

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.06.2 Хроматографический анализ

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

Авторы программы:

Кандидат химических наук, Урядникова Марина Николаевна

Кандидат химических наук, Урядников Александр Алексеевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «17» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	8
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	23
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	24
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	25

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых технологий, методов и методик получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, в сфере паспортизации и сертификации продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научнотехнических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии сертификации и технического контроля качества продукции)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач	Планирует и выполняет практические исследования в области хроматографических методов анализа

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-6 Способен использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)			
		4	6	7	8
1	Агрохимический анализ почв	+			
2	Высокомолекулярные соединения			+	
3	Контроль качества пищевых продуктов	+			
4	Прикладная электрохимия				+

5	Прикладной химический анализ				+
6	Технологическая практика		+		
7	Химическая технология		+		

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Хроматографический анализ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Хроматографический анализ» изучается в 4 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа	56
Лекции (Лекции)	28
Лабораторные (Лаб. раб.)	28
Самостоятельная работа (СР)	16
Зачет	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
4 семестр					
1	Теория хроматографическо го разделения	6	-	4	Тестирование; Реферат
2	Устройства оборудования, основные узлы приборов	6	-	4	Тестирование
3	Газовая хроматография	6	14	4	Тестирование; Коллоквиум
4	Высокоэффективна я жидкостная хроматография	6	-	2	Тестирование; Реферат
5	Хромато-масс-спек трометрия	4	14	2	Тестирование; Коллоквиум

Тема 1. Теория хроматографического разделения (ПК-6)

Лекция.

Теория теоретических тарелок, теория скоростей, эффективность колонки, методы хроматографии, области применения.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

1. Какова область применения жидкостной, газовой и тонкослойной хроматографии?
2. Какие физические явления лежат в основе каждого из методов?
3. Перечислите основные параметры, характеризующие индивидуальное вещество, определяемые методами ВЭЖХ, ГХ, ТСХ.

Тема 2. Устройства оборудования, основные узлы приборов (ПК-6)

Лекция.

Основные узлы хроматографа. Особенности устройства хроматографов различного типа. Основные правила работы на хроматографе.

Лабораторные работы.

не предусмотрена

Задания для самостоятельной работы.

1. Перечислите основные элементы блок-схемы жидкостного хроматографа.
2. Каково назначение каждого из них? 5. Какие факторы оказывают основное влияние на разрешение хроматографирования методом ВЭЖХ?
3. Что называется обращенно-фазовой и нормально-фазовой хроматографической системой?

Тема 3. Газовая хроматография (ПК-6)

Лекция.

Применение метода, применяемые адсорбенты, применение для решения экологических задач

Лабораторные работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СМЕСИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Цель работы: определить качественный состав смеси углеводородов сравнением полученных абсолютных объемов удерживания индивидуальных

углеводородов. Определить количественный состав углеводородов в заданной смеси методом нормализации. Определить число теоретических

тарелок (N) и высоту, эквивалентную теоретической тарелке (ВЭТТ). Рассчитать эффективность, разрешение и селективность.

Условия проведения анализа: хроматограф: ЛХМ-8МД, детектор по теплопроводности (катарометр); материал колонки – нержавеющая сталь,

длина 1500 мм, диаметр 3 мм, твердый носитель – Хезасорб (0,2–0,3 мм), неподвижная фаза – силикон 5 %; газ-носитель – гелий; температура колонок 120 °С; температура испарителя 175 °С; множитель шкалы 10; ток детектора-катарометра 100 мА; скорость газа-носителя 40 см³/мин; скорость движения диаграммной ленты 720 мм/ч. Дозирование осуществляется микрошприцем МШ-10. Величина дозы 1-5 мкл.

Объекты хроматографирования – растворы индивидуальных углеводородов; контрольные смеси, содержащие углеводороды в различных соотношениях.

Выполнение работы: Включают прибор и выводят его на рабочий режим. Убедившись в записи устойчивой (без дрейфа) нулевой линии при

наивысшей чувствительности регистрации фонового сигнала, микрошприцем вводят в испаритель хроматографа пробу индивидуального углеводорода, на хроматограмме отмечают момент ввода пробы для определения абсолютного объема (времени) удерживания данного углеводорода. Таким образом проводят хроматографирование пяти эталонных углеводородов. Величину дозы и чувствительность регистрации сигнала катарометра (множитель на БУ) выбирают так, чтобы высота пика на хроматограмме составляла 50-90 % шкалы самописца. Если этого нет, то необходимо скорректировать чувствительность и величину дозы. Проводят анализ контрольной смеси, заданной преподавателем. Пробу

анализируют 2-3 раза, стремясь к получению воспроизводимых результатов. Микрошприц перед забором пробы необходимо промыть раствором пробы, освобождая его в промежуточную ёмкость.

Обработка результатов:

1. Определяют абсолютные параметры удерживания (времена или объёмы удерживания) стандартных растворов углеводородов, измеряя на полученных хроматограммах расстояние в мм от момента ввода пробы до максимума пика с точностью до 0,5 мм. Данные заносят в табл. 4.1.
2. Определяют абсолютные объёмы (времена) удерживания пиков на хроматограмме контрольной пробы. Данные заносят в табл. 4.2.
3. Сравнивая абсолютные объёмы (времена) удерживания стандартных растворов углеводородов и пиков на хроматограмме контрольной пробы, определяют, из каких углеводородов состоит контрольная проба. Данные заносят в табл. 4.2.
4. Измеряют высоту каждого пика и ширину на половине его высоты и рассчитывают площади всех пиков по формуле $S=h \cdot \mu 0.5$. Данные заносят в табл. 4.2.
5. Рассчитывают процентное содержание всех компонентов в пробе по формуле и заносят в табл. 4.2.
6. Рассчитывают число теоретических тарелок N и ВЭТТ по формулам. Данные заносят в табл. 4.2.

Задания для самостоятельной работы.

1. Перечислите основные элементы блок-схемы жидкостного хроматографа. Каково назначение каждого из них?
2. Какие приемы используются для повышения летучести органических соединений?
3. Перечислите основные этапы эксперимента ТСХ

Тема 4. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ПК-6)

Лекция.

Виды ВЭЖХ, виды подвижной фазы, свойства растворителей для ВЭЖХ, виды сорбентов, система для проведения разделения методом ВЭЖХ, виды детекторов и их характеристики

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

1. Какие методы визуализации результатов эксперимента ТСХ Вам известны?
2. Попробуйте сформулировать основные правила идентификации органических соединений с помощью ТСХ-анализа.

Тема 5. Хромато-масс-спектрометрия (ПК-6)

Лекция.

Схема установки с использованием масс-спектрометра, принципиальные узлы установки. Порядок работы. Анализ спектров.

Лабораторные работы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА: РАЗДЕЛЕНИЕ И КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА НЕИЗВЕСТНОЙ ОРГАНИЧЕСКОЙ СМЕСИ.

Работа проводится студентами под контролем преподавателя. Перед работой необходимо ознакомиться с техникой безопасности, приведенной в конце данного пособия.

1. Студенты включают прибор.
2. После включения прибора и успешной автоматической проверки работы всех систем студенты загружают уже созданный преподавателем файл данных, в котором введены объем пробы, температура, тип колонки и т.д.
3. Затем вводится название пробы. После нажатия на кнопку Standby на панели Acquisition надо подождать, пока кнопка Start на экране станет зеленой, только после этого прибор готов к работе.
4. Студенты получают от преподавателя заранее подготовленную смесь предельных и ароматических углеводородов неизвестного состава.
5. Аккуратно, с помощью специального шприца, проба вводится в испаритель хромато-масс спектрометра. Объем пробы составляет 0.1 мкл.
6. После ввода пробы в испаритель следует нажать на кнопку Start для старта процесса разделения.
7. После завершения анализа пробы данные анализируются в программном обеспечении
8. После обработки данных проводится сравнительный поиск полученных масс-спектров компонентов с библиотечными масс-спектрами, загруженными в компьютер прибора.
9. По полученным данным составляется краткий отчет.

Задания для самостоятельной работы.

Техника безопасности при работе с газовым хроматомасс спектрометром.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

4 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Теория хроматографического разделения	Тестирование	10	1 правильный ответ - 1 балл
		Реферат	10	Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 8-10 баллов Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 6-7 баллов Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 3-5 баллов Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 2 балла

2.	Устройства оборудования, основные узлы приборов	Тестирование	10	1 правильный ответ - 1 балл
3.	Газовая хроматография	Тестирование	15	1 правильный ответ - 1 балл
		Коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 7 баллов</p> <p>Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 4-6 баллов</p> <p>Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 2 – 3 балла</p> <p>Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 1 балл</p>
4.	Высокоэффективная жидкостная хроматография	Тестирование	10	1 правильный ответ - 1 балл
		Реферат	10	<p>Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 8-10 баллов</p> <p>Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 6-7 баллов</p> <p>Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 3-5 баллов</p> <p>Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 2 балла</p>
5.	Хромато-масс-спектрометрия	Тестирование	15	1 правильный ответ - 1 балл

		Коллоквиум(контрольный срез)	10	<p>Студент обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу – 7 баллов</p> <p>Студент обнаруживает достаточно глубокие знания программного материала, Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений – 4-6 баллов</p> <p>Студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания – 2 – 3 балла</p> <p>Студент показывает слабый уровень профессиональных знаний. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом – 0 – 1 балл</p>
6.	Премияльные баллы		10	Дополнительные премияльные баллы могут быть начислены за выполнение творческих заданий на выбор студента в зависимости от темы.
7.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		50	студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
8.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Коллоквиум

Тема 3. Газовая хроматография

1. История хроматографии как метода разделения
2. Твердый носитель
3. Природа твердого носителя
4. Детекторы
5. Сочетание газовой хроматографии с другими методами исследования
6. Хроматографический анализ соединений различных классов
7. Классификация неподвижных жидких фаз
8. Дозирующие устройства
9. Газы, применяемые в хроматографии

Тема 5. Хромато-масс-спектрометрия

1. Теоретические основы метода масс-спектрометрии
2. Сочетание масс-спектрометрии с другими методами
3. Масс-спектрометры с двойной фокусировкой в масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой
4. Приборы с двойной фокусировкой
5. Использование хромато – масс – спектрометрии в идентификации загрязнителей природных сред

Реферат

Тема 1. Теория хроматографического разделения

Темы рефератов

1. Возникновение и развитие хроматографии.
2. Классификация хроматографических методов.
3. Хроматография на твердой неподвижной фазе:
 - а) газовая (газо-адсорбционная) хроматография;
 - б) жидкостная (жидкостно-адсорбционная) хроматография.
4. Хроматография на жидкой неподвижной фазе:
 - а) газо-жидкостная хроматография;
 - б) гель-хроматография.

Тема 4. Высокоэффективная жидкостная хроматография

Темы рефератов:

1. Классификация методов жидкостной хроматографии
2. Общая схема жидкостного хроматографа
3. Детекторы
4. Методы жидкостной хроматографии
5. Нормально-фазовая хроматография
6. Обращенно-фазная хроматография
7. Ионная хроматография

Тестирование

Тема 1. Теория хроматографического разделения

1. По принципу взаимодействия разделяемых компонентов смеси со структурными компонентами неподвижной фазы выделяют хроматографию:
 - а. Распределительную
 - б. Тонкослойную
 - в. Адсорбционную
 - г. Колоночную
 - д. Препаративную
 - е. Осадочную
2. По расположению неподвижной фазы выделяют хроматографию:
 - а. Колоночную
 - б. Бумажную
 - в. Препаративную
 - г. Аналитическую

д. Плоскостную

3. По сфере применения выделяют хроматографию:

- а. Осадочную
- б. Препаративную
- в. Тонкослойную
- г. Распределительную
- д. Аналитическую
- е. Разделительную

4. Сопоставьте вид хроматографии и принцип взаимодействия разделяемых компонентов и неподвижной фазы, на котором он основан:

- 1. Адсорбционная
- 2. Осадочная
- 3. Ионообменная
- а. Образование малорастворимых соединений с различной степенью растворимости
- б. Взаимодействие "антиген-антитело"
- в. Образование комплексных соединений с различной константой нестойкости
- г. Разделение за счёт различного заряда разделяемых молекул
- д. Сорбция и десорбция

5. К плоскостной хроматографии относятся:

- а. Тонкослойная хроматография
- б. Газо-жидкостная хроматография
- в. Сверхвысокоэффективная жидкостная хроматография
- г. Высокоэффективная жидкостная хроматография
- д. Бумажная хроматография

6. К колоночной хроматографии относятся:

- а. Тонкослойная хроматография
- б. Газо-жидкостная хроматография
- в. Сверхвысокоэффективная жидкостная хроматография
- г. Высокоэффективная жидкостная хроматография
- д. Бумажная хроматография

11. Хроматография – это процесс:

- А. Разделения смесей веществ, основанный на химическом взаимодействии разделяемых компонентов со второй контактирующей фазой.
- Б. Разделения смесей веществ, основанный на количественных различиях в поведении разделяемых компонентов при их непрерывном перераспределении между двумя контактирующими фазами, одна из которых неподвижна, а другая имеет постоянное направление движения.
- В. Разделения смесей веществ, основанный на необратимом смешивании разделяемых компонентов во второй контактирующей фазе.

8. В газовой хроматографии применяются следующие типы колонок:

- а. Насадочные
- б. Ионообменные
- в. Капиллярные
- г. Металлические

9. Методом газовой хроматографии можно разделять вещества:

- а. Газообразные
- б. Летучие
- в. Водные растворы
- г. Термостабильные
- д. Термолабильные

10. Метод хроматографии был изобретён:

- а. М. В. Ломоносовым
- б. А. И. Несмеяновым
- в. М. С. Цветом
- г. А. Эйнштейном
- д. А. Мартином и М. Сингом

Тема 2. Устройства оборудования, основные узлы приборов

1. Хроматографический метод анализа является методом

- А. Качественного анализа
- Б. Количественного анализа
- В. И качественного, и количественного анализа

2. Хроматографический метод анализа является

- А. Физическим методом анализа
- Б. Физико-химическим методом анализа
- В. Химическим методом анализа

3. Какого вида хроматографии не существует?

- А. Тонкослойная
- Б. Ионообменная
- В. Потенциометрическая
- Г. Газожидкостная

4. В жидкостной хроматографии роль неподвижной фазы обычно играет:

- А. твердое тело;
- Б. газ;
- В. жидкость;
- Г. жидкость на носителе.

5. Укажите виды хроматографии в зависимости от агрегатного состояния фаз:

- А. газо - жидкостная
- Б. жидкость - жидкостная
- В. Газо - твердофазная
- Г. Жидкость - твердофазная
- Д. ионообменная
- Е. адсорбционная
- Ж. распределительная
- З. плоскостная
- И. колоночная

6. Укажите виды хроматографии в зависимости от механизма разделения:

- А. газо - жидкостная
- Б. жидкость - жидкостная
- В. Газо - твердофазная
- Г. Жидкость - твердофазная
- Д. ионообменная
- Е. адсорбционная
- Ж. распределительная
- З. плоскостная
- И. колоночная

7. Укажите виды хроматографии в зависимости от способа расположения фаз:

- А. газо - жидкостная
- Б. жидкость - жидкостная
- В. Газо - твердофазная
- Г. Жидкость - твердофазная
- Д. ионообменная
- Е. адсорбционная
- Ж. распределительная
- З. плоскостная
- И. колоночная

8. Какие параметры можно определить по хроматограмме:

- А. число теоретических тарелок (ЧТТ)
- Б. высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ)
- В. высота пика (H)
- Г. площадь пика (S)
- Д. время удерживания (tR)
- Е. фактор разрешения (Rs)

9. В газовой хроматографии применяются следующие типы колонок:

- а. Насадочные
- б. Ионообменные
- в. Капиллярные
- г. Металлические

10. Методом газовой хроматографии можно разделять вещества:

- а. Газообразные
- б. Летучие
- в. Водные растворы
- г. Термостабильные
- д. Термолабильные

Тема 3. Газовая хроматография

1. Что называется временем удерживания компонента в газовой хроматографии?

- время нахождения компонента в испарителе хроматографа
- время нахождения компонента в подвижной фазе колонки
- время нахождения компонента в неподвижной фазе колонки
- + время от момента ввода пробы, до появления максимума на хроматограмме

2. С какой целью в газовой хроматографии используют время удерживания вещества?

- + для качественной идентификации
- для характеристики газа-носителя
- для количественного определения
- для оценки параметров колонки

3. С помощью какой характеристики проводят качественную идентификацию веществ в газовой хроматографии?

- по площади хроматографического пика
- + по времени удерживания анализируемого компонента
- по времени нахождения компонента в испарителе хроматографа
- по времени пребывания анализируемого компонента в подвижной фазе

4. От чего в первую очередь зависит высота хроматографического пика на хроматограмме при неизменном режиме работы хроматографа?

- от наличия посторонних компонентов в пробе
- + от концентрации анализируемого вещества
- от природы газа-носителя
- от природы сорбента-поглотителя

5. Каким параметром характеризуется количественное содержание компонента в анализируемой смеси?

- + площадью пика на хроматограмме
- шириной пика на хроматограмме
- временем удержания компонента
- изотермой адсорбции данного компонента

6. Что называют элюентом?

- поток жидкости или газа, прошедший через слой неподвижной фазы
- неподвижную фазу
- + поток жидкости или газа, перемещающий анализируемые вещества вдоль неподвижной фазы
- смесь анализируемых веществ

7. Что называют элюатом?

- + поток жидкости или газа на выходе из хроматографической колонки
- поток жидкости или газа на входе в хроматографическую колонку
- поток жидкости или газа в хроматографической колонке
- неподвижную фазу

8. Что такое «мертвое» время в колоночной хроматографии?

- время пребывания введенной пробы в испарителе хроматографа
- фактическое время пребывания сорбирующегося компонента в подвижной фазе
- инерционность системы хроматографа

– время, в течение которого сорбируется элюент-носитель

+ время выхода компонента, не взаимодействующего с неподвижной фазой

9. Что характеризует коэффициент распределения $D = C_{\text{неподв}} / C_{\text{подв}}$?

– распределение веществ в хроматографируемой смеси

+ распределение веществ между неподвижной и подвижной фазами

– распределение веществ в неподвижной фазе

– распределение веществ в элюате

10. Что характеризует удерживание вещества в сорбенте в тонкослойной хроматографии?

– скорость передвижения подвижной фазы

+ отношение расстояния, пройденное зоной компонента, к расстоянию, пройденному фронтом подвижной фазы за то же время

– высоту пика на хроматограмме

– коэффициент распределения

Тема 4. Высокоэффективная жидкостная хроматография

1. Что характеризует полноту разделения компонентов а и b?

+ коэффициент селективности альфа, равный отношению D_a / D_b

– "мертвое" время

– отношение площадей пиков на хроматограмме S_a / S_b

– отношение ширины пика компонента а к ширине пика компонента b

2. От чего не зависит время удерживания сорбирующегося компонента в газовой хроматографии?

– от скорости газа-носителя

– от природы газа-носителя

– от природы сорбента-поглотителя

+ от концентрации компонента

– от режима работы хроматографа

3. Обязательно ли строго соблюдать одни и те же объемы, вводимые в испаритель хроматографа, стандартных веществ и пробы при определении относительного содержания компонентов в смеси?

– строго обязательно

+ желательно

– Необязательно

4. В чем основное назначение бумажной осадочной хроматографии?

– для разделения компонентов смеси с целью их последующего количественного определения другими методами

– для разделения компонентов смеси с целью их качественной идентификации

+ для непосредственного количественного определения веществ

– только для выделения чистых веществ

5. Какие задачи решают с помощью газовой хроматографии?

– только качественную идентификацию веществ

– только количественный анализ веществ

+ выполняют как качественные, так и количественные определения веществ

– используют только для выделения чистых веществ

6. Когда в газовой хроматографии используют метод нормировки?

– при качественной идентификации веществ

– при выделении чистых веществ

+ при количественном определении относительного содержания веществ

– при количественном определении абсолютного содержания веществ

7. Получена хроматограмма от веществ 1, 2 и 3 методом газовой хроматографии. Площади пиков равны: $S_1=11$, $S_2=5$, $S_3=4$ относительных единиц. Оцените относительное процентное содержание компонента 2 (указать только число без знака %)

Ответ: 25

8. Когда в газовой хроматографии применяют метод внешних стандартов?

- при качественной идентификации веществ
- при выделении чистых веществ
- + при количественном определении абсолютного содержания веществ
- при количественном определении относительного содержания веществ

9. От чего в первую очередь зависит высота хроматографического пика на хроматограмме при неизменном режиме работы хроматографа?

- от наличия посторонних компонентов в пробе
- + от концентрации анализируемого вещества
- от природы газа-носителя
- от природы сорбента-поглотителя

10. Каким параметром характеризуется количественное содержание компонента в анализируемой смеси?

- + площадью пика на хроматограмме
- шириной пика на хроматограмме
- временем удержания компонента
- изотермой адсорбции данного компонента

Тема 5. Хромато-масс-спектрометрия

1. Что понимают под теоретической тарелкой в хроматографии?

- + виртуальную зону сорбента, где достигается квазиравновесие между сорбируемым компонентом и сорбентом

- зону сорбента, где поглощается основное содержание сорбируемого вещества
- зону сорбента, где поглощается только элюент
- объем зоны сорбента, кратный всему объему сорбента в колонке

2. Что такое изотерма адсорбции?

- + зависимость количества адсорбированного вещества от его концентрации в растворе (газовой фазе) в состоянии равновесия
- изменение концентрации адсорбированного вещества при изменении температуры
- изменение концентрации адсорбированного вещества при изменении давления
- зависимость скорости десорбции от концентрации адсорбированного вещества в состоянии равновесия

3. Что такое ряд селективности в хроматографии?

- + Ряд, вещества в котором расположены по увеличению их сродства к неподвижной фазе
- Ряд, вещества в котором расположены по увеличению их сродства к подвижной фазе
- Ряд веществ, не взаимодействующих с неподвижной фазой
- Ряд, вещества в котором расположены по увеличению взаимодействия между собой
- Гомологический ряд

4. За счет чего происходит разделение смеси веществ на компоненты в тонкослойной хроматографии?

- + за счет сил адсорбции
- за счет образования осадков с различающимися произведениями растворимости
- за счет образования ионных связей компонентов с неподвижной фазой
- за счет разных коэффициентов диффузии компонентов на поверхности неподвижной фазы

5. За счет чего происходит разделение смеси веществ на компоненты в бумажной осадочной хроматографии?

- за счет сил адсорбции
- + за счет образования осадков с различающимися произведениями растворимости
- за счет образования ионных связей компонентов с неподвижной фазой
- за счет разных коэффициентов диффузии компонентов на поверхности неподвижной фазы

6. За счет чего происходит разделение смеси веществ на компоненты в ионообменной хроматографии?

- за счет сил адсорбции
- за счет образования осадков с различающимися произведениями растворимости
- + за счет образования ионных связей компонентов с неподвижной фазой
- за счет разных коэффициентов диффузии компонентов на поверхности неподвижной фазы

7. За счет чего происходит разделение смеси веществ на компоненты в газо-твердотельной колоночной хроматографии?

- + за счет сил адсорбции
- за счет образования осадков с различающимися произведениями растворимости
- за счет образования ионных связей компонентов с неподвижной фазой
- за счет разных коэффициентов диффузии компонентов на поверхности неподвижной фазы

8. Как изменятся параметры хроматографического пика, если увеличить температуру колонки газового хроматографа (при прочих постоянных условиях)?

- + Время удержания уменьшится, площадь пика не изменится
- Время удержания не изменится, площадь пика уменьшится
- Время удержания увеличится, высота пика уменьшится
- Время удержания увеличится, высота пика не изменится

– Никак не изменятся

9. Как изменятся параметры хроматографического пика, если уменьшить количество анализируемого вещества, вводимое в хроматограф (при прочих постоянных условиях)?

– Время удержания уменьшится, площадь пика не изменится

+ Время удержания не изменится, площадь пика уменьшится

– Время удержания увеличится, высота пика уменьшится

– Время удержания увеличится, высота пика не изменится

– Никак не изменятся

10. Как изменятся параметры хроматографического пика, если уменьшить скорость газа-носителя через колонку (при прочих постоянных условиях)?

– Время удержания уменьшится, площадь пика не изменится

– Время удержания не изменится, площадь пика уменьшится

+ Время удержания увеличится, высота пика уменьшится

– Время удержания увеличится, высота пика не изменится

– Никак не изменятся

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-6)

1. Применение жидкостной хроматографии в экологии.
2. Применение жидкостной хроматографии в фармацевтической промышленности.
3. Применение жидкостной хроматографии в криминалистике.

Типовые задания для зачета (ПК-6)

Найти длину хроматографической колонки, если число теоретических тарелок 10000, а высота, эквивалентная теоретической тарелке 0.1 мм. 2.

Найти время удерживания вещества, если число теоретических тарелок равно 2500, а ширина пика вещества 10 сек. 3. Найти исправленное время удерживания, если вещество находится в ПФ 60 сек, а в неподвижной - 120 сек. 4. Найти коэффициент селективности, если времена удерживания двух веществ равны 210 сек и 2 мин, а время удерживания элюента 30 сек.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-6	Студент способен выполнять хроматографические исследования по выданной методике с соблюдением всех правил техники безопасности
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-6	Студент не способен выполнять хроматографические исследования по выданной методике с соблюдением всех правил техники безопасности

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

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Хенке, Х. Жидкостная хроматография : учебное пособие. - 2025-03-03; Жидкостная хроматография. - Москва: Техносфера, 2009. - 264 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/12724.html>
2. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии : учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Техносфера, 2015. - 704 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496508>

3. Лебедев, А. Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. - 2025-03-03; Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. - Москва: Техносфера, 2013. - 632 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/31868.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Вероника, Р. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. - 2025-03-03; Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. - Москва: Техносфера, 2017. - 408 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/84700.html>
2. Майер В. Р. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография. - 5-е изд.. - Москва: Техносфера, 2017. - 408 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496529>
3. Бёккер, Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофореза : монография. - 2025-03-03; Хроматография. Инструментальная аналитика. Методы хроматографии и капиллярного электрофо. - Москва: Техносфера, 2009. - 472 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/12749.html>

6.3 Иные источники:

1. учебные материалы на сайте кафедры физхимии Ростовского ГУ - <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/>
2. Химическая энциклопедия на сайте «Химик.ру» - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>
3. учебные материалы на сайте химического факультета МГУ - <http://www.chem.msu.su/rus/chemistry>
4. учебные материалы на сайте химического фак-та Красноярского ГУ - <http://kristall.lan.krasu.ru/Education>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Windows 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского" 25.07.2017 189,00 MB 10.2.5.3201

Adobe Acrobat 8.0 Standart Russian Version Win Full Educ

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
5. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
6. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
7. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.