетика?

2. Что такое скорость реакции?

3. Какое уравнение описывает скорость гомогенного процесса?

4. Какое уравнение описывает скорость гетерогенного процесса?

5. Каким уравнением описывается зависимость скорости процесса от концентрации реагирующих веществ?

6. Что показывает константа скорости реакции и от чего зависит ее величина?

7. Что такое порядок реакции?

8. Какими способами можно определить порядок и константу скорости реакции?

### **Раздел 6. Общие сведения о пластовых флюидах**

8. Состав и свойства нефтяных и газовых флюидов.

9. Условия формирования и залегания пластовых флюидов.

10. Общие технологические подходы к добыче, транспорту, первичной (промысловой) переработке нефти и газа.

11. Химическая классификация и технологическая классификация пластовых флюидов.

12. Влияние химического состава нефтей на их плотность, вязкость и температуру застывания.

13. Фракционный и химический состав нефти.

14. Высокмолекулярные соединения нефти.

### **Раздел 7. Нефтяные дисперсные системы**

1. Каким образом можно из лиофобного золя получить лиофильный золь?

2. Какие теоретические представления составляют основу оптических свойств дисперсных систем?

3. Какие свойства дисперсных систем относят к молекулярно-кинетическим?

4. Каково практическое применение теоретических представлений о молекулярно-кинетических свойствах дисперсных систем?

5. Какие физические параметры коллоидной системы входят в уравнение Эйнштейна-Смолуховского?

### **Раздел 8. Термодинамика дисперсных систем**

1. Какой алгоритм действий необходим для экспериментального определения площади поперечного сечения функциональной группы, входящей в состав молекулы поверхностно-активного вещества?

2. Какие экспериментальные данные следует получить для определения длины углеводородного радикала молекулы поверхностно-активного вещества?

3. Как связаны понятия когезия, адгезия и смачивание?
4. Какое уравнение описывает капиллярные явления?
5. Какое явление называют капиллярной конденсацией?

### **Раздел 9. Адсорбция**

1. Как сила межмолекулярного взаимодействия влияет на величину молекулярной адсорбции?
2. Какие экспериментальные данные следует иметь в наличии для установления значения константы равновесия процесса адсорбции?
3. Какова зависимость адсорбции от температуры?
4. Какова должна быть последовательность действий для экспериментального определения лимитирующей стадии адсорбции на поверхности раздела жидкой и твердой фазы?
5. Какие характеристики сорбента получают на основании изучения выходной кривой?

### **Раздел 10. Электрокинетические явления и устойчивость дисперсных систем**

1. Какие экспериментальные данные следует получить для установления знака заряда гранулы мицеллы?
2. Каким образом мицеллообразование влияет на растворимость веществ?
3. Каково практическое применение явлений электроосмоса и электрофореза?
4. Каков алгоритм действий для экспериментального установления величины электрокинетического потенциала?
5. Какие параметры влияют на величину электрокинетического потенциала?
6. Какова последовательность действий, необходимых для установления величины порога коагуляции?
7. Каким образом величина электрокинетического потенциала влияет на устойчивость золя?
8. В чем заключается сущность процесса флокуляции?
9. Каково практическое применение метода флокуляции в химических технологиях?
10. Какова последовательность действий при выборе флокулянта или коагулянта?

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета, экзамена)**

#### ***6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету, экзамену (по дисциплине):***

1. Какое состояние системы называют равновесным?
2. От каких параметров системы зависит величина константы равновесия?
3. На значение какой величины оказывают влияние катализаторы?
4. Какой вид имеет математическое выражение второго закона термодинамики?
5. Какую парциальную молярную величину называют химическим потенциалом?
6. Как изменяется величина коэффициента летучести газа с ростом давления?
7. Какую величину называют «коэффициент фугитивности»?
8. Каким выражением активность компонента связана с концентрацией?
9. Как влияет повышение температуры на смещение равновесия?
10. Какая математическая формула является уравнением изобары?
11. Какая математическая формула является уравнением Шредера?
12. Как увеличение концентрации раствора влияет на температуру его кипения?
13. Как запишется уравнение правила фаз Гиббса для диаграммы состояния ж=г?
14. Какая математическая формула описывает закон Рауля?
15. Каким компонентом обогащен пар согласно первому закону Коновалова?

16. Скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагентов в степенях, равных чему?

17. Какой параметр влияет на величину константы скорости реакции?

18. Какова формулировка правила Вант-Гоффа?

19. Какова математическая формула правила Вант-Гоффа?

20. В какой концентрационной области справедлива изотерма адсорбции Генри?

21. Как влияет рост температуры процесса на величину адсорбции?

22. От каких параметров молекулы зависит величина предельной адсорбции?

23. Какова формулировка правила Дюкло-Траубе?

24. Какая математическая запись является уравнением Шишковского?

25. Какая математическая формула описывает уравнение Никольского?

26. Что такое ПОЕ?

27. Что понимают под термином «Полная динамическая обменная емкость»?

28. Какую функциональную группу содержит катионит средней силы?

29. Какие механизмы сорбция поверхностью кристалла принято выделять?

30. Чему равен заряд поверхности при изоэлектрической точке?

31. Каким уравнением связаны произведение растворимости и величина ИЭТ?

32. Где находится плоскость скольжения?

33. Где возникает электрокинетический потенциал?

34. Что называют электроосмосом?

35. Что называют явлением электрофореза?

36. Каким уравнением определяется линейная скорость электроосмоса?

37. Каким уравнением связаны объемная скорость электроосмоса и электрокинетический потенциал?

38. Каким уравнением определяется линейная скорость электрофореза?

39. Каким уравнением определяется величина среднего сдвига частицы?

40. Какое уравнение связывает величину коэффициента диффузии с размерами диффундирующих частиц?

41. По какой формуле вычисляют средний размер частиц?

42. Чем обусловлена седиментационная устойчивость золя?

43. Каким уравнением определяется скорость движения частицы при седиментации?

44. Какова математическая запись условия седиментационной устойчивости системы?

45. Какие ионы вызывают коагуляцию?

46. Какова математическая запись правила Шульце-Гарди?

47. По какой формуле вычисляют величину порога коагуляции?

48. Какая математическая запись является уравнением Релея?

49. По какой формуле согласно уравнению Релея вычисляют радиус частицы при известном показателе мутности?

50. Каково уравнение Бугера-Ламберта-Бера для турбидиметрического анализа?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету, экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
<b>Вариант 1</b>		
1.	Энтальпия – это	1. $U + PV$ 2. $U - TS$ 3. $H - TS$ 4. $U - PV$
2.	В задачи термодинамики не входит	1. расчет тепловых эффектов и теплового баланса системы 2. расчет равновесного состава и выхода готового продукта 3. расчет энергии активации 4. расчет оптимальных условий проведения процесса
3.	Изобарная теплоемкость аргона равна	1. 1,5 R 2. 26 Дж/моль·К 3. 2,5 R 4. 3 R
4.	Изобарная теплоемкость при 298 К равна 26 Дж/(моль·К) у данного вещества	1. CaO 2. MgCO <sub>3</sub> 3. B 4. Ca
5.	Зависимость теплоемкости от температуры описывается при помощи рядов	1. Келли 2. Кирхгофа 3. Фролова 4. Стромберга
6.	Энтропия является критерием самопроизвольности процесса для	1. закрытых систем 2. открытых систем 3. изолированных систем 4. изотермических систем
7.	Для расчета теплового эффекта реакции в водном растворе при $P, T = \text{const}$ следует использовать для ионов	1. энтальпии образования в водном растворе. 2. энтальпии образования 3. энтальпии образования в жидком аммиаке. 4. энтальпии разложения в водном растворе.
8.	Для индивидуального вещества ПМВ равна	1. экстенсивному свойству данного вещества 2. интенсивному свойству данного вещества 3. молярному свойству данного вещества 4. экстенсивному свойству системы
9.	Энергия Гиббса системы может быть вычислена как	1. $\Delta G_{\Sigma} = \sum \mu_i x_i$ 2. $\Delta G_{\Sigma} = -\sum \mu_i x_i$ 3. $\Delta G_{\Sigma} = \sum \mu_i dx_i$ 4. $\Delta G_{\Sigma} = \sum \mu_i p_i$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
10.	Величины активностей компонента в различных концентрационных шкалах зависят от способа выражения концентрации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не зависят</li> <li>2. относятся друг к другу так же, как сами концентрации</li> <li>3. не могут сравниваться</li> <li>4. каждый раз должны определяться отдельно</li> </ol>
11.	Если $K^0 = \prod \tilde{P}_i$ , то равновесие смещается в сторону	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. реакции с уменьшением объема</li> <li>2. прямой реакции</li> <li>3. то это состояние равновесия</li> <li>4. обратной реакции</li> </ol>
12.	Разбавление газовой смеси инертными газами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сдвигает равновесие в сторону эндотермического процесса</li> <li>2. не влияет на равновесие</li> <li>3. сдвигает равновесие в сторону образования газообразных веществ</li> <li>4. сдвигает равновесие в сторону поглощения газообразных веществ</li> </ol>
13.	Условие равновесия в гетерогенной системе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\mu_1 = \mu_2</math></li> <li>2. <math>\mu_1 &gt; \mu_2</math></li> <li>3. <math>\mu_1 = -\mu_2</math></li> <li>4. <math>\mu_1 \neq \mu_2</math></li> </ol>
14.	Пользуясь уравнением Шредера, можно определить	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. точку эвтектики</li> <li>2. точку перитектики</li> <li>3. точку азеотропа</li> <li>4. тройную точку</li> </ol>
15.	Температура замерзания раствора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. равна температуре замерзания чистого растворителя</li> <li>2. больше температуры замерзания чистого растворителя</li> <li>3. меньше температуры замерзания чистого растворителя</li> <li>4. равна температуре замерзания чистого растворенного вещества</li> </ol>
16.	Температурная остановка на кривой охлаждения сплавов тройной системы соответствует	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ликвидусу</li> <li>2. двойной эвтектике</li> <li>3. тройной эвтектике</li> <li>4. образованию твердого раствора</li> </ol>
17.	Согласно второму закону Коновалова состав равновесного пара над смесью в точке азеотропа	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не равен составу жидкости</li> <li>2. больше состава жидкости</li> <li>3. равен составу жидкости</li> <li>4. не зависит от состава жидкости</li> </ol>
18.	Для реакции (считая ее элементарной) $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ скорость прямого процесса определяется уравнением:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>w = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]</math></li> <li>2. <math>w = k[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]^2</math></li> <li>3. <math>w = k[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{I}_2]</math></li> <li>4. <math>w = k[\text{HI}]^2</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Во сколько раз возрастет скорость химической реакции при увеличении температуры системы на 30°, если температурный коэффициент равен 2?	1. 2 2. 6 3. 8 4. 16
20.	Уравнение константы скорости реакции второго порядка	1. $k = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{C_0}{C}$ 2. $k = \frac{1}{\tau} \cdot \left( \frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right)$ 3. $k = \frac{1}{2\tau} \cdot \left( \frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} \right)$ 4. $k = \frac{1}{2\tau} \cdot \left( \frac{1}{C^2} - \frac{1}{C_0^2} \right)$
<b>Вариант 2</b>		
1.	Внутренняя энергия постоянна	1. в изобарных условиях 2. при постоянной температуре 3. в изолированной системе 4. в адиабатических условиях
2.	Тепловой эффект изохорного процесса равен	1. изменению энергии Гиббса системы 2. изменению Энтальпии системы 3. изменению внутренней энергии системы 4. изменению энтальпии системы
3.	Изохорная теплоемкость CO <sub>2</sub> равна	1. 1,5 R 2. 2,5 R 3. 3,5 R 4. 0,5 RT
4.	Тепловой эффект реакции в водном растворе при $P, T = \text{const}$ рассчитывают по	2. молекулярному уравнению реакции. 3. полному ионному уравнению. 4. сокращенному ионному уравнению. 5. системе фазовых превращений.
5.	Изменение коэффициентов $a, b, c, c'$ для химической реакции вычисляется по закону	1. Келли 2. Кирхгофа 3. Гесса 4. Стромберга
6.	Для газовой реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ изменение энтропии	1. =0 2. =1 3. >0 4. <0
7.	Уравнение, объединяющее I и II законы термодинамики	1. $TdS \geq dU - pdV$ 2. $dU + pdV \geq TdS$ 3. $TdS \geq dU + pdV$ 4. $dU - pdV \geq TdS$



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8.	Для реакции в водном растворе изменение энергии Гиббса можно вычислить	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по закону Гесса, используя энтальпии образования ионов в водном растворе</li> <li>2. по закону Гесса, используя теплоемкости ионов в водном растворе</li> <li>3. по закону Гесса, используя энергии Гиббса образования ионов в водном растворе</li> <li>4. по закону Гесса, используя энергии Гиббса разложения ионов в водном растворе</li> </ol>
9.	Фугитивность имеет размерность	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. температуры</li> <li>2. давления</li> <li>3. Дж/моль</li> <li>4. кг/м<sup>3</sup></li> </ol>
10.	Активность компонента связана с концентрацией выражением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>a = \gamma + c</math></li> <li>2. <math>a = \gamma - c</math></li> <li>3. <math>a = c \cdot \gamma</math></li> <li>4. <math>a = -\gamma \cdot c</math></li> </ol>
11.	Уравнение изотермы химической реакции	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta_r G = (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li>2. <math>\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i + \ln K^0)</math></li> <li>3. <math>\Delta_r G = RT (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li>4. <math>\Delta_r G = RT \ln \prod \tilde{P}_i</math></li> </ol>
12.	Парциальное давление компонента газовой смеси рассчитывается по формуле	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>P_i = m_i \cdot P_\Sigma</math></li> <li>2. <math>P_i = C_i \cdot P_\Sigma</math></li> <li>3. <math>P_i = x_i + P_\Sigma</math></li> <li>4. <math>P_i = x_i \cdot P_\Sigma</math></li> </ol>
13.	Для реакции $3\text{H}_2(\text{г}) + \text{N}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$ увеличение давления приведет к смещению равновесия в сторону	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. экзотермической реакции</li> <li>2. прямой реакции</li> <li>3. эндотермической реакции</li> <li>4. на равновесие не влияет</li> </ol>
14.	Уравнение Клаузиуса-Клапейрона	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{\Delta_{\text{ф.н.}}H}{T} = \frac{dP}{dT}</math></li> <li>2. <math>\frac{\Delta_{\text{ф.н.}}H}{RT} = \frac{dP}{dT}</math></li> <li>3. <math>\frac{\Delta_{\text{ф.н.}}H}{T\Delta V} = \frac{dP}{dT}</math></li> <li>4. <math>\frac{\Delta_{\text{ф.н.}}H}{T\Delta V} = -\frac{dP}{dT}</math></li> </ol>
15.	Давление паров воды над разбавленным раствором неэлектролита равно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>p_1 = x_2 p_1^0</math></li> <li>2. <math>p_1 = a_2 p_1^0</math></li> <li>3. <math>\frac{p_1^0 - p_1}{p_1} = ix_2</math></li> <li>4. <math>\frac{p_1^0 - p_1}{p_1} = m_2</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
16.	Методом простой перегонки систему с азеотропом можно разогнать на	1. два чистых компонента и азеотропную смесь 2. один чистый компонент 3. два чистых компонента 4. один чистый компонент и азеотропную смесь
17.	В задачи кинетики не входит определение	1. времени протекания процесса 2. механизме протекания процесса 3. зависимости скорости процесса от температуры 4. теплового баланса
18.	Скорость химической реакции – это	1. $\omega = \frac{1}{\nu_i} + \frac{dn_i}{d\tau}$ 2. $\omega = \frac{dn_i}{d\tau}$ 3. $\omega = \frac{1}{\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}$ 4. $\omega = -\frac{dn_i}{d\tau}$
19.	Молекулярность реакции $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$ , считая ее элементарной	1. 1 2. 3 3. 4 4. 5
20.	Порядок реакции равен	1. числу исходных реагентов 2. сумме стехиометрических коэффициентов исходных веществ 3. произведению стехиометрических коэффициентов исходных веществ 4. сумме показателей степени при концентрациях в главном кинетическом уравнении
<b>Вариант 3</b>		
1.	При изотермических условиях работа является	1. термодинамическим потенциалом 2. функцией состояния 3. химическим потенциалом 4. электрохимическим потенциалом
2.	Разность $C_P - C_V$ для твердых тел равна, Дж/моль·К	1. 8,31 2. 1 3. 0,75 4. 22,4
3.	Тепловой эффект процесса при заданной температуре вычисляют по уравнению	1. Кольрауша 2. Гесса 3. Кирхгофа 4. Клапейрона
4.	Энтропия возрастает в процессе	1. сжатия газа 2. повышения давления 3. повышения температуры 4. кристаллизации

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	Термодинамический потенциал – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. максимальная работа, которую может совершить система в необратимом процессе при данных условиях</li> <li>2. максимальная работа, которую может совершить система в обратимом процессе при данных условиях</li> <li>3. минимальная работа, которую может совершить система в необратимом процессе при данных условиях</li> <li>4. максимальная работа, которую можно совершить над системой</li> </ol>
6.	Для $S, V = \text{const}$ критерием самопроизвольного процесса является	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. энергия Гиббса</li> <li>2. энтальпия</li> <li>3. энтропия</li> <li>4. внутренняя энергия</li> </ol>
7.	Тепловой эффект реакции в изобарно-изотермических условиях равен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. разности энтальпий образования конечных и исходных веществ</li> <li>2. разности энтальпий сгорания конечных и исходных веществ</li> <li>3. разности энтальпий растворения исходных и конечных веществ</li> <li>4. сумме энергии кристаллической решетки и энтальпии растворения</li> </ol>
8.	Коэффициент фугитивности – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. поправка на неидеальность газовой смеси</li> <li>2. поправка к статье конституции</li> <li>3. коэффициент, характеризующий поверхностную активность</li> <li>4. поправка на неидеальность поверхности</li> </ol>
9.	Химический потенциал компонента идеального раствора возрастает пропорционально	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. давлению</li> <li>2. логарифму давления</li> <li>3. мольной доле</li> <li>4. логарифму мольной доли</li> </ol>
10.	С величиной стандартной энергии Гиббса константа равновесия связана уравнением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\Delta_r G^0 = (RT \ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li>2. <math>\Delta_r G^0 = RT (\ln \prod \tilde{P}_i - \ln K^0)</math></li> <li>3. 4. <math>\Delta_r G^0 = RT \ln \prod f_i</math></li> <li>4. <math>\Delta_r G^0 = -RT \ln K</math></li> </ol>
11.	В соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна, система реагирует на внешние воздействия следующим образом	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не реагирует</li> <li>2. сжимается</li> <li>3. расширяется</li> <li>4. старается уменьшить это воздействие</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Уравнение изобары	1. $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} T^2$ 2. $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} - \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$ 3. $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} + \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$ 4. $\frac{d \ln K^0}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{R} \left( \frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$
13.	По температуре замерзания раствора нельзя определить	1. теплоту плавления растворителя 2. степень диссоциации электролита 3. концентрацию раствора 4. теплоту плавления растворенного вещества
14.	Для диаграммы состояния ж $\leftrightarrow$ г уравнение правила фаз Гиббса	1. $F = K - \Phi + 2$ 2. $F = K - \Phi + 1$ 3. $F = \Phi - K + 1$ 4. $F = K + \Phi - 2$
15.	При перегонке жидкость обогащена	1. низкокипящим компонентом 2. труднолетучим компонентом 3. растворителем 4. растворенным веществом
16.	Гомогенные процессы – это когда	1. реакция происходит в одной фазе 2. реакция идет на поверхности раздела фаз 3. все компоненты – в одной фазе 4. все компоненты в разных фазах
17.	Для реакции (считая ее элементарной) $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$ скорость прямого процесса определяется уравнением	1. $w = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{N}_2]$ 2. $w = k[\text{H}_2] \cdot [\text{N}_2]^2$ 3. $w = k[\text{H}_2]^3 \cdot [\text{N}_2]$ 4. $w = k[\text{NH}_3]^2$
18.	Для реакций, протекающих в объеме	1. $\omega = \frac{1}{V\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}, V = \text{const}$ 2. $\omega = \frac{1}{\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}, V = \text{const}$ 3. $\omega = \frac{1}{V\nu_i} \cdot \frac{dn_i}{d\tau}, V \neq \text{const}$ 4. $\omega = \frac{1}{V\nu_i} - \frac{dn_i}{d\tau}, V = \text{const}$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Зависимость концентрации от времени в реакции второго порядка описывается уравнением	1. $\ln c = \ln c_0 + k\tau$ 2. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} - k\tau$ 3. $\frac{1}{c} = \frac{1}{c_0} + k\tau$ 4. $\frac{1}{c^2} = \frac{1}{c_0^2} + 2k\tau$
20.	Реакции первого порядка соответствует линейная зависимость в координатах	1. $\frac{1}{c} = f(\tau)$ 2. $c = f(\tau)$ 3. $\ln c = f(\tau)$ 4. $\frac{1}{c^2} = f(\tau)$

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и практических / лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и практических / лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Зарубин Д.П. Физическая химия. Учебное пособие. М.: «ИНФРА-М». 2017. 474 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=469097>
2. Борщевский А.Я. Физическая химия. Том 1. Общая и химическая термодинамика. Учебник. М.: «ИНФРА-М». 2017. 606 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=543133>
3. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика. Учебное пособие. М.: «Физматлит». 2004. 352 с. <https://e.lanbook.com/book/59271>
4. Дерябин В.А., Фарафонтон Е.П. Физическая химия дисперсных систем. Учебное пособие для вузов. Под науч. ред. Е.А. Кулешова. М.: «Юрайт». 2018. 86 с. <https://biblio-online.ru/viewer/3CCF11B9-5D0A-46F2-97AC-CF4B2DE5B86B/fizicheskaya-himiya-dispersnyh-sistem#page/1>
5. Гельфман М.И. Коллоидная химия. Учебник / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. СПб.: «Лань». 2017. 336 с. <https://e.lanbook.com/book/91307>

### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Краснов К.С. Физическая химия. Том 1. Строение вещества, термодинамика Учебник для ВУЗов. /К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнее и др. Под ред. К.С. Краснова М.: «Высшая школа». 2001. 512 с. [http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-1-stroenie-veschestva-termodinamika\\_a1933b180b2.html](http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-1-stroenie-veschestva-termodinamika_a1933b180b2.html)
2. Краснов К.С. Физическая химия. Том 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. Учебник для ВУЗов. /К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнее и др. Под ред. К.С. Краснова М.: «Высшая школа». 2001. 319 с. [http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-2-elektrokhimiya-himicheskaya-kinetika-i-kataliz\\_2c45f4fdd06.html](http://www.studmed.ru/krasnov-ks-fizicheskaya-himiya-tom-2-elektrokhimiya-himicheskaya-kinetika-i-kataliz_2c45f4fdd06.html)
3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. Учебник. 4 издание, исправленное. М.: «Высшая школа». 2001. 527 с. [http://www.studmed.ru/stromberg-ag-semchenko-dp-fizicheskaya-himiya\\_0216af111e9.html](http://www.studmed.ru/stromberg-ag-semchenko-dp-fizicheskaya-himiya_0216af111e9.html)
4. Древинг В.П., Калашников Я.А. Правило фаз с изложением основ термодинамики. Издание 2, переработанное и дополненное. М., Изд-во Московского ун-та. 1964. 456 с. <https://www.twirpx.com/file/1287874/>
5. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов. 2 издание, переработанное и дополненное. М.: «Химия». 1988(9). 464 с. [http://www.studmed.ru/frolov-yug-kurs-kolloidnoy-himii-poverhnostnye-yavleniya-i-dispersnye-sistemy\\_826d735ece8.htm](http://www.studmed.ru/frolov-yug-kurs-kolloidnoy-himii-poverhnostnye-yavleniya-i-dispersnye-sistemy_826d735ece8.htm)
6. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Учебник для вузов. 2 издание, переработанное и дополненное. Л.: «Химия». 1984. 368 с. <https://e.lanbook.com/book/4027>
7. Ибрагимов Н.Г., Крупин С.В. Коллоидно-химические основы возникновения и удаления асфальто-смоло-парафиновых отложений при разработке нефтяных месторождений. Учебное пособие. Казань, Казанский национальный исследовательский технологический университет. 2008. 133 с. <http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=63708>

### 7.1.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Черемисина О.В., Литвинова Т.Е. Специальные главы химии. Фазовые равновесия. Кинетика химических реакций. Расчёты в коллоидной химии. Методические указания для самостоятельной работы студентов. СПб. – Горный университет. 2016. 54 с. <http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-212.pdf>
2. Черемисина О.В., Литвинова Т.Е. Специальные главы химии. Химическая термодинамика. Методические указания для самостоятельной работы студентов. СПб. – Горный университет. 2016. 56 с. <http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-213.pdf>
3. Черемисина О.В., Литвинова Т.Е. Специальные главы химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Методические указания к лабораторным работам. СПб. – Горный университет. 2016. 46 с. <http://old.spmi.ru/system/files/lib/uch/metodichki/2016-208.pdf>

### 7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>
4. Электронно-библиотечная система «Znaniy.com»; <http://znaniy.com>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>
6. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>
7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
8. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

#### **Аудитории для проведения лекционных и практических занятий**

##### *128 посадочных мест*

Оснащенность: Стол - 65 шт., стул - 128 шт., кресло преподавателя - 1 шт., адаптер WU3-AA - 1 шт., источник бесперебойного питания 9130, PW9130i1000T-XL - 1 шт., коммутатор Cypress CDPS-UH4H1 HFS - 1 шт., компьютер 400 G1, N9E88ES - 1 шт., крепление потолочное PRS-KIT1420 - 1 шт., микрофон головной MW1-HMC - 1 шт., микшер TSD-MIX31RL - 1 шт., монитор PROLITETF1734MC-B1X - 1 шт., панель наборная KramerFRAME-1G/US(G) - 1 шт., панель управления Kramer RC-6IR - 1 шт., передатчик MW1-LTX-F4 - 1 шт., передатчик сигналов CH-507TXBD - 1 шт., переходник HDMI W-H(G) - 1 шт., приемник MW1-RX-F4 - 1 шт., приемник сигналов CH-507RXBD - 1 шт., проектор XEED WUX6010 - 1 шт., система акустическая Sound SM52T-WH - 8 шт., усилитель CAP224, усилитель Cypress CLUX-11SA - 1 шт., шкаф монтажный WR 6612.710 - 1 шт., экран SCM-4308 - 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» - 1 шт., переносная настольная трибуна - 1 шт., плакат - 9 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

##### *64 посадочных места*

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов - 32 шт., стол преподавательский - 1 шт., стул аудиторный - 64 шт., кресло преподавателя - 1 шт., переносная настольная трибуна - 1 шт., доска магнитно-маркерная - 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN - 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 - 1 шт., проектор XEED WUX450ST - 1 шт., стойка мобильная - 1 шт., экран SCM-16904 Champion - 1 шт., плакат - 4 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 "На поставку компьютерной техники", Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

##### *60 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов - 30 шт., стол преподавательский - 1 шт., стул аудиторный - 60 шт., кресло преподавателя - 1 шт., переносная настольная трибуна - 1 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная - 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN - 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 - 1 шт., проектор XEED WUX450ST - 1 шт., стойка мобильная - 1 шт., экран SCM-16904 Champion - 1 шт., плакат - 5 шт., доска меловая - 2 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 "На поставку компьютерной техники", Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009).

##### *52 посадочных места*

Оснащенность: Стол аудиторный - 26 шт., стул аудиторный - 52 шт., доска настенная - 1 шт., кресло преподавателя - 1 шт., переносная настольная трибуна - 1 шт., плакат - 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN - 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 - 1 шт., проектор XEED WUX450ST - 1 шт., стойка мобильная - 1 шт., экран SCM-16904 Champion - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 "На поставку компьютерной техники", Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).



#### *48 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов - 25 шт., стул - 48 шт., кресло преподавателя - 1 шт., стойка мобильная - 1 шт., экран SCM-16904 Champion - 1 шт., проектор XEED WUX450ST - 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 - 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN - 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» - 1 шт., переносная настольная трибуна - 1 шт., плакат - 6 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 "На поставку компьютерной техники", Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

### **8.2. Помещение для самостоятельной работы**

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., плакат - 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 4 шт., сетевой накопитель - 1 шт., источник бесперебойного питания - 2 шт., телевизор плазменный Panasonic - 1 шт., точка Wi-Fi - 1 шт., паяльная станция - 2 шт., дрель - 5 шт., перфоратор - 3 шт., набор инструмента - 4 шт., тестер компьютерной сети - 3 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., паста теплопроводная - 1 шт., пылесос - 1 шт., радиостанция - 2 шт., стол - 4 шт., тумба на колесиках - 1 шт., подставка на колесиках - 1 шт., шкаф - 5 шт., кресло - 2 шт., лестница Alve - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012), Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012), Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол - 5 шт., стул - 2 шт., кресло - 2 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор - 2 шт., МФУ - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., баллон со сжатым газом - 1 шт., шуруповерт - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010), Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения (Учебный центр №3):**

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 4 шт., кресло - 1 шт., шкаф - 2 шт., персональный компьютер - 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 - 1 шт., колонки Logitech - 1 шт., тестер компьютерной сети - 1 шт., дрель - 1 шт., телефон - 1 шт., набор ручных инструментов - 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010), Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение**

1. Microsoft Windows 7 Professional
2. Microsoft Windows 8 Professional
3. Microsoft Office 2007 Professional Plus