

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 31.05.2024 18:19:41  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»  
(СПбГТИ(ТУ))

Центр среднего профессионального образования

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б. В. Пекаревский

**Рабочая программа учебной дисциплины  
ОП 05 ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

*(шифр и наименование дисциплины по учебному плану)*

Специальность

**18.02.09 Переработка нефти и газа**

Квалификация выпускника	<b>Техник-технолог</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ	<b>среднее общее образование</b>
Срок получения СПО по ППССЗ базовой подготовки	<b>2 года 10 месяцев</b>
Год начала подготовки	<b>2023, 2024</b>

Санкт-Петербург  
2023

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС), входящего в состав укрупненной группы профессий, специальностей 18.00.00 Химические технологии, по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) **18.02.09 Переработка нефти и газа.**

**Организация-разработчик:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Центр среднего профессионального образования)

**Программу составил (а)**

**к.х.н**

*(должность, степень, звание квалиф. категория)*

*(должность, степень, звание квалиф. категория)*

**Субботин Д.И.**

*(подпись)*

*(подпись)*

**ФИО**

**ФИО**

Программа обсуждена и одобрена на заседании цикловой методической комиссии общепрофессионального и профессионального цикла дисциплин протокол № 6 от «08» мая 2024г. \_\_\_\_

Председатель ЦМК

*фио*

*Подпись*

Рабочая программа дисциплины утверждена в составе ОПОП решением Ученого совета СПбГТИ (ТУ) №5 от 28.05.2024 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Директор ЦСПО \_\_\_\_\_

*(подпись)*

А.А.Киселева

*(Фамилия И.О.)*

**ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ  
ПРОГРАММЫ**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

- 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 2. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
- 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**
- 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:** Рабочая программа учебной дисциплины «Физическая и коллоидная химия» является частью основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования 18.02.09. Переработка нефти и газа. Учебная дисциплина «Физическая и коллоидная химия» входит в общепрофессиональный цикл дисциплин образовательной программы и может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий организации.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Математика», «Процессы и аппараты». Полученные в процессе изучения дисциплины «Физическая и коллоидная химия» знания и умения могут быть использованы при изучении профессиональных модулей

### 1.1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
<b>ОК 01</b> <b>ОК 02</b> <b>ОК03</b> <b>ОК 04</b> <b>ОК 07</b> <b>ПК 1.1</b> <b>ПК 1.2</b> <b>ПК 1.3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчеты электродных потенциалов, электродвижущей силы гальванических элементов;</li> <li>- находить в справочной литературе показатели физико-химических свойств веществ и их соединений;</li> <li>- определять концентрацию реагирующих веществ и скорость реакций;</li> <li>- строить фазовые диаграммы;</li> <li>- производить расчеты параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия;</li> <li>- рассчитывать тепловые эффекты и скорость химических реакций;</li> <li>- определять параметры каталитических реакций.</li> <li>- контролировать эффективность работы оборудования в ходе физико-химических исследований.</li> <li>- обеспечивать безопасную эксплуатацию оборудования и коммуникаций при ведении технологического процесса в ходе физико-химических исследований.</li> <li>- подготавливать оборудование к проведению ремонтных работ различного характера в ходе физико-химических исследований.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- закономерности протекания химических и физико-химических процессов;</li> <li>- законы идеальных газов;</li> <li>- механизм действия катализаторов;</li> <li>- механизмы гомогенных и гетерогенных реакций;</li> <li>- основы физической и коллоидной химии, химической кинетики, электрохимии, химической термодинамики и термохимии;</li> <li>- основные методы интенсификации физико-химических процессов;</li> <li>- свойства агрегатных состояний веществ;</li> <li>- сущность и механизм катализа;</li> <li>- схемы реакций замещения и присоединения;</li> <li>- условия химического равновесия;</li> <li>- физико-химические методы анализа веществ, применяемые приборы;</li> <li>- физико-химические свойства сырьевых материалов и продуктов.</li> </ul>

## 1.2. Планируемые личностные результаты реализации программы воспитания в рамках изучения учебной дисциплины.

Демонстрирующий готовность и способность вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения в профессиональной деятельности	ЛР 13
Проявляющий сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности	ЛР 14
Проявляющий гражданское отношение к профессиональной деятельности как к возможности личного участия в решении общественных, государственных, общенациональных проблем	ЛР 15
Демонстрирующий навыки работы в коллективе и команде, способный эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	ЛР 18
Осуществляющий устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.	ЛР 19
Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.	ЛР 27
Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. (в ред. Приказа Минпросвещения России от 17.12.2020 N 747)	ЛР 28

## 1.3. Количество часов на освоение программы дисциплины:

### Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины:

максимальной учебной нагрузки обучающегося 132 часов, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 120 часов;

самостоятельной работы обучающегося б часов

Из вариативной части добавлено – 90 часов:

-2 часа на промежуточную аттестацию, 2 часа на консультации,

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
Объем образовательной программы	132
Самостоятельная работа	6
Нагрузка во взаимодействии с преподавателем в том числе:	120
теоретическое обучение	30
практические занятия ( <i>если предусмотрено</i> )	40
лабораторные занятия	44
Консультации	2
<b>Промежуточная аттестация<sup>1</sup> в форме экзамена</b>	6

---

<sup>1</sup> Форма и периодичность промежуточной аттестации определяются образовательной организацией.

## 2.1. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем часов	Осваиваемые элементы компетенций
1	2	3	4
<b>Раздел 1. Физическая химия</b>		<b>120</b>	
<b>Тема 1.1 Молекулярно-кинетическая теория агрегатных состояний вещества</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	8	<b>ОК 01-04,07, 09, 10 ЛР 18-19</b>
	Основы молекулярно-кинетической теории. Масса и размеры молекул. Скорость движения молекул. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Закон Бойля-Мариотта. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля.		
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>	6	
	1 Практическое занятие <b>Расчет состояния идеальных газов, реальных газов. Построение диаграммы реального газа.</b>	6	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>	-	
<b>Тема 1.2 Основы химической термодинамики</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	28	<b>ОК 01-04,07, 09, 10 ЛР 13-15 ЛР 18-19</b>
	Первое начало термодинамики. Термохимические уравнения. Стандартная теплота образования. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики. Изолированная система, термодинамическими параметрами состояния. Термодинамическим процессом. Удельная и молярная теплоемкость.		
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>		
	1 Практическое занятие <b>Расчет энтальпии и энтропии процесса.</b>	4	
	2 Практическое занятие <b>Расчет теплоемкости, тепловых эффектов реакций.</b>	6	
	3. Лабораторное занятие <b>Определение интегральной теплоты растворения соли в воде</b>	6	
		<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>	
<b>Тема 1.3 Химическая кинетика</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	20	<b>ОК 01-04, 07, 09, 10 ЛР 18-19</b>
	Общие закономерности химической кинетики. Скорость реакции. Влияние концентрации на скорость реакции. Молекулярность и порядок реакции. Прямая и обратная задача химической		



	кинетики. Реакция первого порядка, второго порядка, других порядков. Сложные реакции. Влияние температуры на скорость химических реакций. Кинетика гетерогенных реакций. Кинетика реакций в открытых системах			
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>16</b>		
	1 Практическое занятие <b>Расчет константы скорости химических реакций</b>	4		
	2. Лабораторное занятие <b>Определение константы скорости химической реакции йодирования ацетона</b>	6		
	3. Лабораторное занятие <b>Определение константы скорости разложения малахитового зеленого фотометрическим методом</b>	6		
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>			
<b>Тема 1.4 Химическое и фазовое равновесие</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>26</b>	<b>ОК 01-04, 07, 09, 10</b>	
	Компоненты системы. Агрегатные состояния. Полиморфные модификации. Фазы и фазовые состояния. Фазовые равновесия. Физико-химические превращения. Простейшее равновесное состояние. Условие равновесия двух фаз. Однокомпонентные системы. Качественные и количественные расчеты.			
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>			<b>20</b>
	1 Практическое занятие <b>Расчет константы равновесия реакции.</b>			8
	2 Лабораторная работа <b>Сплавы.</b>			6
	3. Лабораторная работа <b>Давление пара</b>			6
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>			-
<b>Тема 1.5 Катализ</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>12</b>	<b>ОК 01-04, 07, 09, 10</b> <b>ЛР 13-15</b> <b>ЛР 18-19</b>	
	Типы катализаторов. Принцип работы катализаторов. Применение в промышленности. Уравнение Аррениуса. Гомогенный, гетерогенный катализ. Автокатализ. Ферментативный катализ. Химические реакции, протекающие при участии катализаторов.			
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>			<b>10</b>
	1 Практическое занятие <b>Расчет энергии активации гомогенной реакции</b>			4
	2 Лабораторная работа <b>Изучение кинетики гидролиза сахарозы.</b>			6
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>			-
<b>Тема 1.6 Растворы</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>10</b>	<b>ОК 01-04, 07,</b>	

	Общая характеристика растворов. Концентрация и способы ее выражения. Растворимость газов в жидкостях. Растворы неэлектролитов. Закон Рауля и его следствия. Осмос. Фугитивность. Закон Генри. Электропроводность.		<b>09, 10</b>	
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>	<b>6</b>		
	1 Лабораторная работа <b>Электропроводность</b>	6		
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>	2		
<b>Тема 1.7</b> <b>Электрохимия</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>16</b>	<b>ОК 01-04, 07, 09, 10</b>	
	Понятие электрохимии. Электродные процессы. Катодные и анодные процессы в гальванотехнике. Современные направления в развитии термодинамической и прикладной электрохимии.			
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>			<b>14</b>
	1 Практическое занятие <b>Расчеты по закону Фарадея.</b>			4
	2 Практическое занятие <b>Расчет константы равновесия электрохимической реакции</b>			4
	2 Лабораторное занятие <b>Электродвижущие силы</b>			6
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>			
<b>Раздел 2. Коллоидная химия</b>		<b>10</b>		
<b>Тема 2.1 Коллоиды</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>6</b>	<b>ОК 01-04, 07, 09, 10</b> <b>ЛР 18-19</b>	
	Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. ПАВ. Адсорбция на границе: раствор-пар, твердое тело-газ. Адсорбция из растворов. Коллоидные растворы. Методы получения. Агрегативная устойчивость и коагуляция золей. Электрокинетические явления. Седиментация золей. Очистка коллоидов. Оптические свойства золей.			
	<b>Тематика практических занятий и лабораторных работ</b>			<b>4</b>
	1 Практическое занятие <b>Составление схем строения мицелл</b>			2
	2 Лабораторная работа <b>Получение золя берлинской лазури</b>			2
	<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>			
<b>Тема 2.2</b> <b>Высокомолекулярны е соединения</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	<b>4</b>	<b>ОК 01-04, 07, 09, 10</b>	
	Основные понятия химии полимеров. Строение высокомолекулярных соединений. Термодинамика растворения ВМС. Свойства растворов ВМС. Вязкость ВМС. Мембранное			

	равновесие. Устойчивость растворов ВМС.		
	<i>Самостоятельная работа обучающихся</i> <i>Определяется при формировании рабочей программы</i>	6	
<b>Консультация</b>		2	<i>ЛР 28, 27</i>
<b>Промежуточная аттестация</b> дифференцированный зачет.		<b>6</b>	
<b>Всего:</b>		<b>132</b>	

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета химических дисциплин и лаборатории физической и коллоидной химии.

Оборудование учебного кабинета: посадочные места по количеству обучающихся, рабочее место преподавателя, меловая доска, образцы различных дисперсных систем: эмульсий, суспензий, аэрозолей, гелей и золь.

Комплект моделей кристаллических решеток, коллекция «Нефть и важнейшие продукты ее переработки».

Технические средства обучения: мультимедийная установка, ноутбук, колонки. Компьютерные программы Indent, PDWin

**Лаборатория «Физической и коллоидной химии»**, оснащенная в соответствии программой по специальности 18.02.09 Переработка нефти и газа:

Вытяжной шкаф; лабораторные столы; химическая посуда ГОСТ 25336 «Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры»; термостат; мешалки магнитные; дистиллятор; весы аналитические; весы электронные теххимические; электрические плитки; сушильный шкаф; бани песочные; бани водяные; ареометры; термометры; колбонагреватели.

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории:

Лабораторный практикум, оборудованный для проведения лабораторных работ:

1. Определение тепловых эффектов (теплоты нейтрализации или теплоты растворения соли).
2. Построение диаграммы равновесия кристаллы жидкость двухкомпонентной системы по экспериментальным данным.
3. Определение константы скорости реакции гидролиза сахарозы (инверсии сахара)
4. Изучение зависимости электрической проводимости растворов сильных или слабых электролитов от концентрации. Кондуктометрическое титрование.
5. Измерение электродных потенциалов и ЭДС гальванических элементов.
6. Определение рН растворов, степени и константы гидролиза соли методом потенциометрии.
7. Потенциометрическое титрование.

Основное оборудование лаборатории, в том числе:

1. Весы ВЛР-200 г (Измерение массы вещества. Цена деления 1 мг, класс точности  $\pm 0,15$  мг)
2. Регулируемый прибор питания «Агат» (Получение регулируемого от 8 до 15 В стабилизированного напряжения. Предел измерений: ток - 2 А; напряжение - 8-15 В)
3. Вольтметр цифровой Щ1413 (Для измерения напряжения постоянного тока. Класс точности  $\pm 0,15$  мг. Цена деления 1 мВ)
4. Вольтметр В7-27А/1 (Измерение постоянного напряжения положительной и отрицательной полярности. Предел измерений 0-1 000 В)
5. Сахариметр универсальный СУ-4 (Предназначен для определения концентрации сахарозы в растворах по углу вращения плоскости поляризации. Предел допускаемой погрешности  $\pm 0,05^\circ\text{S}$ )
6. Осциллограф Н3013 (Предназначен при проведении наблюдений простейших электрических процессов)
7. Электрическая мешалка RD-25 (Для перемешивания растворов)
8. Сушильный шкаф STP (Для сушки посуды)
9. Сушильный шкаф КС-65 (Для сушки образцов)
10. Дистиллятор ДЭМ-10 (Для получения дистиллированной воды)
11. Источник постоянного тока Б5-21 (Предназначен для питания накальных цепей и схем на полупроводниковых приборах. Прибор допускает нагрузки от 0 до 10 А при выходном напряжении до 10 В и от 0 до 5 А при выходном напряжении до 30 В.)

12. рН-метр рН-121 (Измерение активности ионов водорода (рН) и окислительно-восстановительного потенциала. Предел измерений рН - 1-14; ЭДС 100±1400 мВ. Погрешность: рН±0,05 рН; ЭДС ±0,5 мВ/дел).

### 3.2. Информационное обеспечение обучения

Информационное обеспечение обучения содержит перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

#### Основные источники:

1. Физическая химия. Теория и задачи: учебное пособие / Ю.П. Акулова, С.Г. Изотова, О.В. Проскурина, И.А. Черепкова. – 3-е изд., стер. – Санкт\_Петербург: Лань, 2021. - 228с.- ISBN 978-5-8114-3057-4.
2. Физическая химия. Теория и задачи: учебное пособие / Ю.П. Акулова, С.Г. Изотова, О.В. Проскурина, И.А. Черепкова. – Санкт\_Петербург : Лань, 2021. - 228с.- ISBN 978-5-8114-3057-4 // Лань: электронно-библиотечная система- URL:<https://e.lanbook.com> (16.11.2020)/- Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Щеголихина, Н. А. Общая химия : учебник для спо / Н. А. Щеголихина, Л. В. Минаевская. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-6897-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165824> (дата обращения: 31.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Береснева, Е. В. Теоретические основы техники химического эксперимента : учебно-методическое пособие / Е. В. Береснева. — Киров : ВятГУ, 2019. — 104 с. // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134618>
5. Справочник по химии : учебное пособие / Л. Н. Блинов, И. Л. Перфилова, Л. В. Юмашева, Р. Г. Чувиляев. - Москва : Проспект, 2022. - 160 с. - ISBN 978-5-392-16695-4.

#### Дополнительные источники:

1. Белик В. В., Киенская К. И. Физическая и коллоидная химия : учебник : для среднего профессионального образования по специальности "Технология аналитического контроля химических соединений" / В. В. Белик, К. И. Киенская. - 4-е изд., стер. - Москва : Академия, 2021. - 286с.

#### Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека «Библиотех» – <http://lti-gti.bibliotech.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Лань» – <http://e.lanbook.com/>
3. Каталог образовательных Интернет-ресурсов – <http://www.edu.ru/>
4. Электронная библиотека по химии и технике – <http://rushim.ru/>

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения семинарских занятий, тестирования, а также выполнения самостоятельной работы.

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<b>Умения:</b>		
- выполнять расчеты электродных потенциалов, электродвижущей силы гальванических элементов;	- правильность расчетов электродных потенциалов, электродвижущей силы гальванических элементов	Устный опрос, письменный опрос
- находить в справочной литературе показатели физико-химических свойств веществ и их соединений;	- нахождение в справочной литературе необходимых показателей физико-химических свойств веществ и их соединений;	Письменный опрос
- определять концентрацию реагирующих веществ и скорость реакций;	- правильное определение концентрации реагирующих веществ и скорости реакций;	Устный опрос по ходу лабораторных работ
- строить фазовые диаграммы;	- правильное построение фазовых диаграмм;	Устный опрос по ходу лабораторных работ, письменный опрос
- производить расчеты параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия;	- правильность расчетов параметров газовых смесей, кинетических параметров химических реакций, химического равновесия;	Письменный опрос, устный опрос
- рассчитывать тепловые эффекты и скорость химических реакций;	- правильность расчетов тепловых эффектов и скорости химических реакций;	Письменный опрос, устный опрос
- определять параметры каталитических реакций.	- правильное определение параметров каталитических реакций.	Устный опрос по ходу лабораторной работы
<b>Знания:</b>		
- закономерности протекания химических и физико-химических процессов;	- демонстрация знаний закономерностей протекания химических и физико-химических процессов;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- законы идеальных газов;	- демонстрация знаний законов идеальных газов;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- механизм действия катализаторов;	- демонстрация знаний механизмов действия катализаторов;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- механизмы гомогенных и гетерогенных реакций;	- демонстрация знаний механизмов гомогенных и гетерогенных реакций;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- основы физической и коллоидной химии, химической кинетики, электрохимии, химической термодинамики и термохимии;	- демонстрация знаний основ физической и коллоидной химии, химической кинетики, электрохимии, химической термодинамики и термохимии;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы

- основные методы интенсификации физико-химических процессов;	- демонстрация знаний основных методов интенсификации физико-химических процессов;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- свойства агрегатных состояний веществ;	- демонстрация знаний свойств агрегатных состояний веществ;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- сущность и механизм катализа;	- демонстрация знаний сущности и механизма катализа;	
- схемы реакций замещения и присоединения;	- демонстрация знаний схем реакций замещения и присоединения;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- условия химического равновесия;	- демонстрация знаний условий химического равновесия;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- физико-химические методы анализа веществ, применяемые приборы;	- демонстрация знаний физико-химических методов анализа веществ и применяемых приборов;	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы
- физико-химические свойства сырьевых материалов и продуктов.	- демонстрация знаний физико-химических свойств сырьевых материалов и продуктов.	Устный опрос, письменный опрос, оценка выполненной самостоятельной работы

### Практические занятия

Тема дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Форма проведения занятия
1.1	Работа со справочной литературой. Расчеты параметров газов и газовых смесей с использованием газовых законов.	6	Решение ситуационной задачи

Тема дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Форма проведения занятия
1.2	Расчет тепловых эффектов реакций по термохимическим уравнениям, используя стандартные теплоты образования и сгорания. Определение работы и тепла в термодинамических процессах. Расчеты энтропии по уравнениям химических реакций с применением справочных данных. Расчет изменения энергии Гиббса с применением справочных данных. Расчет $\Delta H$ , $\Delta S$ , изменения теплоемкости химической реакции при заданной температуре, с применением справочных данных. Расчет $\Delta G$ химической реакции при заданной температуре, определение направления самопроизвольного протекания процесса. константы равновесия гомогенной реакции при заданной температуре. Вычисление состава равновесной смеси, выхода продукта, степени превращения. Вычисление константы равновесия гетерогенной реакции.	12	Решение ситуационной задачи
1.3	Графический метод определения порядка реакции, определение порядка реакции методом подстановки, вычисление константы скорости химической реакции, времени полупревращения.	4	Работа в команде
1.4	Решение задач по определению числа фаз, компонентов и числа степеней свободы в различных системах. Анализ диаграммы плавкости двухкомпонентной системы. Построение кривых охлаждения. Термический анализ. Расчеты молярной, моляльной концентрации растворов. Решение практических задач по определению давления пара растворителя над раствором	8	Решение ситуационной задачи
1.5	Определение каталитической активности катализатора. Определение производительности, селективности катализатора.	4	Решение ситуационной задачи
1.7	Расчеты электрической проводимости, ионной силы растворов. Составление гальванических элементов. Расчет ЭДС гальванических элементов. Расчет $\Delta H$ , $\Delta S$ , $\Delta G$ химической реакции, протекающей в гальваническом элементе. Расчеты по законам Фарадея.	6	Решение ситуационной задачи
2.1	Расчет расхода электролита для коагуляции коллоидного раствора. Определение формулы мицеллы коллоидного раствора.	2	



**Самостоятельная работа обучающихся**

Тема дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.6	Способы перевода концентраций в различные единицы измерения, Закон Рауля и его следствия. Идеальные и неидеальные растворы. Криволинейность. Эбулиоскопия.	2	Решение ситуационной задачи

5. Оценочные и методические материалы содержатся в Приложении к рабочей программе.

5. Оценочные и методические материалы содержатся в Приложении к рабочей программе.

### **Перечень вопросов**

для проведения промежуточной аттестации  
в форме экзамена по учебной дисциплине: «**Физическая и коллоидная химия**»

#### **1. Теоретические вопросы**

1. Идеальный газ. Газовые законы, их математическое и графическое выражение. Следствия газовых законов.
2. Реальные газы. Причины отклонений свойств реальных газов от идеальных газовых законов.
3. Основные понятия химической термодинамики: термодинамическая система, внутренняя энергия, теплота и работа. Функции состояния и функции процесса.
4. Работа расширения в термодинамических процессах. Связь работы расширения и первого закона термодинамики.
5. Универсальная газовая постоянная и ее физический смысл и размерность. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
6. Парциальные давления газов в смеси. Закон Дальтона. Правило аддитивности.
7. Химическая термодинамика и ее роль в изучении химических процессов. Первое начало термодинамики.
8. Работа расширения идеального газа в изотермическом, изобарно-изотермическом, изобарном процессах.
9. Зависимость теплового эффекта от температуры. Факторы, влияющие на величину теплового эффекта реакции. Закон Кирхгофа.
10. Теплоемкость: ее общая характеристика. Виды теплоемкости, их взаимосвязь, зависимость от различных факторов.
11. Термодинамическое и химическое понятие обратимости процесса. Условия термодинамической обратимости.
12. Второе начало термодинамики. Аналитическое выражение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
13. Основной термодинамический цикл - цикл Карно, его КПД.
14. Энтропия: физический смысл, значение, характеристика.
15. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии.
16. Изменение энтропии в химическом процессе.
17. Максимальная и максимальная полезная работа.
18. Термодинамические потенциалы, как мера работоспособности системы и критерий направления процесса.
19. Свободная энергия системы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца.
20. Химический потенциал реального и идеального газов.
21. Активность и коэффициент активности реального газа.
22. Методы нахождения коэффициентов активности.
23. Понятие химической переменной. Уравнение изотермы химической реакции.
24. Термодинамические константы равновесия реакции.
25. Практические константы равновесия.
26. Способы выражения констант равновесия, взаимосвязь между константами равновесия, выраженными через концентрации и парциальные давления.
27. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции.
28. Определение оптимальных условий ведения химических реакций. Факторы, влияющие на равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.
29. Принцип Ле-Шателье, его практическое применение.
30. Тепловая теорема Нернста.
31. Константа скорости реакции, ее физический смысл.

32. Сущность химической кинетики. Феноменологическая кинетика.
33. Средняя и истинная скорости химической реакции. Основной закон химической кинетики - закон действия масс.
34. Классификация реакций по молекулярности и порядку реакции.
35. Правило Вант – Гоффа, ограничение его применения.
36. Кинетические уравнения реакций 0,1,2 порядка. Период полупревращения.
37. Основные положения теории активации и сущность процесса активации молекул. Энергия активации.
38. Уравнение Аррениуса, его практическое применение.
39. Цепные реакции, их особенности, характеристика. Механизм цепных реакций.
40. Электролиз. Закон Фарадея.
41. Коллоидная химия. Основные признаки дисперсных систем, их классификация.

## 2. Теоретические вопросы

1. Основные понятия фазовых равновесий: фаза, составная часть системы, компонент, степени свободы системы.
2. Правило фаз Гиббса. Классификация систем по числу фаз, компонентов и степеней свободы.
3. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Применение правила фаз к разбору диаграмм состояния однокомпонентных систем
4. Диаграмма состояния однокомпонентных систем на примере диаграммы состояния воды. Анализ диаграммы. Тройная точка.
5. Равновесия «кристаллы - жидкость» в двухкомпонентных системах.
6. Закон Рауля. Идеальные и неидеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы.
7. Парциальные мольные величины. Явление осмоса. Осмотическое давление в растворах электролитов и неэлектролитов.
8. Закон Вант – Гоффа. Изотонический коэффициент.
9. Равновесие в системе «жидкость-пар». Неограниченно растворимые друг в друге жидкости.
10. Условия кипения и замерзания жидкостей.
11. Коллигативные свойства растворов. Криоскопическая и эбулиоскопическая постоянные, их физический смысл.
12. Криоскопия, эбулиоскопия, их практическое применение.
13. Взаимная растворимость жидкостей в связи с характером межмолекулярного взаимодействия.
14. Диаграммы «Давление - состав» и «Температура кипения - состав» для идеальных систем.
15. Перегонка. Физические основы и сущность процесса.
16. Первый закон Гиббса-Коновалова. Виды перегонки.
17. Фракционная перегонка. Схемы и диаграмма «Температура кипения - состав» для процессов простой и фракционной перегонки.
18. Принцип действия дефлегматоров и ректификационных колонн.
19. Системы с отклонениями от закона Рауля. Причины отклонений.
20. Азеотропные смеси. Второй закон Гиббса-Коновалова.
21. Диаграммы «Общее давление - состав» и «Температура кипения - состав» для растворов с положительными и отрицательными отклонениями от закона Рауля.
22. Методы разделения азеотропных смесей. Системы «жидкость-жидкость, нерастворимые друг в друге».
23. Перегонка с водяным паром.
24. Электрическое сопротивление и электрическая проводимость различных сред. Виды электрической проводимости.
25. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость растворов. Зависимость от различных факторов.
26. Скорость и подвижность ионов. Эквивалентная проводимость при бесконечном разбавлении. Закон Кольрауша.
27. Измерение электропроводности растворов электролитов. Кондуктометрия.
28. Сильные и слабые электролиты. Основы теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля.
29. Ионные и средние ионные коэффициенты активности. Ионная сила раствора.
30. Электродные процессы. Скачок потенциала на границе металл - раствор. Электродный

потенциал. Стандартный электродный потенциал. Равновесный потенциал. Уравнение Нернста.

31. Водородная шкала электродных потенциалов.

32. Классификация электродов.

33. Выражения для равновесного потенциала для электродов различных типов (первого рода, второго рода, окислительно-восстановительные).

34. Использование стандартных потенциалов для определения направления протекания химических и электрохимических реакций. Термодинамический расчет ЭДС.

35. Гальванические элементы, их типы, особенности, термодинамика гальванических элементов.

36. Компенсационный метод измерения ЭДС.

37. Потенциометрия и рН – метрия.

38. Индикаторные электроды.

39. Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Ингибиторы.

40. Теория промежуточных соединений. Изменения энергии активации каталитических реакций.

41. Гетерогенный катализ. Роль адсорбции в гетерогенно – каталитических реакциях. Основные теории гетерогенного катализа. Механизм гетерогенных каталитических реакций.

### 3. Практические вопросы (задачи)

1. ЭДС гальванического элемента  $\text{Cd}|\text{CdSO}_4||\text{KCl}|\text{Hg}_2\text{Cl}_2|\text{Hg}$  при  $25^\circ\text{C}$  равна 0.824В.  $m(\text{KCl})=0.1$  моль/кг воды. Вычислить среднюю ионную активность раствора сульфата кадмия.

2. Этанол и метанол при смешении образуют раствор, близкий по свойствам к идеальному. При  $20^\circ\text{C}$  давление насыщенного пара над чистым этанолом равно 5.93 кПа, а над метанолом 11.83 кПа. Рассчитать давление насыщенного пара над раствором, состоящим из 100г этанола и 100г метанола, а также состав пара (в молярных долях) над этим раствором.

3. ЭДС гальванического элемента  $\text{Pt}, \text{H}_2|\text{HCl}|\text{AgCl}|\text{Ag}$  при  $25^\circ\text{C}$  равна 0.824В. Определить среднюю ионную активность раствора  $\text{HCl}$  и средний ионный коэффициент активности при  $m=0.1$  моль/1000г  $\text{H}_2\text{O}$ .

4. Рассчитать тепловой эффект реакции  $2\text{H}_2\text{S} = 2\text{H}_2 + \text{S}_2(\text{г})$  при  $T=600\text{K}$  и  $P=1\text{атм}$  и предсказать, пользуясь уравнениями, как повлияет увеличение температуры на выход продуктов.

5. Давления насыщенного пара над чистыми  $\text{CHCl}_3$  и  $\text{CCl}_4$  соответственно равны 26.54 и 15.27 кПа. Полагая, что они образуют идеальный раствор, рассчитать давление насыщенного пара над раствором, состоящим из 1 моля  $\text{CHCl}_3$  и 1 моля  $\text{CCl}_4$  и состав пара (в молярных долях) над этим раствором.

6. Температура кипения этанола при  $P=10$  мм рт.ст. равна  $-2.3^\circ\text{C}$ , а при  $P=100$  мм рт.ст.  $t=35^\circ\text{C}$ . Вычислить теплоту испарения этанола и давление, при котором температура кипения составит  $80^\circ\text{C}$ .

7. Раствор, содержащий 0.885г серы и 48.2г  $\text{CS}_2$ , кипит при  $T=319.37\text{K}$ . Температура кипения чистого  $\text{CS}_2$ , равна 319.2К, эбулиоскопическая постоянная  $2.37 \text{ K}\cdot\text{кг}\cdot\text{моль}^{-1}$ . Считая, что образуется идеальный раствор, рассчитать сколько атомов серы содержится в молекуле растворенной серы.

8. Рассчитать состав равновесной смеси, образующейся из стехиометрического соотношения исходных веществ по реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  при  $T=900\text{K}$  и  $P=1\text{атм}$ .  $K_a = 7.52\cdot 10^{-2}$ .

9. Дибромэтилен и дибромпропилен при смешении образуют раствор, близкий по свойствам к идеальному. При  $80^\circ\text{C}$  давление насыщенного пара над чистым дибромэтиленом равно 22.9 кПа, а над дибромпропиленом 16.9 кПа. Рассчитать состав пара, находящегося в равновесии с раствором, в котором молярная доля дибромэтилена равна 0.75. Рассчитать состав раствора, находящегося в равновесии с паром, в котором молярная доля дибромэтилена равна 0.5.

10. По справочным данным о температурах кипения нитробензола при различных давлениях рассчитать молярную теплоту испарения нитробензола.

11. Для реакции  $\text{CH}_4 + 2\text{S}_2(\text{г}) = \text{CS}_2 + 2\text{H}_2\text{S}$  определить тепловой эффект при 298 и 700К.

12. Рассчитать изменение энтропии в химической реакции  $3\text{H}_2 + \text{CO}_2 = \text{CH}_3\text{OH}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}$  при температурах 298К и 800К.

13. Составить гальванический элемент, в котором протекает реакция диспропорционирования  $2\text{Cu}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ . Используя значения стандартных электродных потенциалов, рассчитать

константу равновесия этой реакции при 25°C.

14. Давление насыщенного пара бутанола при  $t=30.2^\circ\text{C}$  составляет 10 мм рт. ст., а при  $t=70.1^\circ\text{C}$   $P=100$  мм рт.ст. Рассчитать теплоту испарения и температуру кипения бутанола при  $P=760$  мм рт.ст.

15. Определить термодинамическую возможность образования метана по реакции  $\text{CS}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{S}$  при  $T=1000\text{K}$ .

16. Рассчитать ЭДС гальванического элемента  $\text{Ag} | \text{Ag}_2\text{SO}_4 | \text{H}_2\text{SO}_4 || \text{AgNO}_3 | \text{Ag}$  при 25°C и величину электрической работы, которую можно получить при замыкании этого элемента.  $m(\text{H}_2\text{SO}_4)=0.5$  моль/кг воды,  $m(\text{AgNO}_3)=0.1$  моль/кг воды

17. Удельная электрическая проводимость насыщенного раствора  $\text{AgI}$  (за вычетом электропроводности воды) при 25°C равна  $1.24 \times 10^{-7}$  См $\times$ м $^{-1}$ . Вычислить растворимость и произведение растворимости  $\text{AgI}$ .

18. Энергия активации реакции разложения  $2\text{NO} = \text{O} + \text{N}_2$  равна 245 кДж/моль. Во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении температуры от 700K до 750K.

19. Для реакции  $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$  получены значения констант скоростей прямой ( $k_1$ ) и обратной реакций ( $k_2$ ) при двух температурах:

$t, ^\circ\text{C}$	$k_1, \text{л}\times\text{моль}^{-1}\times\text{с}^{-1}$	$k_2, \text{л}\times\text{моль}^{-1}\times\text{с}^{-1}$
283	$4.45 \times 10^{-5}$	$3.52 \times 10^{-7}$
356	$2.53 \times 10^{-3}$	$3.00 \times 10^{-5}$

Вычислить энергию активации и тепловой эффект прямой реакции.

20. Константа скорости распада  $\text{NO}_2$  равна  $101 \text{ л}\times\text{моль}^{-1}\times\text{с}^{-1}$ . Сколько времени потребуется, чтобы разложилось 10%  $\text{NO}_2$ , если начальная концентрация составляет  $1.85 \times 10^{-5}$  моль/л.

21. Константа скорости разложения  $\text{NO}$  при  $t=694^\circ\text{C}$  равна 0.135, а при  $t=812^\circ\text{C}$   $k_2 = 3.7$ . Определить энергию активации и константу скорости при  $t=550^\circ\text{C}$ .

22. Определить удельную электрическую проводимость насыщенного раствора  $\text{BaSO}_4$  при 25°C, используя справочные значения произведения растворимости и электрических проводимостей ионов.

23. Найти массовую долю  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$  и  $\text{C}_6\text{H}_6$ , если показатель преломления раствора  $n=1.5432$ , а плотность  $\rho=1.2914 \text{ г}\times\text{см}^{-3}$

24. Определить структуру соединения с эмпирической формулой  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ , если при  $T=298\text{K}$  его показатель преломления  $n=1.4045$ , а плотность  $\rho=0.928 \text{ г}\times\text{см}^{-3}$

25. В необратимой реакции 1-го порядка за 20 мин. при 125°C превратилось 60% исходного вещества, а при 145°C для достижения такой степени превращения потребовалось всего 6 мин. Определить энергию активации реакции.

26. Найти энергию активации реакции разложения  $\text{N}_2\text{O}_5$  по следующим данным:

$T, \text{K}$	298	331
$k \times 10^5$	3.46	4.80

27. Молярная поляризуемость этилового спирта при  $T=283\text{K}$  составляет  $73.2 \times 10^{-6}$  м $^3$ /моль, а при  $T=323\text{K}$  равна  $64.8 \times 10^{-6}$  м $^3$ /моль. Найти дипольный момент молекулы и ориентировочный радиус.

28. Для смеси хлороформ-ацетон измеренный показатель преломления составил 1,3858, а плотность такого раствора –  $0,9233 \text{ г}/\text{см}^3$ . Определить массовое соотношение компонентов в этой смеси.

29. Найти теплоту испарения толуола по следующим данным:

$P, \text{мм рт.ст.}$	350	700
$t, ^\circ\text{C}$	85	110.5

30. Найти предельную молярную электрическую проводимость хлорида калия по следующим данным:

Концентрация, моль/л	0,01	0,02	0,1
Удельная электропроводность, См/см	0,1147	0,2243	1,048

31. Пользуясь Кратким справочником физико-химических величин рассчитать теплоту сгорания при нормальных условиях метана и бензола (в газовой фазе).

32. Пользуясь Кратким справочником физико-химических величин рассчитать теплоту сгорания нитробензола при нормальных условиях (в жидкой фазе).

33. Пользуясь Кратким справочником физико-химических величин (стр. 39-41) определить состав дистиллята и кубового остатка при ректификации смеси этиловый спирт-четырёххлористый углерод с начальной концентрацией четырёххлористого углерода 20% мол.

34. Пользуясь Кратким справочником физико-химических величин (стр. 39-41) определить

состав дистиллята и кубового остатка при ректификации смеси вода - азотная кислота с начальной концентрацией азотной кислоты 20% мол.

35. Пользуясь Кратким справочником физико-химических величин (стр. 39-41) определить состав дистиллята и кубового остатка при равновесной перегонке смеси вода-уксусная кислота с начальной концентрацией уксусной кислоты 50% мол при 106°C.

36. Две пластинки, изготовленные из железа и цинка, плотно соединены между собой. Какая химическая реакция будет протекать при помещении их в водный раствор соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/кг воды?

37. Составить гальванический элемент из одного электрода первого рода и одного электрода второго рода. Рассчитать константу равновесия (298К) для общей реакции, протекающей в этом гальваническом элементе при активностях электролитов равных 1.

38. Составить гальванический элемент из двух электродов второго рода. Рассчитать константу равновесия (298К) для общей реакции, протекающей в этом гальваническом элементе при активностях электролитов равных 1.

39. Составить гальванический элемент из одного электрода первого рода и одного окислительно-восстановительного электрода. Рассчитать константу равновесия (298К) для общей реакции, протекающей в этом гальваническом элементе при активностях электролитов равных 1.

40. Составить гальванический элемент из двух электродов первого рода. Записать общую химическую реакцию, протекающую в этом гальваническом элементе и рассчитать для нее константу равновесия (298К) при активностях электролитов равных 1.

42. Для реакции  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + 3\text{H}_2$   $T=298\text{K}$  рассчитать равновесный состав, если все реагирующие вещества взяты в эквимольных соотношениях