

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Мухамед Шавкатович

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.09.2023 15:42:31

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

И.Г. Гайрабеков



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

### **«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И КОРРОЗИЯ ХИМИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ»**

#### **Направление подготовки**

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

#### **Направленность (профили):**

«Тепловые электрические станции»

«Энергообеспечение предприятий»

#### **Квалификация**

Бакалавр

Год начала подготовки – 2023

Грозный – 2023

## **1. Цели и задачи дисциплины**

**Цель дисциплины** «Физическая химия и коррозия химической и теплотехнической аппаратуры» - дать знания основных теоретических положений физической химии на основе методов квантовой химии, химической термодинамики химической кинетики, формировать целостную систему химического мышления.

**Задачи дисциплины** – развитие у студентов знаний о движущей силе, возможности и глубине протекания процессов, о путях управления скоростями и направлениями протекания процессов, о методах защиты аппаратуры от коррозии.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Физическая химия и коррозия химической и теплотехнической аппаратуры» имеет самостоятельное значение и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается в 4 семестре.

Для освоения дисциплины требуются знания по дисциплинам: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физика», «Математика».

До начала освоения дисциплины студент должен знать основные типы химических соединений, связей и реакций, основные законы химии, периодическую систему химических элементов, а также иметь навыки проведения элементарных химических опытов и математической обработки их результатов.

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: Термодинамика, Тепломассообмен Тепломассообменное оборудование предприятий.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.**

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>Общепрофессиональные</b>		
<p><b>ОПК-2</b> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ОПК-2.2. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики;</li> <li>– ОПК-2.3. Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии.</li> </ul>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа;</li> <li>- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;</li> <li>- использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для профессиональных задач;</li> <li>- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов;</li> <li>- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема.</li> </ul>

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

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего		Семестры	
	часов/ зач.ед.		4	6
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>48/1,3</b>	<b>16/0,5</b>	<b>48/1,3</b>	<b>16/0,5</b>
В том числе:				
Лекции	16/0,5	8/0,22	16/0,5	8/0,22
Практические занятия	32/1,0	8/0,22	32/1,0	8/0,22
Семинары				
Лабораторные работы				
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>60/1,7</b>	<b>92/2,5</b>	<b>60/1,7</b>	<b>92/2,5</b>
В том числе:				
Курсовая работа (проект)				
Расчетно-графические работы				
ИТР	24/0,7	38/1,1	24/0,7	38/1,1
Рефераты				
Доклады				
Презентации				
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Подготовка к лабораторным работам				
Подготовка к практическим занятиям	18/0,5	18/0,5	18/0,5	18/0,5
Подготовка к зачету	18/0,5	36/1,0	18/0,5	36/1,0
<b>Вид отчетности</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Введение. Предмет, проблемы и методы физической химии. Основы химической термодинамики.	2	1			4	1	6	2
2	Теплоты образования и сгорания. Теплоемкость. Равновесные, неравновесные, обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия	4	1			4	1	8	2
3	Термодинамические потенциалы (энергия Гиббса и энергия Гельмгольца). Химический потенциал. Химическое Равновесие. Закон действующих масс.	2	1			4	1	6	2
4	Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Физико-химический анализ. Растворы. Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах. Особенности равновесий в трехкомпонентных системах	2	1			4	1	6	2
5	Влияние температуры на взаимную растворимость. Химическое равновесие в растворах электролитов и электрохимия.	2	2			4	1	6	3
6	Электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Гальванический элемент и его ЭДС. Термодинамика гальванического элемента. Химическая и электрохимическая коррозия металлов.	2	1			6	2	8	3

7	Химическая кинетика. Основные понятия формальной кинетики. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов.	2	1			6	1	8	2
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>16</b>	<b>8</b>			<b>32</b>	<b>8</b>	<b>48</b>	<b>16</b>

## 5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение. Предмет, проблемы и методы физической химии. Основы химической термодинамики.	Введение. Предмет, проблемы и методы физической химии. Основы химической термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Закон Гесса и термодинамическое обоснование. Калориметрические методы измерения теплового эффекта.
2	Теплоты образования и сгорания. Теплоемкость. Равновесные, неравновесные, обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия	Теплоты образования и сгорания соединения в стандартных условиях; их применение для вычисления тепловых эффектов химических реакций. Теплоемкость, зависимость ее от температуры. Зависимость тепловых эффектов химических реакций от температуры. Вывод уравнения Кирхгоффа. Его анализ и интегрирование. Равновесные, неравновесные, обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния системы. Энтропия и необратимые процессы. Применение второго начала термодинамики к изолированным системам.
3	Термодинамические потенциалы (энергия Гиббса и энергия Гельмгольца). Химический потенциал. Химическое равновесие. Закон действующих масс.	Термодинамические потенциалы (энергия Гиббса и энергия Гельмгольца). Характеристические функции. Изменение термодинамических потенциалов в изотермических условиях. Максимальная работа и возможность химической реакции. Химический потенциал. Применение термодинамических потенциалов в качестве критериев направления самопроизвольных процессов и равновесии в изотермических условиях. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константа равновесия и разные способы выражения состава реакционной смеси. Влияние давления и температуры на химическое равновесие. Принцип смещения равновесия. Вычисление состава равновесных смесей и максимального выхода продуктов реакции. Фазовое равновесие и термодинамическое учение о растворах. Фазовое равновесие в гетерогенных системах. Основные понятия. Правило фаз Гиббса. Связь между равновесным давлением, температурой, изменением объема и теплотой фазового перехода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса, его анализ. Диаграмма состояния однокомпонентной системы.

1	2	3
4	<p>           Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Физико-химический анализ. Растворы. Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах. Особенности равновесий в трехкомпонентных системах         </p>	<p>           Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Физико-химический анализ. Термический анализ. Системы с эвтектикой. Правило рычага. Термодинамические и молекулярно-кинетические условия образования растворов. Теории растворов. Термодинамические свойства растворов. Идеальные растворы. Закон Рауля. Температура кипения и замерзания идеального раствора. Осмотическое давление. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах газ-жидкость. Изотермы и изобары перегонки. Равновесие пар-реальный жидкий раствор. Азеотропные смеси. Законы Коновалова. Перегонки с однократным испарением и с ректификацией. Особенности равновесий в трехкомпонентных системах. Графическое выражение состава с помощью треугольной диаграммы растворимости. Трехкомпонентные системы с тройной эвтектикой.         </p>
5	<p>           Влияние температуры на взаимную растворимость. Химическое равновесие в растворах электролитов и электрохимия.         </p>	<p>           Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Влияние температуры на взаимную растворимость. Зависимость давления насыщенного пара от состава в жидких системах с ограниченной растворимостью. Закон распределения растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями. Коэффициент распределения. Химическое равновесие в растворах электролитов и электрохимия. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа электролитической диссоциации. Скорость движения ионов. Числа переноса. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность. Зависимость электропроводности слабых и сильных электролитов от концентрации и температуры. Подвижность ионов. Закон Кольрауша.         </p>
6	<p>           Электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Гальванический элемент и его ЭДС. Термодинамика гальванического элемента. Химическая и электрохимическая коррозия металлов.         </p>	<p>           Возникновение потенциала на границе двух фаз. Строение двойного электрического слоя. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Классификация электродов. Электроды 1 и 2 родов, окислительно-восстановительные, газовые и амальгамные электроды. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Гальванический элемент и его ЭДС. Термодинамика гальванического элемента. Химические и концентрационные гальванические элементы. Применение измерений ЭДС для определения изменений термодинамических при электродных реакциях для определения рН растворов и для аналитических целей. Химические процессы при электролизе. Концентрационная и химическая поляризация. Потенциал разложения. Перенапряжение и ее практическая ценность. Пассивность и коррозия металлов. Химическая и электрохимическая коррозия металлов. Методы защиты металлов от коррозии.         </p>



1	2	3
7	Химическая кинетика. Основные понятия формальной кинетики. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов.	Основные понятия формальной кинетики. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Закон действующих масс. Зависимость скорости реакции и константы скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Молекулярность и порядок реакции. Способы определения порядка реакции. Современные представления о механизме элементарного акта химической реакции. Теория активных соударений. Энергия активации и стерический фактор в рамках этой реакции. Теория переходного состояния. Активированный комплекс. Причины каталитического действия.

### 5.3. Лабораторные занятия (не предусмотрены)

### 5.4. Практические (семинарские) занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Химическая термодинамика	Закон Гесса и термодинамическое обоснование. Калориметрические методы измерения теплового эффекта.
2		Зависимость тепловых эффектов химических реакций от температуры. Вывод уравнения Кирхгоффа.
3	Растворы	Термодинамические свойства растворов. Идеальные растворы. Закон Рауля.
4		Изотермы и изобары перегонки. Равновесие пар-реальный жидкий раствор. Азеотропные смеси. Законы Коновалова.
5	Электрохимия	Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность. Зависимость электропроводности слабых и сильных электролитов от концентрации и температуры.
6		Классификация электродов. Электроды 1 и 2 родов, окислительно-восстановительные, газовые и амальгамные электроды.
7	Химическая кинетика	Энтропия и необратимые процессы. Применение второго начала термодинамики к изолированным системам.
8		Вычисление состава равновесных смесей и максимального выхода продуктов реакции.

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### 6.1. Темы для самостоятельного изучения

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Связь теплоемкости с различными термодинамическими функциями
2	Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность
3	Активность и коэффициент активности
4	Диаграмма кристаллизации для систем с конгруэнтно плавящимися химическими соединениями
5	Диаграмма кристаллизации для систем с инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями
6	Диаграмма кристаллизации для систем с ограниченной растворимостью компонентов
7	Равновесия жидкость-пара. Законы Коновалова
8	Азеотропные смеси и методы их разделения
9	Химические цепи. Концентрационные цепи без переноса и с переносом. Диффузный потенциал.
10	Потенциометрическое определение среднего коэффициента активности электролита.
11	Способы определения порядка реакции и константы скорости реакции для элементарных реакций.
12	Определение энергии активации.
13	Сложные реакции: сопряженные, параллельные, последовательные, автокаталитические.
14	Квантово-химический подход к оценке реакционной способности молекул.
15	Химическая кинетика. Теория активных столкновений.
16	Химическая кинетика. Теория активированного комплекса или переходного состояния. Правило сохранения орбитальной симметрии Вудворда-Хоффмана.

### 6.2. ИТР

по курсу «Физическая химия» для студентов гр. ЭОП

Задача 1.

Вычислить тепловой эффект реакции при 298 К :1) при  $P = \text{const}$  ;2)при  $V = \text{const}$ .

Тепловой эффект образования веществ при стандартных условиях найти по справочнику.  $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$

Задача 2.

Построить диаграмму фазового состояния (диаграмму плавкости системы А – В) на основании данных о температуре начала кристаллизации двухкомпонентной системы.

Ответить на следующие вопросы:

- 1) обозначить точками I – жидкий плав, содержащий а % вещества А при температуре  $T_1$  ; II – плав, содержащий а % вещества А, находящийся в равновесии с кристаллами химического соединения; III – систему, состоящую из твердого вещества А в равновесии с расплавом, содержащим б % вещества А ;IV – равновесие фаз одинакового состава ; V – равновесие трех фаз ;
- 2) определить составы химических соединений;
- 3) определить качественные и количественные составы эвтектик;
- 4) вычертить все типы кривых охлаждения, возможные в данной системе; указать, каким составам на диаграмме эти кривые соответствуют;

- 5) в каком физическом состоянии находятся системы, содержащие  $v, \gamma, \delta$  % вещества А при температуре  $T_1$ . Что произойдет с этими системами, если их охладить до температуры  $T_2$ ?
- 6) определить число фаз и число термодинамических степеней свободы системы при эвтектической температуре и содержании А: а) 95 мол.%; б) 5 % мол.
- 7) при какой температуре начнет отвердевать плава, содержащий  $v$  % вещества А? При какой температуре он отвердеет полностью? Каков состав первых выпавших кристаллов;
- 8) при какой температуре начнет плавиться сплав, содержащий  $\gamma$  % вещества А? При какой температуре он расплавится полностью? Каков состав первых капель плава?
- 9) какой компонент и в каком количестве выкристаллизуется, если 3 кг плава, содержащего  $a$  % вещества А, охладить от  $T_1$  до  $T_2$ ?

Данные о температурах начала кристаллизации системы приведены в таблице.

Система	Состав, мол. %	Т начала кр., К	Состав, мол. %	Т начала кр., К
А- КСl	0	769	45	693
	10	748	50	703
В- PbCl <sub>2</sub>	20	713	55	733
	25	701	65	811
	30	710	75	893
	33,5	713	90	1003
	40	707	100	1048

$$T_1 = 753\text{К}, T_2 = 703\text{К}, a = 30, b = 75, v = 5, \gamma = 25, \delta = 75.$$

### 6.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Методические указания к выполнению лабораторных работ. – *Имеются на кафедре и в библиотеке.*

#### Литература:

1	Григорьева Л.С. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Григорьева Л.С., Трифонова О.Н.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 149 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/26215.html">http://www.iprbookshop.ru/26215.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
2	Романенко Е.С. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Романенко Е.С., Францева Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2012.— 88 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/47378.html">http://www.iprbookshop.ru/47378.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
3	Макаров А.Г. Теоретические и практические основы физической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Макаров А.Г., Сагида М.О., Раздобреев Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный

	университет, ЭБС АСВ, 2015.— 172 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/52335.html">http://www.iprbookshop.ru/52335.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
4	Физическая химия [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Л.А. Андреев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2016.— 122 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/56609.html">http://www.iprbookshop.ru/56609.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
5	Капуткина Н.Е. Физическая химия. Химическое равновесие [Электронный ресурс]: методические указания для самостоятельной работы/ Капуткина Н.Е.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2001.— 12 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/57093.html">http://www.iprbookshop.ru/57093.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Химическая термодинамика. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первое начало термодинамики.
2. Энтальпия. Закон Гесса и термохимические расчеты.
3. Калориметрические методы измерения теплового эффекта.
4. Теплоты образования и сгорания соединений в стандартных условиях, их применение для вычисления тепловых эффектов химических реакций.
5. Теплоемкость, зависимость ее от температуры. Зависимость тепловых эффектов химических реакций от температуры. Уравнение Кирхгофа.
6. Равновесные, неравновесные процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния системы.
7. Термодинамические потенциалы (энергия Гиббса и энергия Гельмгольца).
8. Характеристические функции. Максимальная работа и возможность химической реакции.
9. Химический потенциал. Применение термодинамических потенциалов в качестве критериев направления самопроизвольных процессов и равновесия в изотермических условиях.
10. Химическое равновесие. Закон действующих масс.
11. Уравнение изотермы, изобары и изохоры химической реакции.
12. Константа равновесия. Направление химической реакции.
13. Влияние давления и температуры на химическое равновесие. Принцип смещения равновесия ЛеШателье-Брауна.
14. Константа равновесия и способы выражения состава реакционной смеси.
15. Гетерогенное химическое равновесие. Фазовое равновесие и термодинамическое учение о растворах.
16. Фазовое равновесие в гетерогенных системах. Понятия фаз, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.
17. Связь между равновесным давлением, температурой, изменением объема и теплотой фазового перехода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.
18. Однокомпонентные гетерогенные системы. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Диаграмма состояния воды.
19. Термодинамические свойства растворов. Давление насыщенного пара компонента над раствором. Идеальные растворы. Закон Рауля.

20. Реальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля, их причины.
21. Температура кипения растворов. Криоскопия
22. Температура замерзания растворов. Эбуллиоскопия.
23. Осмотическое давление растворов. Уравнение Вант-Гоффа.

каф. Химическая технология нефти и газа ИНГ ГГНТУ

**Билет № 1 (первая рубежная аттестация)**

1. Фазовое равновесие в гетерогенных системах. Понятия фаз, компонент, число степеней свободы.. Правило фаз Гиббса.
2. .Связь между равновесным давлением, температурой, изменением объема и теплотой фазового перехода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.
3. Однокомпонентные гетерогенные системы. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Диаграмма состояние воды.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Ш. Махмудова

**Вопросы ко второй рубежной аттестации**

1. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Физико-химический анализ. Термический анализ. Кривые охлаждения.
1. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем (изоморфных, неизоморфных, образующих химические соединения при кристаллизации).
2. Правило рычага, нода, составы равновесных фаз, массы равновесных фаз.
3. Особенности равновесий в трехкомпонентных системах. Графическое выражение состава с помощью треугольной диаграммы растворимости.
4. Закон распределения растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями. Коэффициент распределения. Экстракция.
5. Химическое равновесие в растворах электролитов и электрохимия. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа электролитической диссоциации. Скорость движения ионов. Числа переноса.
6. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность. Зависимость электропроводности слабых и сильных электролитов от концентрации и температуры.
7. Подвижность ионов. Закон Кольрауша.
8. Возникновение потенциала на границе двух фаз. Строение двойного электрического слоя.
9. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста.
10. Классификация электродов. Индикаторные электроды.
11. Электроды сравнения.
12. Гальванический элемент и его ЭДС. Термодинамика гальванического элемента.
13. Химические и концентрационные гальванические элементы.
14. Химическая кинетика и катализ. Основные понятия формальной кинетики.
15. Зависимость скорости реакции и константы скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса.
16. Энергия активации. Причины каталитического действия.
17. Скорость химических реакций, ее зависимость от различных факторов.
18. Катализ. Причины каталитического действия. Каталитическая активность и селективность.
19. Причины каталитического действия. Каталитическая активность и селективность.

**Билет.№ 1 ( вторая рубежная аттестация)**

1. Химические и концентрационные гальванические элементы.
2. Химическая кинетика и катализ. Основные понятия формальной кинетики.
3. Зависимость скорости реакции и константы скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Ш. Махмудова

**7.2. Вопросы к зачету по дисциплине «Физическая химия и коррозия химической и теплотехнической аппаратуры»**

1. Химическая термодинамика. Внутренняя энергия, теплота и работа. Первое начало термодинамики.
2. Энтальпия. Закон Гесса и термохимические расчеты.
3. Калориметрические методы измерения теплового эффекта.
4. Теплоты образования и сгорания соединений в стандартных условиях, их применение для вычисления тепловых эффектов химических реакций.
5. Теплоемкость, зависимость ее от температуры. Зависимость тепловых эффектов химических реакций от температуры. Уравнение Кирхгофа.
6. Равновесные, неравновесные процессы. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния системы.
7. Термодинамические потенциалы (энергия Гиббса и энергия Гельмгольца).
8. Характеристические функции. Максимальная работа и возможность химической реакции.
9. Химический потенциал. Применение термодинамических потенциалов в качестве критериев направления самопроизвольных процессов и равновесия в изотермических условиях.
10. Химическое равновесие. Закон действующих масс.
11. Уравнение изотермы, изобары и изохоры химической реакции.
12. Константа равновесия. Направление химической реакции.
13. Влияние давления и температуры на химическое равновесие. Принцип смещения равновесия ЛеШателье-Брауна.
14. Константа равновесия и способы выражения состава реакционной смеси.
15. Гетерогенное химическое равновесие. Фазовое равновесие и термодинамическое учение о растворах.
16. Фазовое равновесие в гетерогенных системах. Понятия фаз, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.
17. Связь между равновесным давлением, температурой, изменением объема и теплотой фазового перехода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.
18. Однокомпонентные гетерогенные системы. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Диаграмма состояния воды.
19. Термодинамические свойства растворов. Давление насыщенного пара компонента над раствором. Идеальные растворы. Закон Рауля.
20. Реальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля, их причины.
21. Температура кипения растворов. Эбуллиоскопия.
22. Температура замерзания растворов. Криоскопия.
23. Осмотическое давление растворов. Уравнение Вант-Гоффа. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Физико-химический анализ. Термический анализ. Кривые охлаждения.

20. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем (изоморфных, неизоморфных, образующих химические соединения при кристаллизации).
21. Правило рычага, нода, составы равновесных фаз, массы равновесных фаз.
22. Особенности равновесий в трехкомпонентных системах. Графическое выражение состава с помощью треугольной диаграммы растворимости.
23. Закон распределения растворенного вещества между двумя несмешивающимися растворителями. Коэффициент распределения. Экстракция.
24. Химическое равновесие в растворах электролитов и электрохимия. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа электролитической диссоциации. Скорость движения ионов. Числа переноса.
25. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность. Зависимость электропроводности слабых и сильных электролитов от концентрации и температуры.
26. Подвижность ионов. Закон Кольрауша.
27. Возникновение потенциала на границе двух фаз. Строение двойного электрического слоя.
28. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста.
29. Классификация электродов. Индикаторные электроды.
30. Электроды сравнения.
31. Гальванический элемент и его ЭДС. Термодинамика гальванического элемента.
32. Химические и концентрационные гальванические элементы.
33. Химическая кинетика и катализ. Основные понятия формальной кинетики.
34. Зависимость скорости реакции и константы скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса.
35. Энергия активации. Причины каталитического действия.
36. Скорость химических реакций, ее зависимость от различных факторов.
37. Ферменты.
38. Работа расширения идеальных газов в различных процессах
39. Связь теплоемкости с различными термодинамическими функциями
40. Теплоемкость газов и твердых тел
41. Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность.
42. Активность и коэффициент активности.
43. Диаграмма кристаллизации для систем с конгруэнтно плавящимися химическими соединениями.
44. Диаграмма кристаллизации для систем с инконгруэнтно плавящимися химическими соединениями.
45. Диаграмма кристаллизации для систем с ограниченной растворимостью компонентов.

**Образец билета зачету по дисциплине**

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА "ХТНГ"

Дисциплина **Физическая химия и коррозия химической и теплотехнической аппаратуры**

Семестр -4

Группа **ТЭС, ЭОП-19**

**Билет № 1**(к зачету по дисциплине)

1. Работа расширения идеальных газов в различных процессах
2. Особенности равновесий в трехкомпонентных системах. Графическое выражение состава с помощью треугольной диаграммы растворимости

3. Связь между равновесным давлением, температурой, изменением объема и теплотой фазового перехода. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.

4. Термодинамические потенциалы (энергия Гиббса и энергия Гельмгольца).

Зав. кафедрой

«Химическая технология нефти и газа» \_\_\_\_\_ проф. Махмудова Л.Ш.



7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

**Таблица 7**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
<b>ОПК-2</b> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.					
<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– электронное строение атомов и молекул, основы теории химической связи в соединениях разных типов, основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, методы описания химических равновесий в растворах электролитов;</li> <li>– теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа;</li> <li>- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов</li> </ul>	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Вопросы к рубежным аттестациям, устный опрос, РГР темы практических работ.

<p>электролитов и электрохимических систем;  - уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа.  –</p>					
<p><b>уметь:</b>  – выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ;  - использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для профессиональных задач;  - прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах;  - определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически</p>	<p>Частичные умения</p>	<p>Неполные умения</p>	<p>Умения полные, допускаются небольшие ошибки</p>	<p>Сформированные Умения</p>	

<p>простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.</p>					
<p><b>владеть:</b>  - методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов;  - навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах; методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 9.1 Литература

1	Григорьева Л.С. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Григорьева Л.С., Трифонова О.Н.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 149 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/26215.html">http://www.iprbookshop.ru/26215.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
2	Романенко Е.С. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Романенко Е.С., Францева Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2012.— 88 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/47378.html">http://www.iprbookshop.ru/47378.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
3	Макаров А.Г. Теоретические и практические основы физической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Макаров А.Г., Сагида М.О., Раздобреев Д.А.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 172 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/52335.html">http://www.iprbookshop.ru/52335.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
4	Физическая химия [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Л.А. Андреев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2016.— 122 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/56609.html">http://www.iprbookshop.ru/56609.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»
5	Капуткина Н.Е. Физическая химия. Химическое равновесие [Электронный ресурс]: методические указания для самостоятельной работы/ Капуткина Н.Е.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2001.— 12 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/57093.html">http://www.iprbookshop.ru/57093.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»

**в) программное и коммуникационное обеспечение дисциплины**

1. Электронный конспект лекций
2. Наборы презентаций для лекционных занятий.

**9.2 Методические указания по освоению дисциплины (Приложение 1)**

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- химическая лаборатория, химические реактивы;
- компьютерное и мультимедийное оборудование (на лекциях для самоконтроля знаний студентов, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме.;
- приборы и оборудование учебного назначения (при выполнении лабораторных работ).

**11. Дополнения и изменения в рабочей программе на учебный год**

Дополнения и изменения в рабочие программы вносятся ежегодно перед началом нового учебного года по форме. Изменения должны оформляться документально и вносятся во все учетные экземпляры.

## Методические указания по освоению дисциплины

«Физическая химия и коррозия химической и теплотехнической аппаратуры»

### 1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Физическая химия и коррозия химической и теплотехнической аппаратуры» состоит из 7 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Физическая химия и коррозия химической и теплотехнической аппаратуры» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные

понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

## **2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

## **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.**

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который



отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;
5. Выполнить домашнее задание;
6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Физическая химия и коррозия химической и теплотехнической аппаратуры»

- это углубление и расширение знаний в области основных теоретических положений физической химии на основе методов квантовой химии, химической термодинамики химической кинетики; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность,

целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

**Составитель:**

Доцент кафедры «ХТНГ»



/Ж.Т.Хадисова/

**Согласовано:**

Зав. кафедрой «ХТНГ», д.т.н., профессор



/Л.Ш. Махмудова/

Зав. выпускающей кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»



/Р.А-В.Турлуев

Директор ДУМР к.ф.-м.н., доцент



/М.А Магомаева/