

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

**Кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной
безопасности**

Авторы-составители: **Корзанов Вячеслав Сергеевич
Котомцева Марина Геннадьевна
Байбародских Даниил Владимирович**

Рабочая программа дисциплины

ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯ

Код УМК 48722

Утверждено
Протокол №4
от «19» марта 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Термогравиметрия

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **04.03.01** Химия

направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Термогравиметрия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования

ПК.4 способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.01 Химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	2
Объем дисциплины (ак.час.)	72
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	28
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	44
Формы текущего контроля	Письменное контрольное мероприятие (4)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Термогравиметрия. 1 уч. период.

Термоаналитические методы в настоящее время находят широкое применение в исследовании и анализе материалов, включающих полимеры, лекарственные вещества, керамику, металлы и сплавы, а также позволяют осуществлять контроль качества происходящих технологических процессов. Эти методы можно использовать при изучении исходных веществ для создания новых материалов и выборе оптимальных условий процесса синтеза

1. История термического анализа.

Дается краткое изложение истории термического анализа, начиная с работ Анри-Луи Ле-Шателье по настоящее время.

2. Получение и запись кривых нагревания.

Рассматривается принципиальная схема прибора термического анализа, позволяющего получить зависимость температуры от времени нагревания, основные элементы зависимости, её достоинства и недостатки.

3. Получение и запись термогравиметрических дифференциальных термогравиметрических кривых (ТГ и ДТГ)

Рассматривается принципиальная схема прибора получения зависимости массы от температуры (термогравиметрической кривой) и её основные элементы.

4. Основы количественного метода ДТА.

Рассматриваются теории и представления, составляющие основу метода дифференциально-термического анализа.

5. Определение величины теплового эффекта по кривой ДТА (ДСК).

Рассматриваются методы, позволяющие количественно оценить величины термических эффектов физико-химических процессов.

6. Обзор методов термического анализа.

Рассматриваются различные методы термического анализа.

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. Павличенко, Л. А. Термический анализ двухкомпонентных систем : учебно-методическое пособие / Л. А. Павличенко, Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 104 с. — ISBN 978-5-7882-1379-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].
<http://www.iprbookshop.ru/62306.html>

2. Корзанов В. С., Котомцева М. Г., Юнусов Р. И. Термогравиметрия: учебное пособие / В. С. Корзанов, М. Г. Котомцева, Р. И. Юнусов. - Пермь, 2007, ISBN 5-7944-073-8.-68.

Дополнительная:

1. Термический анализ в изучении полимеров : учебное пособие / О. Т. Шипина, В. К. Мингазова, В. А. Петров, А. В. Косточко. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 99 с. — ISBN 978-5-7882-1538-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/62010.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 **Термогравиметрия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
2. доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
3. доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
4. приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
5. программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».

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

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

3. Лабораторные занятия Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса. Лаборатория «Термического анализа», оснащенная прибором термического анализа. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

4. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

5. Текущий контроль

Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

6. 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
Термогравиметрия**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>ЗНАТЬ: модели и принципы, используемые в современных методах исследования термического поведения вещества. УМЕТЬ: проектировать эксперимент, анализировать данные термического исследования, на основании которого формулировать выводы. ВЛАДЕТЬ: современными представлениями и методами естественнонаучных исследований.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает основ термического анализа, не владеет методами количественной оценки тепловых эффектов, не умеет анализировать информацию, получаемую методами термического анализа и формулировать выводы.</p> <p align="center">Удовлетворительн Имеет представление об основах термического анализа и методах количественной оценки тепловых эффектов, умеет анализировать информацию, получаемую методами термического анализа и формулировать выводы.</p> <p align="center">Хорошо Обладает знаниями термического анализа, уверенно владеет методами количественной оценки тепловых эффектов, умеет анализировать информацию, получаемую методами термического анализа и формулировать выводы, владеет методами количественной оценки тепловых эффектов.</p> <p align="center">Отлично Обладает полными знаниями основ термического анализа, свободно владеет методами количественной оценки тепловых эффектов, грамотно анализирует информацию, получаемую методами термического анализа и формулирует выводы, владеет методами количественной оценки тепловых эффектов и энергии активации.</p>
<p>ПК.4 способность применять основные естественнонаучные законы и</p>	<p>ЗНАТЬ: газовые и количественные законы; законы термодинамики и термохимии (первый и второй, закон Гесса), взаимную связь</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает газовые и количественные законы; законы термодинамики и термохимии (первый и второй, закон Гесса), взаимную связь термодинамических функций</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>термодинамических функций (свободных энергий Гиббса с энтальпией и энтропией, Гельмгольца с внутренней энергией и энтропией); законы, правила, уравнения и принципы кинетики (закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, принцип Ле Шателье). УМЕТЬ: на основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, производить расчеты и делать выводы. ВЛАДЕТЬ: методами определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p>	<p>Неудовлетворител (свободных энергий Гиббса с энтальпией и энтропией, Гельмгольца с внутренней энергией и энтропией); законы, правила, уравнения и принципы кинетики (закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, принцип Ле Шателье). Не умеет на основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, производить расчеты и делать выводы. Не владеет методами определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p> <p>Удовлетворительн Имеет представление о газовых и количественных законах; законах термодинамики и термохимии, о взаимной связи термодинамических функций; законах, правилах, уравнениях и принципах кинетики. Имеет начальные навыки на основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, производить расчеты и делать выводы. В общих чертах имеет представление о методах определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p> <p>Хорошо Знает газовые и количественные законы; законы термодинамики и термохимии (первый и второй, закон Гесса), взаимную связь термодинамических функций (свободных энергий Гиббса с энтальпией и энтропией, Гельмгольца с внутренней</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>энергией и энтропией); законы, правила, уравнения и принципы кинетики (закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, принцип Ле Шателье). Умеет на основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, анализировать полученные данные, производить по ним расчеты и делать выводы.</p> <p>Владеет методами определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>В совершенстве знает газовые и количественные законы; законы термодинамики и термохимии (первый и второй, закон Гесса), взаимную связь термодинамических функций (свободных энергий Гиббса с энтальпией и энтропией, Гельмгольца с внутренней энергией и энтропией); законы, правила, уравнения и принципы кинетики (закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, принцип Ле Шателье).</p> <p>На основании газовых, количественных, термодинамических и кинетических законов, правил, уравнений и принципов, при проведении исследования и анализе полученных результатов, без затруднений анализирует полученные данные, производит по ним расчеты и делать выводы.</p> <p>Свободно владеет методами определения величины энтальпии превращения вещества, энергии активации реакции разложения, механизма превращения по термогравиметрическим данным.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС 1

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

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	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования	2. Получение и запись кривых нагревания. Письменное контрольное мероприятие	Методы получения и записи кривых нагревания, их геометрические элементы, регистрируемые эффекты, достоинства и недостатки.
ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования	3. Получение и запись термогравиметрических дифференциальных термогравиметрических кривых (ТГ и ДТГ) Письменное контрольное мероприятие	Знает методы получения термогравиметрической и дифференциальной термогравиметрической зависимостей, умеет анализировать получаемую информацию и формулировать выводы, владеет методами количественной оценки экспериментальных данных.
ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования	4. Основы количественного метода ДТА. Письменное контрольное мероприятие	Знание основ количественного метода дифференциально-термического анализа, владение методами его количественной оценки.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ПК.4 способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p>	<p>5. Определение величины теплового эффекта по кривой ДТА (ДСК).</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать: историю развития термического анализа, теоретические основы определения величины термического эффекта физического или химического превращения. Уметь: определять величину теплового эффекта по площади ДТА-зависимости термограммы, определять ход процесса на основании удельного изменения массы по T- и ДТГ-зависимостям, и по данным масс-спектрометрического анализа. Владеть: методами измерения площадей, определения коэффициента теплообмена и калибровки прибора термического анализа, определения величины термических эффектов, основами расшифровки термограмм.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

2. Получение и запись кривых нагревания.

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

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

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

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные геометрические элементы термической и дифференциальной термической кривых, факторы и влияющие на форму кривых.	10
Знает достоинства и недостатки информации, получаемой при помощи данных зависимостей.	5
Знает принципиальные схемы приборов получения термической и дифференциальной термической кривых.	5

3. Получение и запись термогравиметрических дифференциальных термогравиметрических кривых (ТГ и ДТГ)

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**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные геометрические элементы термогравиметрической кривой и факторы влияющие на её форму.	10

Владеет методами количественной оценки получаемой при помощи термогравиметрической зависимости информации.	5
Знает принципиальную схему прибора получения термогравиметрической кривой.	5

4. Основы количественного метода ДТА.

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**

Показатели оценивания	Баллы
Умение количественной оценки данных, получаемых при помощи ДТА-кривых.	10
Знание основных теорий количественного метода дифференциально-термического анализа.	10

5. Определение величины теплового эффекта по кривой ДТА (ДСК).

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

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

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

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Знание методов измерения площадей.	10
Владение способами определения величины термических эффектов.	10
Знание методов калибровки приборов термического анализа и определения рабочей чувствительности приборов.	10
Знание методов определения коэффициента теплообмена.	10