

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Газовая хроматография

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Физико-химические методы исследования в химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Горбачук В.В. (Кафедра физической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Valery.Gorbachuk@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания в области газовой хроматографии на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Физико-химические методы исследования в химии)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Линейная идеальная газовая хроматография. Основные положения.	2	4	0	0	2

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Представление о параметрах удерживания вещества в хроматографической колонке и их связи с условиями хроматографического эксперимента, материалом неподвижной фазы колонки и структурой анализируемого вещества..	2	4	0	0	2
3.	Тема 3. Устройство хроматографической колонки, способы приготовления насадочных и капиллярных колонок, применяемые неподвижные фазы.	2	4	0	0	8
4.	Тема 4. Эффективность разделения смесей в газовой хроматографии. Причины уширения хроматографического пика. Уравнение Ван Деемтера. Понятие о высоте теоретической тарелки. Сравнительная эффективность хроматографически колонок различных типов.	2	4	0	0	8
5.	Тема 5. Устройство газового хроматографа. Основные типы детекторов и их принцип действия.	2	4	0	0	8
6.	Тема 6. Устройство ввода пробы в газовый хроматограф. Конструкция испарителя для насадочной и капиллярной колонок. Дискриминация пробы на входе в капиллярную колонку.	2	4	0	0	8
7.	Тема 7. Основные экспериментальные приемы газовой хроматографии. Примеры решения практических задач по анализу газовых и жидких проб из лабораторной и производственной практики, экологического мониторинга	2	4	0	0	8
	Итого		28	0	0	44

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Линейная идеальная газовая хроматография. Основные положения.

Основные положения линейной идеальной газовой хроматографии. Критерии этого вида хроматографии: распределение и движение сорбата по колонке без уширения полосы, мгновенное установление равновесия для сорбата во всех точках колонки, линейная изотерма сорбции, отсутствие движения в стационарной фазе. Этапы развития газовой хроматографии как науки, экспериментального метода. История создания газовых хроматографов.

Тема 2. Представление о параметрах удерживания вещества в хроматографической колонке и их связи с условиями хроматографического эксперимента, материалом неподвижной фазы колонки и структурой анализируемого вещества..

Понятие коэффициента распределения сорбата (между подвижной и неподвижной фазами). Понятия объема удерживания, исправленного объема удерживания, мертвого объема, времени удерживания, мертвого времени, удельного объема удерживания. Зависимость средней скорости потока газа-носителя через колонку от давления на входе и на выходе из колонки. Связь коэффициента распределения сорбата с удельным объемом удерживания или с предельным коэффициентом активности сорбата в неподвижной жидкой фазе, ее плотностью, молярным весом и с давлением насыщенного пара сорбата. Газоадсорбционная и газожидкостная хроматография, области их применения.

Тема 3. Устройство хроматографической колонки, способы приготовления насадочных и капиллярных колонок, применяемые неподвижные фазы.

Основные типы колонок для газовой хроматографии. Особенности насадочных и капиллярных колонок. Способы их изготовления. Применяемые материалы. Требования к диаметру и длине колонки, размеру частиц носителя, толщине слоя неподвижной фазы. Основные типы веществ (полимеров), применяемых в качестве неподвижной фазы, требования к их молекулярной структуре, летучести, термической стабильности, устойчивости к окислению.

Тема 4. Эффективность разделения смесей в газовой хроматографии. Причины уширения хроматографического пика. Уравнение Ван Деемтера. Понятие о высоте теоретической тарелки. Сравнительная эффективность хроматографически колонок различных типов.

Линейная неидеальная газовая хроматография. Понятие высоты теоретической тарелки. Понятие ширины хроматографического пика и причин его уширения. Уравнение Ван Деемтера. Физический смысл его членов. Уширение хроматографических пиков анализируемого вещества за счет неоднородности путей движения газа-носителя по хроматографической колонке, за счет продольной и поперечной диффузии в подвижной фазе, за счет диффузии в неподвижной фазе. Фактор упаковки. Особенности уравнения Ван Деемтера для капиллярной и насадочной колонок. Зависимость высоты теоретической тарелки от скорости потока газа-носителя через хроматографическую колонку.

Тема 5. Устройство газового хроматографа. Основные типы детекторов и их принцип действия.

Устройство газового хроматографа. Основные типы детекторов и принцип их действия. Универсальные и селективные детекторы. Детектор по теплопроводности ? катарометр. Пламенно-ионизационный детектор. Термоионный детектор. Фотоионизационный детектор. Пламенно-фотометрический детектор. Электронзахватный детектор. Конструкция детекторов, селективность по отношению к определенным классам соединений. Требования к газам, используемым с различными типами детекторов, в том числе и в качестве газа-носителя: тип газа и его чистота. Области применения газовых хроматографов с различными типами детекторов.

Тема 6. Устройство ввода пробы в газовый хроматограф. Конструкция испарителя для насадочной и капиллярной колонок. Дискриминация пробы на входе в капиллярную колонку.

Устройство ввода пробы в газовый хроматограф. Особенности насадочной и капиллярной колонок для газовой хроматографии с точки зрения ввода пробы. Требования к объему пробы. Конструкция испарителя для насадочной и капиллярной колонок. Делитель потока газа-носителя на входе в капиллярную хроматографическую колонку. Коэффициент деления потока и требования к скорости потока газа-носителя на входе и выходе делителя потока, а также через капиллярную колонку. Дискриминация пробы на входе в капиллярную колонку. Прямой ввод пробы в капиллярную колонку. Требования к условиям работы устройства ввода пробы в колонку по температуре. Парофазный газохроматографический анализ. Основные типы устройств парофазных дозаторов. Газовый кран-дозатор. Области применения различных устройств ввода пробы в газовый хроматограф.

Тема 7. Основные экспериментальные приемы газовой хроматографии. Примеры решения практических задач по анализу газовых и жидких проб из лабораторной и производственной практики, экологического мониторинга

Основные экспериментальные приемы газовой хроматографии. Подбор условий разделения анализируемых смесей в зависимости от их состава и способа пробоподготовки. Выбор типа колонки и неподвижной фазы для анализа. Оптимальная скорость потока газа носителя и температура колонки. Особенности анализа газов и жидкостей. Пробоподготовка.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

База данных, включающая теплофизические свойства веществ - <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html>

Высокоэффективная газовая хроматография Редактор К. ХАЙБЕР. - <http://www.anchem.ru/chromos/vegh.pdf>

Газовая хроматография - <http://anubis.bsu.by/publications/elresources/Chemistry/vinarski.pdf>

Е.Н.Шаповалова, А.В.Пирогов. Хроматографические методы анализа - <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/analyt/chrom/part1.pdf>

Теория и практика хроматографии. Сайт сообщества хроматографистов - <http://www.chromatogramma.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные литературные источники.
- ответить на контрольные вопросы.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой. При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- изучить материалы практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету. Она включает проработку лекционного материала - изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Физико-химические методы исследования в химии".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Физико-химические методы исследования в химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Конюхов В. Ю. Хроматография [Электронный ресурс] : учебник. ? Электрон. дан. ? СПб.: Лань, 2012. ? 223 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4044 ? Загл. с экрана.

2. Руководство к практическим работам по физико-химическим методам исследования [Текст: электронный ресурс] : для студентов Химического института / Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова, Каф. физ. химии ; сост.: М. А. Варфоломеев, И. А. Седов, М. А. Зиганшин, В. Б. Новиков, А. В. Герасимов, В. А. Сироткин, В. В. Горбачук, Б. Н. Соломонов .? Электронные данные (1 файл: 7,65 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .? Загл. с экрана .? Для 9-го семестра .? Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2013 .? Режим доступа: открытый .

Оригинал копии: Руководство к практическим работам по физико-химическим методам исследования : для студентов Химического института / [сост.: М. А. Варфоломеев и др.] .? Казань : [Казанский университет], 2013 .? 107 с. : ил. ; 21, 50. <URL:http://libweb.kpfu.ru/ebooks/07-ICH/07_54_000804.pdf>.

Дополнительная литература:

1. Стойков, И.И. Основы хроматографии : [учебное пособие] / И.И. Стойков, Е. Е. Стойкова. - Казань : [Казанский университет], 2010 . - 155 с.

2. Сычев С. Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография: аналитика, физическая химия, распознавание многокомпонентных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Сычев С. Н., Гаврилина В. А. - СПб. : Лань, 2013. - 256 с. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5108

3. Руководство по газовой хроматографии. В 2-х ч. Пер. с нем. /под ред. Э. Лейбница, Х.Г. Штруппе. - М.:Мир, 1988.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Физико-химические методы исследования в химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.