

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физической химии**

Авторы-составители: **Шеин Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

Код УМК 96175

Утверждено  
Протокол №5  
от «13» мая 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Физическая химия. Химическая термодинамика

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

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **04.03.01** Химия  
направленность Химия

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Физическая химия. Химическая термодинамика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

#### **04.03.01 Химия (направленность : Химия)**

**ОПК.1** Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

##### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

**ОПК.4** Способен обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в профессиональной деятельности с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач

##### **Индикаторы**

**ОПК.4.1** Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности

**ПК.3** Владеет основными химическими, физическими и технологическими аспектами химического промышленного производства с учетом методов безопасного обращения с химическими материалами

##### **Индикаторы**

**ПК.3.1** Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	04.03.01 Химия (направленность: Химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	8
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	288
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	112
<b>Проведение лекционных занятий</b>	42
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	56
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	176
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (7 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### 7 триместр

В результате освоения дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» студент должен:

- знать основы современных теорий в области химической термодинамики и способы их применения для решения теоретических и практических задач в любых областях химии.
  - уметь самостоятельно ставить задачу физико-химического исследования в химических системах, выбирать оптимальные пути и методы решения подобных задач как экспериментальных, так и теоретических; обсуждать результаты физико-химических исследований, ориентироваться в современной литературе по физической химии (химической термодинамике), вести научную дискуссию по вопросам физической химии.
  - демонстрировать способность и готовность проводить физико-химические (термодинамические) расчеты с помощью известных формул и уравнений, в том числе с помощью компьютерных программ, проводить стандартные физико-химические измерения, пользоваться справочной литературой по физической химии.
- ии и обработки результатов химических экспериментов .

#### **Основы химической термодинамики**

Излагаются основы классической общей и химической термодинамики, анализируются законы термодинамики, дается понятие о фазовом и химическом равновесии, фазовых переходах, приводятся примеры расчетов в термохимии, химических равновесий.

#### **Предмет и метод термодинамики, основные понятия. Энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.**

Излагаются основы классической общей и химической термодинамики, анализируются законы термодинамики, дается понятие о фазовом и химическом равновесии, фазовых переходах, приводятся примеры расчетов в термохимии, химических равновесий.

#### **Приложение первого закона термодинамики к некоторым частным процессам с участием идеального газа. Энтальпия. Уравнение состояния реального газа.**

Рассматриваются простейшие процессы с участием идеального газа (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатический). Вводится понятие энтальпии как функции состояния. Рассматривается уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа.

#### **Термохимия. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и сгорания. Зависимость теплоты процесса от температуры. Уравнения Кирхгофа. Теплоемкость.**

Формулируется закон Гесса, приводятся примеры практических расчетов с его использованием в термохимии. Вводится понятие теплоемкости, выводятся уравнения Кирхгофа и объясняется их применимость в термохимических расчетах.

#### **Второй закон термодинамики. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Постулаты Клаузиуса и Томсона. Цикл Карно.**

Дается понятие о равновесных, неравновесных, обратимых и необратимых, самопроизвольных и не самопроизвольных процессах. Формулируется Второй закон термодинамики, объясняется его роль в классической термодинамике. Объясняются обратимый и необратимый циклы Карно.

#### **Энтропия. Значение второго закона термодинамики. Вычисление энтропии. Постулат Планка.**

Вводится понятие энтропии в равновесных и неравновесных процессах. Объясняется значение энтропии как критерия направления процессов и равновесия в изолированных системах.

### **Характеристические функции. Общие условия равновесия.**

Вводятся понятия энергии Гельмгольца и энергии Гиббса, объясняется их значение как термодинамических потенциалов и характеристических функций, их важность для описания процессов в открытых системах. Формулируются общие условия химического равновесия.

### **Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Статистический характер второго закона термодинамики.**

Вводятся понятия энергии Гельмгольца и энергии Гиббса, объясняется их значение как термодинамических потенциалов и характеристических функций, их важность для описания процессов в открытых системах. Формулируются общие условия химического равновесия.

### **Термодинамические потенциалы идеальных и реальных газов. Фугитивность и методы ее расчета.**

Рассматриваются термодинамические потенциалы в случае идеальных и реальных газов. Вводится и анализируется понятие фугитивности (летучести). Приводятся основные методы расчета фугитивности газов (принцип соответственных состояний, объемная поправка реального газа и др.).

### **Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Закон смещения равновесия.**

Обсуждаются фазовые переходы первого рода (плавление, испарение, возгонка). Выводится фундаментальное уравнение фазовых переходов (уравнение Клапейрона-Клаузиуса). Дается понятие фазовых переходов второго рода, объясняется их отличие от переходов первого рода. Формулируется и объясняется принцип смещения равновесия в физических и химических процессах (Ле-Шателье – Брауна).

### **Растворы**

Излагаются основы учения о растворах как о гомогенных смесях нескольких веществ

### **Понятие о растворах. Концентрация. Теории растворов. Термодинамика многокомпонентных систем. Химические потенциалы. Уравнения Гиббса-Дюгема. Термодинамические функции идеальных газов. Неидеальные растворы газов. Летучесть компонентов.**

Вводится и анализируется понятие о растворах как о фазах переменного состава. Рассматриваются различные способы выражения концентрации растворов, связь между ними. Анализируются физическая и химическая теории растворов. Вводится понятие химического потенциала. Выводятся и анализируются уравнения Гиббса-Дюгема. Рассматриваются следующие вопросы : термодинамические функции идеальных газов, неидеальные растворы газов, летучесть компонентов.

### **Давление насыщенного пара бинарных растворов. Закон Рауля. Идеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Реальные растворы. Отклонения от закона Рауля.**

Рассматривается давление насыщенного пара бинарных растворов. Формулируется и анализируется закон Рауля. Вводятся понятия об идеальных растворах, предельно разбавленных растворах, реальных растворах. Анализируются причины отклонений от закона Рауля.

### **Диаграмма равновесия жидкость-пар в бинарных системах. Законы Коновалова. Фракционная перегонка. Азеотропные растворы. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей.**

Приводятся и анализируются диаграммы равновесия жидкость-пар в бинарных системах. Выводятся и

формулируются законы Коновалова. Объясняется суть явления фракционной перегонки. Рассматриваются азеотропные растворы. Детально, на конкретных примерах рассматривается явление ограниченной взаимной растворимости жидкостей.

**Активность компонентов раствора. Коэффициент распределения вещества в двух несмешивающихся растворителях. Экстракция. Растворимость газов в жидкостях. Растворимость твердых веществ в жидкостях.**

Вводится понятие активности компонентов раствора. Коэффициент распределения вещества в двух несмешивающихся растворителях. Рассматривается явление экстракции. Анализируется растворимость газов в жидкостях и растворимость твердых веществ в жидкостях.

**Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотическое давление.**

Рассматриваются явления криоскопии, эбулиоскопии, осмоса. Выводятся уравнения для расчета криоскопической и эбулиоскопической констант, уравнение Вант-Гоффа. Дается понятие о коллигативных свойствах растворов.

**Фазовые равновесия**

Излагаются основы классических положений о фазовом равновесии.

**Гетерогенные фазовые равновесия. Фазы и компоненты, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Монотропия и энантиотропия.**

Обсуждаются гетерогенные фазовые равновесия. Вводятся понятия фазы, компонента, степени свободы. Формулируется правило фаз Гиббса, выводится уравнение Гиббса. Обсуждаются и анализируются конкретные примеры применения правила фаз Гиббса для расчетов фазовых равновесий в однокомпонентных (диаграммы воды, серы) системах. Рассматриваются примеры энантиотропных и монотропных переходов.

**Двухкомпонентные системы с простой эвтектикой. Термический анализ. Твердые растворы с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью компонентов.**

Приводятся и анализируются диаграммы двухкомпонентных систем с простой эвтектикой. Даются понятия эвтектики, ликвидуса, солидуса. Излагается сущность термического анализа. Вводятся понятия твердых растворов внедрения, замещения. Анализируется диаграмма для твердых растворов с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью компонентов.

**Двухкомпонентные системы, образующие химическое соединение, плавящееся конгруэнтно и инконгруэнтно. Трехкомпонентные системы.**

Приводятся и анализируются диаграммы состояния двухкомпонентных систем, образующих химическое соединение, плавящееся конгруэнтно и инконгруэнтно. Излагаются принципы построения диаграмм трехкомпонентных систем.

**Химическое равновесие**

Излагаются основы теорий химического равновесия, приводятся основные законы, рассматриваются примеры расчетов.

**Химическое равновесие в газах и растворах. Закон действия масс. Различные формы выражения констант равновесия, связь между ними. Термодинамический вывод константы равновесия.**

Обсуждается химическое равновесие в гомогенных системах. Выводится закон действующих масс, устанавливается связь между изобарным потенциалом химической реакции и константой равновесия.

Анализируются различные формы выражения констант равновесия, связь между ними.

**Изобарный потенциал химической реакции. Стандартные изменения изобарного и изохорного потенциалов при химических реакциях, их значение и связь с константой равновесия. Комбинирование равновесий.**

Вводится понятие и выводится уравнение для изобарного потенциала химической реакции. Рассматриваются стандартные изменения изобарного и изохорного потенциалов при химических реакциях, анализируется их значение и связь с константой равновесия. Излагаются принципы комбинирования равновесий.

**Примеры равновесий в некоторых технических процессах. Влияние давления на равновесие в идеальных газовых смесях.**

Приводятся и анализируются примеры равновесий в некоторых технических процессах. Анализируется влияние давления на равновесие в идеальных газовых смесях. Рассматриваются равновесия в реакциях без изменения и с изменением числа молекул.

**Химическое равновесие в газах при высоких давлениях. Гомогенные химические равновесия в жидкой фазе. Гетерогенные химические равновесия.**

Рассматриваются и анализируются химические равновесия в газах при высоких давлениях, гомогенные химические равновесия в жидкой фазе, гетерогенные химические равновесия.

**Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры процесса. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Тепловой закон Нернста. Приближенные методы расчета химических равновесий.**

Рассматривается влияние температуры на химическое равновесие. выводятся и анализируются уравнения изобары и изохоры процесса. Устанавливается и анализируется зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Анализируется тепловой закон Нернста. Рассматриваются приближенные методы расчета химических равновесий.



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

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

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

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Физическая химия. Теория и практика выполнения расчетных работ. Часть 2. Химическое и фазовое равновесие / Е. И. Степановских, Т. В. Виноградова, Л. А. Брусницына [и др.] ; под редакцией В. Ф. Марков. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-7996-1691-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66612.html>
2. Физическая химия : учебное пособие / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х. М. Ярошевская, В. П. Барабанов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 396 с. — ISBN 978-5-7882-1367-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/64034.html>

### Дополнительная:

1. Физическая химия : лабораторный практикум / А. Б. Килимник, Е. Ю. Кондракова, И. В. Гладышева, Е. Ю. Острожкова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 88 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/64611.html>
2. Физическая химия. Теория и практика выполнения расчетных работ. Часть 2. Химическое и фазовое равновесие / Е. И. Степановских, Т. В. Виноградова, Л. А. Брусницына [и др.] ; под редакцией В. Ф. Марков. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-7996-1691-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66612.html>
3. Шеин А. Б., Виноградова М. А. Термодинамика получения и различных видов обработки материалов (теоретические основы): учебное пособие для вузов / А. Б. Шеин, М. А. Виноградова. — Пермь, 2007, ISBN 5-7944-0907-X. — 239. — Библиогр.: с. 236
4. Физическая химия. Теория и практика выполнения расчетных работ. Часть 1. Экстенсивные свойства гомогенных систем / Е. И. Степановских, Т. В. Виноградова, Л. А. Брусницына [и др.] ; под редакцией В. Ф. Марков. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 136 с. — ISBN 978-5-7996-1689-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66611.html>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

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

Образовательный процесс по дисциплине **Физическая химия. Химическая термодинамика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);  
доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);  
доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;  
тестирование

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>);  
система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.  
система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Лабораторные занятия: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.
4. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
6. Самостоятельная работа: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.  
Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.  
Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Физическая химия. Химическая термодинамика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Знает законы, теории, концепции, основные понятия химической термодинамики, имеет представление о научной картине мира на их основе. Умеет анализировать явления и процессы в окружающей среде с учетом основных положений химической термодинамики. Владеет способами применения термодинамических расчетов для описания и анализа физико-химических процессов.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает законов, теорий, концепций, основных понятий химической термодинамики, не имеет представления о научной картине мира на их основе. Не умеет анализировать явления и процессы в окружающей среде с учетом основных положений химической термодинамики. Не владеет способами применения термодинамических расчетов для описания и анализа физико-химических процессов.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Имеет слабые, неустойчивые знания законов, теорий, концепций, основных понятий химической термодинамики, имеет фрагментарное представление о научной картине мира на их основе. Умеет анализировать некоторые явления и процессы в окружающей среде с учетом основных положений химической термодинамики. Слабо владеет способами применения термодинамических расчетов для описания и анализа физико-химических процессов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает ряд законов, теорий, концепций, основных понятий химической термодинамики, имеет представление о научной картине мира на их основе. Умеет анализировать типичные явления и процессы в окружающей среде с учетом основных положений химической термодинамики. Владеет некоторыми способами применения термодинамических расчетов для описания и анализа физико-химических процессов.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>В полной мере знает законы, теории, концепции, основные понятия химической термодинамики, имеет устойчивое представление о научной картине мира на их основе. Умеет анализировать разнообразные явления и процессы в окружающей среде с учетом основных положений химической термодинамики. Владеет способами применения термодинамических расчетов для описания и анализа физико-химических процессов.</p>

#### **ОПК.4**

**Способен обрабатывать, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в профессиональной деятельности с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает теоретические основы экспериментальных методов, используемых в химической термодинамике. Умеет проводить основные расчеты по полученным экспериментальным данным, обрабатывать и анализировать результаты исследований, правильно интерпретирует графические зависимости и делает по ним корректные выводы, не противоречащие основным законам химической термодинамики. Владеет практикой количественных расчетов в физико-химических методах исследования.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не способен правильно записать результаты учебных экспериментов в химической термодинамике, не способен обработать их аналитическими или графическими методами, после корректировки делает не правильные выводы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Способен записать результаты учебных экспериментов, делает ошибки в их обработке аналитическими или графическими методами, после корректировки делает неправильные выводы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Способен записать результаты учебных экспериментов, делает незначительные ошибки в их обработке аналитическими или графическими методами, после корректировки делает правильные выводы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Грамотно фиксирует результаты учебных экспериментов, правильно обрабатывает их графическими и аналитическими методами, делает правильные выводы на основе</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<b>Отлично</b> графиков и расчётов.

### ПК.3

**Владеет основными химическими, физическими и технологическими аспектами химического промышленного производства с учетом методов безопасного обращения с химическими материалами**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.3.1</b> Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p>	<p>Знает нормы и правила техники безопасности при обращении с химическими реактивами, посудой, электрическими приборами. Умеет проводить эксперименты по известным методикам с соблюдением правил техники безопасности. Владеет навыками безопасной работы в химической лаборатории.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Имеет смутное представление о правилах техники безопасности, не способен работать в химическом практикуме с соблюдением правил техники безопасности, допускает регулярные грубые нарушения техники безопасности.</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Слабо владеет нормами техники безопасности в лабораторных условиях, может допускать не грубые нарушения правил техники безопасности</p> <p><b>Хорошо</b> Знает правила техники безопасности при работе с химическими материалами и приборами, умеет их реализовывать в лабораторных условиях, может допускать редкие не грубые нарушения техники безопасности.</p> <p><b>Отлично</b> В полной мере владеет нормами техники безопасности и умеет их реализовывать в лабораторных условиях. Не допускает нарушений правил техники безопасности. Самостоятельно проводит эксперименты с соблюдением всех норм техники безопасности.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 44 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 44 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Предмет и метод термодинамики, основные понятия. Энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. <b>Входное тестирование</b>	Знать основные методы расчета концентраций (массовая доля, молярность, нормальность). Уметь решать основные типы задач на газовые законы и на константу равновесия химических реакций. Владеть основными навыками математических операций (интегрирование, дифференцирование степенных функций, квадратные уравнения, формулы сокращенного умножения и т.д.)
<b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук	Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Закон смещения равновесия. <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание основных понятий химической термодинамики, 1, 2 и 3 законов термодинамики, термодинамических потенциалов, уравнений фазовых переходов. Владение способами применения термодинамических расчетов для описания и анализа физико-химических процессов. Умение применять полученные знания в области химической термодинамики для расчетов и анализа фазовых переходов и равновесий в системах.



<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.1</b> Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотическое давление. <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Умение решать простые и комплексные задачи по дисциплине "Физическая химия. Химическая термодинамика", умение кратко и грамотно формулировать ответы на теоретические вопросы. Знание базовых законов химической термодинамики, основ термохимии, теории растворов, фазовых и химических равновесий. Навыки решения расчётных задач, а также устной и письменной речи.</p>
<p><b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры процесса. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Тепловой закон Нернста. Приближенные методы расчета химических равновесий. <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание экспериментальных методик выполнения лабораторных работ, используемых в практикуме по химической термодинамике. Умение проводить основные расчеты по полученным экспериментальным данным, обрабатывать и анализировать результаты исследований, правильно интерпретировать графические и аналитические зависимости и делать по ним корректные выводы,</p>
<p><b>ПК.3.1</b> Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств <b>ОПК.4.1</b> Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>Итоговый контроль <b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знание основных законов, теорий, концепций, основных понятий химической термодинамики, Владение способами применения термодинамических расчетов для описания и анализа физико-химических процессов. Умение применять полученные знания в области химической термодинамики для расчетов и анализа фазовых и химических равновесий.</p>

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

**Предмет и метод термодинамики, основные понятия. Энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Расчет интеграла функции $y=f(T)$ при заданном значении $T$	2
Расчет производной функции $y=f(T)$ при заданном значении $T$	2
Решение квадратного уравнения	2
Решение задачи на пересчет концентраций	2
Решение задачи на расчет константы диссоциации	2
Решение задачи на газовые законы	2

**Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Закон смещения равновесия.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Правильный ответ на вопрос теста. Всего 20 вопросов. По 1 баллу за каждый правильный ответ.	20

**Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотическое давление.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Умение решать задачи по теме "Термохимия"	5
Умение решать расчетные задачи по теме "1 и 2 законы термодинамики"	5
Умение решать задачи по теме "Энтропия. Термодинамические потенциалы"	4
Умение решать задачи по теме "Растворы"	4
Умение строить и анализировать фазовые диаграммы	2

**Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры процесса. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Тепловой закон Нернста. Приближенные методы расчета химических равновесий.**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Правильное выполнение 10 лабораторных работ по дисциплине в соответствии с методикой. Каждая работа оценивается в 1 балл.	10
10 устных ответов на вопросы по выполненным лабораторным работам. По 1 баллу за каждую успешно пройденную беседу.	10
Правильное и аккуратное оформление отчета по проделанному эксперименту с необходимыми графиками и выводами по полученным результатам. Каждый отчет оценивается в 1 балл.	10

### **Итоговый контроль**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает основные формулы и уравнения на 1 и 2 законы термодинамики, способен их вывести, объяснить и использовать при термодинамических расчетах	8
Знает основные положения химической термодинамики, основные законы.	8
Знает основные понятия и определения фазовых равновесий, правило Гиббса. Умеет анализировать фазовые диаграммы одно-, двух- и трехкомпонентных систем.	5
Знает основные положения теории растворов, основные законы растворов (закон Рауля, законы Коновалова), способен применять их при анализе физико-химических процессов.	5
Знает основные понятия, определения и законы химических равновесий, закон действующих масс. Умеет анализировать химические равновесия с использованием изотерм, изобар Вант-Гоффа, изобарно-изотермических потенциалов и др.	4