

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: **04.03.01** Химия

направленность Прикладная 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 : Прикладная 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 техническими 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

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

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (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 компьютерами 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

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.1 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">Неудовлетворител</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">Удовлетворительн</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">Хорошо</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">Отлично</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</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>ОПК.4.1 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;">Неудовлетворител</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;">Удовлетворительн</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;">Хорошо</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;">Отлично</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
		Отлично графиков и расчётов.

ПК.3

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

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.1 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>Неудовлетворител 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>Удовлетворительн Слабо владеет нормами техники безопасности в лабораторных условиях, может допускать не грубые нарушения правил техники безопасности</p> <p>Хорошо 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>Отлично 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
Входной контроль	Предмет и метод термодинамики, основные понятия. Энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Входное тестирование	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.)
ОПК.1.1 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. Письменное контрольное мероприятие	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.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотическое давление. Письменное контрольное мероприятие</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>ОПК.4.1 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. Защищаемое контрольное мероприятие</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>ПК.3.1 Владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств ОПК.4.1 Обрабатывает и анализирует результаты экспериментальных исследований, наблюдений, измерений в профессиональной деятельности</p>	<p>Итоговый контроль Итоговое контрольное мероприятие</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**

Показатели оценивания	Баллы
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