

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
И.о. декана
А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Термический анализ

по направлению подготовки

04.03.01 Химия

Направленность (профиль) подготовки:
Аналитическая химия (Analytical chemistry)

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2022

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Ю.Г. Слизов

Председатель УМК
Л.Н. Мишенина

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.

ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.

ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации.

ПК-2 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

ИОПК 2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ИОПК 3.2 Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.

ИОПК 4.1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности.

ИОПК 4.2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.

ИОПК 4.3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.

ИОПК 6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке.

ИОПК 6.2 Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.

ИОПК 6.3 Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе.

ИОПК 6.4 Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках.

ИПК 1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.

ИПК 1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР.

ИПК 1.3 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР.

ИПК 1.4 Готовит объекты исследования.

ИПК 2.2 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.

2. Задачи освоения дисциплины

– сформировать у студентов представления об основах термического анализа (ТГ, ДСК, ДТА и т.д.), областях применения различных видов анализа, принципах работы, особенностях конструкции и программного обеспечения различных термоаналитических приборов; стандартных методиках обработки результатов термического анализа; математических методах расчета кинетических параметров реакций по результатам термического анализа;

– научить проводить исследование образцов методом термического анализа (ТГ, ДСК) с соблюдением норм техники безопасности; владеть навыками пробоподготовки, обработки результатов анализа, в том числе с использованием современного программного обеспечения, описания термограмм, расчета кинетических параметров реакций и интерпретации полученных данных;

– научить выбирать метод термического анализа для решения задач научного исследования, оптимизировать условия анализа для получения наиболее полной информации при решении практических задач.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Седьмой семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, физика и математический анализ.

6. Язык реализации

Английский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 8 ч.

-практические занятия: 24 ч.

в том числе практическая подготовка: 24 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Термический анализ. Классификация методов. Области применения.

Введение. Термический анализ как метод исследования веществ и физико-химических процессов. Терминология в термическом анализе. Классификация термических методов анализа, их достоинства и недостатки.

Тема 2. Термогравиметрия. Основы метода. Форма и характеристики термогравиметрической кривой. Факторы, влияющие на характер термогравиметрических кривых. Источники ошибок в термогравиметрии. Устройство термогравиметрических анализаторов и принцип действия основных элементов. Преимущества и недостатки термогравиметрии. Области применения ТГ метода исследования.

Тема 3. Дифференциальный термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия. Теоретические основы дифференциального термического анализа (ДТА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Физико-химическая природа пиков кривых ДТА и ДСК. Факторы, влияющие на форму термоаналитических кривых. Количественный дифференциальный термический анализ. Калибровка приборов. Выбор эталонного вещества для калибровки. Методы определения площадей пиков аналитической кривой. Расчет тепловых эффектов наблюдаемых физико-химических превращений. Области применения ДТА и ДСК методов анализа.

Тема 4. Синхронный термический анализ. Планирование термоаналитического эксперимента и обработка результатов.

Особенности методов синхронного термического анализа. Принципы работы и конструкция синхронных термоанализаторов. Системы сопряжения синхронных термоанализаторов с приборами анализа состава выделяющихся газообразных продуктов при термической деструкции исследуемых веществ: масс- и ИК-спектрометрия, газовая хроматография. Возможности методов, достоинства и недостатки.

Калибровка приборов термического анализа: калибровка температурной шкалы, чувствительности датчиков теплового потока. Способы подготовки образцов. Составление температурной программы термического анализа исследуемых неорганических веществ и материалов.

Сбор и обработка данных в программном обеспечении современных термоаналитических приборов. Использование файла коррекции, построение базовой линии, оценка теплового эффекта. Обработка и описание результатов термоаналитического эксперимента. Идентификация и количественное описание наблюдаемых физико-химических процессов, сопровождающихся тепловыми эффектами, изменением массы. Расчет материального баланса и запись термодинамических уравнений.

Тема 5. Неизотермическая кинетика в термическом анализе. Механизм и кинетика гетерогенных реакций. Степень превращения. Кинетическое уравнение. Методы исследования кинетики гетерогенных процессов в изотермических и неизотермических условиях. Достоинства и недостатки.

Расчет степени превращения и определение кинетических параметров физико-химических превращений. Методы расчета энергии активации, порядка реакции и предэкспоненциального множителя химических реакций. Классификация методов. Дифференциальные методы (метод Борхардта - Даниельса, Фримена - Кэррола, Ньюкирка, Фридмана и др.). Интегральные методы (методы Коутса - Редферна, Дойля, Райха и др.). Аппроксимационные методы (методы Метцгера – Горовица, Киссинджера и др.). Достоинства, недостатки и условия применения методов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, выполнения лабораторных работ и индивидуальных заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

В ходе выполнения практических заданий и при проведении текущего контроля проверяются знания, получаемые по ОПК2 (ИОПК 2.1, ИОПК 2.4), ОПК-3 (ИОПК-3.2), ОПК-4 (ИОПК 4.1, ИОПК 4.2, ИОПК 4.3), ОПК-6 (ИОПК 6.1, ИОПК 6.2, ИОПК 6.3, ИОПК 6.4), ПК-1 (ИПК 1.1, ИПК 1.2, ИПК 1.3, ИПК 1.4) и ПК-2 (ИПК 2.2).

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в седьмом семестре проводится в виде прохождения тестирования. Вопросы теста проверяют знания, полученные по ОПК-4 и ПК-1. Тест состоит из 15 вопросов. Продолжительность тестирования 40 минут.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «незачтено». Оценка «зачтено» выставляется, если студент написал итоговый тест на оценку «зачтено», а также имеет оценку «зачтено» более чем по 70 % работ текущего контроля

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План лекционных и практических занятий по дисциплине.
- г) Методические указания по проведению практических работ.
- д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Wendlandt W. Thermal methods of analysis // New York: Wiley – 1974, 505
 - Hohne G.W.H., Hemminger W.F., Flammersheim H.J. Differential Scanning Calorimetry. Second Edition. Springer, Berlin, 2003
 - Matthias Wagner. Thermal Analysis in Practice. Fundamental Aspects. Hanser Fachbuchverlag, 2018. – 349 p. – ISBN: 978-1-56990-643-9.
 - Michael E. Brown. Handbook of Thermal Analysis and Calorimetry. Elsevier Science Publishing, 1998. – 722 p
 - Isoconversional Kinetics of Thermally Stimulated Processes, S. Vyazovkin. Springer, 2015.
- б) дополнительная литература:
 - Michael Feist. Thermal analysis: basics, applications, and benefit // ChemTexts (2015) 1:8. DOI 10.1007/s40828-015-0008-y
 - Mária Földvári. Handbook of thermogravimetric system of minerals and its use in geological practice // Budapest, 2011 – 180 p.
 - Menczel J. D., Prime R. B. Thermal analysis of polymers: Fundamentals and Applications // John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. – 2009. – 689 p.
- в) ресурсы сети Интернет:
 - Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс] / Научно-издательский центр Инфра-М. – Электрон. дан. – М., 2012- . URL: <http://znanium.com/>
 - ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] . – Электрон. дан. – Томск, 2011- . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатория термического анализа (№ 408, 6-го учебного корпуса ТГУ), в которой установлен синхронный термоанализатор STA 449 Jupiter сопряженный с масс-спектрометром QMS 403 Aeolos, позволяющий проводить исследование термического поведения неорганических, органических, высокомолекулярных веществ и материалов в инертной и окислительной атмосфере в диапазоне температур 25–1200 °С.

15. Информация о разработчиках

Халипова Ольга Сергеевна, кан. техн. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.