

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.13**

(индекс дисциплины)

**Физическая химия**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **2** Физической и коллоидной химии

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **18.03.01 Химическая технология**

Профиль подготовки: **Химическая технология органических веществ**

Уровень образования: **бакалавриат**

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>324</b>		
	Аудиторные занятия	<b>140</b>		
	Лекции	70		
	Лабораторные занятия	70		
	Практические занятия			
	Самостоятельная работа	<b>112</b>		
	Промежуточная аттестация	<b>72</b>		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	4, 5		
	Зачет			
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>9</b>		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная				<b>4</b>	<b>5</b>					
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология

и на основании учебного плана № b180301.12-12\_20  
b180301.12-3\_20

Кафедра-разработчик: Физической и коллоидной химии

Заведующий кафедрой: Липин В.А.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области физической химии, в умении определять принципиальную возможность осуществления и сознательно управлять химическими и технологическими процессами, целостного представления о процессах и явлениях в живой и неживой природе, овладение основами физической химии для использования в профессиональной и познавательной деятельности.

Формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов и методов проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов исследований.

Формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных физико-химических исследований.

## 1.3. Задачи дисциплины

Рассмотреть и объяснить закономерности, определяющие направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние на них среды, а также условия получения максимального выхода продукта и получения новых материалов с необходимыми свойствами;

Раскрыть принципы теоретических и экспериментальных физико-химических методов (термодинамических, кинетических, электрохимических) для решения практических задач профессиональной направленности.

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК- 3	Готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) строение вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире. Уметь: 1) использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире. Владеть: 1) Навыками использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире.		
ПК- 4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) Приемы разработки технологических процессов и выбора технических средств и технологии с		

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
учетом экологических последствий их применения. Уметь: 1) Принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения Владеть: 1) Навыками разработки технологических процессов и выбора технических средств и технологии с учетом экологических последствий их применения.		
ПК- 18	Готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	2
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) свойства химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности Уметь: 1) использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности Владеть: 1) навыками использовать знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности		

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

- общая и неорганическая химия (ОПК-3, ПК-18)
- органическая химия (ОПК-3, ПК-18)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (ПК-18)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Термодинамика и кинетика</b>			
<b>Тема 1. Основы химической термодинамики.</b> Первое начало термодинамики. Термодинамические системы и термодинамические параметры. Тепловой эффект, закон Гесса. Уравнение Кирхгофа. Второе начало термодинамики. Энтропия как критерий направления самопроизвольных процессов в изолированных системах. Термодинамические потенциалы как критерий направления и предела протекания процессов в закрытых системах.	28		
<b>Тема 2. Химическая кинетика.</b> Определение понятия скорости химической реакции в связи с кинетической классификацией химических процессов. Стадии протекания сложных реакций.	18		
<b>Тема 3. Химическое равновесие.</b> Система переменного состава. Термодинамические условия равновесия в системах переменного состава. Способы выражения термодинамических констант для гомогенных и гетерогенных реакций. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продукта, степени превращения, степени диссоциации.	26		
<b>Текущий контроль 1</b> Коллоквиум	2		
<b>Учебный модуль 2. Свойства растворов и фазовые равновесия</b>			
<b>Тема 4. Общие свойства растворов.</b> Уравнение состояния идеального и реального газов. Термодинамическая классификация растворов (растворы идеальные, реальные, предельно разбавленные растворы неэлектролитов и	16		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
электролитов).			
<b>Тема 5. Термодинамика растворов.</b> Аддитивные (энтальпия, объем, теплоемкость) и неаддитивные свойства (энергия Гиббса, энтропия) идеальных растворов. Закон Рауля. Химический потенциал компонента идеального и реального раствора. Эбуллиоскопия, криоскопия, осмотическое давление.	16		
<b>Текущий контроль 2</b> Коллоквиум	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>36</b>		
<b>Учебный модуль 3. Теория растворов</b>			
<b>Тема 6. Фазовые равновесия.</b> Многокомпонентные системы. Гетерогенные равновесия. Фазовые равновесия. Условия термодинамического равновесия в многофазных многокомпонентных системах. Правило фаз Гиббса. Азеотропные смеси. Расчет с использованием правила рычага. Типы диаграмм в зависимости от характера взаимодействия в твердом и жидком состоянии. Простейшие типы диаграмм состояния.	38		
<b>Тема 7. Растворы электролитов.</b> Равновесия и явления переноса в растворах электролитов. Электрическая проводимость растворов. Числа переноса, способы их определения. Зависимость степени диссоциации слабых электролитов от концентрации, закон разведения Оствальда. Стандартное состояние в растворах электролитов. Основные положения теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Ионные равновесия: ионное произведение воды, pH, особенности pH в неводных средах, гидролиз, сольволиз, растворимость малорастворимых солей. Ионные равновесия расплавов электролитов. Твердые электролиты.	48		
<b>Текущий контроль 3</b> Коллоквиум	2		
<b>Учебный модуль 4. Электрохимические процессы</b>			
<b>Тема 8. Термодинамическая теория ЭДС. Гальванический элемент.</b> Электродвижущие силы и электродных потенциалы. Механизм возникновения электродного потенциала. Двойной электрический слой. Зависимость ЭДС гальванического элемента от активности потенциалопределяющих ионов и температуры. Электроды первого и второго рода. Амальгамные, окислительно-восстановительные, мембранные электроды, стеклянный и ионоселективный электроды. Гальванические цепи – химические и концентрационные. Электроды сравнения.	30		
<b>Тема 9. Электролиз. Коррозия металлов.</b> Законы электролиза. Особенности неравновесных процессов на электродах. Стадии электродных реакций: транспорт ионов, химическая, перенос заряда (разряд), образование новой фазы и связанные с ним явления поляризации электродов. Зависимость скорости электродных процессов от потенциала электроды в случае замедленных стадий диффузии и переноса заряда. Полярография. Коррозия.	24		
<b>Текущий контроль 4</b> Коллоквиум	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)</b>	<b>36</b>		
<b>ВСЕГО:</b>	<b>324</b>		

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	4	10				
2	4	6				
3	4	6				
4	4	6				
5	4	6				
6	5	10				
7	5	10				
8	5	8				
9	5	8				

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
<b>ВСЕГО:</b>		<b>70</b>				

### 3.2. Практические и семинарские занятия

Не предусмотрено

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Определение интегральной теплоты растворения соли. Определение теплоты нейтрализации сильной щёлочи сильной кислотой. Определение концентрации кислоты	4	8				
1	Определение удельной теплоёмкости растворов	4	6				
1	Определение удельной теплоты испарения жидкостей	4	4				
2	Поляриметрическое определение константы скорости реакции инверсии тростникового сахара	4	4				
3	Определение молярной рефракции и парахора.	4	4				
4	Криоскопическое определение молекулярной массы вещества	4	4				
4	Построение диаграммы температура кипения – состав для неограниченно смешивающихся жидкостей	4	4				
6	Построение диаграммы температура гомогенизации-гетерогенизации – состав для ограничено смешивающихся компонентов	5	6				
6	Построение диаграмм температура плавления — состав для систем с эвтектикой и с химическим соединением	5	6				
7	Определение удельной электропроводности растворов электролитов и расчёт характеристик этих растворов. Расчёт произведения растворимости. Кондуктометрическое титрование с целью определения количества кислоты	5	8				
7	Определения чисел переноса ионов	5	6				

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
7	Потенциометрическое титрование. Определение количества кислоты. Определение pH буферного раствора	5	6				
8	Определение ЭДС и электродных потенциалов. Расчёт произведения растворимости солей и гидроксидов	5	4				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>70</b>				

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2	Коллоквиум	4	2				
3,4	Коллоквиум	5	2				

#### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	4	20				
Подготовка к лабораторным занятиям	4	20				
Подготовка к экзамену	4	36				
Усвоение теоретического материала	5	36				
Подготовка к лабораторным занятиям	5	36				
Подготовка к экзамену	5	36				
<b>ВСЕГО:</b>		<b>184</b>				

#### 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

##### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лабораторные занятия	Работа в команде	35		
<b>ВСЕГО:</b>		<b>35</b>		

##### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Основы физической химии. Часть 1. Теория [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Еремин [и др.]— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 320 с. Режим доступа: IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/26034>

2. Основы физической химии. Часть 2. Задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Еремин [и др.]— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 263 с. Режим доступа: IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/26035>

б) дополнительная учебная литература

3. Григорьева, Л.С. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Григорьева Л.С., Трифонова О.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 149 с. Режим доступа: IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/26215>

4. Краткий справочник физико-химических величин некоторых неорганических и органических соединений [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: РЕАВИЗ, 2011.— 68 с. Режим доступа: IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/18405>

5. Березовчук, А.В. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Березовчук А.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2012.— 159 с. Режим доступа: IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/8191>

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Кудряшов, И. В. Сборник примеров и задач по физической химии: учебное пособие для вузов / И. В. Кудряшов, Г. С. Каретников. — 7-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2008. — 527 с.: ил.

2. Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. — 12-е изд. — Москва: АРИС, 2010. — 239 с.

3. Липин А.Б., Липин В.А. Фазовые диаграммы. Учебное пособие. СПб.: Изд-во ун-та РП, 2015.-108 с.

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт электронных учебников и пособий по химии, в том числе, физико-химическим методам анализа органических веществ: <http://www.rushim.ru/books/books.htm>

2. Образовательный портал, где освещены теоретические и прикладные аспекты основных физико-химических методов исследования <http://www.orgchemlab.com>

3. Поисковая база спектральных данных органических веществ: <http://organicworldwide.net>

4. Химический каталог. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>

5. Chemnet - официальное электронное издание химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>

6. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>

7. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>.

<http://www.twirpx.com>.

<http://www.sciteclibrary.ru/>.

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1

2. Microsoft Office Professional 2013

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом

2. Учебная лаборатория для изучения основных физико-химических процессов

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Не предусмотрено

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Проработка рабочей программы по данной дисциплине, работу с конспектом лекций и учебных пособий по данной дисциплине. Просмотр периодических изданий российских и зарубежных, ресурсов Интернет, пользоваться консультациями преподавателя.
Лабораторные занятия	Работа с учебно-методическими пособиями по лабораторной работе, получение навыков получения полимеров и исследования свойств полимера, понять принципы использования полимеров в производстве пластмасс, лаков и красок, химических волокон, резин, композиционных материалов и др.
Самостоятельная работа	При подготовке к экзамену необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, проработать вопросы к экзамену, получить консультацию у преподавателя. Усвоение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям и экзамену.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-4 (2)	1. Излагает принципы принятия конкретных технических решений при разработке технологических процессов, 2. Демонстрирует применение способности принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения 3. Использует теоретические знания по физической химии для принятия конкретных технических решений при разработке технологических процессов, выбора технических средств и технологии с учетом экологических последствий их применения	1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание	1. Перечень вопросов к экзамену (87 вопросов) 2. Практические типовые задания (30 задач)
ПК-18 (2)	1. Излагает знания свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе 2. Демонстрирует применение знаний свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности 3. Использует знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание	1. Перечень вопросов к экзамену (87 вопросов) 2. Практические типовые задания (30 задач)
ОПК-3 (2)	1. Излагает знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений 2. Демонстрирует готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в	1. Устное собеседование 2. Практическое типовое задание	1. Перечень вопросов к экзамену (87 вопросов) 2. Практические типовые задания

Код компетенции (этап формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире 3. Использует знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире		(30 задач)

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов физической химии, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физико-химических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин физической химии. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать, выполняет все задания, предусмотренные формами контроля
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов физической химии, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин физической химии. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать законы физической химии, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество принципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности величин физической химии, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.

неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы физической химии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать законы физической химии и плохо ориентируется в величинах физической химии, не владеет математическим аппаратом.
---------------------	---	--

**10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

**10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Что такое физическая химия, что изучает физическая химия? Отличие физической химии от общей химии. Что изучает термодинамика?	1
2	Что такое внутренняя энергия? Основные свойства вещества.	1
3	Что такое термодинамическая система? Какие бывают термодинамические системы? Что такое работа, теплота, фаза, термодинамический процесс, какие бывают термодинамические процессы? Какими могут быть условия проведения процессов?	1
4	Что такое термодинамический цикл, уравнение состояния системы внутренняя энергия системы? Какие бывают формы передачи энергии?	1
5	Термодинамическое равновесие. Метастабильное равновесие. Признаки термодинамического равновесия.	1
6	Первое начало (закон) термодинамики. Формулировки первого начала термодинамики. Вечный двигатель первого рода.	1
7	Первое начало (закон) термодинамики применительно к идеальному газу при различных условиях. Теплоемкость при постоянстве отдельных параметров.	1
8	Первое начало (закон) термодинамики применительно к реальным процессам. Процесс нагревания (охлаждения вещества), изменение агрегатного состояния вещества.	1
9	Первое начало (закон) термодинамики применительно к реальным процессам. Химические реакции. Закон Гесса, использование закона Гесса применительно к расчету тепловых эффектов.	1
10	Что такое энтальпия? Расчет теплового эффекта при стандартных условиях.	1
11	Расчет теплового эффекта реакции при любой температуре.	1
12	Экспериментальное определение тепловых эффектов	1
13	Второе начало термодинамики (что определяет и устанавливает). Формулировка. Его математическое выражение.	1
14	Вечный двигатель второго рода. Схема работы реальной тепловой машины.	1
15	Идеальная машина (цикл) Карно и ее КПД. Теорема Карно.	2
16	Второе начало термодинамики. Самопроизвольные процессы. Энтропия и ее свойства. Приведенное тепло.	2
17	Расчет энтропии для идеальных процессов (идеальный газ).	2
18	Расчет энтропии для реальных процессов. Расчет энтропии изобарного нагревания (охлаждения) вещества.	2
19	Расчет энтропии для реальных процессов. Расчет энтропии фазовых превращений и изменения агрегатного состояния.	3
20	Расчет энтропии для реальных процессов. Химические реакции. Постулат Планка. III	3

	закон термодинамики.	
21	Признаки самопроизвольности протекания процессов и равновесия в системах при постоянстве отдельных параметров. Энергия Гиббса. Энергия Гельмгольца	3
22	Химический потенциал. Вычисление химических потенциалов.	4
23	Равновесные соотношения при фазовых переходах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Способы решения уравнения Клаузиуса-Клапейрона.	4
24	Сродство химической реакции и способы его расчета.	5
25	Константа равновесия и ее зависимость от температуры. Уравнение изобары Вант-Гоффа.	6
26	Последовательность вычисления химического сродства (изменения энергии Гиббса) реакции.	6
27	Константа равновесия для газов, растворов.	6
28	Связь между $K_p$ , $K_c$ , $K_a$ , $K_f$ . Определение констант равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций.	6
29	Условия равновесия в гетерогенных системах. Уравнение Клаузиуса—Клапейрона для процессов испарения и сублимации.	6
30	Зависимость температур плавления и полиморфного превращения от внешнего давления. Диаграмма состояния однокомпонентных систем.	6
31	Химическая кинетика. Что изучает. Скорость гомогенной химической реакции, от чего она зависит. Константа скорости реакции. Уравнение Аррениуса. Способы регулирования скорости гомогенной реакции.	6
32	Скорость гетерогенной химической реакции, законы Фика. Способы регулирования скорости гетерогенной реакции.	6
33	Давление пара над раствором. Относительное понижение давления насыщенного пара в зависимости от концентрации растворенного вещества.	6
34	Зависимость между свойствами раствора и его концентрацией. Температура кристаллизации разбавленных растворов.	6
35	Определение молекулярного веса растворенного вещества. Криоскопический метод. Эбуллиоскопия.	6
36	Закон Рауля, его практическое применение.	6
37	Закон Генри, его практическое применение.	6
38	Условие кипения раствора. Условие замерзания раствора.	6
39	Термодинамическая классификация растворов. Использование модели регулярных растворов.	6
40	Химический потенциал компонента раствора для идеального и реального раствора.	6
41	Активность компонентов растворов (расплавов), расчеты коэффициентов активности.	6
42	Распределение компонентов между фазами. Константа распределения. Закон распределения Нернста-Шилова.	6
43	Водно-солевые системы и их особенности	6
44	Электрохимия электрохимические процессы. Особенности электрохимических процессов	6
45	Проводники первого и второго рода	6
46	Электролиты. Растворы электролитов. Диссоциация и сольватация	7
47	Особенности диссоциации сильных и слабых электролитов. Константа диссоциации	7
48	Закон разбавления Оствальда. Термические эффекты в растворах электролитов	7
49	Химическое равновесие при диссоциации воды. pH раствора. Ионное произведение воды	7
50	Активность. Коэффициент активности. Зависимость коэффициента активности от концентрации	7
51	Ионная сила раствора. Уравнение Дебая-Хюккеля	7
52	Расчет pH при разведении растворов	7
53	Расчет pH при смешивании растворов	7
54	Гидролиз солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой	7
55	Гидролиз солей, образованных сильным основанием и слабой кислотой	7
56	Гидролиз солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой	7
57	Равновесие в буферных растворах. Буферная емкость. Значение буферных растворов	7
58	Равновесие в насыщенных растворах. Произведение растворимости	7
59	Прохождение тока через растворы. Схема движения ионов и электронов при электролизе	7
60	Движение ионов в электрическом поле. Подвижность ионов	7
61	Абсолютная скорость движения ионов. Зависимость скорости движения ионов от	7

	различных факторов	
62	Эстафетный механизм передачи ионов протона в воде	7
63	Числа переноса. Зависимость чисел переноса от различных факторов	8
64	Электропроводность электролита. Зависимость электропроводности от различных факторов	8
65	Измерение электропроводности	8
66	Удельная электропроводность	8
67	Эквивалентная электропроводность	8
68	Прикладное значение определения электропроводности	8
69	Равновесные электродные процессы. Электрод, электрохимическая реакция, электрохимическая цепь, электрохимический потенциал	8
70	Строение двойного электрического слоя. Возникновение электрохимического потенциала	8
71	Гальванический элемент. Принцип работы гальванического элемента	8
72	Полуэлемент. Электрод сравнения	8
73	Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал. Система знаков для стандартных потенциалов	8
74	Термодинамика обратимых электрохимических систем	8
75	Водородный электрод и его использование в электрохимических системах	8
76	Электроды первого и второго рода, газовые электроды	8
77	Окислительно-восстановительные, ионообменные электроды	8
78	Химические цепи первого и второго рода, их практическое значение	8
79	Топливный элемент и принцип его работы	8
80	Аккумуляторы и принцип их работы	8
81	Концентрационные цепи	8
82	Потенциометрия и ее практическое использование.	8
83	Электролиз и его количественные показатели	9
84	Законы Фарадея и их использование	9
85	Поляризация	9
86	Электрохимическая коррозия металлов	9
87	Методы защиты металлов от коррозии	9

### 10.2.2 Вариант типовых заданий (задач), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Стандартные энтальпии сгорания графита и алмаза в кислороде соответственно равны: -94,05 и -94,5 ккал/моль. Чему равна теплота превращения графита в алмаз?	+ 0,45 ккал/моль;
2	При 200°C для реакции $\text{BaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ барит витерит нормальное химическое сродство равно -1400 кал. Константа равновесия реакции равна:	4,435
3	Скрытая теплота испарения воды равна 9,7 ккал/моль. Вода кипит при температуре 120°C под давлением:	1,947 атм

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

#### 10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

#### 10.3.3. Особенности проведения экзамена

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.