

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 02.11.2023 13:03:50  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной и методической работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский

«28» июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ХИМИЯ**

Направление подготовки

**27.03.03**

**Системный анализ и управление**

Направленность подготовки

**Системный анализ и управление в химических технологиях**  
**Системный анализ в информационных технологиях**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

**Б1.О.08**

Кафедра **физической химии**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент М. Ю. Матузенко доцент Ю. П. Акулова

Рабочая программа дисциплины «Химия» обсуждена на заседании кафедры физической химии

протокол от «\_19\_»

\_апреля\_\_\_\_\_2021 № 10\_\_

Заведующий кафедрой

С. Г. Изотова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от «\_17\_»

\_июня\_\_\_\_\_2021 № \_9\_

Председатель

С. Г. Изотова

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Управление в технических системах»		Д. А. Краснобородько
Директор библиотеки		Т. Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т. И. Богданова
Начальник УМУ		С. Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	09
4.4. Самостоятельная работа.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	14

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Дескрипторы		
<b>ОПК-1</b> Способен анализировать задачи профессиональной деятельности и на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	<b>ОПК-1.3</b> Использование основных понятий и законов химии, знаний о кинетических параметрах процесса, о физико-химических характеристиках веществ, для объяснения и прогнозирования процессов, протекающих в окружающей среде	<b>Знать:</b> основные понятия и законы химии, кинетические параметры процессов и физико-химические характеристики веществ	<b>Уметь:</b> определять и классифицировать и объяснять основные химические процессы, протекающие в окружающей среде	<b>Владеть:</b> методами выявления и классификация химических процессов, протекающих в окружающей среде
	<b>ОПК-1.4</b> Применение экспериментальных методов изучения физико-химических свойств веществ при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ	<b>Уметь:</b> применять экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ	<b>Владеть:</b> экспериментальными методами определения физико-химических свойств веществ

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы<sup>1</sup>.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам обязательной части (Б1.О.08) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на знание химии, физики и математики в объеме программ обязательного среднего (полного) образования.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Химия» умения и навыки обеспечивают фундамент общехимической подготовки бакалавров в области системного анализа и управления, создают основу для изучения специальных дисциплин и дальнейшей практической деятельности.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>58</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>50</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (экзамен)	<b>36</b>

<sup>1</sup> Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

##### 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Основные понятия химии	2	2	-	8	ОПК-1	ОПК-1.3, ОПК-1.4
2.	Строение вещества, химическая связь	2	2	-	8	ОПК-1	ОПК-1.3, ОПК-1.4
3.	Химическая термодинамика	4	2	4	8	ОПК-1	ОПК-1.3, ОПК-1.4
4.	Фазовые равновесия	2	4	4	8	ОПК-1	ОПК-1.3, ОПК-1.4
5.	Растворы электролитов, ионные равновесия	2	2	2	4	ОПК-1	ОПК-1.3, ОПК-1.4
6.	Электрохимия	2	2	4	6	ОПК-1	ОПК-1.3, ОПК-1.4
7.	Кинетика	4	4	4	8	ОПК-1	ОПК-1.3., ОПК-1.4
	Итого	18	18	18	50		

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

1-2.	Введение. Основные понятия и определения химии. Строение атома и Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева.. Характеристики химической связи...	4	Слайд презентация
------	---	---	-------------------

3.	Химическая термодинамика. 1 начало термодинамики. Внутренняя энергия и энтальпия. Термохимия. Закон Гесса. Энтропия энергии Гиббса.. Константа равновесия химической реакции. Уравнение изобары химической реакции. Выражение для констант равновесия гомогенных и гетерогенных химических реакций. Принцип Ле-Шателье.	4	Слайд презентация
4.	Фазовые равновесия. Основные понятия фазовых равновесий. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния для воды. Диаграммы плавкости двойных систем.. Кристаллизация воды и водных растворов в различных условиях.	2	Слайд презентация

5	Ионные равновесия в растворах электролитов. Электролитическая диссоциация воды. Сильные и слабые электролиты Водородный показатель среды-рН. Гидролиз.	2	Слайд презентация
6.	Электрохимия. Уравнение Нернста для равновесного электродного потенциала. Типы электродов. Типы гальванических элементов. Таблица стандартных потенциалов .Использование стандартных потенциалов для определения направления протекания химической реакции и возможности коррозионного процесса. Коррозия Методы защиты	2	Слайд презентация
7	Химическая кинетика. Кинетические кривые. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Кинетические уравнения. Константа скорости химической реакции. Порядок и молекулярность химической реакции. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Энергия активации.. Уравнение Аррениуса. Термодинамический и кинетический анализ химической реакции. Явление катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ.	4	Слайд презентация
	Итого	18	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

##### Практические занятия

№ п/п	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем акад. часы	Инновационная форма
1	2		4
1	Введение. Основные понятия и определения химии	2	Слайд-презентация

2	Строение вещества, химическая связь	2	
3	Термохимия. Законы Гесса и Кирхгофа. Понятие энтропии. Ее физический смысл. Свободная энергия Гиббса. .	4	Слайд-презентация
4	Анализ фазовых диаграмм	2	Слайд-презентация
5	Растворы электролитов, ионные равновесия	2	
6	Электрохимия	2	
7	Химическая кинетика. Определение порядка реакции, энергии активации и температурного коэффициента химической акции.	4	Слайд-презентация

#### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	<u>Вступительное занятие.</u> Инструктаж по технике безопасности. Основные правила проведения измерений и обработки их результатов. Консультации по оформлению лабораторных работ. Термохимия	4	
4	<u>Изучение фазовых равновесий.</u>	4	
5	<u>Потенциометрическое измерение рН с помощью стеклянного электрода.</u> Приготовление раствора заданной концентрации, расчет рН раствора, построение калибровочной кривой прибора на основе измеренного и теоретического значения рН.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
6	<u>Кондуктометрическое титрование</u> Электропроводность растворов, ячейки для измерения электропроводности. Титрование сильной кислоты сильной щелочью.	4	
7	Определение констант скоростей реакций	4	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Содержание самостоятельной работы	Кол-во часов	Примечание
1-2	Освоение раздела и выполнение индивидуальных заданий по основным понятиям химии, строению вещества и химической связи	10	Защита индивидуальных заданий.
3.	Освоение раздела и выполнение индивидуальных заданий по химической термодинамике.	10	Защита индивидуальных заданий.
4.	Освоение раздела и выполнение индивидуальных заданий по фазовым равновесиям	10	Защита индивидуальных заданий
5- 6	Освоение раздела и выполнение индивидуальных заданий по электрохимии.	10	Защита индивидуальных заданий.
7.	Освоение раздела и выполнение индивидуальных заданий по химической кинетике.	10	Защита индивидуальных заданий.
	Итого	50	

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медия: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен включает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются тремя вопросами

При сдаче экзамена время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Общая электронная формула атомов, s-, p-, d-, f-элементы. Электронная структура атомов и периодическая система элементов.
2. Типы диаграмм плавкости
3. Определение кинетических параметров реакции

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Общая химия. Теория и задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие / Под ред. Н.В. Коровина. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2014. – 496с

### **б) дополнительная литература:**

1. Глинка, Н. Л. Общая химия: учебное пособие для вузов / Н. Л. Глинка.– 16-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во Юрайт, 2010. - 896 с.
2. Ганкин, В.Ю. Общая химия. XXI век: 2-уровневое учебное пособие / В.Ю. Ганкин, Ю.В. Ганкин. – СПб.: Химиздат, 2011. – 327с.
3. Коровин, Н.В. Общая химия: учебник для технических направлений и спец. вузов/ Н.В. Коровин. – М.: Высшая школа, 2007. - 557 с.

### **в) вспомогательная литература:**

1. Фролов, В.В. Химия: учебное пособие/ В.В. Фролов - М.: Высшая школа, 1986, - 543 с.
2. Основы общей химии: учебное пособие / Ю.П. Акулова, Е.Н. Смирнова, А.А. Ильин, В.Н. Нараев. – СПб. – СПбГТИ (ТУ), 2015 – 61 с.
3. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии: учебное пособие для нехим. спец. вузов / Н. Л. Глинка. - М. : Интеграл-Пресс, 2006. - 265 с.

4. Практические работы по физической химии: учебное пособие для вузов / Ю. П. Акулова [и др.], под ред. К. П. Мищенко, А. А. Равделя, А. М. Пономаревой. - 5-е изд., перераб. - СПб. : Профессия, 2002. - 384 с.

5. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. - 11-е изд., испр. и доп. – М. : Аз-book, 2009. – 240 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Химия» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

видеоматериалы OpenCourseWare Массачусетского технологического института (MIT);

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (PowerPoint);

Internet Browser (Internet Explorer, Google Chrome или Mozilla Firefox)

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Интерактивная база данных книг и журналов SpringerLink

### **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для ведения лекционных занятий используется аудитория отдела технических средств обучения, оборудованная экраном, мультимедийным проектором и ноутбуком.

Для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов предусматривается использование компьютерной техники кафедры физической химии с возможностью использования электронной библиотеки кафедры и Интернета.

Для проведения лабораторных занятий используются специализированные лаборатории кафедры физической химии, оборудованные установками и приборами, необходимыми для выполнения лабораторного практикума по дисциплине.

### **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Химия»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Дескрипторы		
<b>ОПК-1</b> Способен анализировать задачи профессиональной деятельности и на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	<b>ОПК-1.3</b> Использование основных понятий и законов химии, знаний о кинетических параметрах процесса, о физико-химических характеристиках веществ, для объяснения и прогнозирования процессов, протекающих в окружающей среде	<b>Знать:</b> основные понятия и законы химии, кинетические параметры процессов и физико-химические характеристики веществ	<b>Уметь:</b> определять и классифицировать и объяснять основные химические процессы, протекающие в окружающей среде	<b>Владеть:</b> методами выявления и классификация химических процессов, протекающих в окружающей среде
	<b>ОПК-1.4</b> Применение экспериментальных методов изучения физико-химических свойств веществ при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> основные экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ	<b>Уметь:</b> применять экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ	<b>Владеть:</b> экспериментальными методами определения физико-химических свойств веществ

--	--	--

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ОПК-1.3</b> Использование основных понятий и законов химии, знаний о кинетических параметрах процесса, о физико-химических характеристиках веществ, для объяснения и прогнозирования процессов, протекающих в окружающей среде	<b>Знает</b> основные физико-химические характеристики веществ, понятия и законы химии, кинетики о физико-химических характеристиках для объяснения и прогнозирования процессов,	Ответы на вопросы к экзамену: № 1,2, 6,7,10, 11,16, 19,20	Даёт определения основных понятий о химии, кинетике о физико-химических характеристиках веществ с ошибками	Даёт определения основных понятий о химии, кинетики о физико-химических характеристиках веществ с незначительными ошибками. с помощью наводящих вопросов	Правильно дает определения основных понятий химии, кинетике о физико-химических характеристиках веществ
	<b>Умеет</b> определять и классифицировать основные химические процессы, протекающие в окружающей среде	Ответы на вопросы к экзамену: № 3,4, 5,7,13-15,17	Называет и поясняет основные химические процессы с ошибками	Поясняет, классифицирует основные химические процессы с небольшими подсказками преподавателя	Способен самостоятельно правильно назвать и классифицировать основные химические процессы
	<b>Владеет</b> методами выявления и классификации химических процессов, протекающих в окружающей	Ответы на вопросы к экзамену: № 8, 9, 12, 15-	Выполняет индивидуальные задания с ошибками	Показывает частичное понимание с наводящими вопросами и подсказками преподавателя	Самостоятельно дает правильную обоснованную оценку химических процессов, протекающих

	среде объяснения и прогнозирования процессов, протекающих в окружающей среде (Н-1).	22		химических процессов, протекающих в окружающей среде	Х В окружающей среде
<b>ОПК-1.4</b> Применение экспериментальных методов изучения физико-химических свойств веществ при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знает:</b> основные экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ  <b>Умеет:</b> применять экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ  <b>Владеет:</b> экспериментальными методами определения физико-химических свойств веществ	Ответы на вопросы к экзамену: № 14-17, 22  Ответы на вопросы к экзамену: № 14-17, 22  Ответы на вопросы к экзамену: № 14-17, 22	Называет некоторые экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ с ошибками  Применяет основные экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ с ошибками  Обладает ограниченным и навыками проведения экспериментов по определению физико-химических свойств веществ	Называет основные экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ с подсказкой преподавателя Применяет основные экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ с подсказкой преподавателя Обладает навыками проведения отдельных экспериментов по определению физико-химических свойств веществ	Полностью усвоил основные экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ  Безошибочно применяет основные экспериментальные методы изучения физико-химических свойств веществ  Обладает навыками проведения всех экспериментов по определению физико-химических свойств веществ

## 1. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

### Задание № 1. Расчет равновесного выхода продукта химической реакции и выбор оптимальных условий проведения процесса.

1.1. На основании значений теплот образования веществ  $\Delta H_{f,298}^0$  из справочника определите изобарный тепловой эффект химической реакции  $A$   $Q_P = \Delta_r H_{298}^0$  (в кДж) при условии, что все вещества, участвующие в реакции, находятся в идеальном газообразном состоянии.

1.2. Определите изменение числа молей газообразных веществ реакции  $A$  при 298 К и стандартном давлении.

1.3. Рассчитайте работу (в кДж), совершаемую в реакции  $A$  против внешнего давления при  $P = const$  и  $T = 298$  К.

1.4. Определите изохорный тепловой эффект химической реакции  $A$   $Q_V = \Delta_r U_{298}^0$  при условии, что все вещества, участвующие в реакции, находятся в идеальном газообразном состоянии.

1.5. На основании данных из справочника определите изменение средней теплоемкости в системе в результате реакции  $A$   $\Delta \bar{C}_{P,298-T}^0$  (в Дж/К). Температуру  $T$  для своего варианта возьмите из таблицы.

1.6. Определите тепловой эффект реакции  $A$  при температуре  $T$  и стандартном давлении  $\Delta_r H_T^0$  (в кДж), используя найденные ранее значения  $\Delta_r H_{298}^0$  и  $\Delta \bar{C}_{P,298-T}^0$ .

1.7. Установите, как будет меняться тепловой эффект химической реакции  $A$  при повышении температуры. Ответ аргументируйте, используя соответствующие уравнения химической термодинамики.

1.8. Определите изменение энтропии системы (в Дж/К) в результате химической реакции  $A$ , протекающей между веществами в идеальном газообразном состоянии при стандартном давлении и температуре 298 К. Значения стандартной энтропии для веществ возьмите из справочника.

1.9. Рассчитайте изменение энтропии  $\Delta_r S_T^0$  (в Дж/К) в результате реакции  $A$  при температуре  $T$  и стандартном давлении, используя рассчитанные в п. 1.8. значения изменения энтропии при температуре 298 К и  $\Delta \bar{C}_{P,298-T}^0$ .

1.10. Определите изменение стандартной энергии Гиббса  $\Delta_r G_T^0$  (Дж) для химической реакции  $A$  при температуре 298 К и при температуре  $T$ .

1.11. Рассчитайте термодинамическую константу равновесия  $K_a$  реакции  $A$  при температуре 298 К и температуре  $T$ .

1.12. Определите глубину превращения  $\xi$  в реакции  $A$  при температуре  $T$  и атмосферном давлении при условии, что исходные вещества взяты в стехиометрических количествах.

1.13. Определите глубину превращения  $\xi$  в реакции  $A$  при температуре  $T$  и атмосферном давлении при условии, что исходные вещества взяты в количествах, указанных в таблице.

1.14. Определите степень превращения исходных веществ при условиях 1.12 и 1.13.

1.15. Определите состав равновесной смеси в % (мол.) для химической реакции  $A$  при температуре  $T$  и атмосферном давлении при условиях 1.12 и 1.13.

1.16. Установите, как влияет повышение температуры на термодинамическую константу равновесия  $K_a$  и равновесный выход продуктов химической реакции  $A$ . Ответ аргументируйте, используя соответствующие уравнения химической термодинамики. Сопоставьте сделанные выводы с расчетными значениями констант равновесия.

1.17. Установите, как влияет повышение общего давления на равновесный выход продуктов химической реакции  $A$ . Ответ аргументируйте.

1.18. Сделайте вывод об оптимальных условиях протекания процесса: при каких температурах и давлениях следует проводить реакцию *A* для получения максимального выхода продуктов. При ответе на данный вопрос учитывайте кинетические факторы и энергетические и экономические затраты.

Вариант	Химическая реакция <i>A</i>	<i>T</i> , К
1	$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$	500
2	$CCl_4 + 4H_2 = CH_4 + 4HCl$	700
3	$CH_4 + 2S_2 = CS_2 + 2H_2S$	600

Вариант	Начальное количество исходных веществ	
1	$N_2$ – 0,2 моль;	$H_2$ – 2,0 моль
2	$CCl_4$ – 5,0 моль;	$H_2$ – 10,0 моль
3	$CH_4$ – 0,02 моль;	$S_2$ – 0,1 моль

### Задание № 2. Расчет парциальных давлений компонентов равновесной смеси

2.1. На основании значений  $\Delta H_{f,298}^{\circ}$  из справочника определите тепловой эффект реакции *B*  $\Delta_r H_{298}^{\circ}$  (кДж) при 298 К и стандартном давлении с учетом агрегатного состояния всех веществ, участвующих в реакции.

2.2. Определите изменение энтропии  $\Delta_r S_{298}^{\circ}$  (Дж/К) в ходе химической реакции *B* при 298 К и стандартном давлении с учетом агрегатного состояния всех веществ, участвующих в реакции.

2.3. На основании данных определите изменение средней теплоемкости для реакции *B*  $\Delta_r \bar{C}_{p,298-T}^{\circ}$  (Дж/К).

2.4. Рассчитайте тепловой эффект реакции  $\Delta_r H_T^{\circ}$  с использованием средних теплоемкостей  $\Delta_r \bar{C}_{p,298-T}^{\circ}$ .

2.5. Определите изменение энтропии  $\Delta_r S_T^{\circ}$  (Дж/К) в ходе реакции *B* при температуре *T* и стандартном давлении, используя  $\Delta_r S_{298}^{\circ}$  и  $\Delta_r \bar{C}_{p,298-T}^{\circ}$ .

2.6. Вычислите изменение стандартной энергии Гиббса  $\Delta_r G_T^{\circ}$  (Дж) для химической реакции *B* при температуре *T*. Сделайте вывод о направлении самопроизвольного процесса.

2.7. Определите термодинамическую константу равновесия химической реакции  $K_a$  при температуре *T*.

2.8. Напишите уравнение, связывающее константу равновесия химической реакции  $K_p$  с химической переменной (глубиной превращения)  $\zeta$  при условии, что исходные вещества взяты в стехиометрических количествах.

2.9. Запишите в общем виде выражение для константы равновесия химической реакции *B* через парциальные давления реагирующих веществ.

2.10. Определите парциальные давления газообразных веществ при температуре *T* и атмосферном давлении.

2.11. Оцените влияние изменения общего давления, температуры и разбавления реакционной смеси газом, не участвующим в химической реакции, на положение равновесия реакции и равновесный выход продукта.

Вариант	Реакция <i>B</i>	<i>T</i> , К
1	$Fe + CO_2 = FeO + CO$	700

2	$\text{CO} + \text{H}_2 = \text{C}_{(\text{графит})} + \text{H}_2\text{O}$	1000
3	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$	700

### Задание № 3

3.1. Для вещества  $A$ , используя данные «Краткого справочника физико-химических величин» по зависимости температуры кипения веществ от давления, постройте кривую испарения в координатах  $P = f(T)$  и  $\ln P = f(1/T)$ .

3.2. Определите коэффициенты уравнения  $\ln P = A - B/T$ .

3.3. Вычислите теплоту испарения  $\Delta H$  для вещества  $A$  (кДж /моль), используя коэффициент  $B$ , найденный в п. 3.2.

3.4. Вычислите температуру кипения при  $P = 1,0132 \cdot 10^5$  Па. Сопоставьте ее с табличным значением.

3.5. Вычислите давление насыщенного пара при температуре  $T_x$ , указанной в задании.

Вариант	Вещество $A$	$T_x, ^\circ\text{C}$
1	$\text{C}_2\text{HCl}_3\text{O}_2$ трихлоруксусная кислота	130
2	$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2\text{O}_2$ дихлоруксусная кислота	190
3	$\text{C}_2\text{H}_3\text{ClO}_2$ хлоруксусная кислота	180

### Задание № 4. Закон Рауля и его применение к разбавленным растворам

4.1. Вычислите по закону Рауля давление насыщенного пара растворителя над раствором указанной концентрации.

4.2. Сравните с экспериментальными данными и объясните полученный результат.

4.4. Рассчитайте активность и коэффициент активности растворителя.

№ варианта	Состав раствора	$T, ^\circ\text{C}$	$P_{0,1}$ , кПа	$m$ , моль/кг $\text{H}_2\text{O}$	$P$ , кПа
1	$\text{NaI} - \text{H}_2\text{O}$	25	3.1672	0.500	3.1179
2	$\text{Co}(\text{NH}_2)_2 - \text{H}_2\text{O}$	25	3.1672	1.600	3.0818
3	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} - \text{H}_2\text{O}$	0	0.6104	1.651	0.5893

### Задание № 5. Эбулиоскопические и криоскопические свойства растворов

Определите, подчиняются ли идеальным законам указанные в таблице растворы. Если не подчиняются – укажите причину.

Для системы  $\text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$  приведено повышение температуры кипения ( $\Delta T$ ), для всех других систем – понижение температуры замерзания ( $\Delta T$ ).

№ варианта	Раствор	Состав раствора	$\Delta T$
1	$\text{H}_3\text{BO}_3 - \text{H}_2\text{O}$	2.54 г / 100 г $\text{H}_2\text{O}$	0.214
2	$\text{CCl}_3\text{COOH} - \text{H}_2\text{O}$	1.062 г / 65 г $\text{H}_2\text{O}$	0.322
3	$\text{LiBr} - \text{H}_2\text{O}$	1.390 г / 100 г $\text{H}_2\text{O}$	0.566

Эбулиоскопические  $E$  и криоскопические  $K$  константы растворителей:

Растворитель	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_6$	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{NH}_3(\text{ж})$	$\text{CCl}_4$
$K$	1.86	5.07	3.6	–	–

<i>E</i>	0.513	–	–	0.33	5.64
----------	-------	---	---	------	------

**Задание № 6. Анализ фазовых равновесий жидкость – пар в двухкомпонентной системе**

6.1. Какую информацию о системе несет диаграмма температура кипения – состав системы *A–B*?

По диаграмме определите:

6.2. При какой температуре закипит жидкость, содержащая *a* мол. % вещества *A*.

6.3. При какой температуре вся первоначальная жидкость обратится в пар, если при нагревании пар не отводить?

6.4. Как будет меняться состав первоначальной жидкости по мере испарения?

6.5. Каков состав первых пузырьков пара?

6.6. Как изменяется состав равновесного с кипящей жидкостью пара в ходе испарения?

6.7. Какое количество каждого из компонентов смеси будет находиться в жидкой фазе и в паре, если *m* кг смеси, заданного состава нагреть до температуры *T*?

6.8. Какие продукты можно получить, если подвергнуть жидкость заданного состава

*a*) перегонке в равновесии (интегральной перегонке);

*б*) простой (дифференциальной) перегонке;

*в*) ректификации?

Вариант	Система <i>A–B</i>	<i>M</i> , кг	<i>a</i> , мол.% <i>A</i>	<i>T</i> , °C
1	H <sub>2</sub> O – C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	2,0	80	92
2	CH <sub>3</sub> OH – C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub>	0,5	30	68
3	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O – CCl <sub>4</sub>	1,0	60	65

**Задание № 7. Фазовые равновесия. Диаграммы плавкости**

7.1. Охарактеризуйте диаграмму плавкости системы *A – B*: растворимость компонентов в жидких и твердых фазах, типы твердых растворов, наличие устойчивых и неустойчивых химических соединений.

7.2. Дайте описание состояния системы в различных условиях, расшифровав значение всех полей, линий и характерных точек диаграммы плавкости системы *A – B*.

7.3. Определите температуру начала кристаллизации расплава состава I и состав первых кристаллов. Как изменяется состав расплава и твердой фазы при охлаждении?

7.4. Определите температуру начала плавления, количество и состав фаз при этой температуре для системы состава II.

7.5. Начертите схематические кривые охлаждения расплавов состава I, II и III, определив число и состав фаз и рассчитав число степеней свободы в характерных точках и на каждом участке кривой охлаждения.

7.6. Вычислите массы равновесных фаз при заданной температуре *t*, °C и количестве исходной смеси состава III.

7.7. Для систем, образующих химические соединения, определите формулы этих соединений.

Вариант	Система <i>A–B</i>	Количество исходной смеси	Состав исходной смеси состава <i>A</i> , %			<i>T</i> , °C
			I	II	III	

1	Mg – Cu	500 г	10	60	90	550
2	Cr – Sn	5 кг	20	98	80	200
3	Cd – Cu	800 г	100	60	50	580

**Задание № 8. Электродвижущие силы и потенциалы**

8.1. Какого рода левый электрод гальванического элемента *A*. Напишите уравнение реакции, протекающей на этом электроде в равновесных условиях, и уравнение для расчета потенциала этого электрода.

8.2. Определите среднюю ионную активность электролита  $a_{\pm}$  в левом электроде гальванического элемента *A* на основании справочных значений среднего ионного коэффициента активности электролита при моляльной концентрации  $m_1$  и температуре 298 К.

8.3. Определите электродный потенциал левого электрода при 298 К. Стандартный электродный потенциал возьмите из справочника.

8.4. Какого рода правый электрод гальванического элемента *A*? Напишите уравнение реакции, протекающей на этом электроде в равновесных условиях, и уравнение для расчета потенциала этого электрода

8.5. Определите среднюю ионную активность электролита  $a_{\pm}$  в правом электроде гальванического элемента *A* на основании справочных значений среднего ионного коэффициента активности электролита при моляльной концентрации  $m_2$  и температуре 298 К.

8.6. Определите электродный потенциал правого электрода при 298 К. Стандартный электродный потенциал возьмите из справочника.

8.7. Напишите электродные реакции, протекающие на отрицательном и положительном электродах и суммарную химическую реакцию, протекающую самопроизвольно при работе гальванического элемента *A*.

8.8. Определите электродвижущую силу (ЭДС) гальванического элемента *A* и максимальную полезную электрическую работу, которую можно получить при работе данного элемента при температуре 298 К.

8.9. Вычислите константу равновесия реакции, протекающей самопроизвольно а гальваническом элементе *A* при температуре 298 К. Примите, что в реакции участвует один электрон.

8.10. Составьте гальванический элемент, в котором протекает самопроизвольно химическая реакция *B*.

8.11. Определите стандартное значение ЭДС гальванического элемента. В котором протекает химическая реакция *B*, при температуре 298 К на основании стандартных электродных потенциалов из справочника.

8.12. Определите  $E^0$  при температурах 288 и 308 К на основании значения  $E^0$  при 298 К и величины  $\left(\frac{\partial E^0}{\partial T}\right)_p$ , приняв что в указанном интервале температур зависимость  $E^0 = f(T)$  линейна.

8.13. Определите  $\Delta G_T^0$  (кДж) реакции *B*, протекающей в гальваническом элементе при температурах 288 К.

8.14. Определите  $\Delta S_T^0$  (Дж/К) для реакции *B*, протекающей в гальваническом элементе при температурах 288 К.

8.15. Определите тепловой эффект  $\Delta H_T^0$  (кДж) реакции **B**, протекающей в гальваническом элементе при температурах 288 К.

8.16. Определите константу равновесия химической реакции **B**, при температуре 288 К.

Вариант	Гальванический элемент <i>A</i>	$m_1$ , моль/кг H <sub>2</sub> O	$m_2$ , моль/кг H <sub>2</sub> O
1	Zn ZnSO <sub>4</sub>   KCl AgCl <sub>(кр)</sub> ,Ag	0,005	0,2
2	Pt,H <sub>2</sub>  H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   KCl Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2(кр)</sub> ,Hg	0,005	0,2
3	Cu CuCl <sub>2</sub>   CdSO <sub>4</sub>  Hg <sub>2</sub> SO <sub>4(кр)</sub> ,Hg	0,005	0,2

Вариант	Химическая реакция <i>B</i>	$\left(\frac{\partial E^0}{\partial T}\right)_P \cdot 10^4$ , В/К
1	Pb + 2AgI = PbI <sub>2</sub> + 2Ag	- 1,38
2	H <sub>2</sub> + Hg <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 2 Hg	- 6,50
3	NaI <sub>3</sub> + Na <sub>2</sub> S = 3NaI + S	+ 6,59

#### **Задание № 9. Электрическая проводимость растворов слабых электролитов**

9.1. Определите удельную электрическую проводимость раствора электролита *A*, используя удельное сопротивление раствора  $\rho$ .

9.2. Определите молярную электрическую проводимость раствора электролита *A*.

9.3. На основании справочных данных проводимости отдельных ионов вычислите предельную молярную электрическую проводимость заданного электролита.

9.4. Рассчитайте степень диссоциации (%) и константу диссоциации электролита *A* при концентрации *C* на основании данных электрической проводимости.

9.5. Определите концентрацию ионов водорода в растворе электролита *A* при концентрации *C*, используя значение степени диссоциации, полученное в п. 8.4. и pH раствора.

9.6. Изобразите схематически и объясните зависимость удельной электрической проводимости от концентрации слабого и сильного электролита.

9.7. Изобразите схематически и объясните зависимость молярной электрической проводимости от концентрации слабого и сильного электролита.

Вариант	Электролит <i>A</i>	$C \cdot 10^3$ , моль/л	$\rho \cdot 10^{-2}$ , Ом·м
1	HCOOH	1,39	0,569
2	n-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	1,04	2,278
3	HCOOH	1,11	0,655

#### **Задание № 10. Определение порядка и константы скорости химической реакции**

10.1. Постройте графики зависимости концентрации *C* исходного вещества от времени *t* для реакции **B**, заданной в таблице, в координатах  $\ln C = f(t)$  и  $1/C = f(t)$ . По виду графика определите порядок реакции.

10.2. Рассчитайте константу скорости реакции **B**.

10.3. Вычислите концентрацию исходного вещества и продуктов реакции **B** через 200 с от начала реакции.

10.4. Рассчитайте время, за которое прореагирует 10% исходного вещества.

10.5. Определите период полупревращения реакции **B**.

Вариант 1. Реакция **B**:  $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$   $T = 631$  К

$t, \text{c}$	$C \cdot 10^3, \text{ моль/л}$
0	1,0000
60	0,8308
120	0,7108
150	0,6632
180	0,6212
300	0,4954

Вариант 2. Реакция **B**:  $2\text{F}_2\text{O} = 2\text{F}_2 + \text{O}_2$   $T = 543$  К

$t \cdot 10^{-3}, \text{c}$	$C \cdot 10^3 \text{ моль/л}$
0	1,0000
1,2	0,9352
2,4	0,8794
6,0	0,7442
12,0	0,5936
24,0	0,4218

Вариант 3. Реакция **B**:  $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$   $T = 938$  К

$t, \text{c}$	$C, \text{ моль/л}$
0	0,154
30	0,145
60	0,137
120	0,122
240	0,097
300	0,086

10.6. Определите энергию активации химической реакции **B**, используя значения константы скорости реакции  $k_1$  и  $k_2$  при двух значениях температуры  $T_1$  и  $T_2$ .

10.7. Запишите уравнение Аррениуса. Определите предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса.

10.8. Определите константу скорости химической реакции **B** при температуре  $T_3$ .

10.9. Определите температурный коэффициент Вант-Гоффа  $\gamma$  для скорости реакции **B** в интервале температур  $T_1$  и  $T_2$ .

10.10. Используя температурный коэффициент  $\gamma$ , определите, во сколько раз изменится скорость реакции, если температуру  $T_1$  увеличить на величину  $\Delta T$ .

Вариант	$T_1, \text{K}$	$k_1$	$T_2, \text{K}$	$k_2$	$T_3, \text{K}$	$\Delta T, \text{K}$
1	656	7,700 л/(моль·с)	592	0,844 л/(моль·с)	667	25
2	523	$1,45 \cdot 10^{-2}$ л/(моль·с)	570	0,324 л/(моль·с)	590	25
3	813	$1,702 \cdot 10^{-5} \text{ c}^{-1}$	783	$4,635 \cdot 10^{-6} \text{ c}^{-1}$	777	15

**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:**

1. Периодическая система химических элементов ДИ. Менделеева и периодический закон
2. Изменение свойств химических элементов по периодам и группам.
3. Окислительно-восстановительные реакции.
4. Химическая связь. Электроотрицательность химических элементов.
5. Типы кристаллических решеток.
6. Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса.
7. Физический смысл энтропии. Расчет изменения энтропии в химических реакциях.
8. Физический смысл энергии Гиббса. Расчет энергии Гиббса.
9. Термодинамический расчет константы равновесия химической реакции. Ее физический смысл.
10. Принцип Ле-Шателье.
11. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса.
12. Диаграммы состояния: соль-вода.
13. Произведение растворимости.
14. Ионные равновесия в растворах электролитов. Ионное произведение воды. Водородный показатель — рН. Гидролиз. Расчет активности растворов электролитов различной симметрии.
15. Электродный потенциал. Водородная шкала потенциалов. Расчет потенциалов электродов различных типов.
16. Типы гальванических элементов. Расчет ЭДС гальванических элементов.
17. Использование стандартных потенциалов для определения возможности протекания химической реакции и коррозионного процесса.
18. Коррозия. Методы защиты от коррозии.
19. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости химической реакции.
20. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Температурный коэффициент скорости химической реакции. Уравнение Максвелла-Больцмана. Уравнение Аррениуса.
21. Энергетическая диаграмма химической реакции. Термодинамический и кинетический анализ химической реакции.
22. Явление катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

