

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра физической химии**

**Авторы-составители: Шейн Анатолий Борисович  
Плотникова Мария Дмитриевна  
Пантелеева Виктория Вячеславовна**

Рабочая программа дисциплины

**ТЕРМОДИНАМИКА ПОЛУЧЕНИЯ И РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОБРАБОТКИ  
МАТЕРИАЛОВ**

Код УМК 74220

Утверждено  
Протокол №6  
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Термодинамика получения и различных видов обработки материалов

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

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

Направление: **04.04.01** Химия

направленность Физическая химия

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

В результате освоения дисциплины **Термодинамика получения и различных видов обработки материалов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**04.04.01** Химия (направленность : Физическая химия)

**ПК.4** Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках

#### **Индикаторы**

**ПК.4.1** Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	04.04.01 Химия (направленность: Физическая химия)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	36
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Термодинамика получения и различных видов обработки материалов

#### Основные законы термодинамики

##### **Предмет термодинамики. Основные понятия термодинамики. Основные постулаты термодинамики. Первое начало термодинамики**

Вводная лекция. Формулируются основные понятия классической и химической термодинамики. Обозначаются предмет и метод термодинамики. Излагаются основные постулаты термодинамики. Раскрывается сущность первого закона (начала) термодинамики.

##### **Температура. Уравнения состояния реальных газов. Вычисление работы**

Вводится смысловое понятие "температура". Приводятся основные уравнения состояния реальных газов. Приводятся и анализируются основные уравнения для вычисления работы в различных процессах.

##### **Теплоемкость. Вычисление теплоты. Теплоемкость газов и твердых тел**

Формулируется понятие теплоемкости. Приводятся различные способы вычисления теплоты в термодинамических расчетах. Анализируется теплоемкость газов и твердых тел.

##### **Термохимия**

Обзор основных термохимических закономерностей и расчетов в классической термохимии. Анализируются эмпирические закономерности и способы определения тепловых эффектов в физических и химических процессах.

##### **Энтропия. Возрастание энтропии при необратимых процессах. Обоснование второго начала термодинамики по Карно-Клаузиусу**

Понятие "энтропия" в классической термодинамике. Приводится анализ изменения энтропии в обратимых и необратимых процессах. Энтропия - как тепловая координата состояния. Энтропия как критерий равновесия и направления процессов в изолированных системах. Приводится обоснование второго закона термодинамики по Карно-Клаузиусу.

##### **Принцип Каратеодори. Значение второго начала термодинамики**

Излагается принцип Каратеодори, анализируется его значение для классической термодинамики. Анализируется значение второго закона термодинамики для физики, химии и химического материаловедения.

#### Основные термодинамические функции

Дается детальный обзор основных термодинамических функций.

##### **Термодинамические функции $U$ , $F$ , $G$ , $H$ . Соотношения Максвелла. Вычисление калорических коэффициентов**

Анализируются термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, энергия Гиббса, энергия Гельмгольца как критерии равновесия различных процессов и критерии направления протекания самопроизвольных и несамопроизвольных процессов. Приводятся соотношения Максвелла. Анализируются способы вычисления калорических коэффициентов.

##### **Вычисление энергии, энтальпии и энтропии. Характеристические функции и общие условия равновесия. Уравнения Гиббса-Гельмгольца**

Приводятся и анализируются различные уравнения для вычисления внутренней энергии, энтальпии и энтропии. Анализируются термодинамические потенциалы как характеристические функции и

критерии направления процессов и критерии установления равновесия в различных термодинамических системах. Дается вывод уравнения максимальной работы (уравнения Гиббса-Гельмгольца).

#### **Химический потенциал, химическая переменная и полные потенциалы. Летучесть**

Дается понятие о химическом потенциале, химической переменной, полном потенциале. Анализируется связь химического потенциала и термодинамических потенциалов. Вводится понятие "летучесть" (фугитивность), обсуждается необходимость формализации уравнений для идеальных газов и расширения областей их применимости в случае реальных газов.

#### **Фазовые и химические равновесия**

Излагаются основы классических термодинамических воззрений на фазовое и химическое равновесие.

#### **Правило фаз. Уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояния однокомпонентных систем**

Приводятся и анализируются основные определения (фаза, компонент, степень свободы, вариантность системы). Дается вывод уравнения Гиббса. Выводятся и анализируются уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Рассматриваются типичные диаграммы однокомпонентных систем (диаграммы воды, серы, фосфора).

#### **Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста**

Рассматриваются примеры фазовых переходов второго рода (сверхпроводящее состояние, изменение симметрии кристаллов, потеря ферромагнитных свойств металлами и др.) Анализируются уравнения Эренфеста.

#### **Химическая переменная. Закон действия масс. Изотерма и изобара химической реакции**

Вводится понятие химической переменной. Формулируется и выводится закон действия масс, анализируются конкретные примеры его применения. Дается вывод уравнений изотермы химической реакции Вант-Гоффа и уравнения изобары. Приводятся различные термодинамические расчеты с использованием уравнений изотермы и изобары.

#### **Термодинамические расчеты констант равновесия. Гетерогенные химические равновесия**

Приводятся примеры термодинамических расчетов констант равновесия различных химических и физико-химических процессов. С использованием закона действующих масс анализируются гетерогенные химические равновесия. Приводится вывод закона действующих масс для гетерогенных химических реакций.

## **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. 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
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. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия: учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; ред. А. Г. Стромберг. - Москва: Высшая школа, 2001, ISBN 5-06-003627-8. - 527. - Библиогр.: с. 511-515
2. Физическая химия. Теория и практика выполнения расчетных работ. Часть 2. Химическое и фазовое равновесие. Учебное пособие: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. Физическая химия. Теория и практика выполнения расчетных работ. Часть 2. Химическое и фазовое равновесие / Степановских Е. И. - 2016. - 160, ISBN 978-5-7996-1691-5 <http://www.iprbookshop.ru/66612.html>
3. Карапетьянц М. Х. Химическая термодинамика: учебное пособие / М. Х. Карапетьянц. - Москва: Химия, 1975. - 583.
4. Физическая химия. Теория и практика выполнения расчетных работ. Часть 1. Экстенсивные свойства гомогенных систем. Учебное пособие: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. Физическая химия. Теория и практика выполнения расчетных работ. Часть 1. Экстенсивные свойства гомогенных систем / Степановских Е. И. - 2016. - 136, ISBN 978-5-7996-1689-2 <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 **Термодинамика получения и различных видов обработки материалов** 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 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. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия). Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
  3. Самостоятельная работа. Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный 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  
Термодинамика получения и различных видов обработки материалов**

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

**ПК.4**

**Способен проводить критический анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.4.1</b> Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки</p>	<p>В результате успешного освоения дисциплины студент знает основы современных теорий в области химической термодинамики и способы их применения для решения теоретических и практических задач в любых областях химии.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет 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, вести научную дискуссию по вопросам физической химии.</li> <li>- демонстрирует способность и готовность проводить физико-химические расчеты в области химического материаловедения с помощью известных формул и уравнений, в том числе с помощью компьютерных программ, проводить стандартные физико-химические измерения, пользоваться справочной литературой по физической химии.</li> </ul>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не знает теоретический аппарат химической термодинамики и возможности его применения для решения междисциплинарных задач;</li> <li>- не умеет вести научную дискуссию по вопросам физической химии;</li> <li>- не владеет навыком проведения термодинамических расчетов с помощью известных формул и уравнений, в том числе с помощью компьютерных программ.</li> </ul> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие систематических знаний теорий химической термодинамики и возможностей их применения для решения междисциплинарных задач;</li> <li>- умеет отвечать лишь на ограниченный круг вопросов физической химии;</li> <li>- навыком проведения самых простых термодинамических расчетов с помощью известных формул и уравнений.</li> </ul> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- имеются незначительные пробелы в знаниях теоретического аппарата химической термодинамики и возможностях его применения для решения междисциплинарных задач;</li> <li>- умеет вести научную дискуссию по вопросам физической химии, проблемы возникают лишь при обсуждении узкого круга вопросов;</li> <li>- владеет навыком проведения термодинамических расчетов с помощью известных формул и уравнений без применения компьютерных программ.</li> </ul>

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- знает теоретический аппарат химической термодинамики и возможности его применения для решения междисциплинарных задач;</li><li>- умеет вести научную дискуссию по вопросам физической химии;</li><li>- владеет навыком проведения термодинамических расчетов с помощью известных формул и уравнений, в том числе с помощью компьютерных программ.</li></ul>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 12/36/96

**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 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Предмет термодинамики. Основные понятия термодинамики. Основные постулаты термодинамики. Первое начало термодинамики <b>Входное тестирование</b>	Знать основные законы термодинамики для идеальных газов. Знать основные положения теории электролитов. Уметь производить термодинамические расчеты основных термодинамических величин (теплота, работа, энтальпия, внутренняя энергия, энергия Гиббса), а также рассчитывать основные параметры растворов (активность, электропроводность). Владеть навыками решения типовых задач по курсу "Физическая химия".
<b>ПК.4.1</b> Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки	Принцип Каратеодори. Значение второго начала термодинамики <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание 1 и 2 начал термодинамики и умение их применять для равновесных и неравновесных химических систем
<b>ПК.4.1</b> Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки	Термодинамические функции U, F, G, H. Соотношения Максвелла. Вычисление калорических коэффициентов <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение производить расчеты термодинамических параметров химических систем

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.4.1</b> Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки	Химический потенциал, химическая переменная и полные потенциалы. Летучесть <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Умение рассчитывать, строить и интерпретировать результаты построения диаграмм состояния, одно, двух и многокомпонентных систем
<b>ПК.4.1</b> Критически анализирует и грамотно интерпретирует полученные результаты исследований, выявляет их достоинства и недостатки	Термодинамические расчеты констант равновесия. Гетерогенные химические равновесия <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знание основных законов термодинамики равновесных и неравновесных химических систем. Умение производить термодинамические расчеты перечисленных систем.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### **Предмет термодинамики. Основные понятия термодинамики. Основные постулаты термодинамики. Первое начало термодинамики**

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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Тест на основные понятия и уравнения из курса "Химическая термодинамика", состоящий из 20 вопросов (1 балл за правильный ответ на вопрос теста)	20

#### **Принцип Каратеодори. Значение второго начала термодинамики**

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

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

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

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильная формулировка письменного развернутого вопроса	10
Правильный ответ на вопрос с выбором правильного ответа (10 вопросов по 1 баллу)	10

#### **Термодинамические функции U, F, G, H. Соотношения Максвелла. Вычисление calorических коэффициентов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

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

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

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильно проведен теоретический расчет основных термодинамических параметров	

	10
Правильно сделаны выводы	7
Грамотно сформулированы цели и задачи эксперимента	3

### **Химический потенциал, химическая переменная и полные потенциалы. Летучесть**

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

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

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

Проходной балл: **10**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильно описаны фазы, входящие в состав системы	5
Представлены ответы на вопросы по диаграмме состояния (5 вопросов по 1 баллу)	5
Правильно построена диаграмма состояния	5
Правильно произведен расчет диаграммы	5

### **Термодинамические расчеты констант равновесия. Гетерогенные химические равновесия**

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Правильное решение задачи на расчет термодинамических параметров системы	12
Отчет об использовании компьютерных программ для термодинамических расчетов	10
Правильные ответы на вопросы с вариантом ответа	10
Развернутый и аргументированный письменный ответ на вопрос (4 вопроса по 2 балла)	8