

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального 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 Б1.В.ОД.9

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Физико-химические методы исследования в химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Горбачук В.В.

Рецензент(ы):

Зиганшин М.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от "____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

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. Цели освоения дисциплины

Развитие у магистрантов способности ориентироваться в современных научных достижениях в области теоретических основ газовой хроматографии, практического ее использования, конструкции и принципа действия газовых хроматографов и их основных узлов и блоков, хроматографических колонок для газовой хроматографии, способов их приготовления и использования

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина ' Газовая хроматография ' относится к категории Б1.В.ОД.10- обязательная дисциплина вариативной части

' Газовая хроматография ' является разделом физической химии, рассматривающим современные подходы к разделению смесей. Поэтому изучение данной дисциплины требует предварительных знаний основ физической химии, органической и аналитической химии, а также наличия базовых лабораторных навыков. Кроме того, обучающиеся должны владеть элементами высшей математики и основами физики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

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

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания в области газовой хроматографии на практике

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Линейная идеальная газовая хроматография. Основные положения.	2	1	4	0	0	устный опрос
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	2	4	0	0	устный опрос
3.	Тема 3. Устройство хроматографической колонки, способы приготовления насадочных и капиллярных колонок, применяемые неподвижные фазы.	2	3	4	0	0	устный опрос
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	4	0	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Устройство газового хроматографа. Основные типы детекторов и их принцип действия.	2	5	4	0	0	устный опрос
6.	Тема 6. Устройство ввода пробы в газовый хроматограф. Конструкция испарителя для насадочной и капиллярной колонок. Дискриминация пробы на входе в капиллярную колонку.	2	6	4	0	0	устный опрос
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	7	4	0	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			28	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Линейная идеальная газовая хроматография. Основные положения.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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..

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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 применен ия 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

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Линейная идеальная газовая хроматография. Основные положения.	2	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
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	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Устройство хроматографической колонки, способы приготовления насадочных и капиллярных колонок, применяемые неподвижные фазы.	2	3	подготовка к устному опросу	8	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
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	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
5.	Тема 5. Устройство газового хроматографа. Основные типы детекторов и их принцип действия.	2	5	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
6.	Тема 6. Устройство ввода пробы в газовый хроматограф. Конструкция испарителя для насадочной и капиллярной колонок. Дискриминация пробы на входе в капиллярную колонку.	2	6	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
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	7	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Разбор типичных задач газовой хроматографии, встречающихся на практике: в научной работе, медицине, промышленности, мониторинге окружающей среды

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Линейная идеальная газовая хроматография. Основные положения.

устный опрос , примерные вопросы:

Проведение расчетов объема удерживания анализируемого вещества, его коэффициента распределения между подвижной и неподвижной фазами в колонке, а также его коэффициента активности в неподвижной фазе.

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..

устный опрос , примерные вопросы:

Проведение расчетов параметров удерживания анализируемого вещества в хроматографической колонке на основе известных корреляций ?структура-свойство? для анализируемых веществ и материала неподвижной фазы.

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

устный опрос , примерные вопросы:

Проведение оценки параметров удерживания для заданных геометрических характеристик колонки, веса и плотности неподвижной фазы для заданной молекулярной структуры анализируемого вещества и материала колонки.

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.

устный опрос , примерные вопросы:

Расчет эффективности разделения смесей для хроматографической колонки с заданными геометрических параметрами и материалом неподвижной фазы. Расчет числа теоретических тарелок для хроматографической колонки по форме хроматографического пика при известной длине колонки.

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

устный опрос , примерные вопросы:

Выбор типа детектора для анализа веществ с заданной молекулярной структурой.

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

устный опрос , примерные вопросы:

Выбор типа устройства ввода пробы для анализа смесей веществ с заданным термической стабильностью и летучестью, агрегатным состоянием

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

устный опрос , примерные вопросы:

Выбор оптимального способа и аппаратного решения практических задач по анализу газовых и жидких проб в лабораторных, промышленных и природных образцах.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерные вопросы к экзамену

1. Понятие коэффициента распределения сорбата (между подвижной и неподвижной фазами).
2. Понятия объема удерживания, исправленного объема удерживания, мертвого объема, времени удерживания, мертвого времени, удельного объема удерживания.
3. 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.
4. Положения линейной неидеальной газовой хроматографии.
5. Уравнение Ван Деемтера. Физический смысл его членов.
6. Понятие ширины хроматографического пика и причин его уширения.
7. Понятие высоты теоретической тарелки.
8. Особенности зависимости высоты теоретической тарелки от скорости потока газа носителя для газовой хроматографии.
9. Конструкция, принцип действия и область применения пламенно-ионизационного детектора
10. Конструкция, принцип и область применения действия катарометра
11. Конструкция, принцип действия и область применения пламенно-фотометрического детектора. Особенности термоионного детектора.
12. Конструкция, принцип действия и область применения электрон-захватного детектора
13. Конструкция, принцип действия и область применения фото-ионизационного детектора
14. Особенности конструкции капиллярной и насадочной хроматографических колонок
15. Особенности хроматографических колонок для анализа газовых смесей.
16. Принципы выбора неподвижной фазы для газохроматографического анализа.
17. Устройство ввода пробы в капиллярную и насадочную колонки для газовой хроматографии.
18. Способы уменьшения дискриминации пробы на входе в капиллярную колонку.
19. Конструкция, принцип действия и область применения парофазных газохроматографических дозаторов.
20. Правила выбора температуры газохроматографического анализа.

7.1. 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.

7.2. Дополнительная литература:

1. Стойков, Иван Иванович (д-р хим. наук ; 1972-) . Основы хроматографии : [учебное пособие] / Стойков И. И., Стойкова Е. Е. ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова .? 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. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2013. ? 256 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5108 ? Загл. с экрана.
3. Лейбниц Э. (Редактор), et al. Руководство по газовой хроматографии: В 2 ч. М.: Мир, 1988.

7.3. Интернет-ресурсы:

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

Высокоэффективная газовая хроматография Редактор К. ХАЙВЕР. - <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>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Газовая хроматография" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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. Персональный компьютер и проектор для демонстрации иллюстративного материала по всем разделам дисциплины и компьютерных симуляций

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Оборудование для демонстрации в рамках лекционного курса:

1. Газовый хроматограф Кристалл -2000 (Хроматек) с парофазным дозатором
2. Газовый хроматограф 7820A (Agilent Technologies)
3. Газовый хроматограф Clarus 580 (Perkin Elmer)
4. Газовый хроматограф HR C50 (Knik)

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

Автор(ы):

Горбачук В.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Зиганшин М.А. _____

"__" _____ 201__ г.