

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

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета

А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Методы исследования многокомпонентных систем

Модуль 2. Хроматография

по направлению подготовки / специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения

Очная

Квалификация

химик-специалист, преподаватель

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии.

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием.

ПК-1. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы.

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования.

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств.

РОПК 1.1 Умеет разрабатывать стратегию научных исследований, составляет общий план и детальные планы отдельных стадий.

РОПК 1.2 Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, используя достижения современной химической науки, и исходя из имеющихся, материальных, информационных и временных ресурсов.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат об особенностях хроматографического разделения веществ, классификации, законах протекания хроматографических процессов на различных границах раздела фаз, навыки использования фундаментальных химических понятий при решении теоретических и экспериментальных задач при хроматографическом анализе.

– Научиться применять понятийный аппарат для решения практических задач профессиональной деятельности: понимать и анализировать методы разделения веществ в зависимости от их физико-химических свойств; проводить необходимые эксперименты по предлагаемым методикам по качественному и количественному определению веществ и соединений; производить расчеты характеризующих параметров.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль «Неорганическая химия и химическое материаловедение»

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

Восьмой семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: неорганическая, аналитическая, органическая, физическая химия, строение вещества.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых данному модулю «Хроматография» 2 з.е., 72 часа:

- лекции: 16 ч.

- лабораторные: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Общие понятия и принципы хроматографии.

Основные понятия хроматографии История развития метода хроматографии. Физико-химические основы хроматографического процесса. Терминология и классификация в хроматографии. Хроматограмма и хроматографические параметры. Классификация по методам: проявительная (элюэнтная) хроматография, вытеснительная хроматография, фронтальная хроматография. Классификация по механизму: адсорбционная, распределительная, ионообменная, проникающая хроматография. Классификация по формам осуществления: колоночная, бумажная, тонкослойная хроматография, хроматография в открытой трубке, капиллярная хроматография.

Тема 2. Газовая хроматография.

Теория газожидкостной хроматографии. Коэффициент и изотерма распределения. Процессы, протекающие в хроматографической колонке. Понятие теоретической тарелки. Уравнение Ван-Деемтера. Теория хроматографического разделения газо-адсорбционным методом. Влияние адсорбента. Дисперсность адсорбента. Эффективность адсорбции. Подвижная фаза. Сжимаемость газа-носителя. Оптимальная линейная скорость. Влияние природы газа-носителя на эффективность разделения. Твердые носители. Влияние дисперсности носителя на разделение. Полярность носителя. Твердые носители, применение в хроматографии. Неподвижные фаза (НФ). Селективность НФ. Требования к НФ. Классификация НФ. Полярность колонки. Некоторые указания к выбору НФ. Особоселективные фазы. Количество НФ. Эффективность колонки. Адсорбенты. Молекулярные сита. Силикагель. Углеродные адсорбенты. Пористые полимеры. Выбор оптимальных условий для хроматографического разделения. Температура колонки и испарителя. Скорость газов. Хроматограф. Принципиальная схема современного хроматографа. Колонки. Детекторы. Катарометр. Пламенно-ионизационный детектор. Селективные детекторы. Качественный анализ. Хроматографическая идентификация. Величина удерживания. Индексы удерживания. Количественный анализ. Возможные источники ошибок. Методика ввода пробы. Методы количественного расчета. Нормировка площадей. Абсолютная калибровка. Метод внутреннего стандарта. Поправочные коэффициенты. Интегрирование.

Тема 3. Методы жидкостной хроматографии.

Классификация методов жидкостной хроматографии. Варианты жидкостной хроматографии по механизму удерживания. Колоночная жидкостная хроматография. Планарная жидкостная хроматография. Хроматографическая колонка, свойства сорбентов.

Профиль хроматографического тракта. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Детекторы.

Тема 4. Физико – химические измерения методом газовой хроматографии. Коэффициент Генри. Определение молекулярной массы соединения. Коэффициент активности и диффузии в газовой фазе. Определение изотермы адсорбции. Определение изостерической теплоты адсорбции. Определение удельной поверхности. Определение каталитической активности с помощью газохроматографического метода. Изучение неизотермической кинетики с помощью термодесорбции.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольной работы, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

– контрольная работа проверяющая – ПК 1 (РОПК 1.2), ОПК 1 (РООПК 1.2, РООПК 1.3), ОПК 2 (РООПК 2.2)

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет включает в себя два вопроса: первый проверяющий – ОПК 1 (РООПК 1.1.), – ОПК 2 (РООПК 2.3), ПК 1 (РОПК 1.1); второй проверяющий – ПК-1 (РОПК 1.2), ОПК 1 (РООПК 1.2, РООПК 1.3), ОПК 2 (РООПК 2.2). Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Вопросы определяющие РООПК 1.1, РООПК 2.3, РОПК 1.1

1. Физико-химические основы хроматографического процесса. Терминология и классификация в хроматографии.
2. Классификация по методам: проявительная (элюентная) хроматография, вытеснительная хроматография, фронтальная хроматография.
3. Классификация по механизму: адсорбционная, распределительная, ионообменная, проникающая хроматография.
4. Классификация по формам осуществления: колоночная, бумажная, тонкослойная хроматография, хроматография в открытой трубке, капиллярная хроматография.
5. Теория газожидкостной хроматографии. Коэффициент и изотерма распределения. Процессы, протекающие в хроматографической колонке. Понятие теоретической тарелки. Уравнение Ван-Деемтера.
6. Теория хроматографического разделения газо-адсорбционным методом. Влияние адсорбента. Дисперсность адсорбента. Эффективность адсорбции.
7. Подвижная фаза. Сжимаемость газа-носителя. Оптимальная линейная скорость. Влияние природы газа-носителя на эффективность разделения.
8. Твердые носители. Влияние дисперсности носителя на разделение. Полярность носителя. Твердые носители, применение в хроматографии.
9. Неподвижные фаза (НФ). Селективность НФ. Требования к НФ. Классификация НФ. Полярность колонки. Некоторые указания к выбору НФ. Особоселективные фазы. Количество НФ. Эффективность колонки.
10. Адсорбенты. Молекулярные сита. Силикагель. Углеродные адсорбенты. Пористые полимеры.
11. Выбор оптимальных условий для хроматографического разделения. Температура колонки и испарителя. Скорость газов.
12. Хроматограф. Принципиальная схема современного хроматографа. Колонки. Детекторы. Катарометр. Пламенно-ионизационный детектор. Селективные детекторы.
13. Качественный анализ. Хроматографическая идентификация. Величина удерживания. Индексы удерживания.

14. Количественный анализ. Возможные источники ошибок. Методика ввода пробы. Методы количественного расчета. Нормировка площадей. Абсолютная калибровка. Метод внутреннего стандарта. Поправочные коэффициенты. Интегрирование.
15. Физико-химические измерения методом газовой хроматографии.
16. Классификация методов жидкостной хроматографии. Варианты жидкостной хроматографии по механизму удерживания.
17. Колоночная жидкостная хроматография.
18. Планарная жидкостная хроматография.
19. Хроматографическая колонка, свойства сорбентов. Профиль хроматографического тракта.
20. Аппаратура для жидкостной хроматографии. Детекторы.

Вопросы определяющие РООПК 1.3, РООПК 1.2, РООПК 2.2. РОПК 1.2

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам - абсолютной калибровки

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам - внутренней нормализацией

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам- внутреннего стандарта

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам- стандартной добавки

Методы расчета состава анализируемой смеси по хроматограммам – постоянной дозы

Основы работы в ПО «Хроматэк – Аналитик 3.5»

Основы работы в ПО «Хроматэк – Аналитик 2.5»

Основы работы в ПО «Хроматэк Газ»

Основы работы в ПО «Дистиляция»

Основы работы в ПО «Хроматэк – Газолин»

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«отлично» - студент демонстрирует знание теоретических основ хроматографии, даны полные и правильные ответы на все вопросы, выполнена практическая часть билета

«хорошо» - ответ содержит несущественные фактические ошибки, практическая часть билета выполнена правильно

«удовлетворительно» - отсутствует ответ на первый вопрос дан не развернуто, в выполнении практической части допущены ошибки

«неудовлетворительно» - нет ответа на первый вопрос, практическая часть не выполнена.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Методические указания по проведению лабораторных работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Конюхов В. Ю. Хроматография / Конюхов В. Ю. – Санкт-Петербург : Лань, 2021.

- 224 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/168444>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/168444.jpg>

- Яшин Я. И., Яшин Е. Я., Яшин А. Я. Газовая хроматография. – М.: 2009. – 528 с.
- Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофореза. – М.: Техносфера, 2009. – 472 с.

б) дополнительная литература:

- Practical Gas Chromatography electronic resource : A Comprehensive Reference / edited by Katja Dettmer-Wilde, Werner Engewald. Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg : Imprint: Springer, 2014.

в) ресурсы сети Интернет:

- Библиотека ЗАО СКБ «Хроматэк» [Электронный ресурс]: интерактив. справочник – URL: <http://chromatec.ru/library/articles/>
- Хроматография [Электронный ресурс]: интерактив. справочник. – URL: <http://chromatography.narod.ru/links/index.html>

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 (№ 110, 6-го учебного корпуса ТГУ)
- Программно – аппаратурный комплекс на базе хроматографа «Хроматэк – Кристалл – 5000.1»
- Программно – аппаратурный комплекс на базе хроматографа «Хроматэк – Кристалл – 5000.2»
- Программное обеспечение: «Хроматэк – Аналитик 2.5/3.5», «Хроматэк – Газолин», «Дистилляция», «Хроматэк Газ», обучающие программы СКБ Хроматэк
- ПЭВМ для работы с хроматографами: нетбук ASUS X58 Cseries, нетбук ACER ASPIRE D 255, адаптер беспроводной связи D – Link DWL – 2100AP для организации локальной сети, принтер Xerox Phaser 3125.

15. Информация о разработчиках

Автор программы: Галанов Сергей Иванович, канд. хим. наук, доцент, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Рецензент: Мишенина Людмила Николаевна, канд. хим. наук, доцент, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент