

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Факультет машиностроительных и химиче-  
ских технологий



Саблин П.А.

«17» 01 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физическая химия»

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	9

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой, Экзамен	Кафедра «Химия и химические технологии»


Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой, Доцент,  
Доктор химических наук

 Шакирова О.Г

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Кафедра «Химия и химические технологии»

 Шакирова О.Г.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Физическая химия» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» по направлению подготовки «18.03.01 Химическая технология».

Задачи дисциплины	Освоение взаимосвязей физических и химических процессов и теоретическое обобщение знаний неорганической, органической, аналитической химии с целью заложения фундамента для всех отраслей химической технологии.
Основные разделы / темы дисциплины	<b>Химическая термодинамика</b> <b>Фазовые равновесия и растворы неэлектролитов</b> <b>Электрохимия</b> <b>Кинетика и катализ. Адсорбция.</b>

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

Процесс изучения дисциплины «Физическая химия» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1 Знает основные естественно-научные законы, механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, сведения о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов ОПК-1.2 Умеет осуществлять химические реакции, происходящие в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о стро-	Знает основные исторические этапы развития химической термодинамики, химии растворов, электрохимии, химической кинетики: направления, концепции, источники химического знания; основные принципы и законы, лежащие в основе термодинамических и кинетических процессов и методов исследования; способы нахождения оптимальных условий проведения реакций и измерений; способы решения теоретических и практических задач в любых областях химии. Умеет сопоставлять основные

	<p>ении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками анализа механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>закономерности химической термодинамики, выявлять причинно-следственные связи событий, сопоставлять основные закономерности электрохимических процессов, сопоставлять основные закономерности кинетических процессов, правильно рассчитывать, представлять и критически осмысливать результаты анализа; выполнять конкретные расчеты в областях физической химии, химической физики и технологии; применять полученные знания к модельным ситуациям на примерах решения расчётных задач; вести научную дискуссию по вопросам.</p> <p>Владеет навыками анализа и алгоритмами расчета термодинамических характеристик физико-химических процессов, самостоятельного нахождения необходимой информации, анализа и алгоритмами расчета физико-химических характеристик электрохимических процессов, анализа и алгоритмами расчета кинетических процессов: выход продукта, время синтеза, концентрации; пользования справочной литературой по физической химии.</p>
--	--	---

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физическая химия» изучается на 3 курсе, 5, 6 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Материаловедение», «Аналитическая химия».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Физическая химия», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Коллоидная химия».

Дисциплина «Физическая химия» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и сво-

бодам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 9 з.е., 324 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	324
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	192
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	64
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	128
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	97
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой, Экзамен	35

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)	
	Контактная работа преподавателя с обучающимися	СРС

	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Химическая термодинамика</b>				
<b>Введение</b> <i>Предмет и содержание физической химии. Значение физической химии для технологии. Методы физической химии: термодинамический, статистический, квантово-механический, кинетический, ФХА.</i>	2			
<b>Основные понятия и законы химической термодинамики</b> <i>Основные понятия термодинамики. I закон термодинамики. Применение I закона термодинамики к газовым процессам. Применение I закона термодинамики к химическим процессам. Вычисление тепловых эффектов. Зависимость тепловых эффектов от температуры. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Изменение энтропии в газовых процессах и при фазовых переходах. Постулат Планка. Расчет абсолютной энтропии. Изменение энтропии в химическом процессе. Термодинамические потенциалы. Химический потенциал идеального и реального газов.</i>	14			
<b>Химическое равновесие</b> <i>Равновесие в гомогенных системах. Изотерма химической реакции. Термодинамические и практические константы равновесия. Вычисление состава равновесной смеси. Константы равновесия гетерогенных реакций. Зависимость константы равновесия от температуры. Вычисление константы равновесия. Расчет констант равновесия, выхода химических реакций.</i>	10	8		
<b>Калориметрия</b> <i>Определение теплот гидратации солей</i>			12	
<b>Первый закон термодинамики</b> <i>Расчет тепловых эффектов физико-химических процессов</i>		8		

<b>Второй закон термодинамики</b> <i>Расчет изменения энтропии физико-химических процессов</i>		8		
<b>СРС</b> <i>Подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторного журнала, подготовка к защите лабораторных работ. &amp;nbsp;Выполнение РГР.</i>				27
<b>Фазовые равновесия и растворы неэлектролитов</b>				
<b>Фазовые равновесия и растворы неэлектролитов</b> <i>Условия термодинамического равновесия между фазами. Правило фаз Гесса. Уравнение Клапейрона &amp;ndash; Клаузиуса. Диаграммы состояния воды, серы и углерода. Общая характеристика растворов. Законы идеальных растворов. Парциальные молярные величины. Уравнение Гиббса &amp;ndash; Дюгема. Химический потенциал. Активность и коэффициент активности. Применение закона Генри к растворам газов в жидкостях. Растворимость газовых смесей. Диаграммы состав &amp;ndash; свойство. I закон Коновалова. Правило рычага. Азеотропные растворы. Второй закон Коновалова. Органическая растворимость жидкостей. Давление и состав пара над смесью взаимно нерастворимых жидкостей. Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем. Системы с полной взаимной растворимостью в твердом и жидком состояниях; Диаграммы состояния с простой эвтектикой. Другие типы диаграмм состояния. Графическое изображение состава трехкомпонентных систем. Диаграммы состояния тройных жидких систем с ограниченной взаимной растворимостью. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.</i>	6			
<b>Двухкомпонентные системы</b> <i>Диаграмма состояния Нафталин-Дифениламин</i>			12	
<b>Экстракция</b> <i>Определение коэффициента распреде-</i>			8	

<i>ления иода м системе вода-толуол</i>				
<b>Неэлектролиты</b> <i>Термодинамика и свойства растворов неэлектролитов</i>		4		
<b>Диаграммы плавления и кипения</b> <i>Фазовые равновесия. Построение и анализ диаграмм состояния</i>		4		
<b>СРС</b> <i>Подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторного журнала, подготовка к контрольной работе. Выполнение РГР.</i>				20
<b>Электрохимия</b>				
<b>Растворы электролитов</b> <i>Образование растворов электролитов. Свойства растворов электролитов. Сильные электролиты. Основы электростатической теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Вычисление коэффициентов активностей. Равновесия в растворах электролитов. Ионная сила. Удельная, молярная и эквивалентная проводимость. Подвижности ионов. Зависимость проводимости от температуры, природы электролита и растворителя. Основные положения теории электропроводимости Дебая &amp;ndash; Хюккеля &amp;ndash; Онзагера.</i>	6			
<b>Термодинамика гальванических элементов</b> <i>Двойной электрический слой. Электродвижущие силы электрохимических систем. Гальванические элементы. Типы электродов. Классификация гальванических элементов. Использование стандартных потенциалов для определения направления реакций. Термодинамический расчет ЭДС. Химические источники тока. Электролиз. Скорость электрохимических процессов. Уравнение поляризационной кривой. Катодное осаждение металлов, гальванические покрытия. Электрохимическая коррозия.</i>	6			
<b>Гальванический элемент</b>			6	



<i>Измерение температурного коэффициента ЭДС гальванической цепи и расчет термодинамических параметров химической реакции</i>				
<b>Кондуктометрия</b> <i>Определение константы диссоциации слабой кислоты по электропроводности раствора</i>			6	
<b>ЭДС гальванических элементов</b>		8		
<b>СРС</b> <i>Подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторного журнала, подготовка к контрольной работе. Выполнение РГР.</i>				20
<b>Кинетика и катализ. Адсорбция</b>				
<b>Химическая кинетика и катализ</b> <i>Закон действующих масс и кинетические уравнения реакций. Способы нахождения порядка реакции. Сложные реакции. Кинетика реакций в потоке. Зависимость скорости реакций от температуры. Теория активных соударений. Теория переходного состояния. Выражение константы скорости по методу переходного состояния. Сопоставление теорий активных соударений и переходного состояния. Влияние растворителя на скорость реакций в растворах. Влияние ионной силы, солевые эффекты. Уравнение Бренстеда. Цепные реакции. Горение и взрыв. Фотохимические реакции. Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Законы Фика. Влияние температуры и перемешивания на режим процесса. Топохимические реакции. Катализ. Общие свойства катализаторов. Гомогенный катализ. Каталитические реакции в растворах. Адсорбция и гетерогенный катализ. Теория гетерогенного катализа.</i>	20			
<b>Скорость реакции</b> <i>Определение константы скорости реакции иодирования ацетона</i>			6	
<b>Порядок реакции</b> <i>Определение порядка реакции окисле-</i>			8	

<i>ния иодид-ионов ионами трехвалентного железа</i>				
<b>Адсорбция</b> <i>Расчет изотермы Ленгмюра и Фрейндлиха</i>		6	6	
<b>Закон Вант-Гоффа</b> <i>Формальная кинетика. Влияние температуры на скорость реакций</i>		4		
<b>Кинетический закон</b> <i>Кинетика сложных реакций</i>		8		
<b>Цепные реакции</b> <i>Теории химической кинетики</i>		6		
<b>СРС</b> <i>Подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторного журнала, подготовка к контрольной работе. Выполнение РГР.</i>				30
<b>Промежуточная аттестация</b>				
<b>Аттестация по дисциплине</b>				
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	64	64	64	97

#### **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Выполнение отчета и подготовка к защите РГР	97

#### **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

#### **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **8.1 Основная литература**

- 1 Стромберг, А.Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А.Г.Стромберга. - 6-е изд., стер., 5-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2006; 2003; 1988. - 528с. 43 экз.
- 2 Ипполитов, Е.Г. Физическая химия : учебник для вузов / Е. Г. Ипполитов, А. В. Артемов, В. В. Батраков; под ред. Е.Г.Ипполитова. - М.: Академия, 2005. - 448с. чз-1экз, аб-19экз.

- 3 Физическая химия : учеб. пособие / Д.П. Зарубин. - М. : ИНФРА-М, 2017. - 474 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. - (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/20894](http://www.dx.doi.org/10.12737/20894) // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>

- 4 Начала физической химии: Учебное пособие / Бажин Н.М., Пармон В.Н. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 332 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-009055-9 // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>

- 5 Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Романенко, Н.Н. Францева.– Ставрополь: Параграф, 2012. – 88 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php>

## 8.2 Дополнительная литература

- 1 Физическая химия : учебник для вузов: в 2 кн. Кн.1 : Строение вещества. Термодинамика / под ред. К.С.Краснова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2001; 1995. - 512с. 9 экз

- 2 Физическая химия : учебник для вузов: в 2 кн. Кн.2 : Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / под ред. К.С.Краснова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2001. - 321с. чз-1экз аб-4экз

## 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Физическая химия: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: О.Г. Шакирова – Комсомольск-на-Амуре: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2015 – 29 с.
2. И.В. Кудряшов, Г.С. Каретников. Сборник примеров и задач по физической химии / М: ВШ, 1986,1991,1993 – 528 с.
3. Краткий справочник физико-химических величин /Под ред. К.П.Мищенко, А.А.Равделя. – Л.: Химия, 1983, 231 с.
4. Справочник химика: Т. 1, 3. / Под ред. Б.П. Никольского. – Л.: Химия, 1962–1966 гг.

## 8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Химический портал <http://www.ximuk.ru>
2. Естественнонаучный образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://en.edu.ru>, свободный.

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Википедия <http://ru.wikipedia.org>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный.

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### 9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### 9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## 10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
417/1	Мультимедийная аудитория, вместимостью 30 человек.	Современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, включающей тач скрин доску, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.
425/1	Лаборатория физической химии	Химическая посуда, Лабораторные установки

При реализации дисциплины «Физическая химия» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартное или специализированное оборудование, обеспечивающее выполнение заданий	Назначение оборудования
Аквадистиллятор ДЭ-4-2М	очистка воды
Верхнеприведная мешалка RW20	перемешивание растворов

Спектрофотометр СФ-46	фотоколориметрия
Фотометр КФК-2	колориметрия
Потенциометр Р56/2	измерение ЭДС
Весы лабораторные ВЛТК	определение массы
Термостат ТС-16А	поддержание температуры на заданном уровне
Кондуктометр ОК-104	определение электропроводности растворов

## 11 Иные сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

### «Физическая химия»

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) образовательной программы	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3	5, 6	9

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой, Экзамен	Кафедра «Химия и химические технологии»

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

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
<p>ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>ОПК-1.1 Знает основные естественно-научные законы, механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, сведения о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.2 Умеет осуществлять химические реакции, происходящие в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками анализа механизмов химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов</p>	<p>Знает основные исторические этапы развития химической термодинамики, химии растворов, электрохимии, химической кинетики: направления, концепции, источники химического знания; основные принципы и законы, лежащие в основе термодинамических и кинетических процессов и методов исследования; способы нахождения оптимальных условий проведения реакций и измерений; способы решения теоретических и практических задач в любых областях химии.</p> <p>Умеет сопоставлять основные закономерности химической термодинамики, выявлять причинно-следственные связи событий, сопоставлять основные закономерности электрохимических процессов, сопоставлять основные закономерности кинетических процессов, правильно рассчитывать, представлять и критически осмысливать результаты анализа; выполнять конкретные расчеты в областях физической химии, химической физики и технологии;</p> <p>применять полученные знания к модельным ситуациям на примерах решения расчётных задач; вести научную дискуссию по вопросам.</p> <p>Владеет навыками анализа и алгоритмами расчета термодинамических характеристик физико-химических процессов,</p>

		самостоятельного нахождения необходимой информации, анализа и алгоритмами расчета физико-химических характеристик электрохимических процессов, анализа и алгоритмами расчета кинетических процессов: выход продукта, время синтеза, концентрации; пользования справочной литературой по физической химии.
--	--	---

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Формируемая компетенция</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Показатели оценки</b>
Калориметрия		Лабораторная работа	Выполнение, наличие записей в лабораторном журнале Устный опрос по теме
Термодинамика		Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала.
Двухкомпонентные системы		Лабораторная работа	Выполнение, наличие записей в лабораторном журнале Устный опрос по теме
Экстракция		Лабораторная работа	Выполнение, наличие записей в лабораторном журнале Устный опрос по теме
Диаграммы		РГР	Обучающиеся получают индивидуальные задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оценивается правильность выполнения расчетов, владение алгоритмами.
Гальванический элемент		Лабораторная работа	Выполнение, наличие записей в лабораторном журнале Устный опрос по теме
Электрохимия		Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной ра-

			боты. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала.
Скорость реакции		Лабораторная работа	Выполнение, наличие записей в лабораторном журнале Устный опрос по теме
Порядок реакции		Лабораторная работа	Выполнение, наличие записей в лабораторном журнале Устный опрос по теме
Адсорбция		Лабораторная работа	Выполнение, наличие записей в лабораторном журнале Устный опрос по теме
Кинетика		РГР	Обучающиеся получают индивидуальные задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оценивается правильность выполнения расчетов, владение алгоритмами.

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Лабораторная работа	4 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

Контрольная работа	16 неделя	100	Правильное решение задач (20 баллов/задача).
Лабораторная работа	8 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
Лабораторная работа	12 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
РГР	15 неделя	10	10 баллов/задание
Лабораторная работа	3 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
Контрольная работа	10 неделя	100	Правильное решение задач (20 баллов/задача).
Лабораторная работа	6 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
Лабораторная работа	9 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

Лабораторная работа	12 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
РГР	16 неделя	100	25 баллов/задание
<b>ИТОГО:</b>		660 баллов	

**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  
 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  
 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  
 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
6 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</b>			
Лабораторная работа	3 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
Контрольная работа	10 неделя	100	Правильное решение задач (20 баллов/задача).
Лабораторная работа	6 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
Лабораторная работа	9 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение

			дение ма-териалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
Лабораторная работа	12 неделя	50	оформление лабораторного журнала - 20 баллов/работа, устная защита (по вопросам) 30 баллов. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.
РГР	16 неделя	100	25 баллов/задание
<b>Текущий контроль:</b>		400 баллов	
Экзамен	0 неделя	200	100 баллов/вопрос Результаты рейтинговой системы контроля служат основанием для оценки в ведомость на экзамене.
<b>ИТОГО:</b>		600 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

**3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ калориметрия

- 1) Сформулируйте закон Гесса.
- 2) Зависимость теплового эффекта от температуры.
- 3) Что называется интегральной теплотой растворения?
- 4) Что называется дифференциальной теплотой растворения?
- 5) Что называется теплотой гидратации?

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ фазовые равновесия

- 1) Что называется фазой, компонентом, числом степеней свободы?
- 2) Что называется фазовым равновесием?

- 3) Сформулируйте правило фаз Гиббса.
- 4) Сформулируйте правило рычага (отрезков).

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ экстракция

- 1) Что называется экстрагированием? Применение процесса экстрагирования.
- 2) Экстракционное равновесие. Закон распределения Нернста. Константа и коэффициент распределения.
- 3) От каких факторов зависит коэффициент распределения?
- 4) Влияние различных факторов на процессы экстракции: объема экстрагента и числа экстракций, pH среды и др.
- 5) Фактор и условия разделения двух веществ.
- 6) Жидкостная экстракция, принцип метода. Основные понятия метода жидкостной экстракции: экстрагент, экстракт, реэкстракция и др.
- 7) Классификация экстракционных систем.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ гальванический элемент

- 1) Что называется гальваническим элементом?
- 2) Что понимают под стандартным электродным потенциалом?
- 3) Типы электродов.
- 4) ЭДС гальванического элемента



равна 0,49 В, а  $dE/dT = -1,86 \cdot 10^{-4}$  В/К. Написать реакцию, протекающую в элементе, и вычислить  $\Delta G^\circ$  и  $\Delta H^\circ$  реакции при 25 °С.

- 5) Вычислите ЭДС водородно-кислородного элемента.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ скорость реакции

- 1) Закон действующих масс.
- 2) Какой физический смысл имеет константа скорости?
- 3) Какой физический смысл имеют энергия активации, температурный коэффициент скорости реакции?
- 4) Дайте определение скорости реакции по данному компоненту.
- 5) Что такое кинетическое уравнение?
- 6) Что такое частный порядок реакции по данному компоненту? Что такое общий порядок?
- 7) Какова размерность константы скорости реакции второго порядка?
- 8) Как графически определить константу скорости?
- 9) Для чего при титровании йода тиосульфатом натрия в колбу для титрования вносится раствор  $NaHCO_3$ ?
- 10) В каких единицах измеряется энергия активации?

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ порядок реакции

- 1) Дайте определение понятий “скорость реакции”, “кинетическое уравнение”.



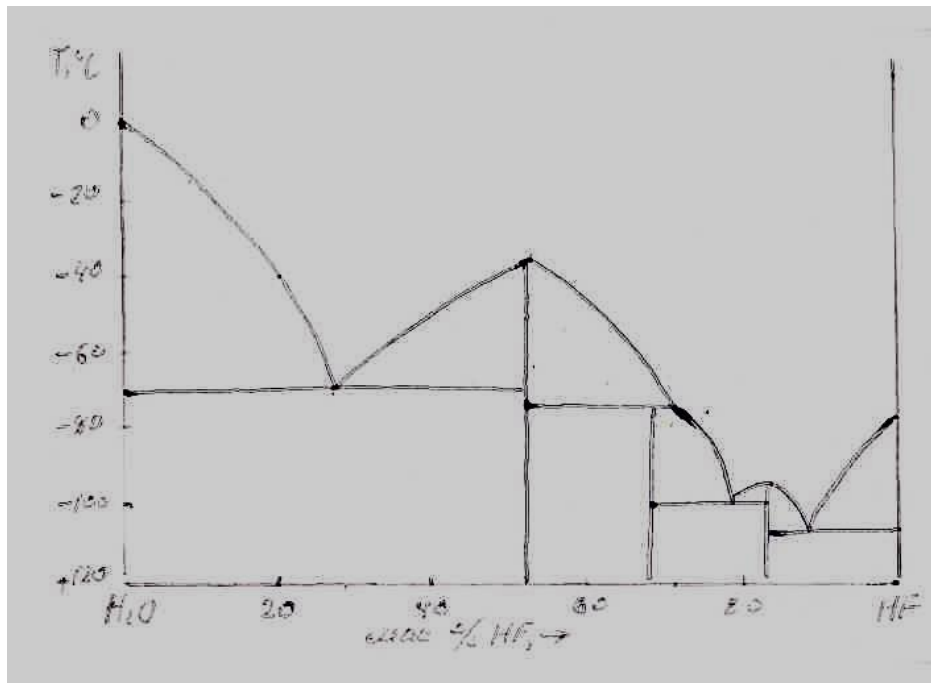
- 2) Что такое молекулярность реакции?
- 3) Что такое порядок реакции? Какие значения может принимать порядок реакции?
- 4) Какие методы определения порядка реакции вы знаете?
- 5) Что означает термин псевдопервый порядок? Как доказать псевдопервый порядок?
- 6) Что такое кажущаяся константа скорости? Какова размерность констант скоростей реакций разных порядков?
- 7) Сформулируйте требования к физическим методам, используемым в кинетических экспериментах для измерения изменений концентраций реагирующих веществ во времени.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ адсорбция

- 1) Сформулируйте основные положения теории адсорбции Лэнгмюра.
- 2) Что называется изотермой адсорбции?
- 3) Изобарой адсорбции?
- 4) Изостерой адсорбции?
- 5) Приведите адсорбционную формулу Гиббса.

### РГР 1

Опишите фазовую диаграмму, укажите число компонентов и фаз, а также эвтектические и перитектические составы и их температуры.



### РГР 2

1. Для реакции разложения аммиака  $2\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$  были получены следующие результаты:

t, с	200	400	600	1000
$C \cdot 10^3$ , моль/л	4,271	4,683	5,114	5,957

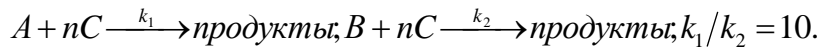
Определить порядок реакции и константу скорости.

2. Бимолекулярная реакция, для которой  $C_1=C_2$ , протекает за 10 минут на 25%. Сколько потребуется времени, чтобы реакция прошла на 50% при той же температуре?
3. Для реакции термического разложения этана были получены данные:

$k \cdot 10^5, c^{-1}$	2,5	4,7	8,2	12,3	23,1
T, K	823	833	843	853	863

Рассчитать энергию активации и предэкспоненциальный множитель.

4. В системе протекают две параллельные реакции 1 порядка по уравнениям:



Рассчитать кол-во вещества В (%), которое прореагирует в момент, когда будет израсходовано 99,5% вещества А.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1

1. Определить тепловой эффект реакции при 500К



А также составить уравнение зависимости теплового эффекта от температуры, если

	$CH_4$	$CO_2$	$(CH_3)_2CO$	$H_2O$
$H_{298}^0, \text{кДж/моль}$	-75	-394	-217	-242
$a, \text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$	17	44	22	30
$b \cdot 10^3, \text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$	60	9	200	11
$c \cdot 10^6, \text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{K})$	-1	-	-61	-

2. Определить изменение энтропии при переходе 2,7 кг  $H_2O$ , взятой при 293К и  $10^5$ Па, в пар при 373К и  $0,5 \cdot 10^5$ Па.  $C_p^{H_2O} = 4,18 \text{ Дж}/(\text{г} \cdot \text{K})$ ;  $\Delta H_{исп} = 2260 \text{ Дж}/(\text{г} \cdot \text{K})$ .
3. Для реакции  $C + 2H_2 = CH_4$  константа равновесия при 300 °С  $K_p = 10^{-3} \text{ Па}^{-1}$ . Вычислить содержание метана в % (об) в равновесной смеси при 300 °С и  $10^5$ Па.

4. Вычислить константу равновесия  $K_p$  (Па<sup>2</sup>) по методу Темкина-Шварцмана для реакции  $CH_4 + CO_2 = 2CO + 2H_2$  в газовой фазе при 1200К:

	$H_{298}^0$ , кДж / моль	$S_{298}$ , Дж/(моль·К)	$a$ , Дж/(моль·К)	$b \cdot 10^3$ , Дж/(моль·К)	$M_0$	$M_1$
CO	-110	197	28,4	4,1	0,640	340
H <sub>2</sub>	0	131	27,3	3,3		
CH <sub>4</sub>	-75	186	17,5	60,5		
CO <sub>2</sub>	-393	214	44,1	10,0		

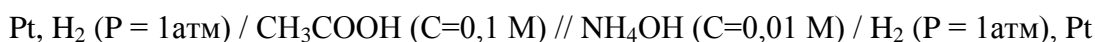
5. Для реакции  $H_2 + I_2 = 2HI$  при 300 °С  $K_p = 80$ . Вычислить изменение энергии Гиббса при этой температуре, если исходные парциальные давления всех газов одинаковы и равны 10<sup>5</sup>Па.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2

1. Для 0,1м раствора Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> вычислить среднюю моляльность, среднюю и общую активность электролита, а также активности ионов. Средний коэффициент активности соли  $\gamma_{\pm} = 0,0458$ .
2. Эквивалентная электропроводность  $1,59 \cdot 10^{-4}$  М уксусной кислоты при 298К равна 109,8 Ом<sup>-1</sup>см<sup>2</sup>моль<sup>-1</sup>. Вычислить константу диссоциации и pH раствора.

$$\lambda^{\infty}(H^+) = 349,8 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^2\text{моль}^{-1}; \lambda^{\infty}(CH_3COO^-) = 40,9 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^2\text{моль}^{-1}.$$

3. Раствор содержит 3,38% нитрата кальция, степень диссоциации которого составляет 65%. Вычислить: а) осмотическое давление раствора при 0°С; б) температуру кипения раствора. Плотность раствора 1,01 г/мл, эбулиоскопическая постоянная воды 0,52.
4. Рассчитать ЭДС элемента при 298К:



Константа диссоциации кислоты равна  $1,75 \cdot 10^{-5}$ , константа диссоциации основания равна  $1,78 \cdot 10^{-5}$ .

5. Для элемента Zn / ZnSO<sub>4</sub> (C=0,05 м) // ZnSO<sub>4</sub> (C=0,005 м) / Zn при 298К ЭДС равна 0,0185 В. Вычислить  $\gamma_{\pm}$  в более концентрированном растворе, если в разбавленном -  $\gamma_{\pm} = 0,477$ .

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по \_\_\_\_\_ физической химии \_\_\_\_\_

1. Применение I закона термодинамики к химическим реакциям. Закон Гесса.
2. Основные законы идеальных растворов.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №   2  

по \_\_\_\_\_ физической химии \_\_\_\_\_

1. Расчет константы равновесия методом Темкина-Шварцмана.
2. Разделение неограниченно смешивающихся жидкостей методом перегонки.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №   3  

по \_\_\_\_\_ физической химии \_\_\_\_\_

1. Расчет константы равновесия с использованием приведенной энергии Гиббса.
2. Равновесие газ  $\leftrightarrow$  раствор в двухкомпонентных системах.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №   4  

по \_\_\_\_\_ физической химии \_\_\_\_\_

1. Расчет тепловых эффектов химических реакций.
2. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_

по \_\_\_\_\_ физической химии \_\_\_\_\_

1. Энергия Гиббса, её зависимость от температуры и давления. Направление процессов в неизолированных системах..
2. III закон термодинамики.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_

по \_\_\_\_\_ физической химии \_\_\_\_\_

1. Расчет изменения энтропии для химической реакции. Зависимость энтропии от температуры и давления.
2. Расчет состава равновесной газовой смеси.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7по физической химии

1. Основные понятия термодинамики: системы, параметры, процессы, экстенсивные и интенсивные свойства и др.
2. Равновесие пар  $\leftrightarrow$  раствор в двухкомпонентных системах с неограниченной растворимостью. Законы Гиббса-Коновалова.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8по физической химии

1. Понятие о теплоте образования. Расчет тепловых эффектов реакций с использованием теплот образования.
2. Реальные растворы. Активность и методы нахождения активности.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9по физической химии

1. Расчет изменения энтропии при фазовых переходах; при диффузии газов; в неизотермических условиях.
2. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10по физической химии

1. II закон термодинамики. Направление процессов в изолированных системах.
2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса (вывод).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11по физической химии

1. Уравнение изотермы и изобары химической реакции. Связь между  $\Delta G^0$  и  $K^0$ .
2. Термодинамические свойства идеальных растворов.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12по физической химии

1. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры и давления.
2. Сумма по состояниям. Статистический метод расчета термодинамических функций.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13по физической химии

1. Расчет состава равновесной газовой смеси.
2. Расчет сумм по состояниям, обусловленных различными видами движения.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14по физической химии

1. Применение I закона термодинамики к газовым процессам.
2. Энтропия и вероятность. Статистический характер II закона термодинамики.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15по физической химии

1. Равновесие в гетерогенных системах. Термодинамическая константа равновесия.
2. Равновесие  $J_1 \leftrightarrow J_2$  в двухкомпонентных системах с ограниченной растворимостью.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16по физической химии

1. Применение I закона термодинамики к химическим реакциям. Закон Гесса.
2. Основные законы идеальных растворов.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17по физической химии

1. Расчет константы равновесия методом Темкина-Шварцмана.
2. Разделение неограниченно смешивающихся жидкостей методом перегонки.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18по физической химии

1. Расчет константы равновесия с использованием приведенной энергии Гиббса.
2. Равновесие газ  $\leftrightarrow$  раствор в двухкомпонентных системах.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19по физической химии

1. Расчет тепловых эффектов химических реакций.
2. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20по физической химии

1. Энергия Гиббса, её зависимость от температуры и давления. Направление процессов в неизолированных системах..
2. III закон термодинамики.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21по физической химии

1. Расчет изменения энтропии для химической реакции. Зависимость энтропии от температуры и давления.
2. Расчет состава равновесной газовой смеси.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.



ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22по физической химии

1. Основные понятия термодинамики: системы, параметры, процессы, экстенсивные и интенсивные свойства и др.
2. Равновесие пар  $\leftrightarrow$  раствор в двухкомпонентных системах с неограниченной растворимостью. Законы Гиббса-Коновалова.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23по физической химии

1. Понятие о теплоте образования. Расчет тепловых эффектов реакций с использованием теплот образования.
2. Реальные растворы. Активность и методы нахождения активности.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24по физической химии

1. Расчет изменения энтропии при фазовых переходах; при диффузии газов; в неизотермических условиях.
2. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25по физической химии

1. II закон термодинамики. Направление процессов в изолированных системах.
2. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса (вывод).

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26по физической химии

1. Уравнение изотермы и изобары химической реакции. Связь между  $\Delta G^0$  и  $K^0$ .
2. Термодинамические свойства идеальных растворов.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 27по физической химии

1. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры и давления.
2. Сумма по состояниям. Статистический метод расчета термодинамических функций.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28по физической химии

1. Расчет состава равновесной газовой смеси.
2. Расчет сумм по состояниям, обусловленных различными видами движения.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 29по физической химии

1. Применение I закона термодинамики к газовым процессам.
2. Энтропия и вероятность. Статистический характер II закона термодинамики.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 30по физической химии

1. Равновесие в гетерогенных системах. Термодинамическая константа равновесия.
2. Равновесие  $J_1 \leftrightarrow J_2$  в двухкомпонентных системах с ограниченной растворимостью.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Шакирова О.Г.