

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования — первый  
проректор

Хагуров Т.А.  
« 31 » мая 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.03 МЕТОДЫ АНАЛИЗА И РАЗДЕЛЕНИЯ**  
**ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

|                        |  |
|------------------------|--|
| Направление подготовки | <u>04.03.01 Химия</u>                      |
| Профиль подготовки     | <u>Органическая и биорганическая химия</u> |
| Форма обучения         | <u>очная</u>                               |
| Квалификация           | <u>бакалавр</u>                            |

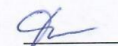
Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины « МЕТОДЫ АНАЛИЗА И РАЗДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия

Программу составил(и):  
Д.Ю. Лукина, доцент, к.х.н.



Рабочая программа дисциплины « Методы анализа и разделения органических соединений» утверждена на заседании кафедры органической химии и технологий  
протокол № 9 « 23 » апреля 2024г.  
Заведующий кафедрой док.хим.наук, профессор Доценко В.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий  
протокол № 7 « 20 » апреля 2024г.  
Председатель УМК ФХиВТ канд. хим. наук Беспалов А.В.



Рецензенты:

Строганова Т.А., канд. хим. наук, доцент кафедры биоорганической химии и технической микробиологии ФГБОУ ВО « Кубанский государственный технологический университет»

Буков Н.Н. , д-р хим. наук, профессор каф общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии КубГУ

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины «Методы анализа и разделения органических соединений» состоит в получении студентами теоретических знаний и практических навыков в области процессов разделения и очистки органических веществ различного строения, методов их выделения из биологического материала, а также анализа их строения по функциональным группам и с помощью ИК-спектроскопии.

### 1.2 Задачи дисциплины

Задачи учебной дисциплины «Методы анализа и разделения» состоят в освоении профессиональных знаний и получении профессиональных навыков в области выделения, очистки и химической идентификации органических соединений различных классов.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы анализа и разделения органических соединений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Изучению дисциплины «Методы анализа и разделения органических соединений» предшествует изучение дисциплин «Неорганическая химия», «Физика». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Органическая химия», «Химические основы биологических процессов», «Тонкий органический синтез».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| ПК-1. Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов                           |  |
| ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе | знает стандартные операции для осуществления органического синтеза по предлагаемым методикам и методы выделения, разделения и очистки органических соединений  |
|  | умеет осуществлять стандартные операции по методикам для получения и исследования органических соединений  |
|  | владеет навыками работы в лаборатории и правилами техники безопасности   |
| ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе                                     | знает основные методы исследования органических соединений, для установления их структуры  |
|  | умеет проводить анализ и устанавливать структуру органических соединений   |
|  | владеет навыками основных методов анализа для установления наличия функциональных групп в органических соединениях   |
| ПК-2 Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты                                   |  |
| ИПК-2.1. Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования   | Знает основы физико-химического анализа, принципы работы современной аппаратуры для проведения научных исследований.<br>Умеет использовать современную аппаратуру и химическую посуду при проведении исследований. |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения по дисциплине  |
|---|--|
|   | Владеет навыками работы с современным лабораторным оборудованием, применяемым для очистки и разделения органических соединений,  |
| ИПК-2.2. Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры | Знает современные компьютерные технологии для обработки и интерпретации и результатов химического эксперимента<br>Умеет обрабатывать результаты проведенной экспериментальной работы при помощи современных программных комплексов<br>Владеет навыками работы с программным обеспечением, предназначенным для обработки результатов экспериментальной работы |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ  |                                      | Всего Часов  | Форма обучения |             |
|---|--------------------------------------|--------------|----------------|-------------|
|   |                                      |              | очная          |             |
|   |                                      |              | 3              | 4           |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>            |                                      | <b>124,4</b> |                |             |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                |                                      | <b>118</b>   | <b>68</b>      | <b>50</b>   |
| Занятия лекционного типа                          |                                      | 50           | 34             | 16          |
| Лабораторные занятия                              |                                      | 68           | 34             | 34          |
| Практические занятия                              |                                      | -            | -              | -           |
| Семинарские занятия                               |                                      | -            | -              | -           |
| <b>Иная контактная работа:</b>                    |                                      |              |                |             |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)             |                                      | 4            | 2              | 2           |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                    |                                      | 0,4          | 0,2            | 0,2         |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>       |                                      | <b>57,6</b>  | <b>37,8</b>    | <b>19,8</b> |
| Оформление лабораторных работ                     |                                      | 22,8         | 15,8           | 7           |
| Самостоятельное изучение теоретического материала |                                      | 10,4         | 7              | 3,4         |
| Самостоятельное решение задач                     |                                      | 8,4          | 5              | 3,4         |
| Подготовка к текущему контролю                    |                                      | 8            | 5              | 3           |
| <b>Контроль:</b>                                  |                                      |              |                |             |
| Подготовка к зачету                               |                                      | 8            | 5              | 3           |
| <b>Общая трудоемкость</b>                         | <b>час.</b>                          | <b>180</b>   | <b>108</b>     | <b>72</b>   |
|   | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>124,4</b> | <b>72,2</b>    | <b>52,2</b> |
|   | <b>зач. ед</b>                       | <b>5</b>     | <b>3</b>       | <b>2</b>    |

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (форма обучения очная)

| №  | Наименование разделов (тем)   | Количество часов 3 семестр |                   |    |    |                      |
|----|---|----------------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |   | Всего                      | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |   |                            | Л                 | ПЗ | ЛР | СРС                  |
| 1. | Общая характеристика препаративных методов разделения и выделения органических соединений | 6                          | 2                 | -  | -  | 4                    |
| 2. | Очистка и выделение твердых веществ. Перекристаллизация и возгонка                        | 16                         | 8                 | -  | 4  | 4                    |
| 3. | Очистка и выделение жидких веществ. Перегонка   | 32                         | 12                | -  | 12 | 8                    |
| 4. | Экстракция  | 24                         | 6                 |    | 10 | 8                    |
| 5. | Диализ и электродиализ  | 7                          | 2                 | -  | -  | 5                    |
| 6. | Контроль чистоты вещества и количественные методы анализа                                 | 18,8                       | 4                 | -  | 8  | 6,8                  |
|    | <i>Итого по разделам дисциплины:</i>  | 103,8                      | 34                | -  | 34 | 35,8                 |
|    | Контроль самостоятельной работы (КСР)   | 4                          |                   |    |    |                      |
|    | Промежуточная аттестация (ИКР)  | 0,2                        |                   |    |    |                      |
|    | Подготовка к текущему контролю  | 35,8                       |                   |    |    |                      |
|    | <i>Общая трудоемкость по дисциплине 3 семестр</i>   | 108                        |                   |    |    |                      |

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

| №  | Наименование разделов  | Количество часов 4 семестр |                   |    |    |                      |
|----|--|----------------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |  | Всего                      | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |  |                            | Л                 | ПЗ | ЛР | СРС                  |
| 1  | 2  | 3                          | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 7. | Сорбция. Хроматография.  | 13                         | 4                 | -  | 4  | 5                    |
| 8. | Методы идентификации органических соединений. УФ-спектроскопия | 19                         | 6                 | -  | 8  | 5                    |
| 9. | Методы идентификации органических соединений. ИК-спектроскопия | 37,8                       | 6                 | -  | 22 | 9,8                  |
|    | <i>Итого по разделам дисциплины:</i>                           | 69,8                       | 16                | -  | 34 | 19,8                 |
|    | Контроль самостоятельной работы (КСР)                          | 2                          |                   |    |    |                      |
|    | Промежуточная аттестация (ИКР)                                 | 0,2                        |                   |    |    |                      |
|    | Подготовка к текущему контролю                                 | 19,8                       |                   |    |    |                      |
|    | <i>Общая трудоемкость по дисциплине 4 семестр</i>              | 72                         |                   |    |    |                      |
|    | <i>Общая трудоемкость по дисциплине</i>                        | 180                        |                   |    |    |                      |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

### 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа

3 семестр

| №  | Наименование раздела (тема)   | Содержание раздела (темы)   | Форма текущего контроля    |
|----|---|---|----------------------------|
| 1. | Общая характеристика препаративных методов разделения выделения органических соединений | Значение методов разделения, области применения. Классификация методов по природе процессов, лежащих в их основе. Классификация методов по числу и природе фаз матрицы и концентрата. Особенности многоступенчатых процессов.   | Устный опрос               |
| 2. | Очистка и выделение твердых веществ. Перекристаллизация и возгонка                      | Кристаллизация. Перекристаллизация. Физические основы метода. Отсутствие кристаллизации, маслообразование. Фильтрование.  | Контрольное тестирование 1 |
| 3. | Очистка и выделение твердых веществ. Перекристаллизация и возгонка                      | Возгонка. Физические основы метода. Область применения.   | Контрольное тестирование 1 |
| 4. | Очистка и выделение жидких веществ. Перегонка.  | Обычная перегонка. Физические основы метода. Приборы и посуда для перегонки. Область применения. Перегонка при пониженном давлении (вакуумная перегонка). Номограмма давления пара-температура.   | Контрольное тестирование 2 |
| 5. | Очистка и выделение жидких веществ. Перегонка.  | Перегонка в противотоке (ректификация). Фракционная перегонка. Перегонка с водяным паром. Приборы и посуда для фракционной перегонки и перегонки с водяным паром.   | Контрольное тестирование 2 |
| 6. | Экстракция  | Особенности экстракции как метода концентрирования. Основные понятия и термины. Условия экстракции различных веществ. Экстрагирование твердых веществ из жидкостей. Экстрагирование жидкостей. Многоступенчатое распределение. Количественные характеристики экстракции. Закон распределения Нернста. Скорость экстракции и факторы, влияющие на нее. | Контрольное тестирование 3 |
| 7. | Диализ и электродиализ  | Закон диффузии Фика. Приборы для диализа. Источники ошибок при диализе.   | Устный опрос               |
| 8. | Контроль чистоты вещества и количественные методы анализа                               | Определение температуры плавления. Температура плавления смешанной пробы. Поправка на показания термометра. Приборы для определения температуры плавления. Подготовка образца для определения температуры плавления. Определение температуры кипения. Метод Сиволобова, Эмиха.  | ЛР                         |
| 9. | Контроль чистоты вещества и количественные методы анализа                               | Рефрактометрия. Закон Снеллиуса. Молярная рефракция. Определение концентрации веществ в растворе. Приборы для рефрактометрии.   | ЛР                         |

#### 4 семестр

| №   | Наименование раздела (темы) | Содержание раздела (темы)   | Форма текущего контроля |
|-----|-----------------------------|---|-------------------------|
| 10. | Сорбция                     | Особенности сорбции как метода концентрирования. Сорбенты, общие требования. Неорганические сорбенты на основе углеродных материалов. Неорганические сорбенты на основе оксидов и | Устный опрос            |

|     |   |   |                    |
|-----|---|---|--------------------|
|     |   | гидроксидов (силикагель, оксиды алюминия, титана и циркония, цеолиты). Синтетические иониты   |                    |
| 11. | Хроматография. Тонкослойная хроматография                                   | Виды хроматографии. Особенности тонкослойной хроматографии. Применении ТСХ для органического синтеза.   | Устный опрос       |
| 12. | Хроматография. Ионнообменная хроматография                                  | Ионнообменная хроматография как метод очистки и разделения органических соединений. Классификация матриц ионнообменных смол. Типы ионообменников. Колоночная хроматография.   | Устный опрос       |
| 13. | Методы идентификации органических соединений. УФ-спектроскопия              | Физические основы метода УФ-спектроскопии. Особенности УФ-спектра. Основные типы хромофоров. Определения сдвига полосы поглощения (гипсохромный или батохромный сдвиг), в зависимости от строения органического соединения. | Решение задач, КР1 |
| 14. | Методы идентификации органических соединений. ИК-спектроскопия              | ИК спектры и их происхождение. Типы колебаний атомов в молекулах. Особенности работы ИК-спектрометра. Структурный анализ по ИК-спектру. Основные характеристические колебания.  | Решение задач, КР2 |
| 15. | Химические и физико-химические методы идентификации органических соединений | Основные характеристические колебания и установление структуры органического соединения по ИК-спектру.  | Решение задач. КР2 |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

#### Семестр 3

| №  | Наименование раздела (темы)  | Тематика занятий/работ  | Форма текущего контроля |
|----|--|---|-------------------------|
| 1. | Очистка и выделение твердых веществ. Перекристаллизация и возгонка | Техника безопасности при работе в химической лаборатории. Классификация и назначение химической посуды. Перекристаллизация и возгонка бензойной кислоты | ЛР1                     |
| 2. | Очистка и выделение жидких веществ. Перегонка                      | Простая перегонка   | ЛР2                     |
| 3. | Очистка и выделение жидких веществ. Перегонка                      | Разделение смеси двух жидкостей фракционной перегонкой  | ЛР3                     |
| 4. | Очистка и выделение жидких веществ. Перегонка                      | Перегонка при пониженном давлении   | ЛР4                     |
| 5. | Очистка и выделение жидких веществ. Перегонка                      | Перегонка с водяным паром   | ЛР5                     |
| 6. | Экстракция   | Экстракция в системе «твердое вещество-жидкость» (непрерывная экстракция). Экстракция кофеина из черного чая.   | ЛР6                     |
| 7. | Экстракция   | Экстракция в системе «жидкость-жидкость» (однократная экстракция). Выделение кофеина из спиртового экстракта.   | ЛР7                     |
| 8. | Контроль чистоты вещества и количественные методы анализа          | Определение температуры плавления кофеина. ТСХ кофеина для его идентификации и доказательства чистоты.  | ЛР8                     |

#### Семестр 4

| №  | Наименование раздела (темы)                                    | Тематика занятий/работ   | Форма текущего контроля |
|----|--|--|-------------------------|
| 1. | Сорбция.<br>Хроматография                                      | Синтез 2,4-динитрофенилгидразонов и их разделение и идентификация с помощью тонкослойной хроматографии | ЛР9                     |
| 2. | Сорбция.<br>Хроматография                                      | Определение аминокислот в их смеси методом ТСХ   | ЛР10                    |
| 3. | Сорбция.<br>Хроматография                                      | Определение полной динамической обменной емкости катионита   | ЛР11                    |
| 4. | Сорбция.<br>Хроматография                                      | Разделение смеси аминокислот на ионообменных смолах  | ЛР12                    |
| 5. | Методы идентификации органических соединений. УФ-спектроскопия | УФ-спектроскопия как метод для установления структуры органических соединений                          | КР1, решение задач      |
| 6. | Методы идентификации органических соединений. ИК-спектроскопия | ИК-спектроскопия как метод для установления структуры органических соединений                          | КР2, решение задач      |
| 7. | Методы идентификации органических соединений. ИК-спектроскопия | Химическая идентификация органических соединений   | ЛР13                    |

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| № | Вид СРС   | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы  |
|---|---|--|
| 1 | Оформление лабораторных работ                     | Синтез органических соединений : учебно-методическое пособие / В. В. Доценко, А. В. Беспалов, Д. Ю. Лукина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2020. - 171 с.: ил. - Библиогр.: с. 170. - ISBN 978-5-8209-1758-5: 80 р. - Текст: непосредственный.                                       |
| 2 | Самостоятельное изучение теоретического материала | Органическая химия : учебно-методическое пособие / А. В. Беспалов, В. В. Доценко, Д. Ю. Лукина, В. Д. Стрелков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2019. - 156 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1709-7: 80 р. - Текст: непосредственный. |
| 3 | Самостоятельное решение задач                     | Органическая химия: сборник задач / А. В. Беспалов, В. Д. Стрелков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2017. - 69 с.: ил. - Библиогр.: с. 68.   |
| 4 | Подготовка к текущему контролю                    | Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починков, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.   |



Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Методы анализа и разделения органических соединений».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для самостоятельного решения, задач для решения в аудитории, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к зачету.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)   | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)   | Наименование оценочного средства                   |                          |
|-------|---|---|--|--------------------------|
|       |   |   | Текущий контроль                                   | Промежуточная аттестация |
| 1     | ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и | знает стандартные операции для осуществления органического синтеза по предлагаемым методикам и методы | Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории | Вопрос на зачете         |

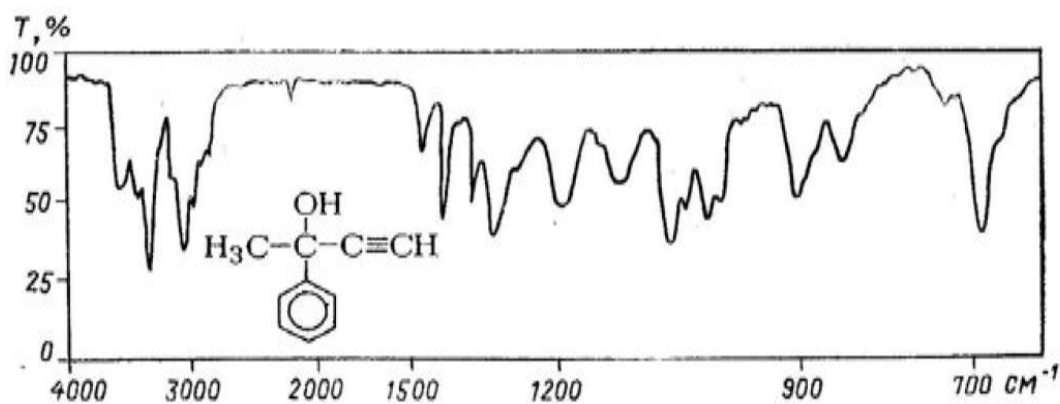
|   |  |   |  |                    |
|---|--|---|--|--------------------|
|   | исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе   | выделения, разделения и очистки органических соединений   |  |                    |
|   |  | умеет осуществлять стандартные операции по методикам для получения и исследования органических соединений                       | Лабораторная работа  | -                  |
|   |  | владеет навыками работы в лаборатории и правилами техники безопасности  | Лабораторная работа  | -                  |
| 2 | ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе | знает основные методы исследования органических соединений, для установления их структуры                                       | Контрольная работа   | Вопрос на экзамене |
|   |  | умеет проводить анализ и устанавливать структуру органических соединений  | Контрольная работа;<br>Задачи для решения в аудитории;<br>Задания для самостоятельного решения | Вопрос на зачете   |
|   |  | владеет навыками основных методов анализа для установления наличия функциональных групп в органических соединениях              | Контрольная работа;<br>Задачи для решения в аудитории;<br>Задания для самостоятельного решения | Вопрос на зачете   |
| 3 | ИПК-2.1. Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования                 | Знает основы физико-химического анализа, принципы работы современной аппаратуры для проведения научных исследований.            | Лабораторная работа  | Вопрос на зачете   |
|   |  | Умеет использовать современную аппаратуру и химическую посуду при проведении исследований.                                      | Лабораторная работ   | -                  |
|   |  | Владеет навыками работы с современным лабораторным оборудованием, применяемым для очистки и разделения органических соединений, | Лабораторная работа  | -                  |
| 4 | ИПК-2.2. Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры                  | Знает современные компьютерные технологии для обработки и интерпретации и результатов химического эксперимента                  | Лабораторная работа  | Вопрос на зачете   |
|   |  | Умеет обрабатывать результаты проведенной экспериментальной работы при помощи   | Лабораторная работа  | Вопрос на зачете   |

|  |  |  |                     |   |
|--|--|--|---------------------|---|
|  |  | современных программных комплексов   |                     |   |
|  |  | Владеет навыками работы с программным обеспечением, предназначенным для обработки результатов экспериментальной работы | Лабораторная работа | - |

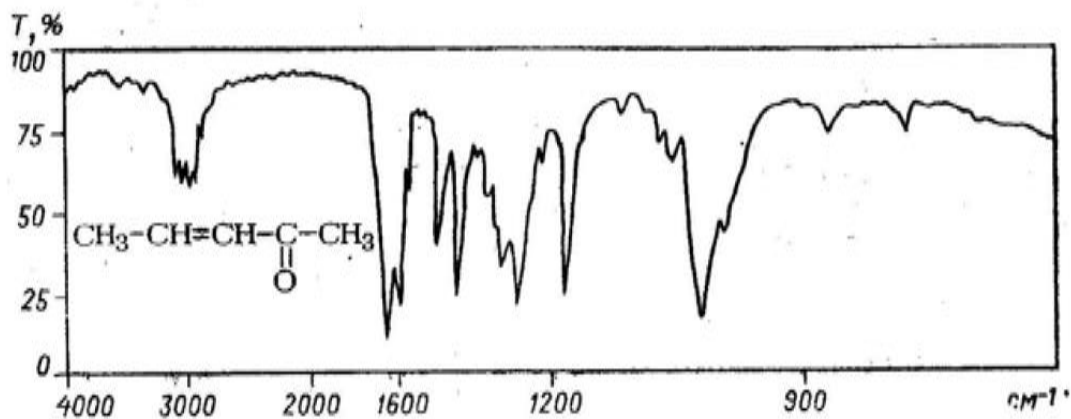
**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Задания для самостоятельного выполнения**

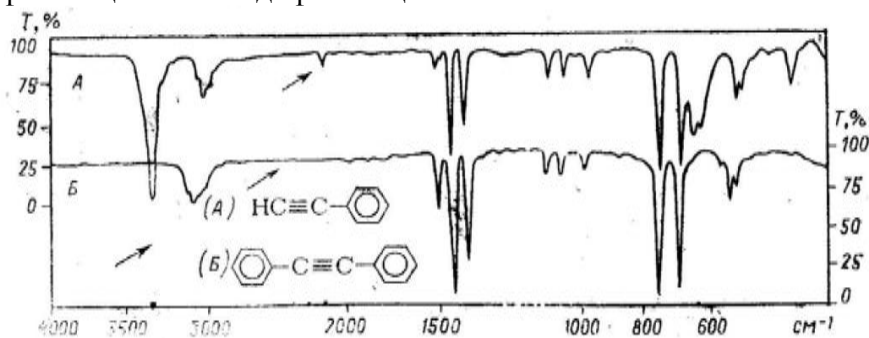
1. Сопоставьте данные ИК-спектра со структурой 2-фенилбутин-3-ола-2.



2. Произведите соотнесение полос поглощения в ИК-спектре пентен-3-она-2.

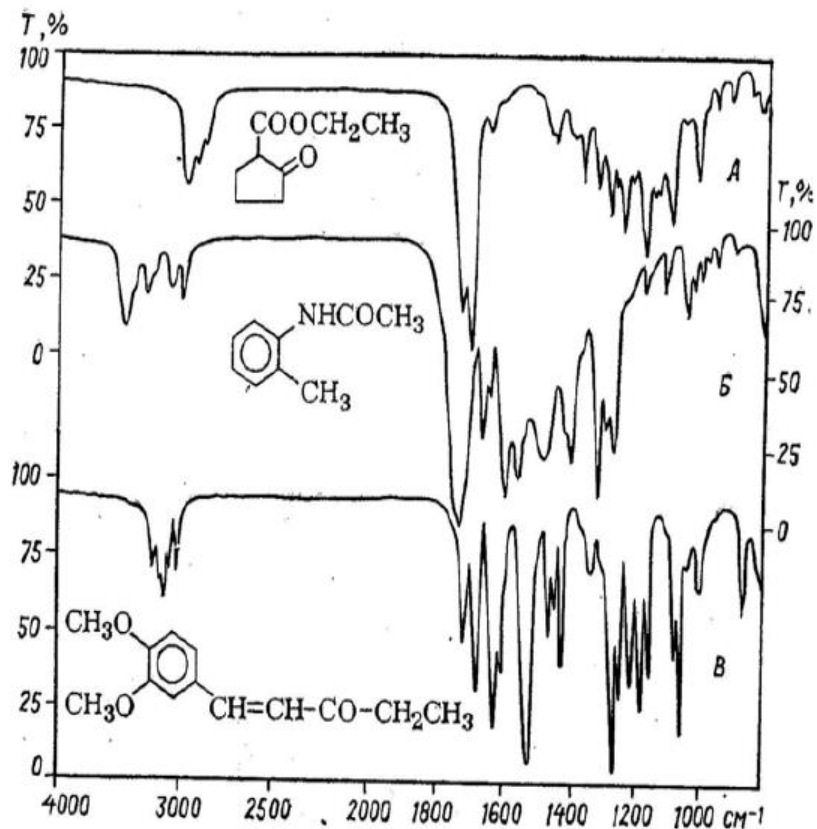


3. Объясните различия между полосами, отмеченными стрелками на ИК-спектрах фенилацетилена и дифенилацетилена.

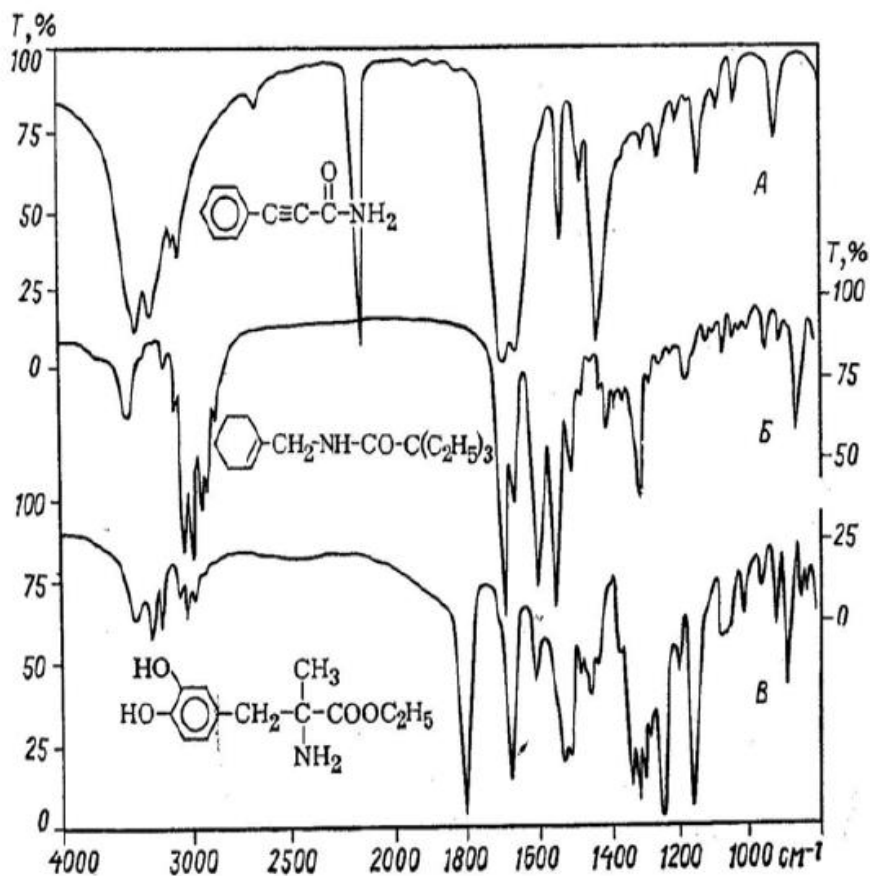


### Задачи для решения в аудитории

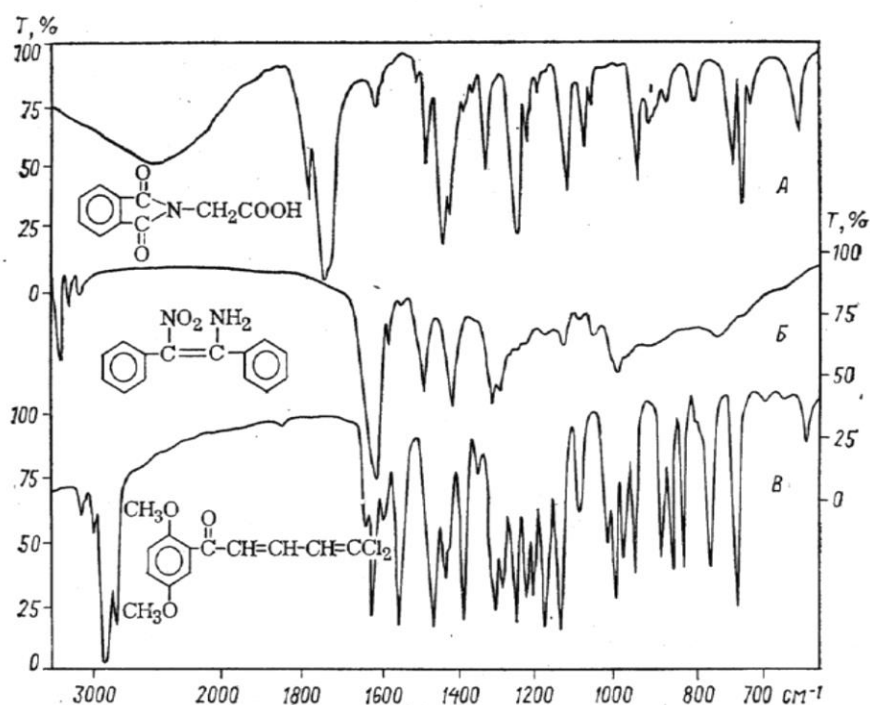
1. Соотнесите данные ИК-спектров со структурами веществ.



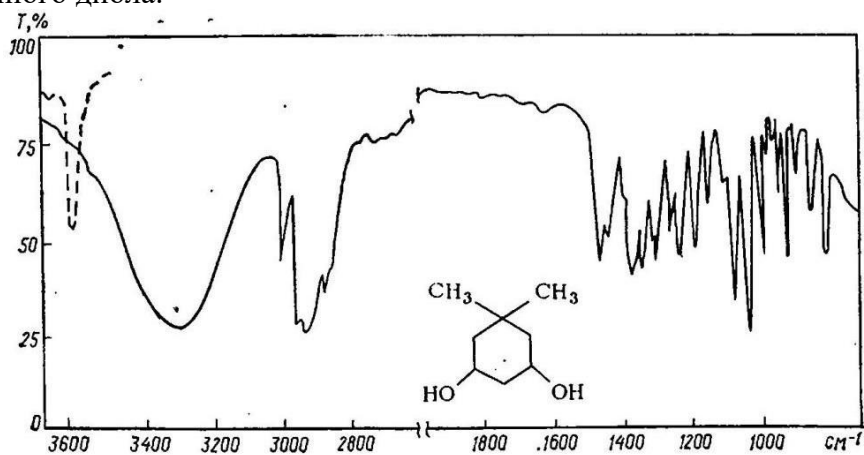
2. Соотнесите данные ИК-спектров со структурами веществ



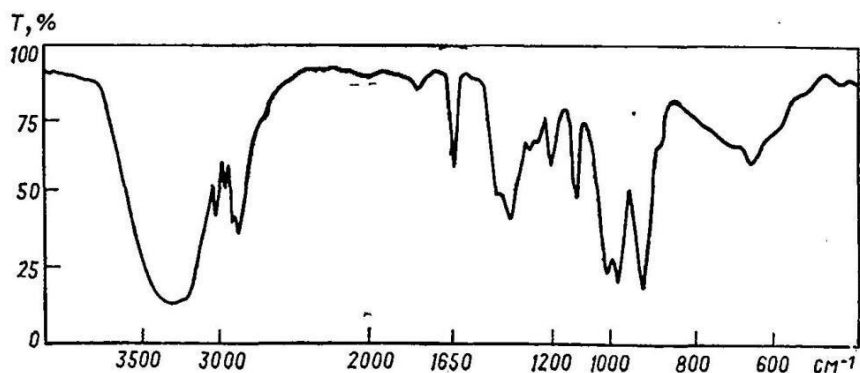
3. Интерпретируйте ИК-спектры N-фталилглицина (А), 2-нитро-1-амино-1,2-дифенилэтена (Б) и 1,1-дихлор-5-(2',5'-диметоксифенил)пентадиен-1,3-она-5 (В).



4. Широко используемый в лаборатории растворитель – петролейный эфир – представляет собой смесь органических веществ. На основании данных ИК-спектра определите, к какому классу относятся эти вещества.
5. С помощью простых химических тестов – иодоформной пробы и реакции «серебряного зеркала» - отличите друг от друга соединения в следующих парах: 1) пентаналь и пентанон-2; 2) пентанон-2 и пентанон-3; 3) пентанон-3 и пентанол-2. Напишите схемы соответствующих реакций.
6. Какие основные изменения произойдут в ИК-спектре циклопентанона после его обработки этиленгликолем в кислой среде?
7. На рисунке приведен ИК-спектр 5,5-диметилциклогександиола-1,3 в тонком слое. При записи спектра в разбавленном (0,005 М) растворе в хлороформе широкая полоса поглощения в области  $3600-3100\text{ см}^{-1}$  исчезает и вместо нее появляется узкий пик при  $3600\text{ см}^{-1}$ . Определите конфигурацию гидроксильных групп данного диола.

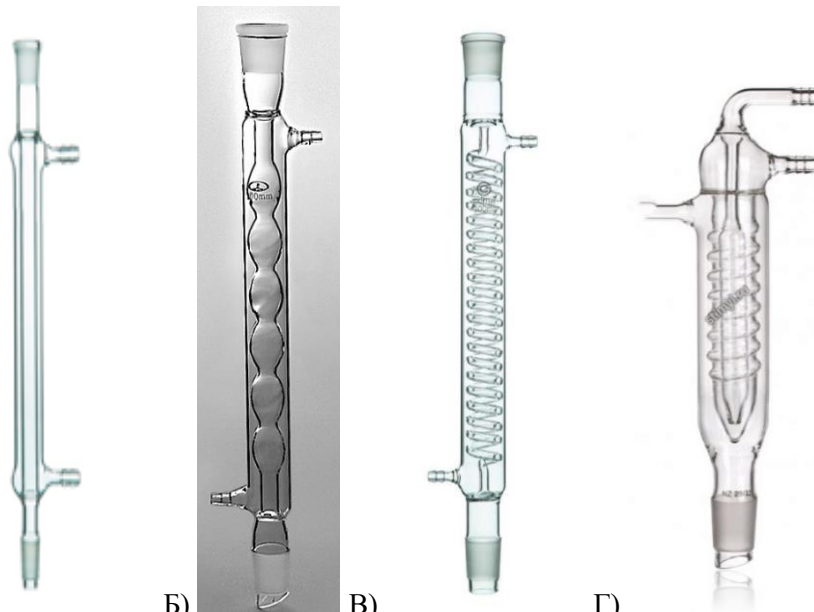


8. Определите строение соединения  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  по данным ИК-спектра.



### **Контрольный тест 1**

1. Перегонка – это
  - А) процесс разделения и очистки веществ, при котором жидкое или расплавленное вещество испаряется при нормальном давлении и вновь конденсируется в приемнике.
  - Б) процесс образования кристаллической упорядоченной фазы из раствора, расплава или газовой фазы.
  - В) процесс очистки и разделения веществ, при котором вещество вначале растворяют при нагревании в подходящем растворителе, затем раствор охлаждают и вещества выкристаллизовываются в чистом виде.
  - Г) разделение неоднородных систем жидкость – твердые частицы или газ – твердые частицы при помощи пористых фильтрующих материалов.
2. Каким уравнением описывается зависимость температуры кипения от давления?
  - А) Ньютона
  - Б) Клаузиуса-Клапейрона
  - В) Планка
  - Г) Бойля-Мариотта
3. При каком давлении в справочных пособиях указывают температуру кипения?
  - А) 101,3 кПа
  - Б) 700 мм рт. ст.
  - В) 760 мм рт. ст.
  - Г) при нормальном атмосферном давлении.
4. Что такое азеотропная смесь или азеотроп?
  - А) это смесь твердого и жидкого вещества (суспензия), которую разделяют перегонкой.
  - Б) это смесь веществ которая при перегонке ведет себя как однородное вещество и перегоняется при постоянной температуре.
  - В) смесь жидких веществ, которую не удастся разделить простой перегонкой, так как пар и жидкость такой смеси имеют одинаковый состав.
  - Г) 96 % этанол.
5. Что из себя представляет холодильник Либиха?



А)

Б)

В)

Г)

6. Круглодонную колбу для перегонки заполняют

А) на  $\frac{1}{2}$

Б) на  $\frac{1}{3}$

В)  $\frac{2}{3}$

Г) не более  $\frac{2}{3}$

7. Для чего добавляют кипелки или кипятивильники?

А) для нагревания

Б) для красоты

В) для равномерного кипения

Г) не знаю.

8. При перегонки каких веществ внешнюю «рубашку» холодильника заполняют водой?

А) для перегонки веществ которые кипят до  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Б) Холодильник водой не заполняют.

В) Холодильник всегда заполняют водой.

Г) для перегонки веществ которые кипят до  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

9. Когда заканчивают перегонку?

А) Процесс останавливают, когда в колбе остается немного жидкости.

Б) Процесс останавливают, когда в колбе остается половина жидкости.

В) Процесс останавливают, только тогда, когда в колбе ничего не осталось.

Г) Процесс останавливают, когда температура кипения остатка на  $2\text{-}3\text{ }^{\circ}\text{C}$  начинает превышать температуру кипения дистиллята.

10. Как оформляют в лабораторном журнале результаты перегонки?

А) Отмечают сколько получено фракций, фракции объединяют и записывают интервал кипения всех фракций.

Б) Ничего в лабораторный журнал записывать не надо.

В) Отмечают сколько получено фракций и отмечают пределы температуры кипения каждой фракции.

Г) В лабораторный журнал ничего не записывают, потому что подписывают емкости куда сливают полученные фракции.

11. Для чего используют номограммы?

А) для определения температуры кипения вещества в зависимости от давления.

Б) для определения давления в системе в зависимости от температуры при которой перегоняется вещество.

В) для определения показателя преломления вещества

Г) для определения массовой доли компонента в смеси по ее показателю преломления.

12. Для чего нужен капилляр при вакуумной перегонки?

А) для соединения системы с атмосферой

Б) для сброса вакуума

В) для равномерного кипения жидкости в вакууме.

- Г) используется вместо пробки.
13. Для чего используется манометр?
- А) Для регистрации температуры  
 Б) Для регистрации влажности  
 В) Для регистрации давления  
 Г) Для измерения показателя преломления.
14. Для отбора фракций при вакуумной перегонки используются следующие насадки
- А) насадка Аншюца-Тиле  
 Б) аллонж  
 В) форштос  
 Г) насадка «Паук».
15. В каких случаях вещества очищают перегонкой под вакуумом?
- А) Вещество кипит при высокой температуре (более 150 °С).  
 Б) Вещество твердое.  
 В) Вещество разлагается при своей температуре кипения.  
 Г) Вещество не устойчиво на воздухе.
16. Что такое ректификационная колонка?
- А) в лабораторных условиях - это шариковый холодильник.  
 Б) это насадка, которую помещают между круглодонной колбой и насадкой Вюрца.  
 В) в лабораторных условиях - это дефлегматор.  
 Г) это насадка, которая увеличивает поверхность контакта паров с жидкостью.
17. От чего зависит эффективность ректификационной колонки?
- А) от вида материала, из которого сделана колонка  
 Б) от температуры окружающей среды  
 В) эффективность зависит от площади контакта между двумя фазами  
 Г) от числа теоретических тарелок

### ***Контрольный тест 2***

1. Экстракция – это
- А) процесс отделения твердого вещества от жидкого  
 Б) процесс очистки жидких веществ, основанный на разнице в температурах кипения  
 В) процесс извлечения при помощи растворителя отдельных компонентов сложной смеси.  
 Г) процесс маслообразования
2. Распределение веществ в двух несмешивающихся жидкостях описывается законом
- А) Нернста  
 Б) Авогадро  
 В) Гей-Люссака
3. Если Коэффициент распределения больше 100
- А) используют обычную экстракцию из жидкой фазы. В этом случае вещество целиком переходит в экстрагент в результате однократной экстракции путем встряхивания в делительной воронке.  
 Б) простая экстракция недостаточно эффективна и проводят многократную экстракцию с использованием каждый раз чистой порции экстрагента.
4. Фактор разделения – это...
- Напишите определение и как он используется при эффективности оценки экстракции.
5. В аппарате Сокслета проводят экстрагирование
- А) из жидкостей  
 Б) твердых образцов  
 Г) из газов
6. Шариковый холодильник, холодильник Димрота используют
- А) для конденсации паров растворителя  
 Б) для перегонки как нисходящие холодильник  
 В) как обратные холодильники  
 Г) как аппараты для экстракции
7. В делительной воронке проводят экстракцию
- А) твердых образцов  
 Б) жидкостей  
 Г) газов



8. Перечислите растворители, которые чаще всего используются для экстракции органического вещества из водной фазы?

9. Что из себя представляет делительная воронка? Выберите правильный вариант



А)



Б)



В)



Г)

10. Что такое аппарат Сокслета?



А)



Б)



В)

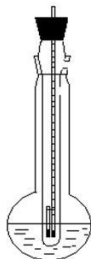


Г)

11. С помощью каких неорганических реагентов высушивают органическую фазу после процесса экстракции вещества из воды?

- А) сульфат натрия
- Б) хлорид кальция
- Г) серная кислота
- Д) оксид фосфора (V)

12. Что такое роторный испаритель? (выберите верный вариант и для чего этот прибор используют)



А)



Б)



В)



Г)

Для чего используются приборы в не выбранных вариантах?

13. Что наиболее эффективно

- А) многократное встряхивание с небольшими порциями растворителя?
- Б) однократная экстракция большим объемом растворителя?

14. Что делать если жидкие фазы долго не расслаиваются (не разделяются) из-за близкой плотности фаз?

- А) если органическая фаза тяжелее воды, ее следует разбавить чистым растворителем
- Б) добавить неполярный органический растворитель (гексан, бензол и т.д.)
- В) добавить полярный органический растворитель (спирт, ацетон и т.д.)
- Г) Если органическая фаза легче воды, в водную фазу добавить хлорид натрия

15. Что делать если при экстракции в делительной воронке образовалась эмульсия?

- А) делительную воронку осторожно покачивают, а затем выдерживают длительное время
- Б) добавить другой растворитель для дальнейшей экстракции
- В) иногда фильтрация смеси помогает расслоению фаз
- Г) осуществить перегонку

16. Какова область применения процесса экстракции?

- А) выделение веществ из твердых органических и неорганических смесей
- Б) выделение веществ для количественного анализа
- В) выделение веществ из органических жидкостей водой (или наоборот) при обработке продуктов синтеза

17. Можно ли использовать шариковый холодильник для перегонки?

18. Можно ли использовать холодильник Либиха (прямой) как обратный холодильник?

19. На рисунках представлены различные типы химических холодильников. Как они называются?



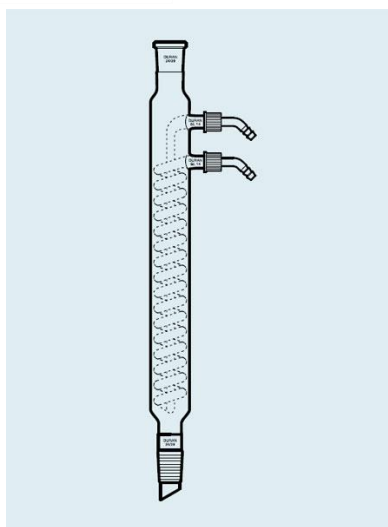
А)



Б)



В)



Г)

20. Делительная воронка имеет кран. Что бы он не протекал, его смазывают. Какую смазку лучше использовать для этого?

- А) вазелин
- Б) глицерин
- В) вакуумную смазку
- Г) лучше не использовать смазку

### **Контрольный тест 3**

#### **Тестовая часть**

1. Энергия, необходимая для возбуждения колебаний атомов в молекуле, соответствует энергии квантов света с длиной волны
  - А) 1 – 15 мм
  - Б) 1 – 15 мкм
  - В) 1- 15 нм
  - Г) 1- 15 А
2. Что такое волновое число?
  - А) это число, которое показывает сколько волн умещается в единице длины, чаще всего в 1 см.
  - Б) это отношение скорости распространения излучения в определённой среде к длине волны
  - В) это величина пропорциональная частоте и обратно пропорциональное длине волны
3. Как зависит частота колебаний с увеличением прочности связи? Напишите формулу из классической механики, показывающую зависимость частоты колебаний и силовой постоянной
  - А) возрастает
  - Б) уменьшается
4. Что такое обертоны?
  - А) это наиболее вероятный переход на ближайший колебательный уровень. Ему соответствует основная спектральная линия.

- Б) Менее вероятный переход на более высокие колебательные уровни.  
 В) Это колебания которым соответствуют частота в 2,3 и т.д. раз больше, чем частота основной линии, а интенсивность гораздо меньше.
5. Что такое деформационные колебания?  
 А) колебания, связанные с изменением валентного угла  
 Б) колебания ядер атомов вдоль линии связи  
 В) эти колебания обозначаются буквой  $\nu$   
 Г) эти колебания обозначаются буквой  $\delta$ .
6. Вещество способно поглощать ИК-излучение, если  
 А) дипольный момент молекулы равняется нулю и при колебании атомов не изменяется  
 Б) дипольный момент молекулы изменяется при колебаниях атомов  
 В) молекула симметричная  
 Г) суммарный дипольный момент в процессе вращения и колебания в молекуле изменяется
7. Какого типа валентные колебания могут быть в системе из трех или четырех атомов?
8. Как называется полоса валентных колебаний в ИК-спектре, которая доказывает наличие в веществе определенных структурных элементов?  
 А) деформационная  
 Б) характеристическая  
 В) нехарактеристическая  
 Г) обертона
9. Для получения ИК-спектра используют кюветы изготовленный из  
 А) стекла  
 Б) кварца  
 В) хлорида натрия  
 Г) кюветы не используют при записи ИК-спектра  
 Д) бромида калия
10. Пробоподготовка жидких вещества для получения ик-спектра заключается в приготовлении  
 А) паст  
 Б) таблеток с KBr  
 В) суспензии в вазелиновом масле  
 Г) расплавов  
 Д) в пленке  
 Е) растворов в воде  
 Ж) растворы в органическом растворителе
11. В какой части ИК-спектра находится область «отпечатков пальцев», контур которой так же индивидуален для каждого вещества, как индивидуален кожный узор на кончиках пальцев каждого человека.  
 А) длинноволновая область  $\lambda > 7$  мкм  
 Б) область  $\nu < 1500$  см<sup>-1</sup>  
 В) коротковолновая область от 2,5 до 7 мкм  
 Г) область  $\nu$  от 4000 до 1500 см<sup>-1</sup>

### Теоретическая часть

Валентные колебания С-Н при насыщенном атоме углерода проявляются в области 2800 – 3000 см<sup>-1</sup>.

Для ациклических и ненапряженных циклических структур  $\nu_{\text{CH}}$  имеют следующее значение (в см<sup>-1</sup>)

|                 |                                   |                                    |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| CH <sub>3</sub> | $\nu_{\text{CH}}^{\text{s}}$ 2962 | $\nu_{\text{CH}}^{\text{as}}$ 2972 |
| CH <sub>2</sub> | $\nu_{\text{CH}}^{\text{s}}$ 2853 | $\nu_{\text{CH}}^{\text{as}}$ 2926 |
| CH              | $\nu_{\text{CH}}$ 2890            |                                    |

Полосы характеристичны, но малоинформативные, так как в веществе осуществляются разные колебания С-Н, которые, кроме того, могут взаимодействовать между собой. Отдельные колебания накладываются друг на друга, образуя в области 2800 – 3000 см<sup>-1</sup> полосу, имеющую отдельные слабо выраженные максимумы. Для определения структуры вещества эти полосы могут оказаться полезными только в том случае, если в соединении мало атомов водорода, как например полигалогеналканах. Отсутствие полос в данной области является убедительным доказательством отсутствия в веществе атомов водорода при насыщенных атомах углерода.

Деформационные колебания  $\delta$  СН, расположенные в области 1350 – 1470  $\text{см}^{-1}$ , малохарактеристичны, но обычно могут быть обнаружены в спектре.

$\text{CH}_3$   $\delta^s$  1375  $\text{см}^{-1}$   $\delta^{as}$  1450  $\text{см}^{-1}$

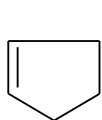
$\text{CH}_2$   $\delta$  1465  $\text{см}^{-1}$

Достаточно характеристичным считается поглощение двух метильных групп при одном атоме углерода (геминальное замещение), образующее два близких максимума (дублет) примерно равной интенсивности в области 1370 – 1385  $\text{см}^{-1}$ .

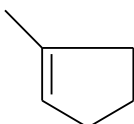
**C=C**

В соединениях с изолированной двойной связью  $\nu_{\text{C}=\text{C}}$  находится при 1600 – 1680  $\text{см}^{-1}$ . В циклических системах, особенно в напряженных, значение этой частоты несколько ниже.

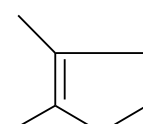
Частота колебаний двойной связи заметно повышается с ростом степени ее замещенности



1612  $\text{см}^{-1}$



1636  $\text{см}^{-1}$



1655  $\text{см}^{-1}$

В ИК-спектрах замещенных алкенов (неполярная двойная связь)  $\nu_{\text{C}=\text{C}}$  проявляется полосой ничтожно малой интенсивности.

О наличии двойной связи в веществе дополнительно может свидетельствовать характеристическая полоса  $\nu_{\text{C}=\text{H}}$  в области 3000 – 3100  $\text{см}^{-1}$ .

Деформационные колебания  $\delta_{\text{C}=\text{H}}$  могут быть полезны для определения конфигурации заместителей при двойной связи: для цис-изомеров они расположены в области 650 – 750  $\text{см}^{-1}$ , а для транс-изомеров – в области 960 – 970  $\text{см}^{-1}$ .

Типичный ИК-спектр, такой, как спектр н-гексана  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$  (рис. 1), проявляется в виде серии полос поглощения различной формы и интенсивности. Почти все органические соединения обнаруживают пик или группу пиков близ 3000  $\text{см}^{-1}$ . Поглощение в этой области обусловлено валентными колебаниями С–Н. Поглощение в области 1460, 1380 и 725  $\text{см}^{-1}$  обусловлено различными деформационными колебаниями С–Н-связей.

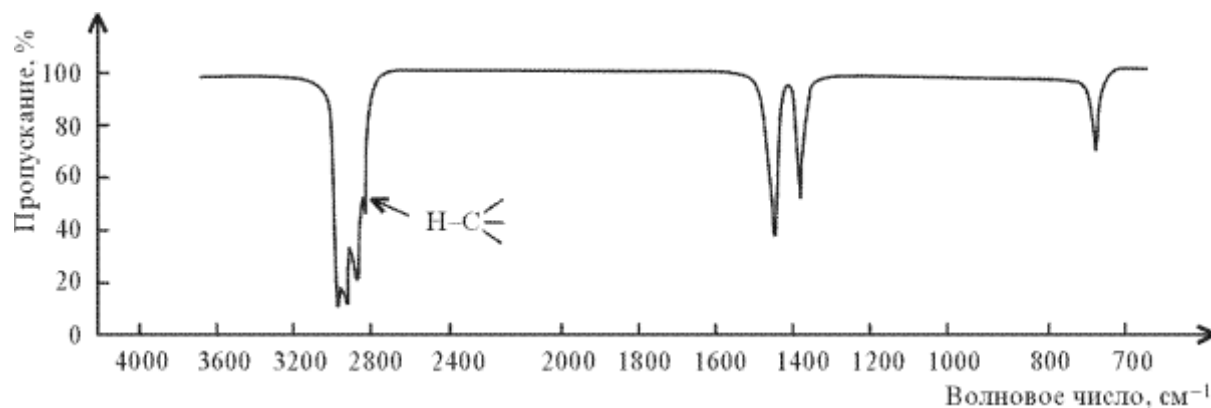


Рис. 1. ИК-спектр н-гексана  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$

Для иллюстрации влияния строения молекулы на ИК-спектр сравним спектры н-гексана и гексена-1 (рис. 2). Они весьма отличаются один от другого.

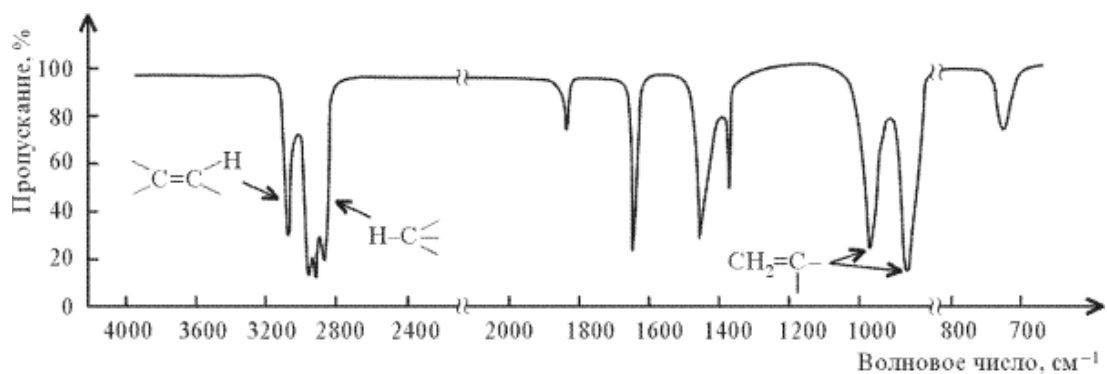
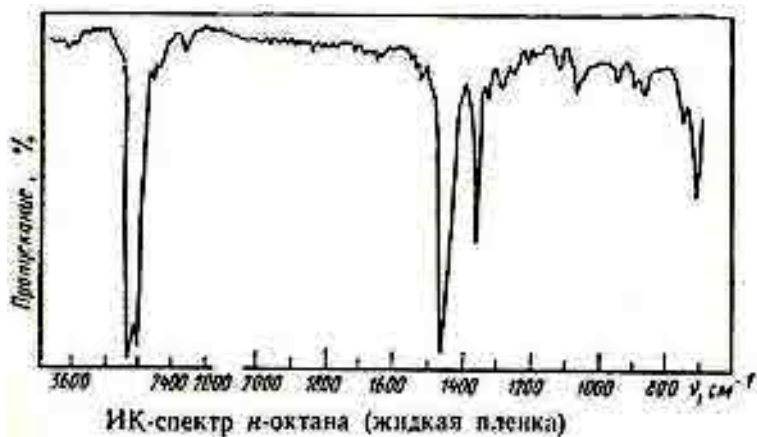


Рис. 2. ИК-спектр гексена-1  $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$

В районе валентных колебаний С–Н гексена-1 наблюдается пик при  $3095\text{ см}^{-1}$ , тогда как все колебания С–Н гексана проявляются ниже  $3000\text{ см}^{-1}$ . Пик поглощения выше  $3000\text{ см}^{-1}$  обусловлен атомами водорода при  $\text{sp}^2$ -гибридизованном атоме углерода. ИК-спектр гексена-1 содержит также полосу поглощения при  $1640\text{ см}^{-1}$ , связанную с валентными колебаниями кратной связи С=С. Пики около  $1000$  и  $900\text{ см}^{-1}$  в спектре гексена-1, отсутствующие в спектре гексана, относятся к деформационным колебаниям атомов водорода при двойной связи С=С.

### Задания с развернутым ответом

1. Укажите в ИК-спектре н-октана Укажите в ИК-спектре н-октана характеристические полосы поглощения, обусловленные валентными и деформационными колебаниями С–Н и С–С связей.



2. Представлен ИК-спектр 1-пентена. Укажите характеристические полосы поглощения, вызванные валентными колебаниями связей С=С и С–Н. Можно ли отличить 1-пентен от пентена?

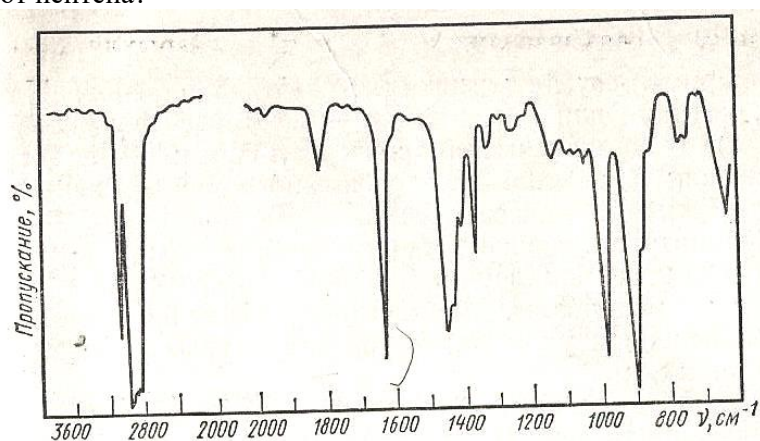


Рис. 2. ИК-спектр 1-пентена (жидкая пленка)

### Контрольная работа 1

- Спектры поглощения в ультрафиолетовой и видимой областях обусловлены переходами между электронными слоями молекулы. Согласно теории МО переход молекулы из основного электронного состояния в возбужденное соответствует переходу валентного электрона без изменения спина с занятой связывающей или несвязывающей молекулярной орбитали на вакантную антисвязывающую. Какие типы электронных переходов характерны для УФ и видимой области?
  - $\sigma \rightarrow \sigma^*$
  - $\pi \rightarrow \pi^*$
  - $n \rightarrow \sigma^*$
  - $n \rightarrow \pi^*$
  - $\sigma \rightarrow \pi^*$
  - $\pi \rightarrow \sigma^*$
- Укажите длины волн УФ-диапазона и видимой области соответственно
  - 100 – 400 нм
  - 400 – 800 нм
  - 800 – 1200 нм
  - 50-200 нм
- Почему область 100 – 200 нм (дальний ультрафиолет) не удобна для измерения
  - в этой области поглощают компоненты воздуха
  - материал кювет, используемых для измерений, имеют ограниченную прозрачность в этой области
  - устройство приборов, дающих излучение с такими длинами волн, сложное
- УФ-спектр представляет собой
  - в виде графика зависимости интенсивности поглощения, выраженной в единицах оптической плотности от длины волны
  - в виде графика зависимости логарифма молярного коэффициента погашения растворенного вещества от длины волны
  - в виде графика зависимости логарифма молярного коэффициента погашения растворенного вещества от волнового числа
- Что такое коэффициент погашения, растворенного вещества?
  - характеризует поглощение раствора, концентрация которого 1 моль/л, в кювете с длиной светового пути 1 см.
  - характеризует поглощение раствора, концентрация которого 10 моль/л, в кювете с длиной светового пути 1 см.
  - характеризует поглощение раствора, концентрация которого 1 моль/л, в кювете с длиной светового пути 10 см.
- Как характеризуют УФ-спектр?
  - $\lambda_{\text{макс}} (\epsilon)$  (растворитель)
  - $\lambda_{\text{макс}}$
  - $\epsilon$
  - $\lambda_{\text{макс}}$  (растворитель)
- УФ-спектры снимают растворов веществ, так как в этом случае возможно точно измерить интенсивность поглощения излучения при простом способе приготовления образца. Для УФ-области спектра выше 200 нм прозрачны многие растворители. Выберите растворители, которые можно использовать для записи УФ-спектра (
  - гексан

- Б) гептан
- В) циклогексан
- Г) вода
- Д) метанол
- Е) этанол
- Ж) диоксан
- З) жидкие непредельные углеводороды
- К) ароматические углеводороды
- Л) уксусная кислота

8. Что такое хромофоры?

- А) группировки, вызывающие избирательное поглощение электромагнитного колебания в УФ-области
- Б) функциональные группы органических соединений
- В) группировки, вызывающие сдвиг максимума поглощения в УФ-области

9. Что такое ауксохром?

- А) группировка атомов, не содержащая кратных связей, которая не имеет максимума поглощения в ближнем ультрафиолете, но включение которой в систему хромофора приводит к увеличению длины волны  $\pi \rightarrow \pi^*$  перехода и увеличению интенсивности поглощения

10. Батохромный сдвиг – это

- А) смещение полосы поглощения в сторону больших длин волн
- Б) смещение полосы поглощения в сторону меньших длин волн

11. Гипсохромный сдвиг – это

- А) смещение полосы поглощения в сторону больших длин волн
- Б) смещение полосы поглощения в сторону меньших длин волн

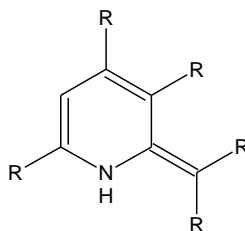
12. Для оценки  $\lambda_{\text{макс}}$  для хорошо изученных систем (диеновой,  $\alpha, \beta$ -непредельных и ароматических альдегидов, кетонов, карбоновых кислот) установлены эмпирические правила по соответствию положения основной полосы поглощения с характером сопряженного хромофора, степенью его замещения, положением и природой заместителя. Впервые такой подход для оценки  $\lambda_{\text{макс}}$  полосы поглощения предложил в 40-х годах XX века Вудворд при анализе спектров замещенных диенов и енонов. Сформулируйте правило Вудворда.

13. Пользуясь правилом Вудворда вычислите  $\lambda_{\text{макс}}$  для предложенного соединения

## Контрольная работа 2

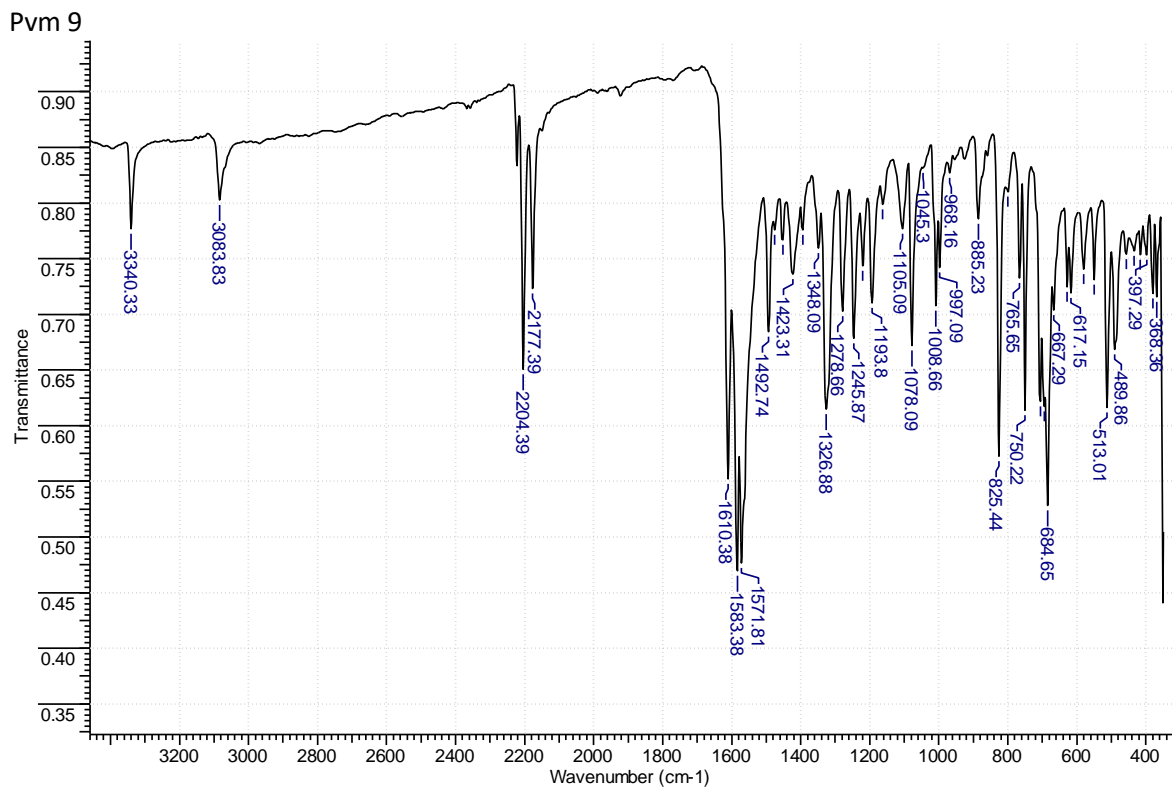
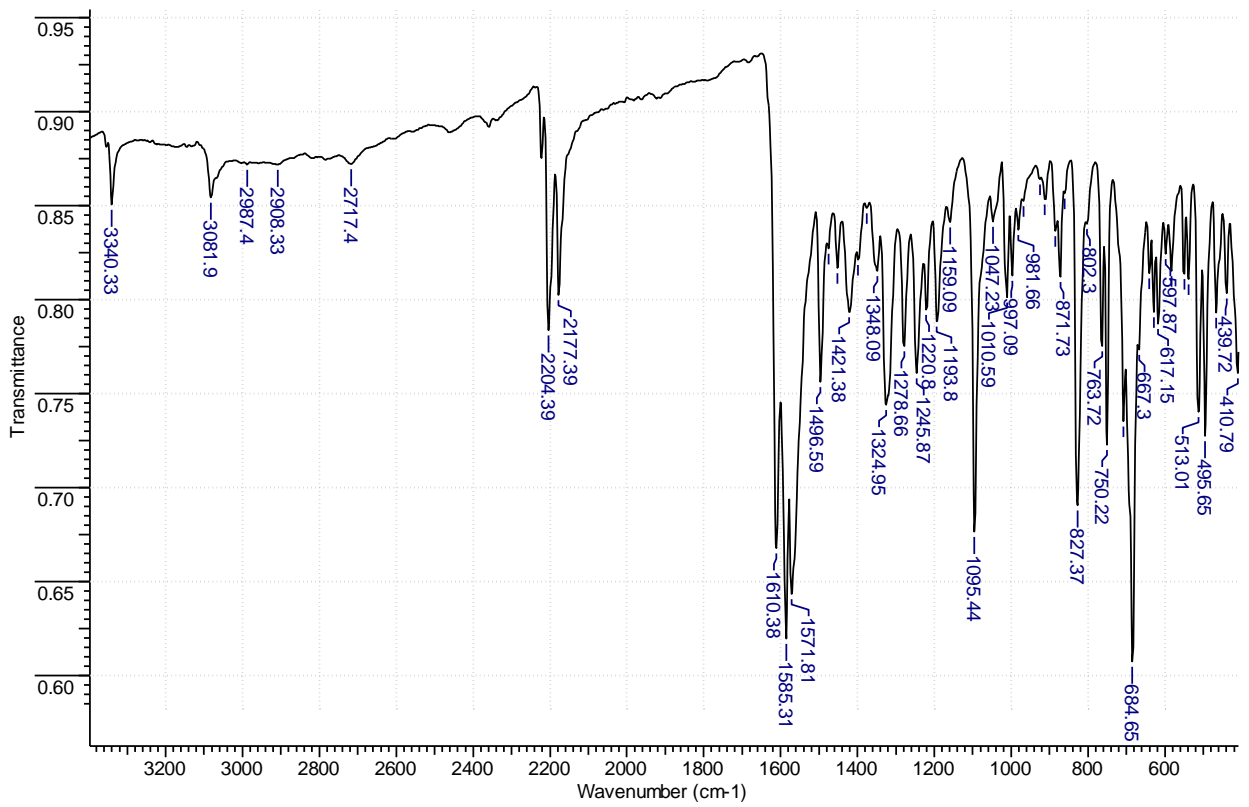
№ 1

Определите какие функциональные группы содержат производные дигидропиридина, пользуясь данными ИК-спектров



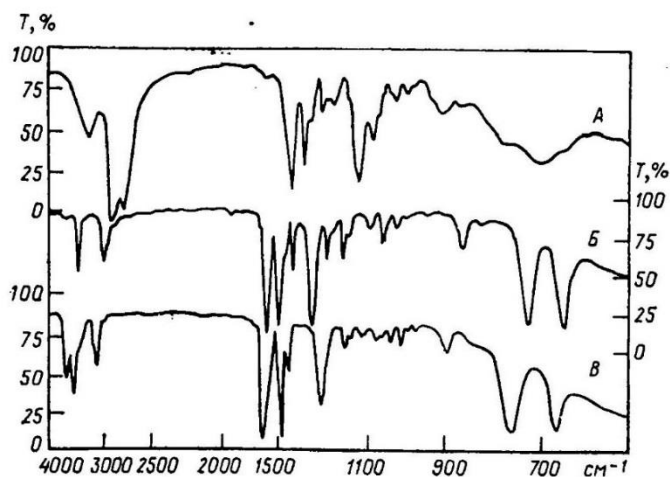
PVM 7





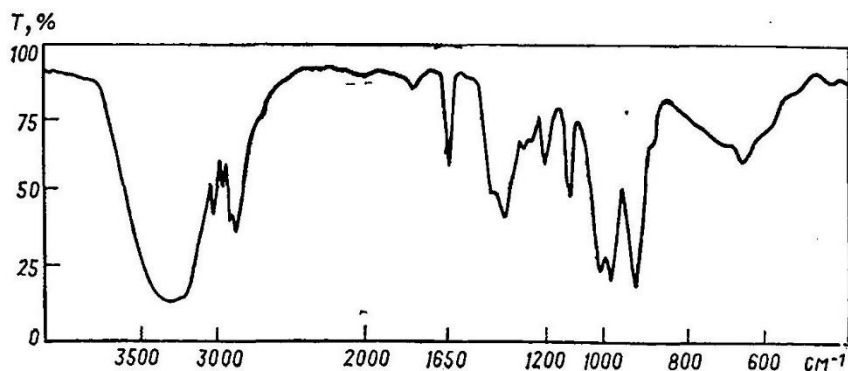
№2

Приведены спектры анилина, дифениламина и дипропиламина. Какому соединению принадлежит каждый из этих спектров? Ответ обоснуйте.



№ 3

Определите строение соединения  $C_3H_6O$  по данным ИК-спектра.

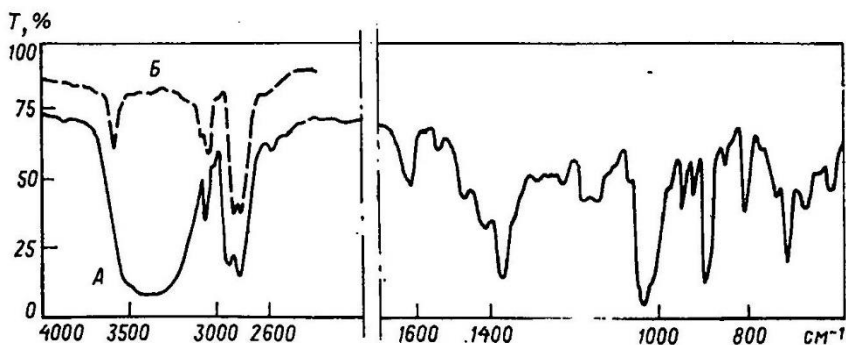


№ 4

Углеводород состава  $C_4H_6$  в ИК-спектре имеет интенсивные полосы поглощения при  $3305\text{ cm}^{-1}$  и  $2125\text{ cm}^{-1}$ . Определите строение вещества.

№5

Объясните различия в ИК-спектрах (2-оксипропил)циклопентандиена, полученных в тонком слое (А) и разбавленном (0,01 М) растворе  $CCl_4$  (Б).



**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

**1. Список вопросов для подготовки к экзамену (3 семестр)**

1. Значение методов разделения, области применения.
2. Классификация методов по природе процессов, лежащих в их основе.

Классификация методов по числу и природе фаз матрицы и концентрата.

3. Особенности многоступенчатых процессов. Взаимосвязь методов концентрирования и определения и объекта анализа.

4. Сочетание концентрирования с методами определения.

Комбинированные и гибридные методы.

5. Количественные характеристики разделения и концентрирования.

6. Особенности экстракции как метода концентрирования. Основные понятия и термины.

7. Условия экстракции различных веществ. Количественные характеристики экстракции. Закон распределения Нернста.

8. Скорость экстракции и факторы, влияющие на нее. Классификация экстракционных систем, основанная на природе экстрагентов: кислотные, основные и нейтральные экстрагенты.

9. Способы осуществления экстракции: однократная, непрерывная и противоточная. Твердофазная экстракция.

10. Приборы для экстракции. Автоматизация экстракционных процессов.

11. Пути увеличения избирательности экстракции. Синергетический эффект. Сочетание экстракции с методами определения.

12. Разделение веществ методом дистилляции. Теоретические основы метода, количественные закономерности: уравнение Клаузиуса-Клапейрона, законы Рауля, Коновалова.

13. Ректификация. Сублимация. Используемая аппаратура. Области применения метода.

14. Перекристаллизация. Кристаллизация. Особенности очистки твердых веществ.

15. Перегонка под паром. Особенности метода.

16. Перегонка под вакуумом. Особенности метода.

17. Основные методы разделения: диализ, электродиализ, испарение через мембрану, ультрафильтрация.

18. Контроль чистоты химических соединений. Метод тонкослойной хроматографии. Определение температур плавления и кипения органических соединений.

19. Рефрактометрия.

*Список вопросов для подготовки к зачету (4 семестр)*

1. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Виды осадков. Избирательное отделение матрицы.

2. Соосаждение микроэлементов с коллектором. Механизмы соосаждения. Неорганические и органические соосаждители.

3. Примеры использования соосаждения для концентрирования органических и неорганических соединений.

4. Определение функциональных групп в органических соединениях, качественный и количественный органический анализ.

5. Химические способы определения гидроксильной и карбонильной группы.

6. Определение карбоновых кислот и их производных.

7. Методы химической идентификации ненасыщенных углерод-углеродных связей.

8. Определение активных атомов водорода.

9. Химическая идентификация функциональных групп с атомом азота.

10. Анализ серосодержащих соединений.

11. Особенности сорбции как метода концентрирования. Сорбенты, общие требования к ним.

12. Виды взаимодействия сорбент - сорбат. Классификация сорбентов по типу

и по структуре поверхности.

13. Параметры сорбции: коэффициент распределения, емкость сорбента, изотермы сорбции. Кинетика сорбционных процессов.

14. Техника сорбционного концентрирования. Концентрирование в статических и динамических условиях.

15. Неорганические сорбенты на основе углеродных материалов. Неорганические сорбенты на основе оксидов и гидроксидов (силикагель, оксиды алюминия, титана и циркония, цеолиты).

16. Синтетические иониты. Пористые полимерные сорбенты.

17. Комплексообразующие сорбенты на полимерной основе. Химически модифицированные кремнеземы.

18. Примеры использования сорбентов для выделения и концентрирования неорганических и органических соединений.

19. ИК-спектроскопия как метод идентификации строения органических соединений.

### **Критерии оценивания по зачету:**

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает основные методы разделения и идентификации органических соединений, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять теоретический материал, иллюстрируя его примерами, взятыми из выполненных лабораторных работ.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по методам разделения органических соединения, не владеет методами идентификации органических соединений, довольно ограниченный объем знаний программного материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1. Учебная литература

1. 1. Практикум по органической химии: учебное пособие для студентов вузов / под ред. Н. С. Зефинова; [В. И. Теренин и др.]. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 568 с.

2. Травень, Валерий Федорович. Практикум по органической химии: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 020201 - фундаментальная и прикладная химия / В. Ф. Травень, А. Е. Щекотихин. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 592 с.

3. Травень, В.Ф. Практикум по органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ф. Травень, А.Е. Щекотихин. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 595 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94137>

4. Сильверстейн, Роберт. Спектрометрическая идентификация органических соединений = Spectrometric identification of organic compounds : [учебное пособие] / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с

5. Практикум по органической химии: учебное пособие / В. И. Теренин [и др.]. - М.: Лаборатория знаний, 2015. - 571 с. - <https://e.lanbook.com/book/84123#authors>.

### 5.2. Периодическая литература

1. Успехи химии - российский научный журнал, публикующий обзорные статьи по актуальным проблемам химии и смежных наук.

2. Журнал органической химии - российский научный журнал, публикующий статьи по теоретическим проблемам органической химии, механизмам реакций органических соединений, соотношениям между физическими свойствами, реакционной способностью и строением, по новым реакциям и методам получения органических соединений, по основным проблемам развития важнейших направлений органического синтеза.

3. Журнал общей химии – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные направления развития химии, публикующий работы, посвященные актуальным общим вопросам химии и проблемам, возникающим на стыке различных разделов химии, а также на границах химии и смежных с ней наук (металлоорганические соединения, элементорганическая химия, органические и неорганические комплексы, механохимия, нанохимия и т. д.).

### 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

#### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>)
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

**Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.

**Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

**6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное изучение дисциплины «Методы анализа и разделения органических соединений» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

- 1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;
- 2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты

лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

| Наименование специальных помещений  | Оснащенность специальных помещений   | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа   | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер  | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер  | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии (ауд. 414С)   | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор)<br>Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные A&D EK-410i, электроплитки – 10 шт., сушильный шкаф, мешалки механические – 8 шт., мешалки магнитные ИКА HS 7 – 8 шт., ротационные испарители – 2 шт., рефрактометр ИРФ-454 Б2М, приборы для определения температуры плавления ПТП – 8 шт., химические реактивы. | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |

|  |  |
|--|--|
| Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) | Курсовая работа не предусмотрена учебным планом. |
|--|--|

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся  | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|--|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401С)                        | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows;<br>Microsoft Office          |