

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.О.17 Органическая химия

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:**

Доктор химических наук, доцент Бернацкий Павел Николаевич

Кандидат химических наук, Балыбин Дмитрий Викторович

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.....  | 53  |
| 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....   | 107 |
| 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....   | 108 |
| 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы..... | 109 |

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

### 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   |
|---|--|---|
|   | ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием | Проводит синтез органических веществ и исследует их свойства с использованием стандартных методик |

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

| № п/п | Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи | Форма обучения  |   |   |   |   |   |
|-------|--|-----------------|---|---|---|---|---|
|       |  | Очная (семестр) |   |   |   |   |   |
|       |  | 1               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1     | Аналитическая химия  |                 |   | + | + |   |   |
| 2     | Неорганическая химия   | +               | + |   |   |   |   |
| 3     | Ознакомительная практика                                     |                 |   |   | + |   |   |

|   |                                      |  |  |  |  |   |   |
|---|--------------------------------------|--|--|--|--|---|---|
| 4 | Технологическая практика             |  |  |  |  |   | + |
| 5 | Химический анализ природных объектов |  |  |  |  | + |   |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Органическая химия» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Органическая химия» изучается в 4, 5 семестрах.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 14 з.е.

Очная: 14 з.е.

| Вид учебной работы                   | Очная<br>(всего часов) |
|--------------------------------------|------------------------|
| <b>Общая трудоёмкость дисциплины</b> | <b>504</b>             |
| Контактная работа                    | 376                    |
| Лекции (Лекции)                      | 136                    |
| Лабораторные (Лаб. раб.)             | 104                    |
| Практические (Практ. раб.)           | 136                    |
| Самостоятельная работа (СР)          | 92                     |
| Экзамен                              | -                      |
| Зачет                                | 36                     |

## 3.2. Содержание курса:

| №<br>темы | Название<br>раздела/темы  | Вид учебной<br>работы, час. |                  |                    |    | Формы текущего<br>контроля                          |
|-----------|---|-----------------------------|------------------|--------------------|----|---|
|           |   | Лек<br>ции                  | Лаб<br>.<br>раб. | Пра<br>кт.<br>раб. | СР |   |
|           |   | О                           | О                | О                  | О  |   |
| 4 семестр |   |                             |                  |                    |    |   |
| 1         | Основные понятия органической химии. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Качественный и количественный анализ. | 10                          | -                | 10                 | 8  | работа на семинаре;<br>Тестирование                 |
| 2         | Алканы  | 12                          | 14               | 12                 | 10 | лабораторная работа;<br>Тестирование                |
| 3         | Алкены  | 12                          | 14               | 12                 | 10 | лабораторная работа;<br>коллоквиум;<br>Тестирование |

|           |  |    |    |    |    |  |
|-----------|--|----|----|----|----|--|
| 4         | Алкадиены.   | 12 | 14 | 12 | 10 | лабораторная<br>работа;<br>Тестирование                |
| 5         | Алкины   | 10 | 14 | 10 | 10 | лабораторная<br>работа;<br>коллоквиум;<br>Тестирование |
| 5 семестр |  |    |    |    |    |  |
| 6         | Спирты, простые<br>эфир, а-окиси                                     | 4  | -  | 4  | 2  | Тестирование   |
| 7         | Карбонильные<br>соединения.<br>Непредельные<br>альдегиды и<br>кетоны | 4  | 4  | 4  | 2  | Тестирование;<br>лабораторная<br>работа                |
| 8         | Карбоновые<br>кислоты и их<br>производные                            | 6  | 6  | 4  | 2  | лабораторная<br>работа;<br>Тестирование                |
| 9         | Гидроксикислоты  | 4  | 6  | 4  | 2  | коллоквиум;<br>лабораторная<br>работа                  |
| 10        | Альдегидо- и<br>кетоникислоты  | 6  | 8  | 4  | 2  | Тестирование;<br>лабораторная<br>работа                |
| 11        | Углеводы   | 6  | 4  | 6  | 4  | лабораторная<br>работа;<br>Тестирование                |
| 12        | Аминокислоты   | 4  | 4  | 4  | 2  | коллоквиум;<br>лабораторная<br>работа                  |
| 13        | Циклоалканы  | 6  | -  | 4  | 2  | Тестирование;<br>лабораторная<br>работа                |
| 14        | Ароматические<br>углеводороды<br>(бензол и его<br>гомологи).         | 6  | 10 | 6  | 4  | Тестирование;<br>лабораторная<br>работа                |
| 15        | Галогено-, сульфо-<br>и<br>нитропроизводные<br>бензольного ряда      | 4  | -  | 6  | 2  | Тестирование   |
| 16        | Гидроксипроизвод<br>ные бензольного<br>ряда                          | 6  | -  | 6  | 2  | Тестирование;<br>коллоквиум                            |
| 17        | Альдегиды,<br>кетоны, кислоты<br>ряда бензола.<br>Хиноны             | 4  | -  | 4  | 2  | лабораторная<br>работа;<br>Тестирование                |
| 18        | Ароматические<br>амины. Диазо- и<br>азосоединения                    | 4  | 2  | 6  | 2  | лабораторная<br>работа;<br>Тестирование                |

|    |   |   |   |   |   |                                    |
|----|---|---|---|---|---|------------------------------------|
| 19 | Многоядерные ароматические соединения с неконденсированными бензольными ядрами, трифенилметановые красители | 4 | - | 6 | 2 | Тестирование                       |
| 20 | Нафталин, антрацен и их производные   | 4 | 2 | 4 | 4 | лабораторная работа                |
| 21 | Пятичленные гетероциклы   | 4 | - | 4 | 4 | Тестирование                       |
| 22 | Шестичленные гетероциклы  | 4 | 2 | 4 | 4 | лабораторная работа;<br>коллоквиум |

## **Тема 1. Основные понятия органической химии. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Качественный и количественный анализ. (ОПК-2)**

### **Лекция.**

Источники органического сырья. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Качественный элементный анализ (открытие углерода, водорода, азота, серы, галогенов). Принципы количественного элементного анализа, установление молекулярной формулы соединения. Формирование и основные положения теории строения органических соединений (теория радикалов, теория типов, теория А.М.Бутлерова). Классификация органических соединений. Важнейшие источники информации об органических соединениях и органических реакциях (справочник Бейльштейна, Словарь органических соединений, указатели синтезов и сборники препаративных методик, научные журналы, реферативные журналы и т.д.)

### **Практическое занятие.**

#### **1. Решение задач**

Примеры типовых задач.

- Одинаковое количество алкена в результате присоединения хлора и брома образует соответственно 7,05 г дихлоралкана и 11,5 г дибромалкана. Установите молекулярную формулу алкена.
- Одинаковое количество алкена в результате присоединения хлороводорода и бромоводорода образует соответственно 12,9 г хлорпроизводного и 21,8 г бромпроизводного. Установите молекулярную формулу алкена.
- При сгорании органического вещества массой 4,2 г получили 13,2 г углекислого газа и 5,4 г воды. Плотность паров вещества по азоту равна 3. Установите молекулярную формулу вещества.

Пример типовых заданий.

- В молекуле 2,2,3,3-тетраметилгексана число четвертичных атомов углерода равно

1) 1            2) 2            3) 3            4) 4

- Пространственная (цис-транс) изомерия возможна для

1) циклоалканов    3) алканов  
2) алкинов            4) алканолов

- Изомерия положения кратных связей возможна для

1) циклоалканов    3) алканов  
2) алкинов            4) алканолов

- Какие из приведенных утверждений верны?

А. Гомологи – вещества с одинаковым качественным и количественным составом.

Б. Изомеры - вещества схожие по строению и свойствам, отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп атомов  $-CH_2$ .

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

5. Какие из приведенных утверждений верны?

А. Структурные формулы отражают состав вещества и порядок соединения атомов в молекулах.

Б. Атомы углерода в молекулах органических соединений четырехвалентны.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

6. Какие из приведенных утверждений об особенностях органических соединений верны?

А. Углерод входит в состав всех органических веществ.

Б. Атомы углерода способны образовывать между собой и с другими атомами одинарные, двойные и тройные связи.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

7. Какие из приведенных утверждений об особенностях органических соединений верны?

А. Валентность и степень окисления атомов углерода в органических соединениях всегда численно совпадают.

Б. Большинство органических соединений имеет молекулярное строение.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

8. Какие из приведенных утверждений об особенностях органических соединений верны?

А. Число органических соединений значительно превышает число неорганических.

Б. Представители одного гомологического ряда характеризуются сходными химическими свойствами.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

9. Какие из приведенных утверждений об особенностях органических соединений верны?

А. Состав всех членов одного гомологического ряда можно выразить одной общей формулой.

Б. Органические вещества, как правило, горючи и при нагревании разлагаются.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

10. В молекуле 2,2-диметилбутана число первичных атомов углерода равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

11. В молекуле 2,3,3-триметилпентана число вторичных атомов углерода равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

12. В молекуле 2,3-диметилбутанола-2 число третичных атомов углерода равно



- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

### Лабораторные работы.

не предусмотрено

### Задания для самостоятельной работы.

1. Какое суждение верно?

Нуклеофильный реагент:

- а) имеет избыток электронной плотности;
- б) не имеет заряда;
- в) предоставляет свои электроны для образования химической связи;
- г) образует новую химическую связь за счет электронов субстрата.

2. Заместители второго рода в реакциях электрофильного ароматического замещения:

- а) OH; б) NO<sub>2</sub>; в) COCH<sub>3</sub>; г) I; д) CN; е) NHCOCH<sub>3</sub>.

3. Наиболее активен при нитровании в ароматическое кольцо:

- а) бензол; б) нитробензол; в) толуол; г) ацетофенон.

4. Число структурных изомеров соединения состава C<sub>7</sub>H<sub>7</sub>Cl:

- а) 3; б) 4; в) 5; г) 6.

## Тема 2. Алканы (ОПК-2)

### Лекция.

Алканы. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия, алкильные радикалы. Природные источники. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление различных классов органических соединений, реакция Вюрца, декарбоксилирование и электролиз солей карбоновых кислот (реакция Кольбе).

Электронное и пространственное строение алканов, длины связей и валентные углы. Сигма - связи. Описание электронного строения метана по методу молекулярных орбиталей. Вращательная изомерия, конформации и их относительные энергии. Физические свойства алканов и их зависимость от длины углеродной цепи и степени ее разветвленности. Спектральные характеристики.

Химические свойства алканов. Гомолитический тип разрыва связи. Свободные, радикалы, качественная трактовка электронного строения, факторы, определяющие их относительную стабильность. Фторирование, хлорирование, сульфохлорирование, сульфоокисление; образование солей, хлорангидридов, эфиров и амидов сульфокислот, их применение. Гидрирование (жидкофазное и паровфазное), окисление по первичному, вторичному и третичному атомам углерода. Крекинг алканов (распад, диспропорционирование, соединение). Основные пути использования алканов

### Практическое занятие.

Решение задач.

Примеры типовых задач.

1. В результате сгорания алкана получили 13,2 г углекислого газа и 7,2 г воды. Установите молекулярную формулу алкана.
2. При сгорании органического вещества массой 9,0 г получили 26,4 г углекислого газа и 16,2 г воды. Плотность паров вещества по кислороду равна 0,9375. Установите молекулярную формулу вещества.
3. При полном сгорании органического вещества, не содержащего кислород, получили 4,48 л (н.у.) углекислого газа, 3,6 г воды и 2,24 л (н.у.) хлороводорода. Установите молекулярную формулу вещества.

### Лабораторные работы.

#### ОПЫТ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРА ПО ЗЕЛеной ОКРАСКЕ ПЛАМЕНИ

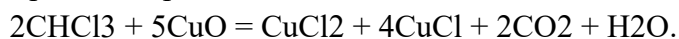
Реактивы и материалы: органическое вещество (хлороформ, дихлорэтан); медная проволока.

Галогены проще всего открываются по Бейльштейну – прокаливанием органического вещества с оксидом меди (II) в пламени горелки.

Медную проволоку длиной 10 см с петлей на конце прокаливают в пламени горелки до исчезновения посторонней окраски пламени (признак отсутствия загрязнения медной петли). Остывшую петлю, покрывшуюся черным налетом оксида меди, опускают в пробирку с 1–2 каплями испытуемого вещества и вновь вносят в пламя горелки. Появляется характерная ярко-зеленая окраска пламени.

При прокаливании кислород оксида меди (II) окисляет углерод и водород органического вещества в диоксид углерода и воду. Медь образует с галогенами летучие соединения, которые и окрашивают пламя горелки в зеленый цвет. Появление зеленого окрашивания указывает на присутствие в органическом соединении галогена.

Уравнения реакции:



Контрольные задания

- 1 Почему помутнел раствор известковой воды (опыт 2)? Напишите уравнение реакции.
- 2 Почему белый порошок сульфата меди (II) стал голубым (опыт 2)? Напишите уравнение реакции, учитывая, что к безводному сульфату меди (II) присоединяется 5 молекул воды.
- 3 Что произошло с чёрным порошком оксида меди (II) (опыт 2)?
- 4 Докажите, что сахароза содержит углерод. Проведите опыт.
- 5 Определите качественный состав поливинилхлорида.
- 6 Определите качественный и количественный анализ мочевины, калиевой соли бензойной кислоты. Напишите уравнения реакции.

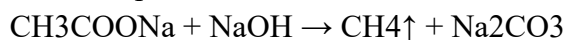
## ОПЫТ 2. ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАНА И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО СВОЙСТВ

Реактивы и материалы: уксуснокислый натрий (обезвоженный); натронная известь; бромная вода, насыщенный раствор; перманганат калия, 1н раствор.

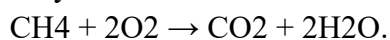
Оборудование: штатив; спиртовка; пробирка с газоотводной трубкой.

Получение метана и его строение. В сухую пробирку I, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, помещают смесь из обезвоженного уксуснокислого натрия и натронной извести ( $\text{Ca(OH)}_2 + \text{NaOH}$ ) (примерно 1 : 2), высота слоя 6...10 мм. Затем укрепляют пробирку горизонтально в штатив и нагревают смесь в пламени спиртовки.

При нагревании натриевой соли уксусной кислоты с натронной известью происходит расщепление соли с образованием метана:



Поджигают выделяющийся газообразный метан у конца газоотводной трубки, метан горит голубоватым несветящимся пламенем:



Нагревание натриевых солей карбоновых кислот с натронной известью является общим лабораторным способом получения предельных углеводородов.

Отношение метана к бромной воде и перманганату калия. В пробирку II помещают 5 капель раствора перманганата калия и в пробирку III 3...5 капель бромной воды. Не прекращая нагревания смеси в пробирке I, вводят поочередно конец газоотводной трубки в пробирки II, III. Обесцвечивание растворов перманганата калия и бромной воды не происходит. Почему?

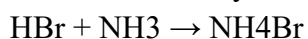
## ОПЫТ 3. БРОМИРОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

(опыт проводить в вытяжном шкафу).

Реактивы и материалы: жидкие алканы (пентан, гексан); раствор брома в органическом растворителе; аммиак 25 %-ный раствор; лакмусовая бумага (синяя).

Оборудование: пробирка; пинцет; стеклянная палочка.

В сухую пробирку помещают 4 капли смеси пентана и гексана и добавляют 1...2 капли раствора брома. Содержимое пробирки перемешивают на холоде. Почему окраска брома при этом не изменяется? Нагревают содержимое пробирки до исчезновения окраски. В отверстие пробирки вносят стеклянную палочку, смоченную раствором аммиака – появляется белый дымок –  $\text{NH}_4\text{Br}$ :



Пинцетом вносят в пробирку синюю лакмусовую бумагу, смоченную водой – лакмусовая бумага краснеет. Объясните почему?

### Задания для самостоятельной работы.

1. Какое суждение верно

**Нуклеофильный реагент**

а) имеет избыток электронной плотности;

б) не имеет заряда;

в) предоставляет свои электроны для образования химической связи;

г) образует новую химическую связь за счет электронов субстрата

2. Заместители второго рода в реакциях электрофильного ароматического замещения:

а) OH; б) NO<sub>2</sub>; в) COCH<sub>3</sub>; г) I; д) CN; е) NHCOCH<sub>3</sub>

3. Наиболее активен при нитровании в ароматическое кольцо:

а) бензол; б) нитробензол; в) толуол; г) ацетофенон

4. Число структурных изомеров соединения состава C<sub>7</sub>H<sub>7</sub>Cl:

а) 3; б) 4; в) 5; г) 6.

### Тема 3. Алкены (ОПК-2)

#### Лекция.

Номенклатура, изомерия. Способы получения: дегидрирование алканов, частичное гидрирование алкинов, дегидрогалогенирование и правило Зайцева. E1 и E2 - механизмы дегидрогалогенирования, дегалогенирование, дегидратация спиртов и ее механизм.

Термическое разложение четвертичных аммониевых оснований (реакция Гофмана), превращение карбонильной группы в группу C=C (Виттиг), крекинг нефтепродуктов. Природа двойной углерод-углеродной связи. Свойства ПИ - связи. Описание электронного строения этилена в рамках метода молекулярных орбиталей. Геометрическая (цис - транс -) изомерия алкенов. Физические свойства и спектральные характеристики алкенов.

Химические свойства алкенов: гидрирование, присоединение галогеноводородных кислот, галогенов, воды, электрофильный механизм присоединения по связи C = C. Стереохимия электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его интерпретация. Обращение ориентации присоединения бромистого водорода (по Карашу) как результат изменения механизма реакции (перекисный эффект). Радикальные реакции алкенов.

Реакции окисления алкенов: эпоксидование (Прилежаев, Шарплесс), цис- и транс-гидроксилирование (реакция Вагнера), расщепление связи C = C, озонлиз. Полимеризация: катионная, свободнорадикальная и координационная. Тэломеризация.

Реакция алкенов по аллильному положению: галогенирование, окисление, окислительный аммонолиз. Аллильная  $\pi$ -электронная система,  $\pi, \pi$ -сопряжение, качественное описание в терминах теории МО и характер распределения электронной плотности в аллильных катионе, радикале, анионе.

#### Практическое занятие.

Решение задач.

Примеры типовых задач.

1. При нагревании пропанола-1 массой 120 г в присутствии концентрированной серной кислоты с выходом 80% получили пропен, объем (н.у.) которого составил \_\_\_\_\_ л. (Запишите число с точностью до сотых.)

2. Масса бромной воды с массовой долей брома 3,2%, которая необходима для поглощения бутена-1 объемом 3,36 л (н.у.), равна \_\_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до целых.)

3. Смесь этана и этена объемом 13,44 л (н.у.) может обесцветить 500 г бромной воды с массовой долей брома 3,2%. Объемная доля этена в исходной смеси газов равна \_\_\_\_\_ %. (Запишите число с точностью до десятых.)

#### Лабораторные работы.

##### ОПЫТ 1. ПОЛУЧЕНИЕ ЭТИЛЕНА И ЕГО ГОРЕНИЕ

Реактивы и материалы: этиловый спирт 96 %-ный; серная кислота,  $\rho = 1,84$  г/см<sup>3</sup>; бромная вода, насыщенный раствор; раствор перманганата калия 0,1 н. раствор.

Оборудование: песок; пробирка с газоотводной трубкой; спиртовка.

В сухую пробирку помещают несколько крупинок песка, 6 капель этилового спирта и 8 капель концентрированной серной кислоты. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают смесь над пламенем спиртовки.

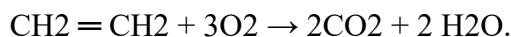
Концентрированная серная кислота является окислителем. При нагревании смеси спирта с концентрированной серной кислотой кроме этилена и следов диэтилового эфира  $(C_2H_5)_2O$ , также образуется ряд продуктов окисления органических соединений, например,  $CO_2$ , уголь С (обычно смесь в пробирке чернеет). Серная кислота при этом восстанавливается углеродом до диоксида серы:  $2H_2SO_4 + C \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$ .

Если реакцию вести в присутствии песка, сульфата алюминия (катализаторы, ускоряющие дегидратацию спирта), диоксид серы не образуется, следовательно, почернение смеси не происходит.

Выделяющийся газ поджигают у конца газоотводной трубки – он горит светящимся пламенем.

Выделяющийся этилен горит светящимся пламенем:

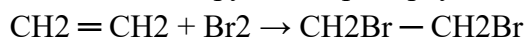
Уравнение реакции:



## ОПЫТ 2. ПРИСОЕДИНЕНИЕ К ЭТИЛЕНУ БРОМА

(продолжение опыта №3).

Не прекращая нагревания пробирки со смесью спирта и серной кислоты (опыт 3), опускают конец газоотводной трубки в пробирку с 5 каплями бромной воды. Уравнение реакции:

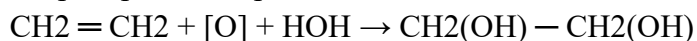


Для алкенов характерны реакции присоединения по месту двойной связи. Реакция обесцвечивания водного раствора брома служит качественной реакцией на двойную связь.

## ОПЫТ 3. ОТНОШЕНИЕ ЭТИЛЕНА К ОКИСЛИТЕЛЯМ

(продолжение опыта №2).

Не прекращая нагревания пробирки со смесью спирта и серной кислоты (опыт 3), опускают конец газоотводной трубки в пробирку с 1 каплей раствора перманганата калия и 4 каплями воды. Раствор перманганата калия быстро обесцвечивается. При этом алкен окисляется в двухатомный спирт. Уравнение реакции:



Эта реакция является качественной реакцией на двойную связь.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Алкены. Номенклатура, изомерия.
2. Способы получения алкенов. Механизмы реакций:
3. Природа двойной углерод-углеродной связи. Физические свойства и спектральные характеристики алкенов.
4. Химические свойства алкенов:
5. Ионные и радикальные реакции алкенов.

## Тема 4. Алкадиены. (ОПК-2)

### Лекция.

Номенклатура, классификация и изомерия. Важнейшие 1,3- диены и способы их получения: дегидрирование алкан-алкеновых смесей, дегидрохлорирование, дегидратация двухатомных спиртов. Синтез дивинила

С.В.Лебедевым, механизм реакции. Природа углерод-углеродных связей в диеновых углеводородах.

□, □- сопряжение, делокализованные □-МО в сопряженных диенах.

Химические свойства 1,3-диенов: каталитическое гидрирование, электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов, механизм присоединения. Ориентация в этих реакциях в условиях кинетического и термодинамического контроля. Диеновый синтез. Понятие о правилах Вудварда - Хоффмана; представление о разрешенных и запрещенных по симметрии реакциях циклоприсоединения с позиций рассмотрения граничных МО реагентов. Полимеризация и циклоолигомеризация 1,3 -диенов.

Разновидности линейной полимеризации и ее техническое значение. Природный и синтетический каучук. Гуттаперча. Получение изопрена из ацетона и ацетилен (Фаворский). Вулканизация каучука. Понятие об изопреноидах. Полиены. Каротиноиды. Полиацетилен. Кумулены: электронное и пространственное строение. Стереохимия кумуленов.

### Практическое занятие.

Решение задач.

Примеры типовых заданий

1. Алкадиен массой 4,1 г может вступить в реакцию присоединения с бромом, образуя при этом 20,1 г тетрабромпроизводного. Установите молекулярную формулу алкадиена.
2. В результате сгорания алкадиена образовалось 17,6 г углекислого газа и 5,4 г воды. Установите молекулярную формулу алкадиена.
3. Для полного сгорания алкадиена потребовалось 3,136 л (н.у.) кислорода, в результате чего образовалось 4,4 г углекислого газа. Установите молекулярную формулу алкадиена.

### Лабораторные работы.

#### ОПЫТ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕРОДА ПРОБОЙ НА ОБУГЛИВАНИЕ

(опыт проводят в вытяжном шкафу)

Реактивы: толуол.

Оборудование: фарфоровая чашка; стеклянная пластинка (стеклянная палочка).

В маленькую фарфоровую чашечку наливают 2–3 капли толуола. При поджигании толуол горит коптящим пламенем. При внесении в пламя стеклянной пластинки или палочки на них образуется слой копоти – углерод. Следовательно, толуол является органическим веществом. Уравнение реакции:



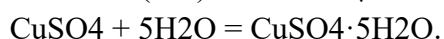
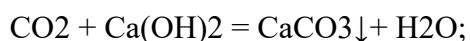
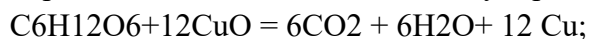
#### ОПЫТ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕРОДА И ВОДОРОДА СОЖЖЕНИЕМ ВЕЩЕСТВА С ОКСИДОМ МЕДИ

Реактивы: органическое вещество (глюкоза, глицерин, крахмал, сахароза, парафин); оксид меди (II) (порошок); известковая вода; сульфат меди (II) безводный.

Оборудование: пробирка с газоотводной трубкой; стеклянная палочка; микролопатка.

В сухую пробирку I насыпают черный порошок оксида меди (слой высотой около 5 мм), добавляют половину микролопатки органического вещества и тщательно перемешивают, встряхивая пробирку. В верхнюю часть пробирки помещают небольшой комочек ваты, на который насыпают немного белого порошка безводного сульфата меди (II). Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, при этом конец трубки должен почти упираться в вату с сульфатом меди (II) –  $CuSO_4$ . Нижний конец трубки опускают в пробирку II, предварительно налив в нее 5–6 капель известковой воды –  $Ca(OH)_2$ . Пробирку I нагревают над пламенем спиртовки. Через несколько секунд из газоотводной трубки начинают выходить пузырьки газа, и известковая вода мутнеет вследствие выделения белого осадка углекислого кальция.

Пробирку II удаляют. Продолжают нагревать пробирку I пока не произойдет изменение цвета белого порошка обезвоженного медного купороса, находящегося на ватной пробке. Уравнения реакции:



Метод основан на том, что при прокаливании органического вещества в смеси с окислителем (оксидом меди(II) – CuO) происходит окисление углерода органического вещества в диоксид углерода, а водорода – в воду. Оксид меди (II) при этом восстанавливается до металлической меди. Выделение диоксида углерода доказывается появлением белого осадка углекислого кальция. Воду обнаруживают по образованию синих кристаллов кристаллогидрата медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

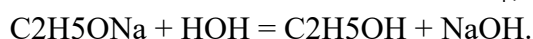
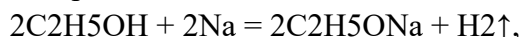
### ОПЫТ 3. КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЗОТА

Реактивы: мочевины кристаллическая; натрий металлический; сульфат железа (II) 0,1н раствор; хлорид железа (III) 0,1н раствор; соляная кислота 2н раствор; этиловый спирт 90 %-ный.

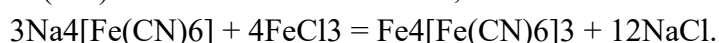
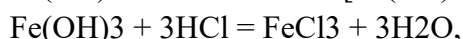
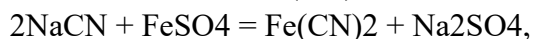
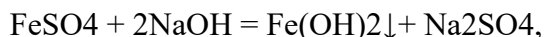
Оборудование: пробирки; стекла предметные; пипетки; фильтровальная бумага.

В сухую пробирку помещают 5–10 г мочевины (несколько кристаллов) и вносят небольшой кусочек металлического натрия. Смесь осторожно нагревают над пламенем спиртовки до сплавления мочевины с натрием. При этом наблюдается небольшая вспышка.

После охлаждения пробирки со сплавом в нее добавляют три капли этилового спирта для устранения остатков металлического натрия. При этом образуется алкоголят натрия и выделяется водород:



Затем в пробирку добавляют 5 капель дистиллированной воды и нагревают над пламенем спиртовки до растворения образовавшегося цианистого натрия. С помощью пипетки переносят раствор цианистого натрия на предметное стекло, добавляют 1 каплю сульфата железа (II), который в присутствии щелочи, образовавшейся при реакции алкоголята натрия с водой дает грязно-зеленый осадок гидроксида железа (II) и желтый осадок гидроксида железа (III). Если в растворе имеется избыток цианистого натрия, то образуется гексациано-феррат (II) натрия  $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . На фильтровальную бумагу (30 x 30 мм) наносят 1 каплю мутной жидкости, после того, как капля впитается, на это же место наносят 1 каплю соляной кислоты. Уравнения реакции:



Берлинская лазурь может образовываться только после растворения гидроксида железа (III) в кислоте.

При проведении опыта необходимо обратить внимание на то, чтобы натрий плавился вместе с органическим веществом. Если натрий плавится отдельно

#### Задания для самостоятельной работы.

1. Алкадиены. Номенклатура, классификация и изомерия.
2. Важнейшие 1,3- диены и способы их получения:
3. Природа углерод-углеродных связей в диеновых углеводородах.  $\square$ ,  $\square$ - сопряжение, делокализованные  $\square$ -МО в сопряженных диенах.
4. Химические свойства 1,3-диенов

5. Полимеризация и циклоолигомеризация 1,3 -диенов.

Разновидности линейной полимеризации и ее техническое значение.

5. Природный и синтетический каучук. Гуттаперча. Вулканизация каучука. Понятие об изопреноидах. Полиены

## Тема 5. Алкины (ОПК-2)

### Лекция.

Номенклатура и изомерия алкинов. Способы образования тройной связи. Карбидный и пиролизный методы получения ацетилена, действие спиртового раствора щелочи на дигалогенопроизводные с геминальным и вицинальным расположением атомов галогенов. Описание тройной связи на основе представления об  $sp$ -гибридизации.

Физические свойства и основные спектральные характеристики алкинов. Химические свойства: кислотный характер, каталитическое восстановление натрием в жидком аммиаке, гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция М.Г. Кучерова), присоединение органических кислот, спиртов, циановодорода, реакции Фаворского и Реппе на основе ацетилена.

Нуклеофильное присоединение по тройной связи. Превращение ацетилена в винилацетилен, промышленное значение этой реакции. Циклоолигомеризация алкинов. Алкины как диенофилы.

### **Практическое занятие.**

Решение задач

Типовые задания

1. Метан объемом 300 л (н.у.) подвергли пиролизу и с выходом 75% получили ацетилен, объем (н.у.) которого равен \_\_\_\_\_ л. (Запишите число с точностью до десятых.)
2. Масса бромоводорода, которую максимально может присоединить бутин-1 объемом 0,336 л (н.у.), равна \_\_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до сотых.)
3. Из ацетилена объемом 44,8 л (н.у.) по реакции Кучерова с выходом 90% получили ацетальдегид, масса которого равна \_\_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до десятых.)

### **Лабораторные работы.**

#### **ОПЫТ 1. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА АЦЕТИЛЕНА**

Материалы: карбид кальция (кусочки), бромная вода (насыщенная), 1%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, аммиачный раствор оксида серебра, аммиачный раствор хлорида меди (I).

Опыты с ацетиленом следует проводить под тягой, т.к. ацетилен, получаемый из карбида кальция, имеет неприятный запах и является ядовитым из-за наличия в нем различных примесей, особенно фосфористого водорода.

Реакции получения ацетилена и взаимодействия его с бромной водой, раствором перманганата калия, аммиачным раствором оксида серебра, аммиачным раствором хлорида меди (I) протекают быстро, поэтому вначале в пробирки наливают необходимые реактивы, только затем начинают эксперимент.

В первую пробирку наливают 3-4 мл бромной воды; во вторую - 1 мл раствора перманганата калия и 1 мл раствора соды; в третью - 3 мл аммиачного раствора оксида серебра; в четвертую - 3 мл аммиачного раствора хлорида меди (I).

В пробирку помещают 2-3 небольших кусочка карбида кальция  $CaC_2$ , и приливают 1-2 мл воды. Пробирку сразу же закрывают пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом, т.к. начинается выделение ацетилена. Выделяющийся ацетилен поджигают, отмечают характер пламени. В пламя вносят фарфоровую чашку или крышку от тигля, наблюдают, образуется ли черное пятно сажи.

Газоотводную трубку опускают в бромную воду в первой пробирке, наблюдают за признаками протекания химической реакции. Аналогично ацетилен пропускают через подщелоченный раствор перманганата калия во второй пробирке, наблюдая за ходом реакции.

Далее ацетилен пропускают через аммиачные растворы в третьей и четвертой пробирках и наблюдают выпадение осадков ацетиленидов серебра и меди.

Образовавшийся осадок ацетиленида серебра отфильтровывают через складчатый фильтр и просушивают между листами фильтровальной бумаги. Затем осадок помещают на асбестовую сетку и осторожно нагревают под тягой, надев защитные очки. Ацетиленид серебра разлагается со взрывом.

Остатки ацетиленида серебра уничтожают в соляной кислоте, разбавленной в соотношении 1:4.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Алкины. Номенклатура и изомерия алкинов.
2. Физические свойства и основные спектральные характеристики алкинов.

3. Химические свойства алкинов.

4. Нуклеофильное присоединение по тройной связи. Превращение ацетилена в винилацетилен, промышленное значение этой реакции. Циклоолигомеризация алкинов. Алкины как диенофилы.

## Тема 6. Спирты, простые эфиры, α-окиси (ОПК-2)

### Лекция.

Одноатомные насыщенные спирты. Номенклатура, изомерия, классификация. Способы образования спиртовой гидроксильной группы: присоединение воды по связи  $C=C$ , гидролиз связи  $C$ -галоген, восстановление карбонильной и сложноэфирной групп.

Синтезы с использованием металлоорганических соединений. Электронная природа и полярность связей  $C-O$  и  $O-H$ , водородная связь и ее проявление в спектральных характеристиках и физических свойствах спиртов.

Химические свойства: кислотно-основные свойства, замещение гидроксильной группы при действии серной кислоты, галогеноводородов и галогенангидридов минеральных кислот, дегидратация; рассмотрение этих реакций с позиций общих представлений о механизме нуклеофильного замещения и отщепления в алифатическом ряду. Синтез, свойства, синтетическое использование алкиловых эфиров минеральных кислот. Диметилсульфат как метилирующий реагент. Присоединение спиртов к олефинам, ацетиленовым соединениям, образование простых эфиров, взаимодействие с карбонильными соединениями, карбоновыми кислотами и их производными. Окисление и дегидрирование спиртов; реакция Oppenauera. Метанол, этанол, их получение в промышленности. Основные пути применения спиртов.

Многоатомные спирты. Гликоли, способы их получения, химические свойства; окисление тетраацетатом свинца и йодной кислотой (реакция Малапрада), взаимодействие с борной кислотой, превращение в α-окиси, дегидратация, пинаколиновая перегруппировка. Этиленгликоль, его свойства. Ди- и полиэтиленгликоли. Глицерин: методы синтеза, основанные на использовании пропилена; образование простых и сложных эфиров, комплексов с ионами металлов, дегидратация. Применение глицерина и его производных. Пентаэритрит. Ксилит, сорбит. Азотные эфиры многоатомных спиртов.

### Практическое занятие.

Решение задач. Типовые задания

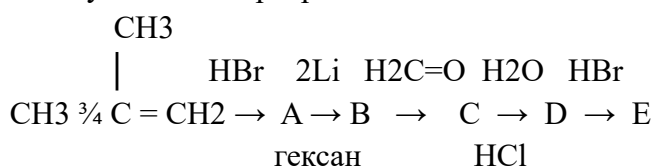
1. Установите молекулярную формулу органического вещества, если массовые доли углерода, водорода и кислорода в нем соответственно равны 60,00%, 13,33% и 26,67%. Плотность паров вещества по водороду равна 30.
2. При сгорании органического вещества массой 6,2 г получили 4,48 л углекислого газа (н.у.) и 5,4 г воды. Плотность паров вещества по азоту равна 2,214. Установите молекулярную формулу вещества.
3. При сгорании органического вещества массой 2,3 г получили 2,24 л углекислого газа (н.у.) и 2,7 г воды. Плотность паров вещества по метану равна 2,875. Установите молекулярную формулу вещества

### Лабораторные работы.

Не предусмотрено

### Задания для самостоятельной работы.

1. Осуществите превращения:



Назовите все соединения. Укажите, в каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в исходном углеводороде, приведите характеристики углерод-углеродных связей (длина, валентный угол, энергия). Приведите механизм образования вещества А.



2. Превратите  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  в 2-нитробутан. Составьте уравнения реакций, укажите условия их протекания. Назовите все вещества.

## Тема 7. Карбонильные соединения. Непредельные альдегиды и кетоны (ОПК-2)

### Лекция.

Карбонильные соединения. Номенклатура, классификация. Способы образования карбонильной группы: окисление алканов, озонлиз и каталитическое окисление олефинов, оксосинтез, гидратация алканов (реакция Кучерова), гидролиз геминальных дигалогенопроизводных и виниловых эфиров, окисление и дегидрирование спиртов, окислительное расщепление гликолей, действие уротропина на алкилгалогениды (реакция Соммле).

Синтез альдегидов и кетонов из карбоновых кислот и их производных: восстановление хлорангидридов (реакция Розенмунда-Зайцева), восстановление нитрилов, реакция карбоновых кислот и их производных с металлоорганическими соединениями, пиролиз солей карбоновых кислот и его каталитические варианты. Электронное строение группы  $\text{C}=\text{O}$ , распределение электронной плотности и его связь с реакционной способностью карбонильной группы. Основные спектральные характеристики и физические свойства.

Химические свойства. Сравнение реакционной способности и путей превращения альдегидов и кетонов. Реакции с гетероатомными нуклеофилами: гидратация, взаимодействие со спиртами, (полуацетали, ацетали и кетали), пятихлористым фосфором, гидросульфитом натрия. Взаимодействие с азотсодержащими нуклеофилами: образование оксимов, гидразонов, азинов, замещенных гидразонов и семикарбазонов, взаимодействие с вторичными аминами и образование енаминов, взаимодействие с первичными аминами и образование оснований Шиффа, взаимодействие с аммиаком (уротропин), реакция Манниха. Взаимодействие с  $\text{C}$ -нуклеофилами: образование циангидринов, присоединение магнийорганических соединений.

Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: галогенирование и галоформное расщепление, нитрозирование, алкилирование. Альдольно-кетоновая конденсация и ее механизм при кислотном и основном катализе. Конденсация альдегидов и кетонов с соединениями других типов, содержащих активную метиленовую группу (реакция Кневенагеля). Циклоолигомеризация и полимеризация альдегидов (триоксан, паральдегид, параформ).

Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление кетонов без разрыва и с разрывом углерод-углеродных связей (правила Попова). Каталитическое гидрирование карбонильных соединений, восстановление комплексными гидридами металлов, спиртами в присутствии алкоголятов алюминия (равновесие Меервейна-Поннорфа-Верлея, реакция Тищенко), амальгамированным цинком и соляной кислотой (реакция Клемменсена), восстановление кетонов металлами с образованием металл-кетиллов и пинаконов. Взаимодействие неенолизирующихся альдегидов со щелочами (реакция Канницаро), бензоиновая конденсация.

Азотсодержащие производные карбонильных соединений. Общие представления о сходстве электронного строения и химических свойств карбонильной и азометиновой группы. Восстановление оксимов, гидразонов, шиффовых оснований, восстановительное аминирование карбонильных соединений. Оксимы: геометрическая изомерия, превращения, катализируемые кислотами, перегруппировка (Бекмана) оксима циклогексанона и ее промышленное значение. Катализируемое основанием разложение гидразонов как способ восстановления карбонильных соединений (реакция Кижнера-Вольфа). Кислотный гидролиз гидросульфитных производных, оксимов, гидразонов, ацеталей и кеталей как метод выделения и очистки карбонильных соединений.

□-Дикарбонильные соединения. Номенклатура и классификация. Способы получения, основанные на реакциях окисления, нитрозирования и конденсации-Дикарбонильные соединения. Глиоксаль, метилглиоксаль: образование устойчивых гидратов, катализируемые основаниями превращения в гидроксикислоты. Реактив Чугаева и комплексы металлов на его основе. □-Дикарбонильные соединения, кето-енольная таутомерия, алкилирование, образование хелатных комплексов с ионами металлов на примере ацетилацетона.

□,□--Непредельные альдегиды и кетоны. Общие методы синтеза: окисление олефинов по аллильному положению и спиртов аллильного типа, кротоновая конденсация карбонильных соединений. Синтез акролеина дегидратацией глицерина. Электронное строение и его связь с реакционной способностью □,□-непредельных карбонильных соединений. Химические свойства. Сходство и различие химических свойств □,□-непредельных альдегидов и кетонов: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов, спиртами, восстановление металлами в присутствии источников протонов. Селективное окисление альдегидной группы. Реакции присоединения воды, спиртов, галогеноводородов, гидросульфита натрия, аммиака и аминов, цианистого водорода, магнийорганических соединений. Реакции конденсации с С-Н-активными соединениями (реакция Михаэля). Эффект винилоггии и С-Н-активность □,□-ненасыщенных карбонильных соединений. Кетены: методы синтеза, реакции присоединения к кетенам как разновидность реакций ацилирования, димеризации

### **Практическое занятие.**

Решение задач. Типовые задания

1. Смесь уксусного и пропионового альдегида массой 1,17 г полностью окислили до соответствующих кислот гидроксидом меди(II), который был получен в результате взаимодействия между 16%-ным раствором сульфата меди(II) массой 50 г и 10%-ным раствором гидроксида натрия массой 80 г. Определите массовые доли альдегидов в исходной смеси.
2. Уксусный альдегид массой 1,32 г обработали 5%-ным раствором бихромата калия в сернокислотной среде массой 117,6 г. Определите массовую долю бихромата калия в растворе после окончания реакции.
3. Массовая доля углерода в предельном альдегиде равна 62,07%. Установите молекулярную формулу альдегида.

### **Лабораторные работы.**

Опыт 1. Растворимость спиртов в воде, их отношение к индикаторам, горение

Материалы: этиловый, пропиловый, бутиловый, амиловый и другие спирты, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, синяя и красная лакмусовая бумага.

1.1. В четыре пробирки наливают по 0,5 мл различных спиртов (по указанию преподавателя) и в каждую добавляют по 2 – 3 мл воды. Пробирки хорошо встряхивают, делают вывод о растворимости спиртов в воде. Из каждой пробирки с помощью стеклянной палочки или пипетки наносят по 1 капле спиртовых растворов на синюю и красную лакмусовые бумажки; отмечают, изменилась ли окраска индикатора. В каждую из четырех пробирок со спиртовыми растворами вносят по одной капле 1%-го спиртового раствора фенолфталеина и наблюдают за его окраской. Делают вывод о кислотно-основных свойствах спиртов.

1.2. В три фарфоровые чашки наливают по 1 мл этилового, бутилового и амилового спиртов (в одну чашку – один спирт). Спирты поджигают лучиной и наблюдают характер горения.

Контрольные вопросы:

1. Почему спирты не одинаково растворяются в воде?
2. Почему водные растворы спиртов имеют нейтральный характер?
3. Можно ли, наблюдая за реакцией горения спиртов, сделать вывод о испаряемости спиртов и определить, в какой чашке находится этиловый спирт, а в какой – бутиловый? Поясните.
4. Напишите уравнения реакций горения указанных спиртов.

Опыт 2. Обезвоживание этилового спирта.

Получение и гидролиз этилата натрия.

Материалы: этиловый спирт - ректификат, медный купорос (кристаллогидрат сульфата меди  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ), металлический натрий, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина.

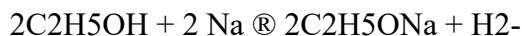
В фарфоровой чашке (тигле) нагревают на пламени горелки 1,5 – 2 г медного купороса, перемешивая соль медной проволокой, до полного исчезновения голубой окраски. Полученному порошку дают остыть, переносят в сухую пробирку и добавляют 2 – 3 мл этилового спирта. Пробирку слабо нагревают при встряхивании, наблюдая за изменением окраски сульфата меди. Обезвоженный спирт осторожно сливают с осадка в сухую пробирку и аккуратно вносят кусочек чистого (свежеотрезанного, очищенного от корки и отжатого на фильтровальной бумаге от керосина) металлического натрия размером с горошину.

Чтобы смесь в пробирке не разогревалась и спирт не выкипал, пробирку охлаждают в стакане с водой. Когда газ станет выделяться спокойно, его поджигают у отверстия пробирки, раздается характерный резкий звук. По мере протекания реакции жидкость в пробирке густеет, пробирку слегка подогревают.

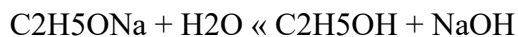
Если к концу реакции весь натрий не прореагирует, его удаляют при помощи изогнутой проволоки и помещают в банку для остатков натрия. Получившийся в пробирке концентрированный раствор этилата натрия при охлаждении закристаллизовывается. В пробирку с алкоголятом добавляют 1 каплю фенолфталеина, наблюдают, изменилась ли его окраска. Затем в пробирку добавляют 4 – 5 мл воды, отмечают происходящие изменения окраски индикатора вследствие гидролиза этилата натрия.

Уравнения реакций

- образование этилата натрия:



- гидролиз этилата натрия:



Контрольные вопросы:

1. Можно ли полностью обезводить этиловый спирт методом перегонки?
2. На каком свойстве сульфата меди основано его применение для обезвреживания этанола?
3. Какие свойства спирта (основные или кислотные) проявляются в реакции с металлическим натрием?
4. Почему для получения этилата натрия нужно брать абсолютный спирт, а не ректификат?
5. Почему этанол взаимодействует с натрием более спокойно, чем вода?
6. Почему этилат натрия легко гидролизуется?

Опыт 3. Окисление спиртов хромовой смесью.

Материалы: этиловый и изоамиловый спирты, хромовая смесь.

В две пробирки наливают по 2 – 3 мл хромовой смеси и добавляют по каплям при встряхивании в одну пробирку 0,5 мл этилового спирта (смесь сильно разогревается!), а во вторую – 0,5 мл изоамилового спирта. Наблюдают изменение цвета растворов в обеих пробирках. В пробирке с этанолом ощущается запах уксусного альдегида, напоминающий запах зеленого яблока (нюхать осторожно!), а в пробирке с изоамиловым спиртом – характерный запах изовалерианового альдегида.

Уравнение реакции

- окисление этилового спирта:



Контрольные вопросы:

1. Напишите уравнение реакции окисления изоамилового спирта.
2. Почему при окислении спиртов хромовой смесью цвет раствора изменяется от красно-оранжевого до зеленого?

**Задания для самостоятельной работы.**

1. Определите тип и знак электронного эффекта в молекулах соединений:

а)  $CH_3-CH_2-CH_2-CHCl_2$ ;

б)  $CH_3-CH=CH-Cl$ ;

в) пропановая кислота.

Приведите возможные предельные структуры.

2. Превратите 1-бромпропан в 2-бром-2,3-диметилбутан. Составьте уравнения реакций. Назовите все вещества.

## Тема 8. Карбоновые кислоты и их производные (ОПК-2)

### Лекция.

Карбоновые кислоты и их производные. Номенклатура и классификация. Методы получения: окисление углеводов, спиртов и альдегидов, синтеза с использованием магний- и литийорганических соединений, оксида углерода, малонового и ацетоуксусного эфиров, гидролиз нитрилов и сложных эфиров. Синтез уксусной кислоты карбонилированием метанола на родиевом катализаторе. Природные источники карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Физические свойства карбоновых кислот и их производных. Водородные связи и образование димерных ассоциатов. Химические свойства. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи. Производные карбоновых кислот: соли, сложные эфиры, галогенагидриды, ангидриды, амиды, гидразиды, азиды, гидроксамовые кислоты, ортоэфиры, амидины, нитрилы. Представление о механизме взаимопревращений карбоновых кислот и их производных, роль кислотного и основного катализа на примере реакции этерификаций и омыления. Восстановление и галогенирование кислот (реакция Гелля-Фольгарда-Зелинского). Высшие карбоновые кислоты: маргариновая, пальмитиновая, стеариновая. Представления об основных путях использования карбоновых кислот.

Производные карбоновых кислот. Соли: реакция декарбоксилирования и ее каталитические варианты, анодное окисление карбоксилат-анионов (реакция Кольбе), действие галогенов на серебряные соли (реакция Бородин – Хундикера). Практическое использование солей карбоновых кислот. Мыла. Хлорангидриды: реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве агентов ацилирования, реакции Розенмунда-Зайцева, реакции с магнийорганическими соединениями. Сложные эфиры: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов, реакция Буво-Блана. Реакция переэтерификации и сложноэфирной конденсации. Представления об основных путях использования сложных эфиров. Ангидриды карбоновых кислот: реакции с нуклеофилами (ацилирование). Амиды: кислотные-основные свойства, причины пониженной основности и повышенной кислотности по сравнению с аммиаком и аминами, основные пути превращения в амины (восстановление, реакция Гофмана и родственные ей превращения гидразидов, азидов и гидроксамовых кислот), реакция с азотистой кислотой (Буво), представление об основных путях использования амидов.

### Практическое занятие.

Решение задач.

1. Объем воздуха (н.у.), который необходим для полного сгорания метаналя массой 60 г, равен \_\_\_\_\_ л. (Запишите число с точностью до целых.)
2. В 150 г воды растворили 17,92 л (н.у.) метаналя. Массовая доля метаналя в полученном растворе равна \_\_\_\_\_ %. (Запишите число с точностью до десятых.)
3. Для получения формалина – 40%-ного водного раствора формальдегида – в 120 г воды надо растворить формальдегид, масса которого равна \_\_\_\_\_ л. (Запишите число с точностью до целых.)

### Лабораторные работы.

Комплексообразование многоатомных спиртов.

Материалы: глицерин, этиленгликоль, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия.

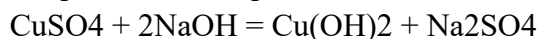
В пробирку наливают 3 – 4 капли 2 %-ного раствора сульфата меди и 2–3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия:

К образовавшемуся осадку гидроксида меди (II) голубого цвета добавляют несколько капель глицерина и смесь перемешивают. Осадок растворяется вследствие образования комплексного соединения (глицерата меди), имеющего васильково-синее окрашивание.

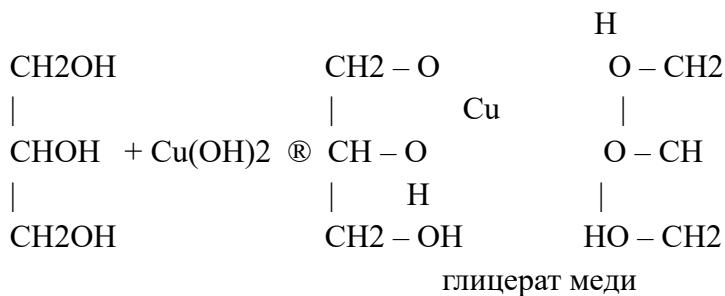
Опыт повторяют, заменив глицерин этиленгликолем.

Уравнения реакций

- образование гидроксида меди:



- образование глицерата меди:



Контрольные вопросы:

1. Напишите уравнение реакции образования гликолята меди.
2. Какие свойства глицерина и этиленгликоля проявляются в опытах с гидроксидом меди (II)?

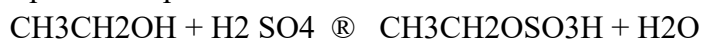
Опыт 5. Получение диэтилового эфира.

Материалы: этиловый спирт, серная кислота концентрированная.

В сухой пробирке смешивают 1 мл этилового спирта и 1 мл концентрированной серной кислоты. Пробирку осторожно нагревают на горелке до начала кипения реакционной массы, затем горелку убирают и к горячей смеси по стенке пробирки добавляют пипеткой 5–10 капель этилового спирта, сразу же появляется запах диэтилового эфира.

Пробирку закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой с оттянутым концом, осторожно нагревают пробирку и поджигают выделяющийся эфир у конца газоотводной трубки. Наблюдают характер пламени.

Уравнения реакций:



этилсерная кислота



диэтиловый эфир

Контрольные вопросы:

1. Почему, в отличие от этилового спирта, диэтиловый эфир горит светящимся пламенем? Напишите уравнение реакции горения диэтилового эфира.
2. По какому механизму протекают реакции образования этилсерной кислоты и диэтилового эфира?

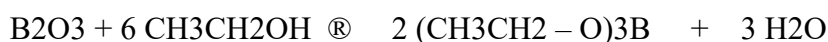
Опыт 6. Получение этилового эфира борной кислоты.

Материалы: этиловый спирт, концентрированная серная кислота, борная кислота.

В сухую пробирку помещают 1 г борной кислоты и прокалывают её до полного обезвоживания (пробирку держат в горизонтальном положении и периодически всю её прогревают для удаления капель воды). После полного расплавления кристаллов кислоты пробирку охлаждают и к твердому плаву (оксид бора (III)) добавляют 2,5 мл этилового спирта и 1 мл концентрированной серной кислоты. В пробирку вносят 2 – 3 кипяtilных камешка, закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой с оттянутым концом и осторожно нагревают реакционную смесь на горелке. С помощью лучинки поджигают у конца газоотводной трубки пары этилового эфира борной кислоты. Пламя имеет характерное зеленое окрашивание.

Уравнения реакций:

t<sub>0</sub>



этиловый эфир борной кислоты

Контрольные вопросы:

Почему этиловый эфир борной кислоты в избытке этилового спирта может образовать комплексное соединение, обладающее кислотными свойствами? Напишите уравнение этой реакции.

**Задания для самостоятельной работы.**

Взаимопревращения амидов и нитрилов. Свойства нитрилов: каталитическое гидрирование, восстановление алюмогидридом лития, реакции с магниорганическими соединениями. Амидины: причины повышенной основности по сравнению с амидами и аминами.

## Тема 9. Гидроксикислоты (ОПК-2)

### Лекция.

Гидроксикислоты. Номенклатура и классификация. Алифатические гидроксикислоты. Общие методы синтеза, основанные на свойствах непредельных, галоген-, кето- и аминокарбоновых и дикарбоновых кислот, многоатомных спиртов, гидроксиальдегидов и гидроксинитрилов. Синтез,  $\alpha$ -гидроксикислот по реакции Реформатского. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот.

Гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Химические свойства. Реакции дегидратации и зависимость результата от взаимного расположения карбоксильной и гидроксигруппы. Представление о стереохимии гидроксикислот, реакции с обращением и сохранением конфигурации хирального центра (Вальде

### Практическое занятие.

Карбоновые кислоты. Изомерия, номенклатура, строение, способы получения. Производные карбоновых кислот. Гидроксикислоты.

### Лабораторные работы.

#### 1 Растворимость предельных карбоновых кислот в различных растворителях.

**Материалы:** кислоты (муравьиная, уксусная, масляная или изомасляная, стеариновая или пальмитиновая), этиловый спирт, бензол.

По 0,5 г каждой из кислот помещают в отдельные пробирки и добавляют по 2 мл воды. Содержимое пробирок взбалтывают. Если кислота не растворяется, пробирку нагревают. После охлаждения отмечают растворимость в воде взятых для опыта кислот. Опыт повторяют, используя в качестве растворителя этиловый спирт, бензол. Делают выводы о растворимости кислот в этих растворителях.

#### Контрольные вопросы:

1. В каком растворителе изомасляная кислота будет лучше растворяться: в воде или диэтиловом эфире? Почему?
2. Что произойдет, если к смеси труднорастворимой кислоты и воды добавить раствор щелочи?

#### 2. Сравнение силы карбоновых и минеральных кислот.

**Материалы:** 0,1 М растворы муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой и соляной кислот, универсальный индикатор со шкалой pH.

На полоску бумаги универсального индикатора наносят по капле растворов органических и соляной кислот и по шкале определяют значения pH этих растворов.

#### Контрольный вопрос:

1. Расположите исследованные карбоновые кислоты в ряд по возрастающей степени кислотности. Как зависит сила кислот от состава и строения их молекул?

#### 3. Получение муравьиной кислоты и ее свойства.

**Материалы:** хлороформ, 10%-ный раствор гидроксида натрия, аммиачный раствор оксида серебра, муравьиная кислота (или формиат натрия), концентрированная серная кислота, известковая вода, 10%-ный раствор серной кислоты, 5%-ный раствор перманганата калия.

##### 3.1. Получение муравьиной кислоты гидролизом хлороформа.

В пробирку наливают 5-6 капель хлороформа, добавляют 2-3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия и закрывают пробкой со стеклянной трубкой, выполняющей роль обратного холодильника. При встряхивании смесь в пробирке осторожно нагревают в течение 3-4 минут не доводя до кипения. Хлороформ гидролизуются с образованием натриевой соли муравьиной кислоты. Напишите уравнение реакции гидролиза хлороформа.

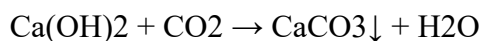
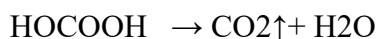
##### 3.2. Взаимодействие муравьиной кислоты с аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»).

К 2-3 мл свежеприготовленного аммиачного раствора оксида серебра добавляют 0,5 мл раствора формиата натрия, полученного в опыте 36.1. Пробирку с реакционной смесью нагревают на водяной бане при температуре 60-700С в течение нескольких минут. Наблюдают выделение серебра в виде зеркального налета на стенках пробирки или в виде темного осадка. Напишите уравнение соответствующей реакции.

### 3.3. Окисление муравьиной кислоты перманганатом калия.

В пробирку с газоотводной трубкой помещают около 0,5 г муравьиной кислоты или ее соли, 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 2 мл 5%-ного раствора перманганата калия. Конеч газотводной трубки погружают в пробирку с 1-2 мл известковой воды. Пробирку с реакционной смесью осторожно нагревают в пламени горелки до начала кипения. Отмечают изменения, происходящие в пробирках.

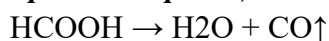
#### **Уравнения реакций:**



### 16.4. Разложение муравьиной кислоты при нагревании с концентрированной серной кислотой (выполняется под тягой!).

В сухую пробирку помещают 1 мл муравьиной кислоты (1 г ее соли) и 1 мл концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, осторожно нагревают. Муравьиная кислота разлагается с образованием оксида углерода (II) и воды. Оксид углерода (II) поджигают у отверстия газоотводной трубки, отмечают характер пламени. По окончании опыта пробирку с реакционной смесью охлаждают, чтобы прекратить выделение ядовитого оксида углерода (II).

#### **Уравнение реакции:**



Контрольные вопросы:

1. Почему муравьиную кислоту можно обнаружить с помощью реакции «серебряного зеркала»? Будет ли уксусная кислота давать эту реакцию?
2. Как можно объяснить легкость разложения муравьиной кислоты в присутствии серной кислоты?

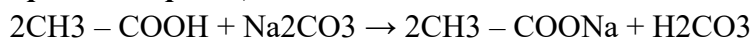
### **4. Свойства уксусной кислоты и ее солей.**

**Материалы:** ледяная уксусная кислота, 10%-ный раствор карбоната натрия, металлический магний, оксид меди (II), 20%-ный раствор ацетата натрия, 3%-ный раствор хлорида железа (III), 2%-ный раствор желтой кровяной соли  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

#### **4.1. Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия.**

К 1-2 мл 10%-го раствора карбоната натрия приливают 1 мл ледяной уксусной кислоты. Отмечают наблюдаемое явление.

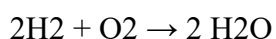
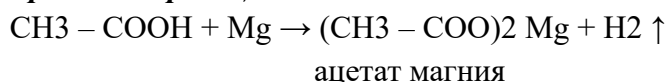
#### **Уравнения реакций:**



#### 4.2. Взаимодействие уксусной кислоты с магнием.

К 2 мл уксусной кислоты в пробирке добавляют 0,1-0,2 г металлического магния. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом. Через некоторое время выделяющийся газ поджигают.

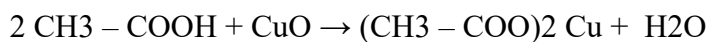
#### **Уравнения реакций:**



#### **4.3. Взаимодействие уксусной кислоты с оксидом меди (II).**

В пробирку помещают 0,1-0,2 г оксида меди (II), приливают 2 мл уксусной кислоты и осторожно нагревают в пламени горелки. Отмечают, как изменяется цвет раствора.

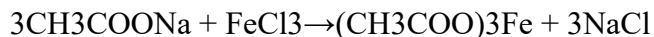
#### **Уравнение реакции:**



ацетат меди (II)

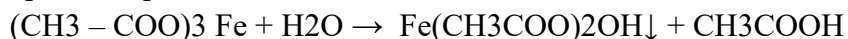
#### 4.4. Образование и гидролиз ацетата железа (III).

В пробирку наливают 3 - 4 капли 20%-ного раствора ацетата натрия и добавляют столько же 3%-ного раствора хлорида железа (III). Желтовато-красное окрашивание раствора наблюдается вследствие образования растворимой комплексной соли – хлорида основного гексаацетата железа (III)  $[\text{Fe}_3(\text{OH})_2(\text{CH}_3\text{COO})_6] + \text{Cl}^-$ , которая образуется при частичном гидролизе ацетата железа (III). Ацетат железа (III) получается по реакции:



ацетат железа (III)

Раствор в пробирке нагревают до кипения и кипятят в течение 1-2 минут, при этом выделяется красно-коричневый хлопьевидный осадок:



Нагревание прекращают, дают жидкости отстояться и осторожно переливают в другую пробирку немного прозрачного раствора (переливать надо не взмучивая осадка, лучше отобрать раствор пипеткой). К этому раствору добавляют несколько капель раствора желтой кровяной соли – реактива на ионы трехвалентного железа. Наблюдают за результатом реакции.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какой вывод можно сделать о кислотных свойствах уксусной и угольной кислот? Будет ли уксусная кислота взаимодействовать с растворами сульфата натрия и хлорида натрия?
2. Какую окраску имеет водный раствор ацетата меди?
3. Образование основной соли (двузамещенного ацетата железа (III)) часто используют для удаления из раствора трехвалентного железа. Аналогичную реакцию с хлоридом железа (III) дают соли муравьиной и пропионовой кислот, напишите соответствующие уравнения.

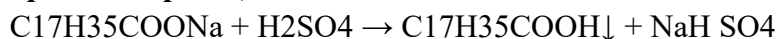
#### **5. Высшие жирные кислоты и их свойства.**

**Материалы:** мыло (стружки), спиртовой раствор мыла, 10%-ный раствор серной кислоты, 5%-ный раствор хлорида кальция, 5%-ный раствор ацетата свинца, 5%-ный раствор сульфата меди (II), 5%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ный раствор соляной кислоты, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, диэтиловый эфир, бензол, стеарин.

##### 5.1. Выделение жирных кислот из мыла.

В стакане растворяют 1 г мыльной стружки в 10 мл дистиллированной воды. В пробирку наливают 2-3 мл полученного водного раствора мыла и добавляют 2-3 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Наблюдают помутнение раствора из-за выпадения нерастворимых в воде высших жирных кислот. Пробирку нагревают почти до кипения. Расплавившиеся жирные кислоты всплывают в виде слоя, затвердевающего при охлаждении.

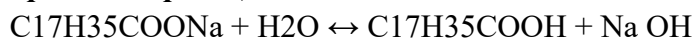
##### **Уравнение реакции:**



##### 5.2. Гидролиз натриевых солей высших жирных кислот.

В сухую пробирку наливают 1-2 мл спиртового раствора мыла и добавляют 2 капли 1%-го спиртового раствора фенолфталеина. Затем в пробирку приливают дистиллированную воду, наблюдают образование малиновой окраски индикатора.

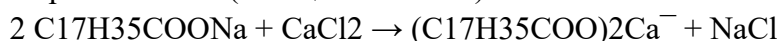
##### **Уравнение реакции:**



##### **5.3. Получение нерастворимых солей высших жирных кислот.**

В три пробирки наливают по 1-2 мл раствора мыла, приготовленного в опыте 38.1. Затем в первую пробирку приливают 1 мл 5%-ного раствора хлорида кальция, во вторую – 1 мл 5%-ного раствора ацетата свинца, в третью – 1 мл 5%-ного раствора сульфата меди(II).

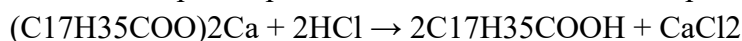
В первой пробирке выделяется белый осадок нерастворимых в воде кальциевых солей высших жирных кислот (кальциевое мыло):



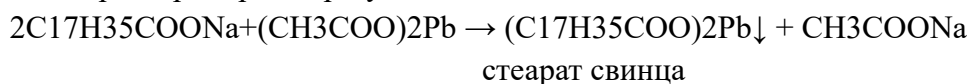
стеарат кальция



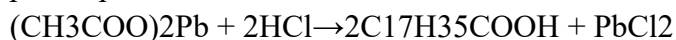
В пробирку с кальциевым мылом прибавляют 1 мл 10 %- ного раствора соляной кислоты. Наблюдают растворение осадка и всплывание жирных высших кислот:



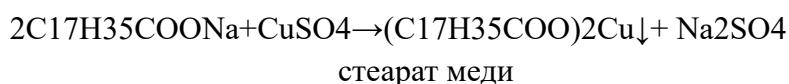
Во второй пробирке образуется белый осадок свинцовых солей высших жирных кислот:



Во вторую пробирку добавляют 1мл 10%-ного раствора соляной кислоты, свинцовое мыло растворяется:



В третьей пробирке наблюдают выпадение голубовато-зеленого осадка медного мыла:



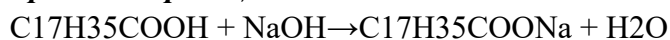
Медное мыло разливают в две пробирки. Одну из них нагревают до начала кипения. Медное мыло расплавляется и всплывает в виде изумрудно-зеленого кольца. Если в растворе содержится избыток натриевого мыла, то зеленого кольца не получается. В этом случае следует добавить еще немного 5%-го раствора сульфата меди (II) и снова нагреть смесь до кипения.

Во вторую пробирку с медным мылом добавляют несколько капель бензола и полученную смесь встряхивают, под поверхность водного слоя образуется изумрудно-зеленое кольцо бензольного раствора медного мыла.

#### 18.4. Кислотные свойства высших жирных кислот.

Немного стеарина (0,1г) растворяют при комнатной температуре в диэтиловом эфире и добавляют несколько капель спиртового раствора фенолфталеина, затем по каплям приливают 5%-ный раствор гидроксида натрия. Наблюдают появление малиновой окраски, которая при встряхивании исчезает.

#### **Уравнение реакции:**



#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие высшие предельные карбоновые кислоты входят в состав мыла?
2. Почему спиртовой раствор мыла не окрашивает фенолфталеин (спиртовой раствор)? Почему при добавлении воды появляется малиновая окраска?
3. Почему при стирке в жесткой воде расходуется много мыла?
4. Сравните растворимость мыла в воде и в органических растворителях (бензол, эфир).
5. Будет ли свинцовое мыло растворяться в уксусной кислоте? Почему? Как отнесутся к действию уксусной кислоты кальциевое и медное мыла?
6. Что представляет собой стеарин по химическому составу?
7. Реагируют ли высшие карбоновые кислоты с растворами щелочей? Какой опыт может это подтвердить?
8. Какое значение pH-среды имеет водный раствор мыла?

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Молочная кислота реагирует с:
  - а) этанолом; б) соляной кислотой; в) уксусным ангидридом; г) пропионовой кислотой.
- 2.. Записать реакции, с помощью которых можно получить молочную кислоту из неорганических реагентов.

### **Тема 10. Альдегидо- и кетокислоты (ОПК-2)**

#### **Лекция.**

Номенклатура и классификация. Простейшие α-альдегидо- и β- кетокислоты. Их получение из кетонов, карбоновых кислот и их производных. Представление о свойствах.

а- Альдегидо- и в-кетоникислоты, специфика их свойств. Получение сложных эфиров по реакции Клайзена. Ацетоуксусный эфир, его С-Н- кислотность и таутомерия, образование металлических производных, их строение, двойственная реакционная способность и использование в синтезе кетонов и карбоновых кислот.

### Практическое занятие.

Решение задач

1. Смесь уксусного и пропионового альдегида массой 1,17 г полностью окислили до соответствующих кислот гидроксидом меди(II), который был получен в результате взаимодействия между 16%-ным раствором сульфата меди(II) массой 50 г и 10%-ным раствором гидроксида натрия массой 80 г. Определите массовые доли альдегидов в исходной смеси.
2. Уксусный альдегид массой 1,32 г обработали 5%-ным раствором бихромата калия в сернокислотной среде массой 117,6 г. Определите массовую долю бихромата калия в растворе после окончания реакции.
3. Массовая доля углерода в предельном альдегидоспирте равна 62,07%. Установите молекулярную формулу альдегидоспирта.

### Лабораторные работы.

#### 1. Получение сложных эфиров карбоновых кислот.

**Материалы:** этиловый спирт, изоамиловый спирт, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота, насыщенный раствор хлорида натрия.

##### 1.1. Получение этилацетата.

В одну пробирку (сухую) наливают 2 мл этилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 2 капли концентрированной серной кислоты. В другую сухую пробирку наливают 2 мл этилового спирта и 2 мл ледяной уксусной кислоты. Пробирки встряхивают для перемешивания содержащихся в них реакционных смесей, закрывают пробками с обратными холодильниками и нагревают 8-10 минут на водяной бане при температуре 65-70 °С, затем охлаждают до комнатной температуры. В обе пробирке добавляют по 3-4 мл насыщенного раствора хлорида натрия (высаливание). Этилацетат всплывает в виде бесцветной жидкости с приятным запахом. Отмечают, в какой пробирке сложный эфир образовался в большем количестве.

**Уравнение реакции получения этилацетата:**

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> конц.**



##### 1.2. Получение изоамилацетата (грушевой эссенции).

В сухой пробирке смешивают 2 мл изоамилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 2 капли концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на кипящей водяной бане 8-10 минут, после чего охлаждают и выливают реакционную смесь в другую пробирку с 3 - 4 мл холодной воды. Изоамилацетат всплывает; обращают внимание на его запах (нюхать осторожно, т.к. изоамилацетат раздражает дыхательные пути).

#### Контрольные вопросы:

1. В одинаковых ли количествах, образуется этилацетат в двух пробирках? Почему? Напишите механизм реакции образования этилацетата в присутствии серной кислоты.
2. Почему добавление избытка концентрированной серной кислоты затрудняет реакцию этерификации?
3. Какой запах имеет изоамилацетат? Напишите уравнение реакции образования изоамилацетата из изоамилового спирта и уксусной кислоты в присутствии серной кислоты.
4. Какова растворимость этилацетата и изоамилацетата в воде?
5. Какой процесс называют высаливанием?
6. Почему этилацетат и изоамилацетат всплывают на поверхность воды?

#### 2. Гидролиз этилацетата.

**Материалы:** этилацетат, 20%-ный раствор серной кислоты, 30%-ный раствор гидроксида натрия.

В две пробирки наливают по 2 мл этилацетата. В одну добавляют 1 мл 20%-го раствора серной кислоты, в другую- 1мл 30%-го раствора гидроксида натрия. Пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками и нагревают в течении 10 минут на водяной бане (70-750С) периодически встряхивая для перемешивания реакционной смеси. Сравнивают, насколько уменьшился объем этилацетата в каждой пробирке.

### Контрольные вопросы:

1. В какой среде (кислой или щелочной) гидролиз этилацетата протекает быстрее? Чем это объясняется?
2. Почему во время реакции гидролиза этилацетата реакционную смесь следует хорошо перемешивать?
3. Приведите механизмы гидролиза этилацетата в кислой и щелочной средах.

### 3. Свойства хлорангидридов и ангидридов карбоновых кислот.

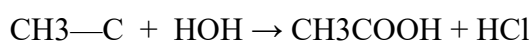
**Материалы:** этиловый спирт, гидрокарбонат натрия, ацетилхлорид, уксусный ангидрид, 1%-ный раствор нитрата серебра, 3%-ный раствор хлорида железа (III), 1%-ный раствор гидроксида натрия, лакмус.

#### 3.1. Гидролиз ацетилхлорида (выполняется под тягой!).

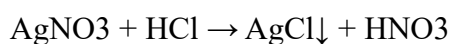
В пробирку наливают 1 мл холодной дистиллированной воды и с помощью пипетки осторожно добавляют 3-4 капли ацетилхлорида. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и энергично встряхивают, наблюдают исчезновение капель ацетилхлорида и разогревание смеси. Пахнущую уксусной кислотой жидкость в пробирке охлаждают и делят на две части. К одной части добавляют 1-2 капли раствора нитрата серебра и отмечают происходящие изменения. Другую часть жидкости нейтрализуют разбавленным раствором гидроксида натрия по лакмусу и добавляют 1 каплю раствора хлорида железа (III). Раствор окрашивается в красный цвет; при нагревании выделяется осадок, и раствор обесцвечивается, что характерно для солей уксусной кислоты.

#### Уравнения реакций:

O



Cl



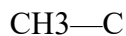
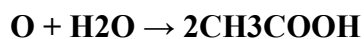
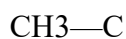
Напишите уравнения реакций, протекающих при добавлении к продуктам гидролиза ацетилхлорида раствора щелочи, а затем раствора хлорида железа (III).

#### 3.2. Взаимодействие уксусного ангидрида с водой.

В пробирку наливают 2 мл воды и 1 мл уксусного ангидрида. Смесь взбалтывают; через некоторое время она расслаивается, при чем уксусный ангидрид образует нижний слой (почему?). Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и осторожно нагревают в пламени горелки. В результате гидролиза уксусного ангидрида смесь становится однородной.

#### Уравнение реакции:

O



O

#### 3.3. Взаимодействие уксусного ангидрида с гидроксидом натрия.

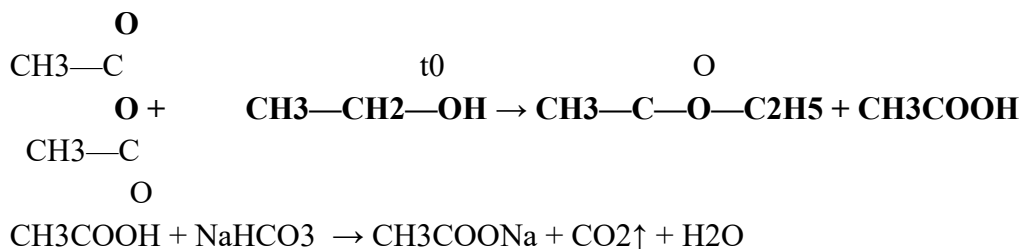
В пробирку наливают 0,5 мл уксусного ангидрида и 1 мл 1%-ного раствора гидроксида натрия. При встряхивании образуется однородный раствор (почему?).

Напишите уравнение реакции.

#### 3.4. Ацилирование этилового спирта уксусным ангидридом.

В пробирке смешивают 2 мл этилового спирта и 1 мл уксусного ангидрида. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают в течение нескольких минут на водяной бане при температуре 70-75°C. После охлаждения в пробирку добавляют 1-2 мл воды и нейтрализуют раствор гидрокарбонатом натрия. Появляется запах этилацетата, и на поверхности раствора образуется его слой.

#### Уравнения реакций:



#### Контрольные вопросы:

1. По какому механизму протекает реакция гидролиза ацетилхлорида? Приведите его схему.
2. Рассмотрите механизмы реакций взаимодействия уксусного ангидрида с водой и щелочью. Почему реакция со щелочью протекает легче?
3. В реакции ацилирования этилового спирта уксусный ангидрид проявляет меньшую реакционную способность, чем ацетилхлорид. Как это можно объяснить? Рассмотрите механизмы реакции ацилирования этанола уксусным ангидридом и ацетилхлоридом (SN).

#### Задания для самостоятельной работы.

Привести синтезы с ацетоуксусным эфиром, в результате которых получается:

- а) карбоновая кислота;
- б) дикарбоновая кислота;
- в) гидроксикарбоновая кислота;
- г) кетон

### Тема 11. Углеводы (ОПК-2)

#### Лекция.

Номенклатура и классификация, характерные химические свойства. Моносахариды. Стереои́зомерия. Конфигурационные ряды. Кольчато-цепная таутомерия, мутаротация.

Реакции, используемые для выяснения структурных и стереохимических характеристик моносахаридов: окисление и восстановление, ацилирование, алкилирование, образование фенилгидразонов и озаонов, переходы от низших моносахаридов к высшим и обратно.

Ди- и полисахариды, представление о нахождении углеводов в природе и путях их использования.

#### Практическое занятие.

Решение задач.

1. В результате молочнокислого брожения 75 г глюкозы с выходом 60% получили молочную кислоту, масса которой равна \_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до целых.)
2. К 180 г 40%-ного раствора глюкозы добавили 20 г глюкозы. Массовая доля глюкозы в полученном растворе равна \_\_\_\_ %. (Запишите число с точностью до целых.)
3. Масса сахара, которую следует растворить в 300 мл воды для получения 25%-ного раствора, равна \_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до целых.)

#### Лабораторные работы.

Альдегидо- и кетонно-кислоты Углеводы.

**Опыт 1. Получение уксусного альдегида окислением этанола дихроматом калия.**

**Материалы:** дихромат калия, этиловый спирт, 10%-ный раствор серной кислоты.

В пробирку с отводной трубкой всыпают 0,5 г дихромата калия, приливают 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты и постепенно при встряхивании добавляют 2 мл этилового спирта. Наблюдается разогревание и изменение окраски смеси. Пробирку закрепляют в лапке штатива, конец газоотводной трубки опускают почти до дна в пробирку-приемник с 2 мл дистиллированной воды. Приемник предварительно помещают в стаканчик со смесью воды и льда. Пробирку с реакционной смесью осторожно нагревают на пламени горелки и отгоняют летучие продукты в течение нескольких минут (объем жидкости в пробирке-приемнике увеличивается почти вдвое). Отгон в приемнике имеет запах уксусного альдегида, его используют в последующих опытах. Напишите уравнение реакции окисления этанола дихроматом калия в кислой среде.

### Контрольные вопросы:

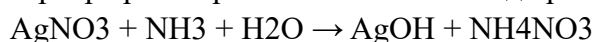
1. Почему образующийся уксусный альдегид собирают в хорошо охлаждаемый приемник?
2. Как изменяется окраска реакционной смеси в ходе опыта?
3. Какие побочные продукты окисления этанола могут содержаться в пробирке-приемнике? Какой запах имеет основной продукт реакции - уксусный альдегид?

### Опыт 2. Реакции окисления альдегидов.

**Материалы:** 5%-ный раствор формальдегида, раствор ацетальдегида (из опыта 7), 10%-ный раствор гидроксида натрия, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 1%-ный раствор нитрата серебра, 5%-ный раствор аммиака.

#### 2.1. Окисление альдегидов аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»).

Предварительно готовят аммиачный раствор оксида серебра, добавляя к 4-5 мл раствора нитрата серебра раствор аммиака по каплям до растворения первоначально образующегося осадка:



#### **Аммиачный раствор оксида серебра**

К аммиачному раствору оксида серебра прибавляют несколько капель 5%-ного раствора формальдегида. Пробирку подогревают на водяной бане с температурой воды 70-80°C и наблюдают выпадение металлического серебра в виде черного осадка или блестящего налета («серебряного зеркала») на стенках пробирки.

#### **Уравнение реакции:**



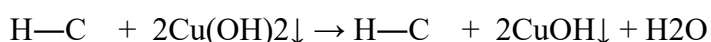
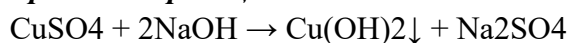
Чтобы получить осадок серебра в виде зеркального слоя на стенках пробирки, перед проведением опыта следует вымыть пробирку горячим раствором щелочи (осторожно!) и сполоснуть дистиллированной водой.

По описанной выше методике проведите опыт с раствором ацетальдегида, полученным ранее (опыт 26). Если реакция будет протекать медленно, добавьте в реакционную смесь 2-3 капли 10%-ного раствора щелочи. Напишите уравнение реакции «серебряного зеркала» для ацетальдегида.

#### 2.2. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II).

К 1 мл 5%-ного раствора формальдегида в пробирке приливают 1 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия, а затем при встряхивании по каплям добавляют 2%-ный раствор сульфата меди (II) до появления осадка гидроксида меди (II). Полученную смесь нагревают до начала кипения. Наблюдают образование желтого осадка гидроксида меди (I), переходящего затем в красный осадок оксида меди (I).

#### **Уравнения реакций:**



Проведите аналогичный опыт, взяв вместо раствора формальдегида раствор ацетальдегида, полученный в опыте 26. Напишите уравнения соответствующих реакций.

#### Контрольные вопросы:

1. Вступают ли кетоны в реакции окисления, описанные выше для альдегидов? Приведите объяснения.
2. Почему реакция «серебряного зеркала» проводится в щелочной среде?
3. Каким реактивом надо воспользоваться для растворения осадка и налеты на стенках пробирки после проведения реакции «серебряного зеркала»? Почему после опыта необходимо сразу вымыть посуду?
4. При окислении альдегидов гидроксидом меди (II) иногда образуется «медное зеркало» (выделяется металлическая медь). Как это можно объяснить?

#### Опыт 3. Альдегидная и кротоновая конденсация уксусного альдегида.

**Материалы:** уксусный альдегид (из оп. 7), 10%-ный раствор гидроксида натрия.

К 1-2 мл раствора уксусного альдегида добавляют 0,5-1 мл раствора щелочи, и смесь медленно нагревают до начала кипения. Сначала образуется альдоль (приятный запах), а затем – кротоновый альдегид (неприятный резкий запах, нюхать осторожно!). На дне пробирки собирается полужидкая альдегидная смола.

На следующей стадии могут образовываться смолистые высокомолекулярные окрашенные продукты.

#### Контрольные вопросы:

1. Каков механизм альдольно-кротоновой конденсации альдегидов в щелочной среде?
2. Будет ли в указанных выше условиях вступать в реакцию альдольно-протоновой конденсации формальдегид? Дайте пояснения.
3. Какие продукты получаются при конденсации пропинового и триметилуксусного альдегидов?
4. Могут ли кетоны вступать в реакцию альдольно-кротоновой конденсации?

#### Задания для самостоятельной работы.

1. Записать реакции, характерные для глюкозы как для спирта и альдегида.
2. Привести примеры реакций дисахаридов.

## Тема 12. Аминокислоты (ОПК-2)

### Лекция.

Номенклатура и классификация. Структурные типы природных  $\alpha$ -аминокислот, стереохимия и конфигурационные ряды. Синтезы из альдегидов и кетонов через циангидрины, из малонного, ацетоуксусного и нитроуксусного эфиров, галоген- и кетокарбоновых кислот.

Методы синтеза  $\alpha$ -аминокислот, основанные на реакциях непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их строения от pH среды. Изoeлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины.

Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения, протекающие при нагревании аминокислот и зависимость их результатов от взаимного расположения двух функциональных групп. Представления о пептидном синтезе. Капролактамы и его техническое значение. Энанти.

### Практическое занятие.

Решение задач

1. К 118,1 мл 6%-ного раствора соляной кислоты (плотность 1,03 г/мл) добавили 8,9 г аланина, а затем прилили 407,8 мл 4%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,03 г/мл). Определите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.
2. Одноосновная моноаминокислота массой 3,0 г при взаимодействии с избытком бромоводорода образует соль массой 6,24 г. Установите формулу аминокислоты.
3. К одноосновной моноаминокислоте массой 2,67 г для образования соли необходимо добавить 11,2 г 15%-ного раствора гидроксида калия. Установите формулу аминокислоты

### Лабораторные работы.

#### 1. Реакция ацетона с гидросульфитом натрия.

**Материалы:** насыщенный раствор гидросульфита натрия, ацетон, 10%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор карбоната натрия.

В пробирку наливают 2 мл ацетона и 3–4 мл раствора гидросульфита натрия. Разогретую смесь охлаждают в ледяной воде и встряхивают пробирку. Через некоторое время выпадает белый осадок гидросульфитного производного ацетона. Его отфильтровывают и отжимают в фильтровальной бумаге. Если осадок долго не появляется, то кристаллизацию вызывают потиранием стеклянной палочкой о стенку пробирки.

Полученный осадок делят на две части и переносят в пробирки. В одну пробирку приливают 1 мл 10%-ной соляной кислоты, в другую – 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия. Пробирки слегка нагревают и отмечают запах выделяющихся паров (нюхать осторожно!).

#### **Контрольные вопросы:**

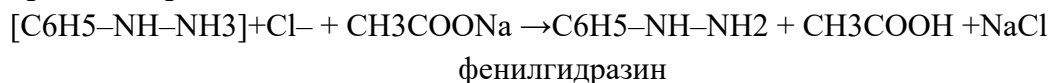
1. По какому механизму протекает образование гидросульфитного производного ацетона? Напишите его схему.
2. Все ли альдегиды и кетоны образуют гидросульфитные производные? Ответ поясните.
3. Что происходит с гидросульфитным производным при нагревании с растворами соляной кислоты и карбоната натрия? Какое вещество обнаруживается в парах? Напишите уравнения протекающих при этом реакций.
4. Как можно использовать реакцию с гидросульфитом натрия для очистки альдегидов и кетонов?

#### **Опыт 2. Получение фенилгидразона уксусного альдегида.**

**Материалы:** уксусный альдегид, насыщенный раствор солянокислого фенилгидразина, ацетат натрия.

К 1 мл насыщенного раствора солянокислого фенилгидразина в пробирке добавляют немного кристаллического ацетата натрия и при встряхивании вносят 1 мл уксусного альдегида. Наблюдают выпадение кристаллов фенилгидразона уксусного альдегида.

#### **Уравнения реакций:**



#### **Контрольные вопросы:**

1. По какому механизму протекает образование фенилгидразона уксусного альдегида? Приведите его схему.
2. Возможно ли использовать реакцию с фенилгидразином для выделения альдегидов и кетонов из трудно разделяемых смесей? Ответ поясните.

#### **Получение оксима ацетона.**

**Материалы:** ацетон, солянокислый гидроксилламин, карбонат натрия (безводный).

В пробирке растворяют 1 г солянокислого гидроксилламина в 3 мл воды. Полученный раствор нейтрализуют добавлением в пробирку ~ 0,7 г безводного карбоната натрия, при этом выделяется оксид углерода (IV). Затем пробирку охлаждают в стакане с ледяной водой и добавляют к находящемуся в ней раствору, при встряхивании, 0,7 мл ацетона. Наблюдают разогревание смеси, выделение углекислого газа и появление бесцветных кристаллов оксима ацетона, которые интенсивно выпадают при охлаждении пробирки.

#### **Уравнения реакций:**



#### **Контрольные вопросы:**

1. Каков механизм реакции образования оксима ацетона?
2. Реагируют ли с гидроксилламином альдегиды?
3. Как можно объяснить повторное выделение углекислого газа при проведении данного опыта?

#### **Опыт 3. Образование йодоформа из ацетона.**

**Материалы:** ацетон( разбавленный раствор), раствор йода, 10%-ный раствор гидроксида натрия.

К 1-2 мл раствора ацетона добавляют 1 мл раствора йода и затем несколько капель раствора щелочи до исчезновения окраски. Образуется желтый осадок йодоформа. Напишите уравнения реакций, протекающих в процессе образования йодоформа из ацетона.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Возможно ли для получения йодоформа использовать альдегиды?
2. Из каких альдегидов и кетонов нельзя получить йодоформ указанным выше способом?

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Для аланина привести формулы структур в кислой, нейтральной и щелочной средах.
2. Дать определение понятию «изоэлектрическая точка». привести формулы структур в кислой, нейтральной и щелочной средах.

### **Тема 13. Циклоалканы (ОПК-2)**

#### **Лекция.**

Классификация и номенклатура. Структурная изомерия. Методы синтеза насыщенных циклов: из дигалогеналканов по реакции Вюрца, взаимодействием diaзометана с алкенами, синтеза на основе малонового эфира и дикарбоновых кислот, диеновый синтез. Гидрирование и сужение циклов (Демьянов). Пространственное строение циклоалканов.

Конформации циклогексана и его производных, экваториальные и аксиальные связи, геометрическая изомерия производных циклогексана. Особенности пространственного и электронного строения циклопропанового кольца. Относительная устойчивость циклов по данным теплот сгорания и взаимопревращений циклов разных размеров, ее анализ на основе представлений о различных типах напряжений.

#### **Практическое занятие.**

Химические свойства циклобутана, циклопентана и циклогексана. Особые свойства циклопропана. Общие представления о средних циклах и макроциклах. Трансаннулярные реакции.

#### **Лабораторные работы.**

Не предусмотрено

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Привести энергетическую диаграмму конформационных переходов циклогексана.
2. Зависимость химических свойств циклоалкана от размеров цикла. Примеры реакций

### **Тема 14. Ароматические углеводороды (бензол и его гомологи). (ОПК-2)**

#### **Лекция.**

Бензол и его гомологи, номенклатура, изомерия. Источники ароматических углеводородов. Электронное строение бензольного кольца и химические свойства бензола: относительная устойчивость к окислению, склонность к реакциям замещения, термохимия гидрирования и сгорания бензола, его образования в реакции диспропорционирования циклогексена и циклогексадиена ("необратимый катализ" Зелинского), изомеризация дьюаровского бензола. Физические свойства и основные спектральные характеристики бензола и его гомологов. Гидрирование бензола, восстановление натрием в жидком аммиаке до дигидробензола (Берч).

Реакции ароматического электрофильного замещения: сульфирование, нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование. Значение этих реакций для переработки ароматических углеводородов, представление об их механизме и его экспериментальном обосновании.  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы, пентадиенильная  $\pi$ -электронная система, ее несвязывающая МО и характер распределения электронной плотности. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Алкилбензолы. Способы получения с использованием реакций алкилирования и ацилирования бензола, реакция Вюрца-Фиттига. Химические свойства.

Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Протонирование полиалкинбензолов, образование стабильных арениевых ионов. Дезалкилирование, диспропорционирование, изомеризация алкилбензолов. Реакции радикального замещения в боковой цепи, бензильная  $\pi$ -электронная система. Стирол. Фенилацетилен.



## Практическое занятие.

### Решение задач.

1. Масса 20%-ного раствора гидроксида натрия, которая может вступить во взаимодействие с 15 г аминоксусной кислоты, равна \_\_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до целых.)
2. Масса 10%-ного раствора соляной кислоты, которая может вступить во взаимодействие с 4,5 г аминоксусной кислоты, равна \_\_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до десятых.)
3. Масса соли, которая образуется при взаимодействии 8,9 г 2-аминопропионовой кислоты с 7,0 г гидроксида калия, равна \_\_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до десятых.)

## Лабораторные работы.

### Лабораторное занятие.

#### Циклоалканы Ароматические углеводороды (бензол и его гомологи).

##### Опыт 1. Получение бензола из бензойной кислоты

Реактивы: бензойная кислота, натронная известь (свежепрокалённая).

В фарфоровой ступке тщательно растирают смесь 1,5 г бензойной кислоты с 3 г натронной извести, затем смесь переносят в сухую пробирку, пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и закрепляют в штативе с наклоном в сторону пробки. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку-приёмник, помещённую в стакан с ледяной водой. Пламенем горелки вначале равномерно прогревают всю пробирку, а затем сильно нагревают ту часть, которая заполнена реакционной смесью. Смесью темнеет и оседает, образующийся бензол собирается в приёмнике, обнаруживается по характерному запаху.

Полученным бензолом смачивают стеклянную палочку и подносят её к пламени горелки. Наблюдают горение бензола коптящим пламенем.

Контрольные вопросы:

1. Почему в опыте получения бензола из бензойной кислоты пробирку с реакционной смесью закрепляют с наклоном в сторону пробки с газоотводной трубкой?
2. Почему бензол сгорает на воздухе сильно коптящим пламенем? Напишите уравнение реакции горения бензола.

##### Опыт 2. Отношение бензола и толуола к окислителям

Реактивы: бензол, толуол, 5 %-ный раствор перманганата калия, 10 %-ный раствор серной кислоты.

В каждую из двух пробирок наливают по 1 мл 5%-ного раствора перманганата калия и по 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Затем в одну пробирку добавляют 1 мл бензола, в другую – 1 мл толуола. Пробирки закрывают пробками с воздушными обратными холодильниками, нагревают на водяной бане. В пробирке с толуолом наблюдают обесцвечивание раствора перманганата калия, в пробирке с бензолом изменений не происходит.

Контрольные вопросы:

1. Почему бензол и толуол не одинаково относятся к окислителю (перманганату калия) ?
2. В каких условиях можно окислить бензол?

##### Опыт 3. Бромирование бензола (тяга!)

Реактивы: бензол, раствор брома в четырёххлористом углероде (1:5), железные опилки.

В каждую из двух пробирок наливают по 1 мл бензола и по 1 мл раствора брома в четырёххлористом углероде. В одну из пробирок добавляют немного (на кончике шпателя) железных опилок. Обе пробирки закрывают пробками с воздушными обратными холодильниками и нагревают на тёплой водяной бане. В пробирке с железными опилками наблюдают обесцвечивание реакционной смеси. К свободным концам воздушных холодильников подносят смоченные водой синие лакмусовые бумажки. В одном случае (каком?) наблюдают изменение цвета индикатора (чем оно вызвано?). По результатам наблюдений делают вывод: в каждой ли пробирке происходит бромирование бензола.

Уравнение реакции:

Контрольные вопросы:

1. Происходит ли бромирование бензола в данных условиях в отсутствии катализатора? Какие катализаторы (кроме железа) могут ускорять эту реакцию?
2. Приведите механизм реакции бромирования бензола в присутствии железа и йода, название и обозначение механизма.

Опыт 25. Бромирование толуола (тяга!)

Реактивы: толуол, раствор брома в четырёххлористом углероде (1:5), железные опилки.

Опыт по бромированию толуола проводят также, как и опыт по бромированию бензола (см. оп. 3), только вместо бензола в пробирки вносят толуол. Однако, в этом случае бромирование происходит в обеих пробирках. В присутствии железа реакция идёт по ароматическому ядру, без катализатора при нагревании галоген вступает в боковую цепь:

Контрольные вопросы и задания:

1. По какому механизму бромируется толуол в боковую цепь и по какому – в ароматическое ядро? Приведите схемы.
2. Объясните с точки зрения статического и динамического подходов ориентирующее влияние метильной группы.
3. Напишите уравнение реакции бромирования этилбензола при нагревании без катализатора.

Опыт 4. Получение (1,2-дибромэтил)бензола бромированием стирола (тяга!)

Реактивы: стирол, 3-5 %-ный раствор брома в ледяной уксусной кислоте.

В пробирку с 5 - 6 каплями стирола добавляют по каплям при встряхивании раствор брома в ледяной уксусной кислоте до появления слабо-жёлтой окраски, затем приливают двойной объём холодной воды и через некоторое время наблюдают образование белого осадка, который можно отфильтровать на маленькой воронке Бюхнера.

В условиях опыта бромирование протекает исключительно по двойной связи в боковой цепи.

Применение раствора брома в уксусной кислоте облегчает выделение нерастворимого в воде продукта реакции, так как сама уксусная кислота растворяется в воде.

Контрольные вопросы:

1. Приведите механизм (АЕ) бромирования стирола.
2. Какое соединение будет легче бромироваться в условиях данного опыта: а) стирол, б) этилен, в) тетрачлорэтилен?

Опыт 5. Сравнение подвижности галогена в ароматических соединениях

Реактивы: хлорбензол, бромбензол, хлористый бензил, (1,2-дибромэтил)бензол, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, 20 %-ный раствор азотной кислоты, 1 %-ный водный раствор нитрата серебра, 4 %-ный раствор нитрата серебра в этаноле.

Опыт проводят с каждым из галогенпроизводных: хлорбензолом, бромбензолом, хлористый бензилом, (1,2-дибромэтил)бензолом по одной и той же следующей методике.

В пробирку помещают 0,5 мл (г) галогенопроизводного, добавляют 2-3 мл дистиллированной воды и хорошо встряхивают. После отстаивания смеси водный слой сливают. Промытое галогенопроизводное делят на две части. К первой приливают 1-2 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия и нагревают (при встряхивании) до кипения. Затем смесь охлаждают, подкисляют 20 %-ной азотной кислотой и добавляют несколько капель 1 %-ного водного раствора нитрата серебра. Наблюдают: в каких опытах протекает реакция с образованием галогенида серебра.

Ко второй части промытого галогенпроизводного ароматического углеводорода добавляют 1-2 мл 4 %-ного спиртового раствора нитрата серебра и нагревают до кипения. Отмечают: в случае каких галогенпроизводных выпадают осадки галогенидов серебра. Количество образующегося осадка галогенида серебра зависит от подвижности галогена в исследуемом ароматическом соединении.

Уравнения реакций:



R – ароматический углеводородный радикал.

В условиях опыта хлорбензол и бромбензол не отщепляют галоген ни под действием щёлочи, ни под действием спиртового раствора нитрата серебра.

хлористый бензил и (1,2- дибромэтил)бензол легко отщепляют галоген под действием обоих реагентов.

Напишите уравнения реакций взаимодействия хлористого бензила и (1,2- дибромэтил)бензола с гидроксидом натрия и спиртовым раствором нитрата серебра.

Контрольные вопросы:

1. Почему в условиях данного опыта галоген легко отщепляется от хлористого бензила и не отщепляется от хлорбензола?
2. По какому механизму отщепляются галогены от хлористого бензила и (1,2- дибромэтил)бензола в описанных выше условиях? Приведите схему этого механизма.

#### Опыт 6. Нитрование бензола (тяга!)

Реактивы: бензол, концентрированная азотная кислота ( $\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$ ), концентрированная серная кислота ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ).

В колбе объёмом 50 мл смешивают 1,5 мл концентрированной азотной кислоты и 2,0 мл концентрированной серной кислоты и охлаждают полученную нитрующую смесь холодной водой. Затем к нитрующей смеси при перемешивании и охлаждении постепенно прибавляют 1 мл бензола. Колбу закрывают пробкой с воздушным холодильником и нагревают на водяной бане при температуре 50-60 °C в течение 10-15 минут при периодическом встряхивании. После этого реакционную смесь охлаждают и выливают в стакан с 25 мл ледяной воды. Избыток минеральных кислот растворяется в воде, а нитробензол оседает на дно стакана в виде капель тяжёлого желтоватого масла, пахнущего горьким миндалём.

Контрольные вопросы:

1. Какую роль при нитровании выполняет серная кислота?
2. Приведите механизм реакции нитрования бензола.
3. Предположите, какие продукты получатся при нитровании толуола в описанных выше условиях? Ответ поясните.

#### Опыт 29. Нитрование нитробензола (тяга!)

Реактивы: нитробензол, концентрированная азотная кислота ( $\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$ ), концентрированная серная кислота ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ), этиловый спирт.

В колбе объёмом 50 мл смешивают 1,0 мл концентрированной азотной кислоты и 1,5 мл концентрированной серной кислоты и добавляют при встряхивании 1 мл нитробензола. Колбу закрывают пробкой с воздушным холодильником и нагревают на кипящей водяной бане в течение 15 минут при частом встряхивании. Затем колбу охлаждают до комнатной температуры и выливают продукты реакции в стакан с 25 мл ледяной воды. Динитробензол оседает в виде тяжёлого масла; с него сливают водный слой и промывают два раза холодной водой. Продукт реакции затвердевает в виде маслянистой лепёшки, его отфильтровывают под вакуумом, промывают водой на фильтре и перекристаллизовывают из этанола. Получают почти бесцветный мета-динитробензол, который подсушивают на воздухе под тягой и определяют температуру плавления (90 °C).

Контрольные вопросы:

1. Почему нитробензол нитруют смесью дымящей азотной кислоты и концентрированной серной кислоты?
2. Почему при нитровании нитробензола следует поддерживать более высокую температуру, чем при нитровании бензола?
3. Объясните с точки зрения статического и динамического подходов, почему при нитровании нитробензола получается практически только мета-изомер.

#### Опыт 30. Сульфирование бензола и его гомологов

Реактивы: бензол, толуол, ксилол, концентрированная серная кислота ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ).

Сульфирование бензола, толуола и ксилола проводят параллельно. В одну пробирку наливают 1 мл бензола, в другую – 1 мл толуола, в третью – 1 мл ксилола (пробирки сухие!). Затем в каждую пробирку добавляют по 4 мл  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц), закрывают пробками с воздушными холодильниками и нагревают 15 минут на кипящей водяной бане, часто встряхивая смесь. При встряхивании углеводороды образуют с кислотой эмульсии и постепенно растворяются. Чем быстрее сульфировается углеводород, тем быстрее он переходит в раствор (почему?). Отмечают различие в скоростях сульфирования бензола, толуола и ксилола. Нагревание прекращают, когда в одной из пробирок реакционная смесь перестанет расслаиваться. Все пробирки охлаждают и выливают их содержимое в отдельные стаканчики с холодной водой (20-25 мл); отмечают, в каком стаканчике непрореагировавшего исходного вещества выделилось больше. Делают вывод, какой из трёх углеводородов сульфировается легче всего, а какой труднее.

Напишите уравнения реакций сульфирования орто-, мета- и пара-ксилолов, а также бензола.

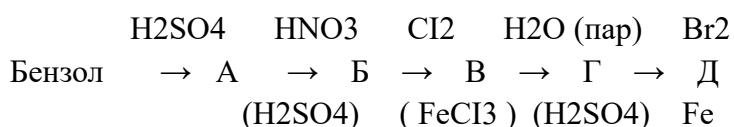
Контрольные вопросы:

1. По каким признакам можно судить о скорости протекания реакции сульфирования бензола и его гомологов?
2. Объясните, как алкильные радикалы влияют на скорость сульфирования в ароматическом кольце?
3. Рассмотрите механизм сульфирования м- ксилола.
4. Предложите способ выделения из реакционной смеси продуктов сульфирования бензола и его гомологов.

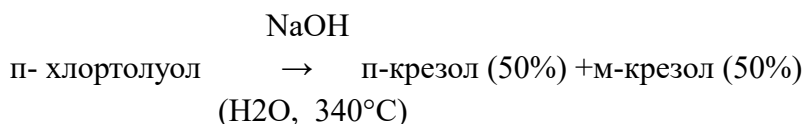
### Задания для самостоятельной работы.

#### Задания для самостоятельной работы

1. Осуществите превращения. Назовите все соединения.



2. Объясните результаты реакции:



## Тема 15. Галогено-, сульфо- и нитропроизводные бензольного ряда (ОПК-2)

### Лекция.

Ароматические галогенопроизводные. Способы получения. Галогенирование ароматических углеводородов, синтез из солей диазония. Реакции, затрагивающие связь углерод-галоген. Особенности протекания реакций нуклеофильного замещения в ароматическом ядре, представления об их механизме, катализ, влияние заместителей. Реакции электрофильного замещения. Понятие об индукционном и мезомерном эффектах заместителей в ароматическом ряду. Эффекты атомов галогенов как заместителей. Бензилгалогениды, получение и особенности химических свойств. Хлорметилирование ароматических соединений (реакция Блана). Бензальхлорид и бензотрихлорид: получение хлорированием толуола, гидролиз. Пути использования галогенопроизводных ароматического ряда.

Ароматические сульфоокислоты. Сульфирование бензола и его гомологов в ядро серной кислотой и оксидом серы (VI). Побочная реакция образования сульфонов. Реакции сульфоокислот с участием сульфогруппы: образование солей, хлорангидридов, эфиров, амидов, бензолсульфодихлорамида (дихлорамина Б). Реакции замещения сульфогруппы: гидролиз, щелочное плавление, сплавление солей сульфоокислот с цианидами (синтез нитрилов и карбоновых кислот). Реакции бензольного ядра: галогенирование, нитрование, сульфирование. Сульфогруппа как мета-ориентант. Применение ароматических сульфоокислот.

**Практическое занятие.**

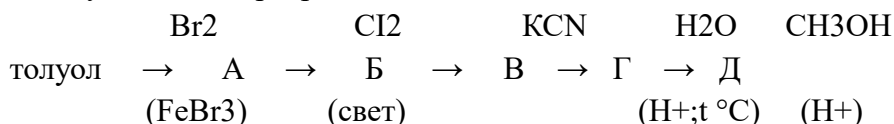
Нитросоединения ароматического ряда. Номенклатура и классификация. Нитрование бензола и его производных. Механизм нитрования. Условия нитрования толуола в ядро и в боковую цепь. Нитрование фенола, хлорбензола, нитробензола. Синтез нитросоединений из аминов через соли диазония. Ориентация нитрогруппы и строение нитробензола. Реакции электрофильного замещения. Влияние нитрогруппы в орто- и пара- положениях на реакцию-ную способность атома галогена. Практическое использование ароматических нитросоединений.

**Лабораторные работы.**

Не предусмотрено

**Задания для самостоятельной работы.****Задания для самостоятельной работы**

1.. Осуществите превращения. Назовите все соединения:



2. Объясните отсутствие взаимодействия:



2-бром-3-метил-1-метоксибензол  $\rightarrow$  не реагирует  
( $\text{NH}_3$ , ж.)

**Тема 16. Гидроксипроизводные бензольного ряда (ОПК-2)****Лекция.**

Фенол и его гомологи. Номенклатура. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз галогенопроизводных, замена аминогруппы на гидроксил через соли диазония, кумольный способ получения фенола (Сергеев, Удрис). Химические свойства. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование. Перегруппировка (Фриса) сложных эфиров фенолов как способ ацилирования по кольцу. Конденсация фенолов с формальдегидом, фенолформальдегидные смолы. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов как ароматических соединений с повышенной реакционной способностью: карбоксилирование, нитрозирование, азосочетание, введение ацильной группы (реакции Гаттермана, Хеша, Раймера-Тимана, Вильсмайера-Хаака). Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы. Фенольные стабилизаторы полимерных материалов. Основные пути использования замещенных фенолов.

**Практическое занятие.**

Многоатомные фенолы. Пирокатехин и гидрохинон: способы получения, восстановительные свойства, образование моно- и диэфиров. Циклические эфиры пирокатехина. Гидрохинон и другие фенолы как проявители фотография. Представление о природных соединениях - производных пирокатехина. Резорцин: получение, реакции, характерные для фенолов, восстановление до дигидрорезорцина.

Ароматические спирты. Синтез бензилового и  $\beta$ -фенилэтилового спиртов. Свойства и применение.

**Лабораторные работы.**

Не предусмотрено

**Задания для самостоятельной работы.**

1. Оцените взаимное влияние атомов с учетом электронных эффектов заместителей на кислотные свойства соединений. Расположите соединения в порядке убывания кислотных свойств:

а)  $\text{CH}_2\text{Br}$  -  $\text{COOH}$ ;  $\text{CH}_2\text{Cl}$  -  $(\text{CH}_2)_2$  -  $\text{COOH}$ ;  $\text{CH}_2\text{Cl}$  -  $\text{COOH}$ ;

б)  $\text{CH}_3$  -  $\text{OH}$ ;  $\text{O}_2\text{N}$  -  $\text{OH}$ ;  $\text{OH}$ .

**Тема 17. Альдегиды, кетоны, кислоты ряда бензола. Хиноны (ОПК-2)**

### Лекция.

Получение бензальдегида из толуола и бензальхлорида. Синтез кетонов ацилированием ароматических углеводородов (реакция Фриделя - Крафтса). Реакции ароматических альдегидов и кетонов, общие с алифатическими альдегидами и кетонами. Реакция Канниццаро. Бензоиновая конденсация. Реакция Перкина. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах. Ацетофенон, бензофенон. Бензил, бензиловая перегруппировка. Халконы.

Получение орто- и пара- бензохинонов. Свойства: получение моно- и диоксимов, присоединение хлороводорода, анилина, уксусного ангидрида, реакция с диенами. Сопоставление свойств хинонов и  $\alpha$ ,  $\beta$ - непредельных кетонов. Хингидрон. Понятие о комплексах с переносом заряда (КПЗ). Семихиноны. Понятие об ион- радикалах.

Карбоновые кислоты. Способы получения. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в бензольном ядре. Понятия о корреляционных уравнениях. Константы Гаммета как количественная характеристика заместителей. Реакции замещения в бензольном кольце. Хлористый бензоил - получение, реакционная способность при взаимодействии с нуклеофилами, использование в качестве реагента бензоилирования

### Практическое занятие.

Дикарбоновые кислоты. Получение окислением ароматических и алифатических углеводородов. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид и его применение для синтеза антрахинона и его производных, триарилметановых красителей; фталимид и его использования для синтеза аминов (реакция Габриэля) и антраниловой кислоты; сложные эфиры и их практическое применение. Репелленты, пластификаторы. Терфталевая кислота, диметилтерефталат и его использование.

Ароматические гидроксикислоты: получение гидроксилированием фенолятов по Кольбе-Шмидту, взаимопревращения солей гидроксibenзойных кислот и влияние природы катиона щелочного металла и температуры на направление этих реакций. Получение простых и сложных эфиров, реакции азосочетания. Салициловая кислота, аспирин, салол. Пути использования гидроксibenзойных кислот и их производных.

### Лабораторные работы.

Не предусмотрено

### Задания для самостоятельной работы.

Антраниловая и пара-аминобензойная кислоты: методы получения, свойства и пути использования.

## Тема 18. Ароматические амины. Диазо- и азосоединения (ОПК-2)

### Лекция.

Ароматические амины. Классификация, номенклатура. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения в галоген-, гидрокси- и аминопроизводных ароматических углеводородов, реакции восстановления нитросоединений в нейтральной, кислой и щелочной среде, бензидиновая и семидиновая перегруппировки (Зинин). Электронное строение анилина. Основность ароматических аминов. Свойства ароматических аминов: взаимодействие с электрофилами.

Реакции алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты. Ацилирование ароматических аминов как защитная реакция для дальнейшего проведения реакций галогенирования и нитрования. Нитрозирование и диазотирование ароматических аминов. Окисление. Важнейшие представители ароматических моно-и диаминов, основные пути их использования. Синтез гетероциклических соединений из орто-фенилендиамина и орто-аминофенола.

Диазо- и азосоединения. Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса). Электронное строение, катион диазония как электрофильный реагент. Взаимопревращения различных форм диазосоединений. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (реакции Зандмейера, Несмеянова). Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота. Азосочетание, диазо- и азосоставляющие, зависимость условий проведения азосочетания от природы азосоставляющей. Синтез, электронное строение и структурные особенности азокрасителей. Матилоранж и конго красный как представители красителей, используемых в качестве индикаторов. Восстановление солей диазония и азосоединений. Использование этих реакций для синтеза производных гидразина и аминов. Соли диазония как реагенты арилирования ароматических соединений.

### Практическое занятие.

#### Решение задач.

1. В процессе образования 360 г глюкозы выделяется кислород, объем (н.у.) которого равен \_\_\_\_\_ л. (Запишите число с точностью до десятых.)
2. В процессе образования 72 г глюкозы поглощается углекислый газ, объем (н.у.) которого равен \_\_\_\_\_ л. (Запишите число с точностью до сотых.)
3. При поглощении 268,8 л (н.у.) углекислого газа в процессе фотосинтеза образуется фруктоза, масса которой равна \_\_\_\_\_ г. (Запишите число с точностью до целых.)

### Лабораторные работы.

#### Опыт 1. Отношение ароматических альдегидов и кетонов к окислителям

**Реактивы:** бензойный альдегид, ацетофенон, аммиачный раствор оксида серебра, 2 %-ный раствор перманганата калия, 10 %-ный раствор серной кислоты, этанол.

##### 1.1. Действие аммиачного раствора оксида серебра.

В две чистые пробирки наливают по 1 мл аммиачного раствора оксида серебра и добавляют: в первую пробирку – 1-2 капли бензальдегида, во вторую – 1-2 капли ацетофенона. Обе пробирки нагревают на водяной бане при температуре 40-50 °C и наблюдают образование «серебряного зеркала» в пробирке с бензальдегидом. Ацетофенон в этих условиях не окисляется.

##### 1.2. Действие водного раствора перманганата калия.

В пробирке смешивают 1-2 капли бензальдегида с 2-3 мл раствора перманганата калия. Реакционную смесь нагревают при встряхивании на водяной бане до исчезновения запаха бензальдегида, после чего добавляют несколько капель этилового спирта (фиолетовая окраска исчезает) и горячий раствор фильтруют через маленький складчатый фильтр. Бесцветный фильтрат подкисляют 10 %-ной серной кислотой и наблюдают выделение кристаллов бензойной кислоты, хорошо растворимой в щелочах и горячей воде, но малорастворимой в холодной воде.

#### Уравнения реакций:

#### Контрольные вопросы:

С какой целью после нагревания бензальдегида с раствором перманганата калия на водяной бане в реакционную смесь добавляют этиловый спирт? Напишите уравнение реакции.

Почему фильтруют горячий, а не охлаждённый раствор? Какой продукт остаётся на фильтре?

Как можно объяснить лёгкую окисляемость бензальдегида по сравнению с ацетофеноном?

#### Опыт 2. Реакция ацетофенона с 2,4-динитрофенилгидразином.

**Реактивы:** ацетофенон, 2,4-динитрофенилгидразин, (ядовит, работать осторожно!), концентрированная серная кислота, этиловый спирт.

Готовят раствор 2,4-динитрофенилгидразина в серной кислоте. Для этого к 0,4 г 2,4-динитрофенилгидразина приливают 2 мл концентрированной серной кислоты и осторожно при перемешивании и охлаждении постепенно добавляют 3 мл воды.

В колбочке ёмкостью 50 мл растворяют 0,5 мл ацетофенона в 5 мл этилового спирта и приливают 3 мл раствора 2,4-динитрофенилгидразина в серной кислоте. Колбу закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на кипящей водяной бане, наблюдают образование осадка 2,4-динитрофенилгидразона ацетофенона.

**Задание:** напишите уравнение реакции образования 2,4-динитрофенилгидразона ацетофенона в присутствии серной кислоты и объясните её механизм.

### **Опыт 3. Взаимодействие бензальдегида с анилином**

**Реактивы:** бензальдегид, анилин, этанол.

В пробирке смешивают при встряхивании 0,5 мл анилина с 0,5 мл бензальдегида и добавляют 1-2 капли этанола. Реакция протекает с выделением тепла.

**Задание:** рассмотрите механизм образования бензальанилина.

### **Опыт 4. Бромирование ароматических кислот**

**Реактивы:** насыщенные водные растворы бензойной, коричной и салициловой кислот, бромная вода.

В три пробирки наливают по 2 мл: в первую – насыщенного раствора бензойной кислоты; во вторую – насыщенного раствора коричной кислоты; в третью – насыщенного раствора салициловой кислоты. В каждую из пробирок прибавляют по несколько капель бромной воды и наблюдают за происходящими изменениями. В пробирке с бензойной кислотой бромная вода не обесцвечивается (о чём это свидетельствует?). Коричная и салициловая кислоты обесцвечивают бромную воду.

#### **Контрольные вопросы:**

Объясните, почему бензойная кислота не взаимодействует с бромом в условиях описанного опыта?

По какому механизму взаимодействует с бромом в данном опыте: а) коричная кислота; б) салициловая кислота?

### **Опыт 5. Отношение бензойной, коричной и салициловой кислот к перманганату калия**

**Реактивы:** насыщенные водные растворы бензойной, коричной и салициловой кислот, 10 %-ный раствор карбоната натрия, 5 %-ный раствор перманганата калия.

К 1,5 мл раствора каждой из исследуемых кислот (в отдельной пробирке) добавляют по 1,5 мл 10 %-ного раствора карбоната натрия, а затем – 5 %-ный раствор перманганата калия по каплям при встряхивании до прекращения изменения окраски смеси. Отмечают различия в протекании реакции.

Салициловая кислота окисляется перманганатом калия в щелочной среде с образованием сложной смеси продуктов. Бензойная кислота устойчива к действию окислителей.

#### **Контрольные вопросы:**

Какие изменения наблюдаются в пробирках с различными ароматическими кислотами (бензойной, коричной и салициловой) при действии на них раствора перманганата калия?

Почему салициловая кислота очень легко окисляется, а бензойная кислота устойчива к действию данного окислителя?

### **Опыт 6. Действие хлорида железа (III) на бензойную и салициловую кислоты**

**Реактивы:** насыщенные водные растворы бензойной и салициловой кислот, 1%-ный раствор хлорида железа (III), этиловый спирт, 10%-ный раствор серной кислоты.

В одну пробирку наливают 1,5 мл насыщенного водного раствора бензойной кислоты, в другую – 1,5 мл насыщенного водного раствора салициловой кислоты. В каждую из пробирок добавляют 3-4 капли 1%-ного раствора хлорида железа (III). В пробирке с салициловой кислотой появляется интенсивное фиолетовое окрашивание. Содержимое пробирки делят на две части. К первой приливают 1 мл этилового спирта, ко второй – 0,5-1 мл 10%-ного раствора серной кислоты; наблюдают, в каком случае окрашивание исчезает.

Из трёх изомерных гидроксibenзойных кислот мета-изомер не даёт реакции с хлоридом железа (III). Орто- и пара-гидроксibenзойные кислоты образуют с катионом железа окрашенные комплексы, окраска которых исчезает при добавлении сильных минеральных кислот или щелочей. Однако, в отличие от фенолята железа, спирт, глицерин и уксусная кислота не уничтожают это окрашивание. Бензойная кислота не образует цветных комплексных соединений с солями железа.

#### **Контрольные вопросы:**

Почему бензойная кислота не образует окрашенных соединений с хлоридом железа (III)?

Почему сильные минеральные кислоты и щёлочи разрушают окрашенный комплекс салициловой кислоты с трёхвалентным железом?

Напишите уравнение реакции взаимодействия салициловой кислоты с хлоридом железа (III).



## Опыт 7. Основные свойства ароматических аминов

**Реактивы:** анилин, дифениламин, концентрированная соляная кислота, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ный раствор серной кислоты, этиловый спирт.

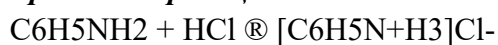
### 7.1 Основные свойства анилина, образование его солей.

В пробирку наливают 3 мл воды, прибавляют 5-6 капель анилина, хорошо встряхивают. Отмечают плохую растворимость анилина в воде. Полученную эмульсию стеклянной палочкой наносят сначала на красную, а затем синюю лакмусовую бумажки. Окраска индикаторов не изменяется, делают вывод о слабо выраженных кислотно-основных свойствах анилина.

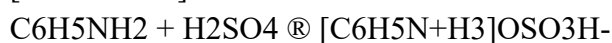
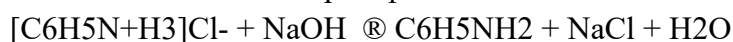
Эмульсию анилина делят на две части. К одной из них прибавляют по каплям при встряхивании концентрированную соляную кислоту и наблюдают превращение эмульсии в раствор вследствие образования растворимой соли анилина. К этому раствору прибавляют 10 %-ный раствор гидроксида натрия и наблюдают выделение анилина (жидкость мутнеет).

Ко второй части эмульсии анилина приливают по каплям при встряхивании 10%-ный раствор серной кислоты, наблюдают выпадение белого осадка, который после добавления раствора гидроксида натрия растворяется, а жидкость мутнеет.

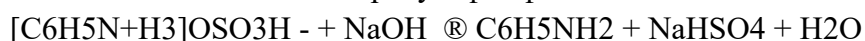
#### Уравнения реакций:



анилин                      хлорид фениламмония



анилин                      гидросульфат фениламмония



### 37.2 Образование и разложение солей дифениламина.

В пробирку вносят около 0,1 г дифениламина и приливают 2 мл этилового спирта, наблюдают образование раствора дифениламина. К раствору постепенно добавляют воду до появления муты вследствие выделения дифениламина; затем приливают по каплям концентрированную соляную кислоту. Раствор становится прозрачным вследствие растворения выделившегося дифениламина. К этому прозрачному раствору добавляют воду и вновь наблюдают выделение дифениламина.

#### Уравнения реакций:



дифениламин                      хлорид дифениламмония



#### Контрольные вопросы:

1. Какова растворимость ароматических аминов в воде?
2. У какого из аминов (анилина или дифениламина) сильнее выражены основные свойства? Какие опыты это подтверждают?
3. Объясните с точки зрения электронной теории, почему вторичные ароматические амины являются более слабыми основаниями, чем первичные?
4. Какой из аминов является более сильным основанием: а) этиламин или анилин; б) триметиламин или трифениламин? Объясните, почему?

## Опыт 8. Реакции анилина

**Реактивы:** анилин, бромная вода, уксусный ангидрид, 10 %-ный раствор гидроксида натрия, бензальдегид, этанол, концентрированная серная кислота, 10 %-ный раствор серной кислоты, насыщенный водный раствор дихромата калия.

### 8.1. Бромирование анилина (тяга!).

К 2-3 мл воды в пробирке добавляют небольшую каплю анилина, пробирку хорошо встряхивают и по каплям приливают бромную воду. Наблюдают обесцвечивание бромной воды и выпадение белого осадка триброманилина.

#### Уравнение реакции:

### 8.2. Ацилирование анилина (тяга!).

В пробирку наливают 2 мл воды, добавляют 0,5 мл анилина, смесь хорошо перемешивают и при встряхивании приливают 0,5 мл уксусного ангидрида. Наблюдают образование кристаллов ацетанилида; их отфильтровывают, промывают на фильтре холодной водой, сушат на воздухе и определяют температуру плавления ( $t_{пл} = 114\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Немного кристаллов ацетанилида (можно влажных) переносят в пробирку, приливают 2-3 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия и кипятят в течение 3-5 минут. Пробирку охлаждают и наблюдают выделение свободного анилина.

#### Уравнения реакций:



анилин

ацетанилид



ацетанилид

анилин

ацетат натрия

Ацетанилид устойчив по отношению к воде, но при кипячении с кислотами и щелочами гидролизует.

#### 8.3. Реакция анилина с бензальдегидом.

Прodelайте опыт 23.

#### 8.4. Сульфирование анилина.

В сухую пробирку помещают 1 мл анилина и медленно при встряхивании добавляют 1,5 мл конц. серной кислоты. Смесь сначала затвердевает, затем разжижается. Пробирку закрывают воздушным холодильником и нагревают на песчаной бане до температуры  $180\text{--}190\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 20-25 минут (пробирка должна быть погружена в песок выше уровня смеси!). Смесь охлаждают на воздухе до начала затвердевания и приливают 5 мл горячей воды. Вновь нагревают смесь до полного растворения осадка и медленно охлаждают вначале на воздухе до комнатной температуры, затем в ледяной воде. Наблюдают выпадение кристаллов сульфаниловой кислоты. Их отфильтровывают, промывают на фильтре холодной водой, отжимают и сушат на воздухе.

#### Уравнение реакции:

$t_0$

$t_0$



анилин

гидросульфат фениламмония -H<sub>2</sub>O фенилсульфаминовая к-та



сульфаниловая к-та

Сульфаниловая кислота устойчива в обычных условиях, разлагается не плавясь при температуре выше  $280\text{ }^{\circ}\text{C}$ , трудно растворима в холодной воде, более сильная кислота, чем бензойная ( $K_{дис.} = 6 \times 10^{-4}$ ). Аминогруппа не придаёт сульфаниловой кислоте заметных основных свойств.

#### 8.5. Окисление анилина.

В пробирке тщательно перемешивают 1 мл воды и 2-3 капли анилина. К смеси добавляют 2-3 капли насыщенного водного раствора дихромата калия и 0,5 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Наблюдают окрашивание жидкости в тёмно-зелёный цвет, переходящий в синий, а затем в чёрный. Анилин окисляется легко; в зависимости от условий реакции и характера окислителя образуются различные вещества: нитрозобензол, нитробензол, бензохинон и др. Конечным продуктом окисления анилина дихроматом калия является краситель сложного строения – «анилиновый чёрный». Он устойчив к действию кислот и щелочей, применяется для крашения волокна и других целей.

#### Контрольные вопросы:

Почему бромирование анилина протекает очень легко? Рассмотрите механизм этой реакции.

По какому механизму происходит взаимодействие анилина с уксусным ангидридом? Приведите его.

Можно ли проацилировать уксусным ангидридом следующие амины: а) дифениламин, б) трифениламин? Ответ поясните.

Что получится, если сульфировать анилин в большом избытке концентрированной серной кислоты?

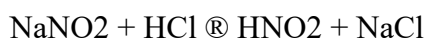
Какие продукты могут получаться при окислении анилина?

#### Опыт 39. Взаимодействие ароматических аминов с азотистой кислотой

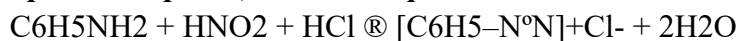
**Реактивы:** анилин, нитрит натрия, концентрированная соляная кислота, дифениламин, этанол, диметиланилин, насыщенный раствор карбоната натрия, диэтиловый эфир.

### 39.1. Диазотирование анилина.

В плоскодонной колбе объёмом 50 мл смешивают 1 мл анилина в 8 мл воды и 2,5 мл HCl (конц.). Колбу с полученным раствором солянокислой соли анилина помещают в смесь воды со льдом, в колбу опускают термометр и охлаждают раствор до температуры 0,1 0С. Отдельно в пробирке готовят раствор 0,8 г нитрита натрия в 1,5 мл воды и медленно по каплям добавляют его в колбу с охлаждённым раствором соли анилина, встряхивая смесь и охлаждая её (температура не выше 5,6 0С). После прибавления 2/3 раствора нитрита натрия смесь встряхивают 1,2 минуты и наносят одну каплю на йодкрахмальную бумагу; если бумага не синее, то добавляют ещё раствор нитрита натрия, реакцию снова встряхивают 1-2 минуты и повторяют пробу с йодкрахмальной бумагой. Посинение индикатора свидетельствует о наличии в реакционной смеси свободной азотистой кислоты, и диазотирование считается законченным. На поверхность йодкрахмальной бумаги нанесена смесь йодида калия с крахмалом. В кислой среде под действием азотистой кислоты ионы йода окисляются до свободного йода, который и даёт синее окрашивание с крахмалом:



**Уравнение реакции диазотирования:**



анилин

хлорид фенилдиазония (бензольдиазонийхлорид)

В пробирку наливают 1 мл полученного раствора соли фенилдиазония и осторожно нагревают. Наблюдают вспенивание и появление запаха фенола:

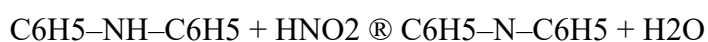
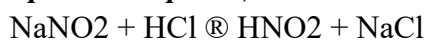


Оставшийся после окончания опыта раствор диазосоединения оставляют в ледяной воде и используют в других опытах.

### 39.2. Нитрозирование дифениламина.

В пробирке готовят раствор 0,5 г дифениламина в 4-5 мл спирта и охлаждают его до температуры 0-1 0С в смеси воды со льдом. Продолжая охлаждение, приливают к раствору дифениламина при постоянном встряхивании 0,5 мл концентрированной соляной кислоты и раствор 0,3 г нитрита натрия в 1 мл воды. Смесь постепенно окрашивается в зелёный цвет, а затем выделяется постепенно затвердевающее масло. Твёрдый продукт отфильтровывают, промывают на фильтре несколькими каплями холодного спирта, затем водой и отжимают. Температура плавления дифенил-N-нитрозамина равна 66 0С.

**Уравнения реакций:**



NO дифенил-N-нитрозамин

При действии на дифениламин азотистой кислоты и избытка минеральной кислоты без охлаждения вначале нитрозамин расщепляется с образованием оксидов азота и соли дифениламина. Соль дифениламина окисляется оксидами азота и даёт соединения, окрашенные в синий цвет. Дифениламин используют как реактив на нитриты и нитраты.

### 39.3. Нитрозирование диметиланилина (тяга!).

В стакан (или колбу) ёмкостью 25 мл помещают 1 мл диметиланилина и 3 мл концентрированной соляной кислоты. Смесь охлаждают в ледяной воде и добавляют к ней 6 г льда в виде мелких кусочков, затем медленно при перемешивании по каплям приливают раствор 0,6 г нитрита натрия в 2 мл воды (температура реакционной смеси не должна быть выше 5 0С). Реакционную массу выдерживают в ледяной воде в течение 15 мин, выпавшие жёлтые кристаллы солянокислой соли пара-нитрозодиметиланилина отфильтровывают под вакуумом и отжимают между листами фильтровальной бумаги.

Для получения свободного пара-нитрозодиметиланилина треть осадка полученной соли пара-нитрозодиметиланилина переносят в пробирку и приливают по каплям 3-4 мл насыщенного раствора карбоната натрия. Выпадает зелёный осадок. В пробирку с осадком добавляют 2 мл эфира, хорошо встряхивают. Эфирный слой окрашивается в зелёный цвет, его с помощью пипетки переносят в фарфоровую чашку, а водный раствор ещё два раза экстрагируют эфиром (порциями по 2 мл). Эфирные вытяжки объединяют с эфиром, полученным после первой экстракции, и фарфоровую чашку помещают в вытяжной шкаф, давая эфиру испариться при комнатной температуре. В чашке остаются ярко-зелёные кристаллы пара-нитрозодиметиланилина.

#### **Уравнения реакций:**

#### **Контрольные вопросы:**

1. Почему реакцию аминов с азотистой кислотой проводят при пониженной температуре?
2. Напишите механизм диазотирования анилина.
3. Какова роль минеральной кислоты при диазотировании? Какие побочные реакции возможны при диазотировании?
4. Для чего проводят йодкрахмальные пробы?
5. Как реагируют с азотистой кислотой первичные, вторичные и третичные амины? Сравните с отношением к азотистой кислоте аминов жирного ряда.

#### **Опыт 40. Образование и свойства диазоаминобензола**

**Реактивы:** раствор соли фенилдиазония 20%-ный раствор ацетата натрия, анилин, 10%-ный раствор соляной к-ты.

В пробирку наливают 2-3 мл холодного раствора соли фенилдиазония, полученного в опыте 32.1, добавляют 2-3 капли анилина (если анилин не растворится, то следует добавить 1-2 капли соляной кислоты). Реакционную смесь охлаждают в ледяной воде и приливают к ней равный объём 20%-ного раствора ацетата натрия. Выпадает жёлтый осадок диазоаминобензола, который отфильтровывают под вакуумом, промывают водой на фильтре и используют для последующих реакций.

Около половины полученного диазоаминобензола помещают в пробирку, приливают 2-3 мл 10 %-ного раствора соляной кислоты и нагревают на водяной бане. Наблюдают растворение осадка, выделение азота и появление запаха фенола.

Вторую половину осадка диазоаминобензола слабо нагревают с 3-4 каплями анилина в течение 2-3 минут, затем добавляют 5-7 мл 10 %-ного раствора соляной кислоты и наблюдают появление интенсивного окрашивания (какого цвета?).

В слабокислой среде соли диазония могут взаимодействовать с первичными ароматическими аминами по атому азота, при этом образуются диазоаминосоединения:



анилин

соль диазония



диазоаминобензол

При нагревании в кислой среде диазоаминобензол расщепляется на соль амина и соль диазония, которая превращается в фенол с выделением азота (см. оп. 32.1). При слабом нагревании диазоаминобензола с избытком анилина в кислой среде также образуется соль диазония, реагирующая с анилином с образованием красителя:

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие условия проведения реакции между первичным ароматическим амином и азотистой кислотой способствуют образованию: а) соли диазония; б) диазоаминосоединения?
2. Каким образом можно получить из диазоаминосоединения соль диазония? Что следует предпринять, чтобы при диазотировании соль диазония не загрязнялась примесью диазоаминосоединения?

#### **Опыт 41. Получение азокрасителей и ледяное крашение**

**Реактивы:** раствор соли фенилдиазония (из опыта 32.1), N,N-диметиланилин, фенол, b-нафтол, насыщенный водный раствор ацетата натрия, 10%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор гидроксида натрия.

##### *41.1. Получение диметиламиноазобензола.*

В пробирку наливают 1-1,5 мл раствора соли фенилдиазония, полученного в опыте 40.1, добавляют 1-2 капли N,N- диметиланилина и несколько капель насыщенного раствора ацетата натрия. Смесь хорошо встряхивают, наблюдают выпадение желто-оранжевый осадка азокрасителя:

Немного суспензии полученного красителя переносят в пустую пробирку, добавляют 2-3 мл воды и несколько капель 10 %- ного раствора соляной кислоты, наблюдают появление ярко- красной окраски. Затем в полученный красный раствор по каплям при встряхивании добавляют 10 %-ный раствор гидро-ксида натрия: красная окраска переходит в жёлто-оранжевую.

В зависимости от pH среды молекулы красителя имеют различную структуру и, вследствие этого, различную окраску:

Раствор п - N,N -диметиламиноазобензола применяется в качестве индикатора. Переход красного цвета в желтый происходит при  $\text{pH} = 4,0$ .

*40.2. Получение п-гидроксиазобензола, бензолазо-б- нафтола и окрашивание ткани методом ледяного крашения.*

В отдельных пробирках растворяют по 0,1-0,2 г фенола и б- нафтола в 2-3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Каждый из полученных растворов делят на две части. К одной части каждого раствора приливают равный объём соли фенилдиазония (опыт 32.1), наблюдают появление интенсивной оранжевой окраски; а в смеси, содержащей б-нафтол, кроме того, выпадает оранжевый осадок, который можно отфильтровать и высушить.

Вторые части щелочных растворов фенола и б- нафтола разбавляют в 4-5 раз водой и погружают в них на несколько минут полоски белой хлопчатобумажной ткани. В стаканчик наливают 5-10 мл охлаждённого раствора соли фенилдиазония (опыт 32.1), вносят 2-3 маленьких кусочка льда и 1-2 мл насыщенного водного раствора ацетата натрия. Из щелочных растворов фенола и б-нафтола вынимают ткань, слегка отжимают и погружают в холодный раствор соли фенилдиазония в стаканчике. Наблюдают окрашивание ткани в ярко-оранжевый цвет. Через 5-6 минут окрашенные полоски ткани извлекают из раствора, хорошо промывают в воде и сушат на воздухе. Отмечают, что красители хорошо удерживаются на ткани и почти не смываются водой при промывании.

**Уравнения реакций:**

### **Контрольные вопросы:**

1. С какой целью при азосочетании используют раствор ацетата натрия?
2. При каком значении pH среды сочетают ароматические амины и фенолы с солями диазония? Почему?
3. Приведите механизмы реакций соли фенилдиазония с: а) анилином; б) фенолом; в) б-нафтолом. Какой характер носят эти реакции (электрофильный или нуклеофильный)?
4. Почему азосоединения могут проявлять свойства красителей? Свойства индикаторов?

**Опыт 41. Получение азокрасителя метилового оранжевого (гелиантина) и окрашивание шерсти и шелка**

**Реактивы:** диметиланилин, сульфаниловая кислота, нитрит натрия, 1М и 2М растворы соляной кислоты, 2М раствор гидроксида натрия, 2М раствор серной кислоты.

В одном стакане ёмкостью 50 мл растворяют 0,6 мл диметиланилина в 10 мл 1М соляной кислоты. В другом стакане растворяют 1 г сульфаниловой кислоты в 2,5 мл 2М раствора гидроксида натрия и приливают в него раствор 0,4 г нитрита натрия в 5 мл воды. Смесь охлаждают в ледяной воде и при перемешивании приливают к 2,5 мл 2М раствора HCl, находящегося в третьем стакане. Полученный раствор диазосоединения добавляют в первый стакан с раствором диметиланилина в соляной кислоте. К вновь полученной смеси приливают 2М раствор NaOH до сильнощелочной реакции. Наблюдают выпадение оранжево-коричневого осадка натриевой соли красителя. Осадок отфильтровывают, сушат между листами фильтровальной бумаги.

В две пробирки наливают по 1 мл фильтрата и разбавляют в 3-4 раза водой. Затем в одну пробирку приливают разбавленный раствор соляной кислоты, в другую – разбавленный раствор щёлочи и отмечают цвет красителя в каждой пробирке.

В 50 мл воды растворяют 0,1 г красителя метилового оранжевого и разливают раствор в два стакана. В один из стаканов прибавляют 5 мл 2М раствора серной кислоты. В оба стакана погружают по кусочку белой шерстяной или шелковой ткани. Растворы с тканью кипятят 5 мин. Затем ткани вынимают, промывают водой и высушивают на воздухе. Отмечают более интенсивную окраску, полученную в присутствии серной кислоты.

#### Уравнения реакций:

Метилоранж является кислотно-щелочным индикатором. В щелочной среде он имеет жёлтую окраску, в нейтральной – оранжевую, в кислой среде – красную.

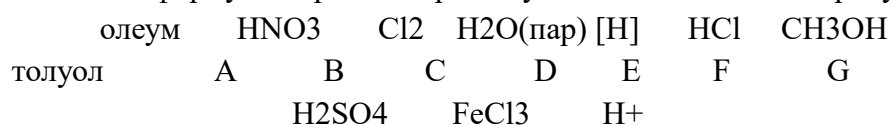
#### Контрольные вопросы:

1. По какому механизму протекает диазотирование сульфаниловой кислоты? Напишите его.
2. Приведите механизм образования красителя из диазотированной сульфаниловой кислоты и диметиланилина.
3. Почему метилоранж изменяет окраску в зависимости от pH среды?
4. Какие азокрасители называются кислотными, а какие – основными? К какому виду красителей относится метилоранж?
5. Что представляют собой ауксохромные группы азокрасителей? Какова их роль в процессе крашения?
6. Какие красители называются субстантивными, а какие – протравными?
7. Напишите уравнения реакций получения азокрасителя б- нафтолоранжа, исходя из сульфаниловой кислоты и б- нафтола. Приведите его бензоидную и хиноидную структуры.

#### Задания для самостоятельной работы.

Задания для самостоятельной работы

1. Напишите формулы строения промежуточных и конечного продуктов в следующей схеме:



2. Назовите все соединения. Объясните механизм образования соединения "В", приведите предельные структуры  $\sigma$ -комплексов, образующихся при о-, м- и р-ориентации, сравните их устойчивость.

### Тема 19. Многоядерные ароматические соединения с неконденсированными бензольными ядрами, трифенилметановые красители (ОПК-2)

#### Лекция.

Дифенил. Понятие о способах получения, строении и свойствах. Зависимость сопряжения  $\pi$ -электронных систем от степени копланарности бензольных ядер. Атропизомерия в ряду дифенила. Дифенил- и трифенилметан, гексафенилэтан. Понятие о способах получения и свойствах. Ди- и трифенилхлорметаны. Стабильные свободные радикалы и карбокатионы, С-Н-кислотность.

#### Практическое занятие.

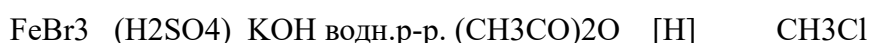
Ди- и трифенилкарбинолы, методы синтеза и химические свойства. Трифенилметановые красители (малахитовый зеленый, кристаллический фиолетовый, фенолфталеин), электронное строение, причины изменения окраски в зависимости от реакции среды.

#### Лабораторные работы.

Не предусмотрено

#### Задания для самостоятельной работы.

1. Напишите формулы строения промежуточных и конечных соединений в следующей схеме:



D                      E                      F                      G.  
Cu, 1800 C

Назовите все соединения. Приведите механизм образования вещества Д. Приведите предельные структуры электронной формулы соединения "А".

## Тема 20. Нафталин, антрацен и их произво (ОПК-2)

### Лекция.

Нафталин. Источники нафталина и других многоядерных углеводородов с конденсированными бензольными ядрами. Номенклатура и изомерия производных нафталина, его электронное строение и ароматичность. Химические свойства нафталина: каталитическое гидрирование и восстановление натрием в жидком аммиаке, окисление и влияние заместителей на направление этой реакции. Реакции электрофильного замещения: факторы, влияющие на ориентацию в этих реакциях.

Нафтолы. Замещение гидроксигруппы на аминогруппу в 2- нафтоле ( реакция Бухерера). Нафтохиноны, получение, представление о свойствах. Нафтойные кислоты: получение карбоксилированием нафтолятов и пути использования. Антрацен. Номенклатура и изомерия производных.

Синтез антрацена из соединений бензольного ряда. Электронное строение и ароматичность. Реакции гидрирования, окисления, электрофильного присоединения и замещения. Фотоокисление и фотодимеризация. Антрацен в диеновом синтезе. Триптицен. Антрахинон: получение, представление о свойствах и применении.

Фенантрен. Фенантреновый цикл в природных соединениях. Бензпирен, понятие о канцерогенных соединениях.

### Практическое занятие.

### ЗАПОЛНИТЬ!!!!

### Лабораторные работы.

**Многоядерные ароматические соединения с неконденсированными бензольными ядрами, трифенилметановые красители. Нафталин, антрацен и их производные.**

#### Опыт 42. Свойства нафталина

**Реактивы: нафталин (порошок), концентрированная азотная кислота, концентрированная серная кислота**

##### 42.1. Нитрование нафталина.

В сухую пробирку помещают 0,5 г нафталина и приливают 2-3 мл концентрированной азотной кислоты, при встряхивании смесь начинает желтеть уже при обычной температуре. Смесь нагревают на кипящей водяной бане при встряхивании в течение 5-6 минут и выливают в стакан с 20-30 мл холодной воды. Наблюдают выделение желтых кристаллов а-нитронафталина. Кристаллы фильтруют под вакуумом, промывают водой, перекристаллизовывают из разбавленного спирта, сушат на воздухе и определяют температуру плавления (т.пл. = 61 0C).

##### 42.2. Получение а-нафталинсульфоокислоты.

В сухую пробирку насыпают 1,0 г нафталина, приливают 1 мл концентрированной серной кислоты и нагревают смесь при встряхивании в кипящей водяной бане в течение 10-15 минут (возгоняющийся и оседающий на стенках пробирки нафталин сбрасывают со стенок обратно в жидкость, встряхивая пробирку). После растворения нафталина смесь охлаждают и к ней осторожно приливают 2-3 мл воды. Наблюдают полное растворение образовавшейся а-нафталинсульфоокислоты.

##### 42.3. Получение b-нафталинсульфоокислоты.

В сухую пробирку помещают 1,0 г нафталина и нагревают его до плавления, затем охлаждают до комнатной температуры и прибавляют к затвердевшему нафталину 1 мл концентрированной серной кислоты. Очень осторожно смесь нагревают в пламени горелки при встряхивании в течение 1-2 минут до получения однородной жидкости. После охлаждения добавляют к полученной густой тёмной массе 2 мл воды и слегка подогревают смесь. Затем смесь охлаждают до 15-20 °С, наблюдают выпадение кристаллов б-нафталинсульфокислоты, добавляют в пробирку 4-5 мл воды и отмечают полное растворение кристаллов.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Почему нафталин нитруется легче, чем бензол и толуол?
2. По какому механизму протекает реакция нафталина с концентрированной азотной кислотой? Приведите его.
3. Как влияет температура реакции на место вступления сульфогруппы в ароматическое кольцо нафталина?
4. Отличается ли растворимость в воде а- и б- нафталинсульфокислот?
5. Напишите механизм реакции сульфирования нафталина.
6. Объясните, почему при нитровании и сульфировании (при температуре около 80 °С) нафталина получают его а- замещённые производные?

#### **Опыт 43. Антрацен и антрахинон**

**Реактивы:** антрацен, 20%-ный раствор дихромата натрия, уксусная кислота (лед.), серная кислота (конц.), антрахинон, порошок цинка или алюминия, 10%-ный раствор гидроксида натрия.

##### *43.1. Получение антрахинона окислением антрацена (тяга!).*

В пробирке нагревают до кипения смесь 0,1 г антрахинона и 2 мл ледяной уксусной кислоты для перевода большей части антрацена в раствор. Затем раствор охлаждают, добавляют 2 мл концентрированной серной кислоты и по каплям приливают 1 мл 20%-ного раствора дихромата натрия. Наблюдают разогревание смеси и окрашивание её в зелёный цвет. Смесь кипятят в течение 5 минут, затем охлаждают на воздухе и выливают в стакан с 15 мл воды. Выпавший жёлтый осадок антрахинона отфильтровывают, промывают на фильтре водой и сушат на воздухе.

##### *Схема реакции окисления антрацена:*

##### *43.2. Восстановление антрахинона.*

В пробирку помещают несколько кристаллов антрахинона, 2-3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия и нагревают смесь до кипения, отмечают, что при этом не наблюдается видимых изменений смеси. В пробирку добавляют немного порошка цинка (или алюминия), нагревают ещё в течение 2 минут и охлаждают на воздухе. Постепенно жидкость окрашивается в ярко-красный цвет вследствие образования антрагидрохинона. При взбалтывании раствора цвет исчезает, т. к. происходит окисление антрагидрохинона до антрахинона кислородом воздуха. Нагреванием смеси с новой порцией порошка металла можно вновь вызвать покраснение раствора и снова обесцветить его встряхиванием.

##### *Уравнения и схемы реакций:*



#### **Контрольные вопросы:**

1. Какие окислители (кроме дихромата натрия) можно использовать для получения антрахинона из антрацена?
2. Напишите полное уравнение реакции окисления антрацена дихроматом натрия в кислой среде.
3. Как можно объяснить появление интенсивной окраски при восстановлении антрахинона цинковой пылью в щелочной среде? Что нужно сделать, чтобы эта окраска исчезла?

#### **Опыт 44. Реакции ализарина**

**Реактивы:** ализарин, алюминиевые квасцы (насыщенный водный раствор), 10%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ный раствор соляной кислоты.



В пробирку помещают 0,1 г ализарина, приливают 8-10 мл воды и смесь хорошо перемешивают встряхиванием. К получившейся суспензии прибавляют 1-2 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия; получается фиолетово-синий раствор, который используют для следующих опытов.

К 1,5 мл щелочного раствора ализарина добавляют постепенно 10 %-ный раствор HCl. Наблюдают обесцвечивание раствора и выпадение хлопьевидного осадка свободного ализарина.

К 1,0 мл щелочного раствора ализарина добавляют несколько капель насыщенного водного раствора алюминиевых квасцов и наблюдают образование оранжево-красных хлопьев алюминиевого ализаринового лака.

Кусочек белой ткани пропитывают в стаканчике насыщенным водным раствором алюминиевых квасцов. Отжимают, погружают на 3-4 минуты в нагретый почти до кипения щелочной раствор ализарина, перемешивая содержимое стаканчика стеклянной палочкой. Затем окрашиваемый материал извлекают, промывают тёплой водой и сушат на воздухе. Материал приобретает красную окраску, несмываемую водой.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Как называют способ крашения, описанный в опыте 43?
2. Какие вещества при крашении ализарином выполняют роль протравы?
3. Каким образом протрава способствует удерживанию красителя на окрашиваемом материале?
4. Что такое алюминиевый ализариновый лак?

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Получите азокраситель из о-толуидина и о-крезола.
2. Исходя из бензола получите: 4,4'-динитробифенил

### **Тема 21. Пятичленные гетероциклы (ОПК-2)**

#### **Лекция.**

Общие представления и классификация гетероциклов. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Общие методы синтеза и взаимопревращения (Юрьев). Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия гетеро-цикла с электрофилами. Сравнительная характеристика физических и химических свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола. Реакции гидрирования и окисления.

Фурфурол и тиофен-2-альдегид, пирролиновая кислота. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Аналогия в свойствах пиррола и фенола. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфин. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов (реакция Фишера). Химические свойства индола как аналога пиррола. Синтез важнейших производных. Представление о природных соединениях индольного ряда, индиго. Понятие об индигоидных красителях и кубовом крашении.

Пятичленные гетероциклы с атомами азота, кислорода и серы. Пиразол, имидазол, триазолы, тетразол; оксазол, тиазол; основные методы синтеза, представление об электронном строении, ароматичности и химических свойствах.

#### **Практическое занятие.**

Пятичленные гетероциклы с атомами азота, кислорода и серы. Пиразол, имидазол, триазолы, тетразол; оксазол, тиазол; основные методы синтеза, представление об электронном строении, ароматичности и химических свойствах.

#### **Лабораторные работы.**

Не предусмотрено

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. В чем заключается ацидофобность фурана?
2. Как соотносятся энергии резонанса пятичленных гетероциклов и бензола. Как это отражается на их химических свойствах.

### **Тема 22. Шестичленные гетероциклы (ОПК-2)**

## Лекция.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Проявление нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N-окиси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям. Гидрирование пиридинового ядра. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла в целом и его отдельных положений. Аналогия в химических свойствах пиридина и нитробензола. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина и его N-окиси. Реакции нуклеофильного замещения водорода (реакция Чичибабина) и атомов галогена. Активность метильной группы и зависимость от ее расположения в пиридиновом ядре. Влияние положения функциональной группы в кольце на свойства гидрокси- и аминопиридинов: таутомерия гидроксипиридинов. Соли пиридиния, расщепление пиридинового цикла.

## Практическое занятие.

Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра, основанные на реакциях анилина с глицерином и карбонильными соединениями (синтезы Скраупа и Дебнера - Миллера). Окисление хинилина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин. Представление о природных соединениях, лекарственных средствах и красителях - производных пиридина.

Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\beta$ -альдегидо и  $\beta$ -кетокислот. Сходство и различие химических свойств пиридина и пиримидина.

## Лабораторные работы.

### Пятичленные гетероциклы. Шестичленные гетероциклы

#### Опыт 1. Получение фурфурола и его свойства

Реактивы: древесные опилки, соляная кислота (1:1), анилин, ледяная уксусная кислота, гидрохлорид фенилгидразина, ацетат натрия, аммиачный раствор оксида серебра.

##### 1.1. Получение фурфурола из пентозанов.

Около 1,5-2 г сухих древесных опилок смешивают с разбавленной (1:1) соляной кислотой так, чтобы кислота хорошо пропитала опилки. Пробирку закрывают пробкой с обратным воздушным холодильником, нагревают на кипящей водяной бане 10-15 минут. Затем холодильник удаляют, закрывают пробирку пробкой с изогнутой стеклянной трубкой, укрепляют наклонно в лапке штатива и, нагревая пламенем горелки, отгоняют в приёмник 2-3 мл жидкости с характерным запахом фурфурола. Полученный раствор используют для последующих опытов.

##### 1.1. Уравнения реакций:



##### 1.2. Взаимодействие фурфурола с анилином.

На фильтровальную бумагу наносят каплю анилина, затем в то же место добавляют каплю уксусной кислоты и каплю раствора фурфурола. Наблюдают появление красной окраски, которую имеет продукт конденсации фурфурола с анилином.

##### 1.3. Реакция фурфурола с фенилгидразином.

В 3-х мл воды растворяют 0,1 г солянокислого фенилгидразина, 0,15 г ацетата натрия и добавляют несколько капель раствора фурфурола. Выпадает фенилгидразон фурфурола.

##### Уравнение реакции:

##### 1.4. Реакция фурфурола с аммиачным раствором оксида серебра

К 1 мл аммиачного раствора гидроксида серебра в пробирке прибавляют 1-2 капли раствора фурфурола и нагревают на водяной бане. Наблюдают выпадение осадка металлического серебра.

Задание. Напишите уравнения: а) реакции окисления фурфурола аммиачным раствором оксида серебра; б) реакции Канниццаро с участием фурфурола; в) реакции фууроиновой конденсации.

#### Опыт 2. Свойства индиго

Реактивы: индиго, гидросульфит натрия, гидроксид натрия (концентрированный раствор), концентрированная серная кислота, 5%-ный раствор глюкозы, 10%-ный раствор карбоната натрия.

### 2.1. Восстановление индиго и кубовое крашение

В маленькой ступке тщательно растирают 20 мг (несколько крупинок) индиго с 2 мл воды. Полученную суспензию вносят в пробирку, содержащую раствор 0,2 г гидросульфита натрия в 2 мл воды и приливают 2 мл концентрированного раствора щёлочи. Пробирку с реакционной смесью осторожно нагревают при встряхивании. Наблюдают исчезновение осадка и образование желто-коричневого раствора «белого» индиго. Часть (около 1 мл) полученного раствора отливают в другую пробирку, добавляют 2-3 мл воды и сильно встряхивают. Раствор синее и выпадают хлопья синего индиго. В оставшуюся часть раствора «белого» индиго погружают полоску белой хлопчатобумажной ткани и бесцветную шерстяную пряжу, предварительно смоченные водой. Через несколько минут ткань и пряжу вынимают из пробирки, отжимают от избытка раствора и развешивают на воздухе. Постепенно материалы окрашиваются в синий цвет. Испытывают, смывается ли с них краска водой из-под крана.

*Схема взаимопревращений «белого» и синего индиго*

Щелочной раствор «белого» индиго, так называемый куб, легко пропитывает ткань. При последующем действии кислорода воздуха адсорбированное тканью лейкосоединение переходит в нерастворимый краситель, который, выделяясь в толще волокон, прочно связывается с ними. Для приготовления индигового куба в технике обычно используют гидросульфит натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ , являющийся очень сильным восстановителем:



### 2.2. Сульфирование индиго и восстановление индигокармина.

Несколько крупинок индиго помещают в пробирку, приливают 1-2 мл воды и встряхивают сначала при комнатной температуре, а затем при нагревании, делают вывод о способности индиго растворяться в воде. Примерно такое же количество индиго помещают в сухую пробирку и добавляют 1 мл концентрированной серной кислоты. Посиневшую смесь встряхивают и нагревают в пламени горелки (осторожно!) до полного растворения индиго. Пробирку с раствором охлаждают на воздухе, затем несколько капель раствора добавляют к 2-3 мл холодной воды. Получается интенсивно-синий раствор индиго-5,5'-дисульфокислоты (индигокармина).

В пробирку наливают 2 мл 5%-ного раствора глюкозы, 2 мл 10%-ного раствора карбоната натрия и 1-2 капли полученного раствора индигокармина (осторожно, возможно вспенивание!). Пробирку слегка подогревают и наблюдают восстановление синего индигокармина: раствор становится жёлтым; его охлаждают и сильно встряхивают. Вновь появляется синяя окраска вследствие окисления лейкосоединения кислородом воздуха. При повторном нагревании раствор опять желтеет. Полоски белой ткани окрашивают индигокармином аналогично крашению индиго.

*Контрольные вопросы и задания:*

1. Напишите уравнение реакции сульфирования индиго. Чем отличается от индиго краситель индигокармин?
2. Возможен ли переход индигокармина в лейкосоединение?
3. Объясните процессы, происходящие при крашении индиго и индигокармином. Напишите уравнения реакций.
4. При действии сильных окислителей (например, азотная и хромовая кислоты, пероксид водорода) индиго превращается в изатин, а индигокармин – в изатинсульфокислоту. Напишите уравнения этих реакций.

### Опыт 3. Свойства пиридина

Реактивы: пиридин, концентрированная соляная кислота, 2%-ный раствор хлорида железа (III), 2%-ный раствор сульфата меди (II), насыщенный раствор пикриновой кислоты, йодметан, йодэтан, 1%-ный раствор перманганата калия, раствор карбоната натрия.

#### 3.1. Основные свойства пиридина.

В пробирке смешивают 1 мл пиридина с 4-5 мл воды. Отмечают хорошую растворимость пиридина в воде и его специфический запах. Каплю полученного раствора наносят на красную лакмусовую бумагу, отмечают изменение окраски индикатора.

К капле пиридина осторожно прибавляют концентрированную соляную кислоту, наблюдают выпадение белого осадка и сильное разогревание. К полученному осадку приливают воду, осадок растворяется.

*Уравнения реакций:*

### 3.2. Получение солей пиридина.

К 1мл 2%-ного раствора хлорида железа (III) добавляют 1-2 капли раствора пиридина, приготовленного в опыте 45.1. Наблюдают образование бурого осадка.

1 2. *Уравнение реакции:*

К 1 мл 2%-ного раствора сульфата меди (II) приливают 2 капли раствора пиридина (оп. 45.1), наблюдают выпадение голубого осадка гидроксида меди (II), который растворяется в избытке пиридина, образуя комплексную соль ярко-синего цвета

1 3. *Уравнение реакции:*

К 2-3 мл насыщенного раствора пикриновой кислоты прибавляют 0,5 мл капель раствора пиридина (оп. 45.1). Наблюдают постепенное образование игольчатых кристаллов пикрата пиридиния. Реакция применяется для обнаружения пиридина. Напишите её уравнение. (При избытке пиридина кристаллы пикрата пиридиния растворяются).

В две пробирки вносят по несколько капель пиридина. В одну пробирку добавляют равный объём йодметана, в другую – йодэтана. Пробирки слабо нагревают в водяной бане, реакционная масса в них мутнеет и расслаивается, выделяется тяжёлое масло, которое затвердевает.

1 4. *Уравнения реакций:*

### 3.3. Отношение пиридина к окислителям.

Смешивают 1 мл раствора пиридина (оп. 45.1) с 1 мл 1%-ного раствора перманганата калия и 1 мл раствора карбоната натрия. Реакционную смесь нагревают, обесцвечивания не наблюдают.

Контрольные вопросы:

1. Как объяснить хорошую растворимость пиридина в воде?
2. Какой характер (кислотный, основной) проявляют растворы пиридина в воде? Почему?
3. Почему пиридин устойчив к действию окислителей?
4. Если йодид N-метилпиридиния растворить в небольшом объёме воды, добавить раствор фенолфталеина, а затем немного оксида серебра и хорошо перемешать, то реакционная смесь окрашивается в малиновый цвет и выпадает жёлтый осадок. Дайте объяснение этим явлениям. Напишите уравнение реакции.

### Опыт 4. Свойства хинолина

Реактивы: хинолин, пикриновая кислота, 2%-ный раствор перманганата калия, соляная кислота, карбонат натрия, гидроксид натрия, йодметан, нитрат серебра.

#### 4. 1. Растворимость хинолина в воде и его основные свойства.

К 5-6 мл воды прибавляют при встряхивании 1 мл хинолина. Отмечают характерный запах хинолина и его ограниченную растворимость в воде. Дают раствору отстояться и сливают верхний водный слой в другую пробирку; полученный водный раствор хинолина используют для последующих опытов. К оставшемуся после отделения водного слоя нерастворившемуся хинолину по каплям при встряхивании приливают концентрированную соляную кислоту и наблюдают полное растворение хинолина. Затем прибавляют раствор гидроксида натрия, при этом выделяются капли хинолина. По аналогии с превращениями пиридина напишите уравнения соответствующих реакций для хинолина.

#### 4.2. Образование пикрата хинолиния.

К 2 мл насыщенного раствора пикриновой кислоты добавляют 0,5 мл раствора хинолина из оп. 46.1. Образуется обильный осадок пикрата хинолиния. Напишите уравнение реакции.

#### 4.3. Получение четвертичной аммониевой соли хинолина.

К нескольким каплям хинолина в пробирке осторожно при встряхивании добавляют равный объём йодистого метила. Пробирку слегка нагревают на водяной бане, наблюдают помутнение и выделение быстро затвердевающего масла. Чистый продукт плавится при 133 °С. Напишите уравнение реакции.

Полученную четвертичную аммониевую соль хинолина (йодид N-метилхинолиния) растворяют в небольшом объёме воды, добавляют раствор фенолфталеина и немного оксида серебра, встряхивают. Наблюдают выпадение осадка, раствор становится сильнощелочным. При взаимодействии соли с оксидом серебра в водной среде образуется четвертичное аммониевое основание, раствор которого показывает сильную щелочную реакцию. Напишите уравнения реакций образования соли и соответствующего аммониевого основания.

#### 4.4. Окисление хинолина.

В пробирку наливают 1 мл раствора хинолина (оп. 46.1), добавляют 1 мл 2%-ного раствора перманганата калия и 1 мл раствора карбоната натрия. Наблюдают обесцвечивание раствора и выпадение бурого осадка.

*Задание. Сравните свойства хинолина и пиридина, объясните их сходство и различие.*

#### Опыт 5. Окисление мочевой кислоты

Реактивы: мочевая кислота, 10%-ный раствор гидроксида натрия, разбавленная соляная кислота, реактив Фелинга, раствор нитрата серебра, раствор карбоната натрия.

Ко второй части щелочного раствора мочевой кислоты добавляют равный объем реактива Фелинга и нагревают смесь в пламени горелки. Выпадает осадок оксида меди (I).

На стеклянную пластинку (с подложенной белой бумагой) наносят каплю раствора карбоната натрия, смешивают её с каплей раствора нитрата серебра и вносят в получившуюся смесь несколько кристаллов мочевой кислоты; отмечают выпадение осадка и изменение его окраски. Карбонат натрия переводит мочевую кислоту в раствор, а выпавший вначале карбонат серебра восстанавливается до чёрного металлического серебра. Напишите уравнения этих реакций.

При действии сильных окислителей (например, концентрированной азотной кислоты) мочевая кислота образует смесь продуктов окисления и гидратации. При действии на эту смесь аммиака или щёлочи образуются окрашенные соли пурпуровой кислоты. Пурпуровоокислый аммоний – мурексид окрашен в розово-красный цвет.

Мурексидная реакция используется не только для обнаружения мочевой кислоты, но и других производных пурина, например, кофеина и теобромона.

#### Задания для самостоятельной работы.

1. Привести примеры реакций подтверждающих основные свойства пиридина.
2. Реакции нуклеофильного замещения в пиридиновом кольце.
3. Влияние гетероатома на реакции электрофильного замещения пиридина.

### 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. | Основные понятия органической химии. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Качественный и количественный анализ. | работа на семинаре  | 10 | <p>Ответ на семинаре по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала.</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p> |
|    |   | Тестирование        | 10 | <p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>6 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>3 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>0 баллов - менее 25% правильных ответов</p>  |
| 2. | Алканы  | лабораторная работа | 5  | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе  |
|    |   | Тестирование        | 10 | <p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>6 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>3 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>0 баллов - менее 25% правильных ответов</p>  |
| 3. | Алкены  | лабораторная работа | 5  | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе  |

|    |            |                              |    |   |
|----|------------|------------------------------|----|---|
|    |            | коллоквиум(контрольный срез) | 10 | <p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, 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</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p> |
|    |            | Тестирование                 | 10 | <p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>6 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>3 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>0 баллов - менее 25% правильных ответов</p>  |
|    |            | лабораторная работа          | 5  | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе  |
| 4. | Алкадиены. | Тестирование                 | 10 | <p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>6 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>3 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>0 баллов - менее 25% правильных ответов</p>  |
| 5. | Алкины     | лабораторная работа          | 5  | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 5 баллов: 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе  |

|    |  |     |  |
|----|--|-----|--|
|    | коллоквиум(контрольный срез)   | 10  | <p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, 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</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p> |
|    | Тестирование   | 10  | <p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>6 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>3 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>0 баллов - менее 25% правильных ответов</p>   |
| 6. | Премияльные баллы  | 10  | Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за постоянную активность во время лабораторных занятий – 10 баллов   |
| 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 |  |

### 5 семестр

- текущий контроль – 55 баллов
- контрольные срезы – 3 среза по 5 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 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.      | Спирты, простые эфиры, а-окиси                           | Тестирование                        | 2                  | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
| 2.      | Карбонильные соединения. Непредельные альдегиды и кетоны | Тестирование                        | 2                  | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
|         |  | лабораторная работа                 | 2                  | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |
| 3.      | Карбоновые кислоты и их производные                      | лабораторная работа                 | 2                  | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |
|         |  | Тестирование                        | 2                  | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
| 4.      | Гидроксикислоты  | <b>коллоквиум(контрольный срез)</b> | 5                  | Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:<br>5-4 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.<br>3-2 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений<br>2-1 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, 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<br>0-1 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом |
|         |  | лабораторная работа                 | 2                  | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |

|    |                            |                                     |   |   |
|----|----------------------------|-------------------------------------|---|---|
| 5. | Альдегидо- и кетонокислоты | Тестирование                        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
|    |                            | лабораторная работа                 | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |
| 6. | Углеводы                   | лабораторная работа                 | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |
|    |                            | Тестирование                        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
| 7. | Аминокислоты               | <b>коллоквиум(контрольный срез)</b> | 5 | Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:<br>5-4 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.<br>3-2 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений<br>2-1 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, 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<br>0-1 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом |
|    |                            | лабораторная работа                 | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |
| 8. | Циклоалканы                | Тестирование                        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
|    |                            | лабораторная работа                 | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 2 баллов: 1 балл - выполнение, расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе  |

|     |  |                                     |   |   |
|-----|--|-------------------------------------|---|---|
| 9.  | Ароматические углеводороды (бензол и его гомологи).    | Тестирование                        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
|     |  | лабораторная работа                 | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл -выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе   |
| 10. | Галогено-, сульфо- и нитропроизводные бензольного ряда | Тестирование                        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
| 11. | Гидроксипроизводные бензольного ряда                   | Тестирование                        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
|     |  | <b>коллоквиум(контрольный срез)</b> | 5 | Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:<br>5-4 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.<br>3-2 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений<br>2-1 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, 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<br>0-1 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом |
| 12. | Альдегиды, кетоны, кислоты ряда бензола. Хиноны        | лабораторная работа                 | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |
|     |  | Тестирование                        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |

|     |   |                     |   |   |
|-----|---|---------------------|---|---|
| 13. | Ароматические амины. Диазо- и азосоединения   | лабораторная работа | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |
|     |   | Тестирование        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
| 14. | Многоядерные ароматические соединения с неконденсированными бензольными ядрами, трифенилметановые красители | Тестирование        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
| 15. | Нафталин, антрацен и их производные   | лабораторная работа | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. 1 балл - выполнение; 2 балла – расчеты и оформление, защита теоретического материала к лабораторной работе  |
| 16. | Пятичленные гетероциклы   | Тестирование        | 2 | Тест состоит из 15 вопросов.<br>2- балла – студент правильно отвечает на 55-100% вопросов в тесте<br>1 балл – студент правильно отвечает на 25-55% вопросов в тесте.<br>0 баллов - менее 25% правильных ответов   |
| 17. | Шестичленные гетероциклы  | лабораторная работа | 2 | Запланировано выполнение 1 лабораторной работы в виде индивидуального экспериментального задания. За каждую лабораторную работу максимально начисляется 2 баллов: 1 балл - выполнение, расчеты и оформление; 2 балла – защита теоретического материала к лабораторной работе  |
|     |   | коллоквиум          | 5 | Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:<br>5-4 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.<br>3-2 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений<br>2-1 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, 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<br>0-1 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом |

|     |  |     |   |
|-----|--|-----|---|
| 18. | Премияльные баллы  | 10  | Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены за постоянную активность во время лабораторных занятий – 10 баллов  |
| 19. | Ответ на экзамене  | 30  | 10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно»<br>18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо»,<br>25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично». |
| 20. | Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы | 50  | студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы  |
| 21. | Итого за семестр   | 100 |   |

Итоговая оценка по экзамену 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 |
|----------------------|----------------------|
| 85 - 100 баллов      | Отлично              |
| 70 - 84 баллов       | Хорошо               |
| 50 - 69 баллов       | Удовлетворительно    |
| Менее 50             | Неудовлетворительно  |

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### КОЛЛОКВИУМ

#### Тема 3. Алкены

Алкены. Номенклатура, изомерия. Способы получения: дегидрирование алканов, частичное гидрирование алкинов, дегидрогалогенирование и правило Зайцева. E1 и E2 - механизмы дегидрогалогенирования, дегалогенирование, дегидратация спиртов и ее механизм.

Термическое разложение четвертичных аммониевых оснований (реакция Гофмана), превращение карбонильной группы в группу C=C (Виттиг), крекинг нефтепродуктов. Природа двойной углерод-углеродной связи. Свойства ПИ - связи. Описание электронного строения этилена в рамках метода молекулярных орбиталей. Геометрическая (цис - транс -) изомерия алкенов. Физические свойства и спектральные характеристики алкенов.

Химические свойства алкенов: гидрирование, присоединение галогеноводородных кислот, галогенов, воды, электрофильный механизм присоединения по связи C = C. Стереохимия электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его интерпретация. Обращение ориентации присоединения бромистого водорода (по Карашу) как результат изменения механизма реакции (перекисный эффект). Радикальные реакции алкенов.

Реакции окисления алкенов: эпоксидование (Прилежаев, Шарплесс), цис- и транс-гидроксилирование (реакция Вагнера), расщепление связи C = C, озонлиз. Полимеризация: катонная, свободнорадикальная и координационная. Тэломеризация.

Реакция алкенов по аллильному положению: галогенирование, окисление, окислительный аммонолиз. Аллильная p-электронная система, г,р-сопряжение, качественное описание в терминах теории МО и характер распределения электронной плотности в аллильных катионе, радикале, анионе

#### Тема 5. Алкины

Алкины. Номенклатура и изомерия алкинов. Способы образования тройной связи. Карбидный и пиролизный методы получения ацетилена, действие спиртового раствора щелочи на дигалогенопроизводные с геминальным и вицинальным расположением атомов галогенов. Описание тройной связи на основе представления об  $sp$ -гибридизации.

Физические свойства и основные спектральные характеристики алкинов. Химические свойства: кислотный характер, каталитическое восстановление натрием в жидком аммиаке, гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция М.Г. Кучерова), присоединение органических кислот, спиртов, циановодорода, реакции Фаворского и Реппе на основе ацетилена.

Нуклеофильное присоединение по тройной связи. Превращение ацетилена в винилацетилен, промышленное значение этой реакции. Циклоолигомеризация алкинов. Алкины как диенофилы.

## Тема 9. Гидроксикислоты

### Вопросы к коллоквиуму:

1. Номенклатура и изомерия карбоновых кислот.
2. Получение карбоновых кислот: окислением спиртов и альдегидов, гидролизом тригалогенметильных производных, гидролизом нитрилов, карбоксилирование металлоорганических соединений.
3. Кислотные и основные свойства карбоновых кислот. Взаимодействие с металлами и щелочами. Резонансная стабилизация карбоксилат-аниона.
4. Восстановление карбоновых кислот.
5. Этерификация. Механизм реакции.
6. Декарбоксилирование карбоновых кислот.
7. Взаимодействие карбоновых кислот с галогенидами фосфора и серы.
8. Галогенангидриды карбоновых кислот. Получение из карбоновых кислот и кетенов.
9. Взаимодействие галогенангидридов с водой, аммиаком, спиртами, солями карбоновых кислот.
10. Ангидриды карбоновых кислот. Получение из галогенангидридов и кетенов.
11. Номенклатура и изомерия спиртов. Практическое использование спиртов.
12. Получение спиртов: гидратация алкенов, гидролиз галогенопроизводных, с помощью реактивов Гриньяра, восстановлением альдегидов и кетонов.
13. Кислотные и основные свойства спиртов. Взаимодействие с металлами.
14. Получение галогеналканов из спиртов.
15. Механизмы межмолекулярной и внутримолекулярной дегидратация спиртов.
16. Реакция этерификации.
17. Окисление спиртов.
18. Взаимодействие с альдегидами и кетонами: получение полуацеталей и ацеталей, полукеталей и кеталей. Механизмы реакций.
19. Многоатомные спирты: строение и практическое значение этиленгликоля и глицерина.
20. Номенклатура и изомерия простых эфиров. Циклические простые эфиры, краун-эфиры.
21. Получение простых эфиров с помощью межмолекулярной дегидратации спиртов и по методу Вильямсона. .
22. Номенклатура и изомерия альдегидов и кетонов.
23. Получение альдегидов и кетонов: с помощью окисления спиртов, гидролизом вицинальных дигалогенопроизводных, озонлизом алкенов, гидратацией алкинов, пиролизом солей карбоновых кислот.
24. Восстановление альдегидов и кетонов.
25. Окисление альдегидов: реакция Толленса (серебряного зеркала), реакция Фелинга.
26. Окисление кетонов.
27. Диспропорционирование альдегидов. Реакция Канницаро.

28. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе. Взаимодействие альдегидов и кетонов с цианистым водородом, магнией органическими соединениями, гидросульфитом натрия.
29. Реакция альдегидов и кетонов с пентахлоридом фосфора.
20. Взаимодействие альдегидов и кетонов с производными аммиака. Получение иминов, оксимов, гидразонов. Механизмы реакций.
21. Альдольная и кротоновая конденсации. Механизм реакции.

## Тема 12. Аминокислоты

Вопросы к коллоквиуму.

1. Аминокислоты, пептиды и белки: строение и биологическое значение.
2. Кислотно-основные свойства аминокислот. Изоэлектрическая точка.
3. Способы синтеза альфа-аминокислот: аминирование альфа-галогенокислот, синтез Штреккера.
4. Получение нитропроизводных: нитрованием алканов и аренов, из галогеналканов.
5. Восстановление нитропроизводных.
6. С-Н кислотность нитропроизводных: конденсация с карбонильными соединениями.
7. Химические свойства альфа-аминокислот: ацилирование по аминогруппе, этерификация, получение дикетопиперазинов.
8. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины.
9. Взаимодействие с азотистой кислотой.
10. Образование пептидов.
11. Определение углеводов, их классификация, получение в результате фотосинтеза, биологическое значение отдельных представителей углеводов.
12. Асимметрический атом углерода, энантиомерия (хиральность) и энантиомеры. Оптические изомеры глицеринового альдегида. D- и L- ряды углеводов.
13. Строение D-глюкозы: открытая и циклические пиранозные формы.  $\alpha$ - и  $\beta$ - Аномеры. Циклические формулы Хеуорса.
14. Строение D-фруктозы: открытая и циклические фуранозные формы.
15. Химические свойства D-глюкозы: восстановление альдегидной группы, окисление альдегидной и гидроксиметильной групп, ацилирование, получение метилгликозидов, полное метилирование, получение фенилозаона, изомеризация в щелочной среде.
16. Строение дисахаридов: мальтозы, целлобиозы, сахарозы. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.
17. Крахмал: строение, биологическое значение и практическое использование.
18. Целлюлоза: строение, биологическое значение и практическое использование.

## Тема 16. Гидроксипроизводные бензольного ряда

1. Классификация, номенклатура, структурная изомерия и методы синтеза насыщенных циклов.
2. . Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его производных, геометрическая изомерия.
3. . Особенности пространственного и электронного строения циклопропанового кольца.
4. . Химические свойства циклобутана, циклопентана и циклогексана. Особые свойства циклопропана.
5. Общие представления о средних циклах и макроциклах. Трансанну-лярные реакции.
6. Номенклатура, изомерия, источники бензола и его гомологов. Электронное строение бензольного кольца.
7. Химические свойства бензола.
8. Реакции ароматического электрофильного замещения, представление о их механизме, пи- и сигма-комплексы. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции.

9. Способы получения и химические свойства алкилбензолов.
10. Способы получения ароматических галогенопроизводных.
11. Химические свойства галогенопроизводных ароматического ряда. Особенности протекания реакций нуклеофильного замещения.
12. . Индукционные и мезомерные эффекты галогенов как заместителей. Бензилгалогениды, получение и особенности химических свойств. Пути использования галогенопроизводных ароматического ряда.
13. Ароматические сульфокислоты. Сульфирование бензола и его гомологов.
14. Реакции сульфокислот. Сульфогруппа как мета-ориентант. Применение ароматических сульфокислот.
15. Фенол и его гомологи. Номенклатура, способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро.
16. Химические свойства фенола и его гомологов. Причины повышенной активности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами.
17. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов как ароматических соединений с повышенной реакционной способностью.
18. . Многоатомные фенолы. Пирокатехин и гидрохинон. Резорцин.
19. Ароматические спирты. Синтез бензилового и -фенилэтилового спиртов. Свойства и применение.
20. Альдегиды и кетоны ряда бензола. Получение бензальдегида из толуола и бензальхлорида. Синтез кетонов.
21. Реакции альдегидов и кетонов, общие с алифатическими альдегидами и кетонами. Реакция Канниццаро. Реакция Перкина. Бензоиновая конденсация. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах.
22. Ароматические амины: классификация, номенклатура, способы получения.
23. Электронное строение анилина. Основность ароматических аминов.
24. Свойства ароматических аминов.
25. Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса).
26. Электронное строение диазосоединений, катион диазония как элек-трофильный реагент. Взаимопревращения различных форм диазосое-динений.
27. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота.
28. Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота.
29. Азосочетание, диазо- и азосоставляющие, зависимость условий проведения азосочетания от природы азосоставляющей.

## Тема 22. Шестичленные гетероциклы

### Вопросы к коллоквиуму

1. Химические свойства нафталина.
2. Нафтолы. Замещение гидроксигруппы на аминогруппу в 2-нафтолах ( реакция Бухерера). Нафтохиноны.
3. Антрацен. Номенклатура и изомерия производных. Синтез антрацена из соединений бензольного ряда.
4. Электронное строение и свойства антрацена.
5. Антрахинон: получение, представление о свойствах и применении.
6. Пятичленные гетероциклы: фуран, тиофен, пиррол. Общие методы синтеза и взаимопревращения (Юрьев).
7. Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия гетероцикла с электрофилами. Сравнительная характеристика свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола. Реакции гидрирования и окисления.
8. Фурфурол и тиофен-2-альдегид, пироксизовая кислота. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе.



9. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфин. Пррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина.
10. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, химические свойства индола как аналога пиррола. Синтез важнейших производных. Представление о природных соединениях индольного ряда, индиго. Понятие об индигоидных красителях и кубовом крашении.
11. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла.
12. Проявление нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N-окиси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям. Гидрирование пиридинового ядра. Аналогия в химических свойствах пиридина и нитробензола.
13. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина.
14. Реакции нуклеофильного замещения водорода (реакция Чичибабина) и атомов галогена.
15. Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра.
16. Окисление хинолина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин.
17. Представление о природных соединениях, лекарственных средств и красителях - производных пиридина.
18. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\beta$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислот.

### лабораторная работа

#### Тема 2. Алканы

#### Вопросы к лабораторной работе

1. Почему при обычных условиях жидкие алканы не взаимодействуют с раствором перманганата калия, концентрированной серной кислотой или азотной кислотой; раствором брома в четыреххлористом углеороде?
2. Почему, в отличие от метана, петролейный эфир горит коптящим пламенем? Рассчитайте массовые доли углерода и водорода в метане, пентане и гексане, сопоставьте с характером пламени при их горении.
- 3/ Органическое вещество содержит 64,89% углерода, 13,5% водорода 21,61% кислорода. Плотность паров этого вещества по водороду 37. При нагревании с концентрированной серной кислотой оно образует алкен, при озонлизе и последующем гидролизе которого получается только уксусный альдегид. Определите молекулярную формулу органического вещества. Напишите формулу возможных изомеров и назовите их по систематической номенклатуре.

#### 4. Осуществите превращения:

CH<sub>3</sub>

$\begin{array}{c} | \\ \text{HBr} \quad 2\text{Li} \quad \text{H}_2\text{C}=\text{O} \quad \text{H}_2\text{O} \quad \text{HBr} \end{array}$

CH<sub>3</sub>  $\frac{3}{4}$  C = CH<sub>2</sub> → A → B → C → D → E

гексан                      HCl

Назовите все соединения. Укажите, в каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в исходном углеводороде, приведите характеристики углерод-углеродных связей (длина, валентный угол, энергия). Приведите ме-ханизм образования вещества А.

#### 5. Определите тип и знак электронного эффекта в молекулах соединений.

$\begin{array}{ccc} \text{O} & & \text{O} \\ \text{CH}_3\frac{3}{4}\text{CH}=\text{CH}-\text{C}; & \text{CH}_2 = \text{CH}\frac{3}{4}\text{CH} = \text{CH}_2; & \text{CH}_3\frac{3}{4}\text{C} \\ \backslash & & \backslash \\ \text{H} & & \text{NH}_2 \end{array}$

Приведите возможные предельные структуры.

4. Превратите  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$  в 2-нитробутан. Составьте уравнения реакций, укажите условия их протекания. Назовите все вещества.

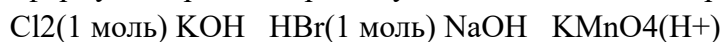
### Тема 3. Алкены

#### Вопросы к лабораторной работе

1. Напишите схему механизма реакции присоединения брома к 2-метил-2-бутену.
2. Объясните механизм электрофильного присоединения в реакции взаимодействия 2-метил-2-бутена с серной кислотой.
3. Почему алкены более реакционноспособны, чем алканы?
4. Электронное и пространственное строение алканов, длины связей и валентные углы. Сигма-связи. Описание электронного строения метана по методу молекулярных орбиталей. Вращательная изомерия, конформации и их относительные энергии. Физические свойства алканов и их зависимость от длины углеродной цепи и степени ее разветвленности. Спектральные характеристики.
5. Химические свойства алканов. Гомолитический тип разрыва связи. Свободные радикалы, качественная трактовка электронного строения, факторы, определяющие их относительную стабильность. Фторирование, хлорирование, сульфохлорирование, сульфоокисление; образование солей, хлорангидридов, эфиров и амидов сульфокислот, их применение. Гидрирование (жидкофазное и паровфазное), окисление по первичному, вторичному и третичному атомам углерода. Крекинг алканов (распад, диспропорционирование, соединение). Основные пути использования алканов.
1. Органическое вещество содержит 39,78% углерода, 7,28% водорода, 52,94% брома. Молекулярная масса его 151. Определите молекулярную формулу вещества и докажете его строение, если образующееся при дегидробромировании соединение присоединяет озон. При разложении озонида водой образуется формальдегид и изомасляный альдегид.

Напишите изомеры исходного соединения, содержащие в главной цепи четыре атома углерода, назовите их по систематической номенклатуре.

2. Напишите формулы строения промежуточных и конечного продуктов в следующей схеме:



2-метилбутан    ®    А    ®    В    ®    С    ®    D    ®    E

спирт. р-р

водн. р-р

Назовите все вещества. Объясните механизм образования соединения А. Укажите в каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в соединении В, приведите характеристики углерод-углеродных связей в этом углеводороде (длина, валентный угол, энергия).

3. Определите тип и знак электронного эффекта в молекулах соединений:

а)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHCl}_2$ ;

б)  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-Cl}$ ;

в) пропановая кислота.

Приведите возможные предельные структуры.

4. Превратите 1-бромпропан в 2-бром-2,3-диметилбутан. Составьте уравнения реакций. Назовите все вещества.

### Тема 4. Алкадиены.

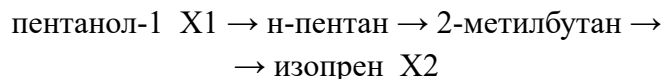
#### Вопросы к лабораторной работе

1. Почему пробой Бейльштейна нельзя обнаружить в органическом соединении фтор?
2. Можно ли с помощью реакции Бейльштейна определить, какой галоген (хлор, бром, йод) содержится в органическом веществе?
3. Для чего перед тем, как проделать пробу Бейльштейна, медную проволоку прокаливают в пламени спиртовки?
4. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



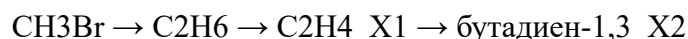
Укажите условия протекания реакций.

**5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:**



Укажите условия протекания реакций.

**6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:**



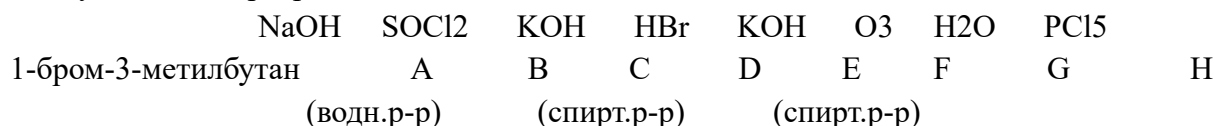
Укажите условия протекания реакций.

**7. Смесь бутена-1 и бутадиена-1,2 объемом 1,12 л (н.у.) может максимально обесцветить 400 г бромной воды с массовой долей брома 3,2%. Определите объемную долю бутена-1 в исходной смеси газов.**

### Тема 5. Алкины

#### Вопросы к лабораторной работе

1. Осуществите превращения:



Назовите все соединения. Приведите механизм образования вещества D.

2. Расположите указанные соединения в порядке легкости монохлорирования, дайте пояснения:

а)  $\text{CH}_3\text{—CH}_3$ ;  $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}_3$ ;  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$  при 2000 С

3. Почему ацетилен, полученный из карбида кальция, имеет неприятный запах? Как пахнет чистый ацетилен?

4. Рассчитайте массовые доли углерода и водорода в молекуле ацетилена и сравните с массовыми долями углерода и водорода в молекулах этана и этилена.

5. Почему при недостатке кислорода ацетилен сгорает коптящим оранжевым пламенем? Каким будет цвет пламени при сжигании ацетилена в избытке кислорода?

6. Предложите объяснение экспериментальному факту: ацетилен медленнее обесцвечивает бромную воду, чем этилен.

7. Почему ацетилен образует ацетилениды металлов, а метан и этилен в реакции такого типа не вступают? Все ли алкины могут образовывать ацетилениды?

### Тема 7. Карбонильные соединения. Непредельные альдегиды и кетоны

#### Вопросы к лабораторной работе:

1. Напишите структурные формулы всех изомерных альдегидов и кетонов состава  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ . Назовите их по рациональной и международной номенклатурам; где возможно, приведите тривиальные названия.

2. Приведите структурные формулы соединений: а) пентаналь; б) 3-метилбутаналь; в) 2-пентанон; г) 4-метил-2-пентанон; д) 3-бутеналь.

3. Приведите структурные формулы и назовите соединения, удовлетворяющие следующим условиям: а) альдегид состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ , не имеющий атомов водорода при  $\alpha$ -С-атоме; б) метилкетон состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ , имеющий нормальное строение; в) альдегид состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ , в молекуле которого есть оптически активный атом углерода; г) альдегид состава  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$ , существующий в виде цис- и транс-изомеров.

4. Какие карбонильные соединения получатся в результате окисления: а) 1-бутанола; б) 2-бутанола; в) 2-метил-1-бутанола; г) 2,4-диметил-1-пентанола; д) 2,4-пентандиола.
5. Получите метилпропаналь и пентаналь пиролизом солей соответствующих органических кислот.
6. Вычислите массу карбида кальция, содержащего 20% примесей, необходимую для двухстадийного синтеза ацетальдегида (выход продукта на каждом этапе равен 80%). Требуется получить 20 кг 20%-ного раствора ацетальдегида.
7. Какую массу метилэтилкетона можно получить трехстадийным синтезом из 740 г 1-бутанола, если выход продуктов на каждой стадии составляет 50%?
8. Какая масса 1-бромпропана потребуется для получения путем ряда превращений 29 г ацетона, если все реакции протекают со 100%-ным выходом?
9. Для получения 300 г 40-процентного раствора формалина потребовалось окислить 216 мл метанола (плотность 0,79 г/мл). Каков процент использования метанола?
10. Сколько моль, граммов и молекул ацетальдегида образуется при окислении 89,84 мл 96-процентного этанола (плотность 0,8 г/мл) при 90-процентном выходе?

### Тема 8. Карбоновые кислоты и их производные

#### Вопросы к лабораторной работе:

1. Приведите не менее трех химических реакций, в результате которых может быть получена уксусная кислота. Укажите необходимые условия протекания реакций.
2. Напишите уравнение реакции взаимодействия бутилата натрия с водным раствором серной кислоты.
3. Напишите уравнение реакции гидролиза ангидрида пропионовой кислоты. Укажите условия.
4. Какие соединения получают при действии энергичных окислителей (например, хромовой смеси) на изомерные алкены состава  $C_4H_8$ ? Напишите схемы реакций.
5. Напишите уравнения реакций получения изовалериановой кислоты: а) окислением первичного спирта, б) окислением альдегида, в) из алкилгалогенида, г) гидролизом сложного эфира, д) гидролизом ангидрида кислоты, е) с помощью магнийорганических соединений.
6. На основании теории строения органических соединений предскажите химические свойства пропеновой кислоты. Напишите уравнения соответствующих химических реакций.
7. Какие из веществ перечисленных ниже могут вступать попарно в реакции? Напишите уравнения реакций и укажите условия, в которых они протекают. Вещества: метанол, уксусная кислота, гидроксид натрия, соляная кислота.
8. Напишите уравнения реакций пропионовой кислоты с указанными реагентами: а)  $Zn$ ; б)  $NaOH$ ; в)  $NaHCO_3$ ; г)  $NH_4OH$ ; д)  $Ca(OH)_2$ ; е)  $CH_3MgI$ . Какое свойство пропионовой кислоты проявляется в этих реакциях? Назовите образующиеся соединения. Какие из этих реакций применяются для качественного обнаружения карбоксильной группы в органическом соединении?
9. Вычислите массу пропионовой кислоты, которую можно получить окислением 56,0 л гексана (н.у.) с выходом 45,0%.
10. Одноосновная карбоновая кислота имеет следующий состав: 26,1% C; 4,35% H; 69,55% O. Исходя из этих данных, найдите молекулярную формулу этой кислоты. Приведите формулу одного гомолога этой кислоты.

### Тема 9. Гидроксикислоты

#### Вопросы к лабораторной работе.

1. Понятие о гидроксикислотах. Классификация и номенклатура.
2. Наиболее важные представители гидроксикислот
3. Строение гидроксикислот и их
4. Изомерия гидроксикислот.
5. Физические и химические свойства гидроксикислот.
6. Качественные реакции на гидроксикислоты.
7. Способы получения гидроксикислот.

8. Кислотный характер гидроксикислот.
9. Дегидратация гидроксикислот.
10. Окисление гидроксикислот

#### Тема 10. Альдегидо- и кетонкислоты

1. Напишите схему синтеза  $\alpha$ -оксобутановой кислоты и реакции этой кислоты со следующими реагентами: а)  $\text{CH}_3\text{COCl}$ ; 2)  $\text{CH}_3\text{OH}/\text{H}^+$ ; 3)  $\text{NH}_3$ ,  $t^\circ$ ; 4)  $\text{HClO}_4$ ; 5) 3  $\text{CH}_3\text{I}$ .
2. Приведите циангидринный синтез с 2-метилбутаналем. Для полученного соединения напишите реакции с: 1)  $\text{HCl}$ ; 2)  $\text{SOCl}_2$ ; 3)  $\text{NH}_3$ ,  $t^\circ$ ; 4)  $t^\circ$ .
3. Напишите схему синтеза дипептидов из  $\alpha$ -аланина и валина, назовите их.
4. Изобразите два изомера 3-оксобутановой кислоты, используя кето – енольную таутомерию. Напишите качественные реакции этих изомеров с бромной водой и гидразином.
5. Напишите для пировиноградной кислоты реакции с: а)  $\text{HCN}/\text{OH}^-$ ; б)  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{NH}_2\text{OH}$ ; г)  $\text{CH}_3\text{OH}/\text{H}^+$ .
6. Напишите реакции молочной кислоты (2-гидроксипропановой кислоты) с: 1)  $\text{H}_2$ , 2)  $\text{HCl}$ , 3)  $\text{PCl}_5$ , 4)  $\text{CH}_3\text{OH}$ , 5)  $\text{NH}_3$ . Назовите продукты реакции.
7. Напишите реакцию окисления молочной кислоты (2-гидроксипропановой кислоты). Назовите продукт реакции.
8. Напишите специфические реакции, характерные для  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - оксикислот.
9. Напишите реакции пировиноградной кислоты (2-оксопропановой кислоты) с: 1)  $\text{H}_2$ , 2)  $\text{HCN}$ , 3)  $\text{PCl}_5$ , 4)  $\text{NaOH}$ , 5)  $\text{NH}_2\text{-NH}_2$ . Назовите продукты реакции.
10. Напишите реакции окисления и декарбоксилирования пировиноградной кислоты (2-оксопропановой кислоты).

#### Тема 11. Углеводы

1. Приведите суммарное уравнение процесса, протекающего в природе при синтезе глюкозы в растениях.
2. Не приводя уравнений реакций, охарактеризуйте способность глюкозы вступать в окислительно-восстановительные реакции.
3. Приведите уравнение реакции брожения глюкозы, не сопровождающегося выделением газообразных продуктов.
4. Приведите два уравнения реакции брожения глюкозы, в ходе которого образуются газообразные вещества.
5. Приведите два уравнения реакции брожения глюкозы, в ходе которого образуются кислоты.
6. Приведите уравнения реакций: а) образования сахарата кальция; б) взаимодействия сахарата кальция с углекислым газом.
7. При спиртовом брожении глюкозы получено 0,23 кг этанола. Какой объем углекислого газа образовался при этом (н.у.)?
8. При молочнокислом брожении 45 кг глюкозы получено 40 кг молочной кислоты. Вычислите выход продукта реакции (в %) от теоретического.
9. Рассчитайте массу сахарозы, которая при гидролизе образует столько глюкозы, что при брожении последней получается молочная кислота массой 0,045 кг.
10. Сколько граммов глюкозы потребуется для получения из нее этилового спирта брожением, если известно, что при нагревании полученного спирта с концентрированной серной кислотой образуется 10 мл диэтилового эфира (плотность 0,925 г/см<sup>3</sup>), что составляет 50% от теоретически возможного выхода?

#### Тема 12. Аминокислоты

1. Из метана получите глицин, не используя другие угле-родсодержащие вещества.
2. Из 1-йодпропана получите аланин, не используя другие угле-родсодержащие вещества.

3. Из этанола получите этиловый эфир глицина, не используя другие углеродсодержащие вещества.
4. Из бутана получите метиловый эфир аминокислоты, не используя другие углеродсодержащие вещества.
5. Из метана получите два не соседних гомолога сложных эфиров аминокислот, не используя другие углеродсодержащие вещества.
6. Из этилового эфира аланина получите глицин, не используя другие углеродсодержащие вещества.
7. Из уксусной кислоты получите шесть органических солей, в трех из которых атом азота входит в состав катиона, в двух – атомы азота находятся и в составе катиона, и в составе аниона, а в одной азотсодержащим будет только анион.
8. Какую среду имеет раствор аминобутандиовой кислоты: а) нейтральную; б) слабокислую; в) слабощелочную?
9. Какую среду имеют растворы  $\alpha$ - и  $\beta$ -аминобутановой кислоты: а) нейтральную; б) слабокислую; в) слабощелочную?
10. Какую среду покажет раствор  $\alpha$ ,  $\beta$ -диаминобутановой кислоты: а) нейтральную; б) слабокислую; в) слабощелочную?
11. С какими из перечисленных ниже реагентов аминокислота образует соль: а) соляная кислота; б) гидроксид натрия; в) этанол; г) раствор серной кислоты.

### Тема 13. Циклоалканы

1. Приведите структурные формулы всех изомерных алициклических углеводородов состава  $C_5H_{10}$ . Назовите их. Какие из них будут иметь геометрические изомеры? Оптические изомеры?
2. Изобразите структурную формулу четырехчленного циклического углеводорода состава  $C_7H_{14}$ , которому соответствует: а) два пространственных изомера; б) четыре пространственных изомера.
3. В каждой паре соединений: а) метилциклопропан и циклобутан; б) этилциклобутан и метилциклопентан; в) цис- и транс-1,3-диметилциклопентан; г) транс-1,2-диметилциклобутан и циклогексан укажите более устойчивый изомер и объясните причину его большей устойчивости.
4. Какое из названий: 1) цис-1,2-дибромциклогексан (е, е); 2) цис-1,2-дибромциклогексан (а, е); 3) транс-1,2-дибромциклогексан (а, е); 4) транс-1,2-дибромциклогексан (а, а); 5) транс-1,2-дибромцикло-гексан (е, е) – соответствует соединению
5. Какие конформации возможны для транс-циклогексан-1,2-дикарбоновой кислоты? Изобразите их. Какая из них является более устойчивой?
6. При гидрировании нафталина в присутствии платинового катализатора в уксусной кислоте образуется преимущественно декалин (дека-30 гидронафталин) с т. кип.  $195^\circ C$  (I), а при гидрировании в газовой фазе на катализаторе  $MoS_3$  – декалин с т. кип.  $185^\circ C$  (II). Декалин (I) в присутствии хлорида алюминия превращается в декалин (II). Объясните эти факты.
7. Составьте схемы получения цикlopentана, используя в качестве исходных соединений: а) 1,5-дибромпентан; б) 1,5-пентандиол; в) малоновый эфир; г) диэтиловый эфир адипиновой кислоты; д) кальциевую соль адипиновой кислоты. Какой из этих методов наиболее целесообразен?
8. На примере циклогексана, гексана и 1-гексена сравните отношение циклопарафинов, парафинов и олефинов к действию водного раствора  $KMnO_4$  на холоду и при нагревании.
9. Исходя из этилбензола, получите фенилциклопропан, используя любые необходимые реагенты.
10. Получите 6-метилциклогексен-3-карбальдегид из бутадиена-1,3 и этанола.

#### Тема 14. Ароматические углеводороды (бензол и его гомологи).

1. Напишите уравнения химических реакций окисления подкисленным раствором перманганата калия : 1) толуола; 2) этилбензола; 3) м-ксилола.
2. Перечислите области применения бензола.
3. Охарактеризуйте физиологическое действие бензола и его гомологов на живые организмы.
4. Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических углеводородов состава  $C_8H_{10}$  и назовите их по систематической номенклатуре.
5. Приведите структурные формулы изомерных ароматических углеводородов состава  $C_7H_7Cl$  и назовите их по систематической номенклатуре.
6. Приведите примеры изомерных гомологов бензола, различающихся положением замещающих групп.
7. Сколько может существовать изомерных а) триметил- бензолов, б) метилфенолов, в) толуолсульфокислот? Приведите их структурные формулы
8. Сравните по активности в реакции с аммиаком следующие пары соединений: а) п-йоднитробензол и п-нитрохлорбензол; б) о-хлортолуол и о-нитрохлорбензол; в) п-бромбензол сульфокислота и п-бромпропилбензол.
9. Из ацетилена получите трибромфенол без использования других органических веществ. Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.
10. Из бензола получите тринитрофенол без использования других органических веществ. Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.

#### Тема 17. Альдегиды, кетоны, кислоты ряда бензола. Хиноны

1. Номенклатура и изомерия
2. Способы получения
3. Химические свойства
4. Механизмы реакций нуклеофильного ароматического замещения
5. Определение строения соединений по их свойствам
6. Целевые синтезы
7. Особенности строения.
8. Области применения.
9. Реакции электрофильного замещения.
10. Реакции по бензольному ядру.

#### Тема 18. Ароматические амины. Диазо- и азосоединения

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) азобензол; б) гидразобензол; в) диазоаминобензол.
2. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) бензолдiazоний бромид; б) бензолдiazоний гидросульфат; в) п-толуолдiazонийхлорид.
3. Напишите реакцию получения фенилгидразина из бензолдiazоний хлорида.
4. Чем вызвана необходимость использования избытка кислоты при синтезе красителя пара-анилинового красного?
5. Приведите механизм реакции азосочетания. Как влияют на скорость реакции заместители в бензольном кольце катиона diaзония?
6. Почему в качестве азосоставляющей применяются чаще всего фенолы и ароматические амины?
7. Какие значения pH являются оптимальными при проведении реакции азосочетания с фенолами и аминами? Ответ обоснуйте.

8. Из о-толуидина получите о-толилдиазоний и напишите для него реакции с йодидом калия, метиловым спиртом при нагревании, а также реакцию азосочетания с фенолом. Будет ли последнее вещество окрашено?
9. Получите азосоединение, используя в качестве исходных веществ п-нитроанилин и резорцин. Является ли полученное соединение красителем? Объясните свой ответ.
10. Предложите схемы получения м-йодбензойной кислоты, п-крезола с использованием диазосоединений.

#### Тема 20. Нафталин, антрацен и их производные

Вопросы к лабораторной работе:

1. Получите азокраситель из о-толуидина и о-крезола.
2. Исходя из бензола получите: 4,4'-динитробифенил.
3. Напишите структурные формулы следующих соединений:
  - а) 1,4-дигидрокси-нафталин-3,6-дисульфокислота;
  - б) цис-стильбен;
  - в) гексафенилэтан;
  - г) ализарин;
  - д) трифенилметилнатрий.
4. Напишите структурные формулы всех изомерных дихлорантраценов и назовите эти соединения.
5. Напишите структурные формулы следующих соединений:
  - а) 2,7-диметилантрацен;
  - б) пергидрофенантрен;
  - в) флуорен;
  - г) 5-гидрокси-2-нафталинсульфокислота;
  - д) парафуксин.
6. Напишите структурные формулы всех изомерных дибромнафталинов и назовите эти соединения.
7. Рассмотрите строение молекул бензола и антрацена. Охарактеризуйте геометрию молекул, распределение электронной плотности, ароматичность, реакционную способность. С помощью конкретных реакций проиллюстрируйте меньшую ароматичность антрацена по сравнению с бензолом.
8. Определите индексы реакционной способности 1- и 2-положений молекулы нафталина.
9. Определите индексы реакционной способности 1- и 9-положений молекулы антрацена.
10. Приведенные ниже соединения расположите в порядке возрастания активности в реакциях электрофильного замещения в ароматическом кольце (ответ аргументируйте): бензол, нафталин, дифенилметан, антрацен, 9,10-антрахинон.

#### Тема 22. Шестичленные гетероциклы

1. Химические свойства нафталина.
2. Нафтолы. Замещение гидроксигруппы на аминогруппу в 2-нафтолах (реакция Бухерера). Нафтохиноны.
3. Антрацен. Номенклатура и изомерия производных. Синтез антрацена из соединений бензольного ряда.
4. Электронное строение и свойства антрацена.
5. Антрахинон: получение, представление о свойствах и применении.
6. Пятичленные гетероциклы: фуран, тиофен, пиррол. Общие методы синтеза и взаимопревращения (Юрьев).
7. Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия гетероцикла с электрофилами. Сравнительная характеристика свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола. Реакции гидрирования и окисления.



8. Фурфурол и тиофен-2-альдегид, пироксалиновая кислота. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе.
9. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфин. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина.
10. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, химические свойства индола как аналога пиррола. Синтез важнейших производных. Представление о природных соединениях индольного ряда, индиго. Понятие об индигоидных красителях и кубовом крашении.
11. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла.
12. Проявление нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N-окиси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям. Гидрирование пиридинового ядра. Аналогия в химических свойствах пиридина и нитробензола.
13. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина.
14. Реакции нуклеофильного замещения водорода (реакция Чичибабина) и атомов галогена.
15. Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра.
16. Окисление хинолина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин.
17. Представление о природных соединениях, лекарственных средств и красителях - производных пиридина.
18. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\beta$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислот.

### работа на семинаре

Тема 1. Основные понятия органической химии. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Качественный и количественный анализ.

1. Источники органического сырья. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений.
2. Качественный элементный анализ (открытие углерода, водорода, азота, серы, галогенов).
3. Принципы количественного элементного анализа, установление молекулярной формулы соединения.
4. Формирование и основные положения теории строения органических соединений (теория радикалов, теория типов, теория А.М.Бутлерова).
5. Классификация органических соединений.
6. Важнейшие источники информации об органических соединениях и органических реакциях (справочник Бейльштейна),

### Тестирование

Тема 1. Основные понятия органической химии. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Качественный и количественный анализ.

Задания к тесту:

1. Понятие «органическая химия» ввел
 

|                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1) Й. Берцелиус | 3) А. Кекуле      |
| 2) Ф. Велер     | 4) А. М. Бутлеров |
2. Витализм – это учение о
  - 1) атомах и молекулах
  - 2) «жизненной силе»
  - 3) получении философского камня

4) сохранении и превращении энергии в химических реакциях

3. Какие из приведенных утверждений верны?

А. Физические и химические свойства веществ зависят от качественного и количественного состава, но не зависят от строения молекул.

Б. Атомы и группы атомов в молекуле оказывают взаимное влияние друг на друга.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

4. Какие из приведенных утверждений верны?

А. Гомологи – вещества с одинаковым качественным и количественным составом.

Б. Изомеры - вещества схожие по строению и свойствам, отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп атомов  $-CH_2$ .

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

5. Какие из приведенных утверждений верны?

А. Структурные формулы отражают состав вещества и порядок соединения атомов в молекулах.

Б. Атомы углерода в молекулах органических соединений четырехвалентны.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

6. Какие из приведенных утверждений об особенностях органических соединений верны?

А. Углерод входит в состав всех органических веществ.

Б. Атомы углерода способны образовывать между собой и с другими атомами одинарные, двойные и тройные связи.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

7. Какие из приведенных утверждений об особенностях органических соединений верны?

А. Валентность и степень окисления атомов углерода в органических соединениях всегда численно совпадают.

Б. Большинство органических соединений имеет молекулярное строение.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

8. Какие из приведенных утверждений об особенностях органических соединений верны?

А. Число органических соединений значительно превышает число неорганических.

Б. Представители одного гомологического ряда характеризуются сходными химическими свойствами.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

9. Какие из приведенных утверждений об особенностях органических соединений верны?

А. Состав всех членов одного гомологического ряда можно выразить одной общей формулой.

Б. Органические вещества, как правило, горючи и при нагревании разлагаются.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

10. В молекуле 2,2-диметилбутана число первичных атомов углерода равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

11. В молекуле 2,3,3-триметилпентана число вторичных атомов углерода равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

12. В молекуле 2,3-диметилбутанола-2 число третичных атомов углерода равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

13. В молекуле 2,2,3,3-тетраметилгексана число четвертичных атомов углерода равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

14. Пространственная (цис-транс) изомерия возможна для

- 1) циклоалканов 3) алканов
- 2) алкинов 4) алканолов

15. Изомерия положения кратных связей возможна для

- 1) циклоалканов 3) алканов
- 2) алкинов 4) алканолов

1. Тема 2. Алканы. Изомерия, номенклатура, строение, способы получения. Физические и химические свойства. Применение..

2. Формы текущего контроля: Вопросы к лабораторной работе, тестирование

3. Оценочное средство

I. Задания к тесту:

1. Состав алканов выражается общей формулой

- 1)  $C_nH_{2n}$  2)  $C_nH_{2n+2}$  3)  $C_nH_{2n-2}$  4)  $C_nH_{2n-6}$

2. Алканом является вещество, формула которого

- 1)  $C_4H_8$  2)  $C_{22}H_{46}$  3)  $C_8H_{10}$  4)  $C_6H_6$

3. Формулы только алканов записаны в ряду:

- 1)  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_6$  3)  $C_2H_6$ ,  $C_3H_6$ ,  $C_4H_8$
- 2)  $C_2H_2$ ,  $C_3H_4$ ,  $C_4H_6$  4)  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$

4. В молекулах алканов атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1)  $sp$  2)  $sp^2$  3)  $sp^3$  4)  $sp^2d$

5. Валентный угол и длина связи C-C в молекулах алканов соответственно равны

- 1)  $120^\circ$  и 0,154 нм 3)  $120^\circ$  и 0,134 нм  
2)  $180^\circ$  и 0,120 нм 4)  $109^\circ 28'$  и 0,154 нм

6. Зигзагообразное строение в пространстве имеет молекула

- 1) метана 2) этана 3) гексана 4) циклопропана

7. Молекула бутана имеет строение

- 1) линейное 3) зигзагообразное  
2) циклическое 4) плоское

8. Изомерами являются

- 1) пропан и бутан 3) бутан и 2-метилпропан  
2) бутан и циклобутан 4) метилпропан и 2-метилбутан

9. Число изомеров алкана  $C_5H_{12}$  равно:

- 1) 2 2) 3 3) 4 4) 5

10. Газообразным веществом при нормальных условиях не является

- 1) метан 2) бутан 3) гексан 4) пропан

11. Термическим разложением метана можно получить

- 1) хлорметан 2) сажу 3) этанол 4) этан

12. Реакция Коновалова - это взаимодействие алкана с

- 1) водой 3) раствором серной кислоты  
2) раствором азотной кислоты 4) бромной водой

13. При хлорировании метана можно получить

- 1) дихлорэтан 2) хлороформ 3) хлорвинил 4) хлоропрен

14. Пропан взаимодействует с

- 1)  $HCl$  2)  $H_2$  3)  $Br_2$  4)  $H_2O$

15. Гексан не взаимодействует с

- 1)  $Cl_2$  2)  $O_2$  3)  $HBr$  4)  $HNO_3$

## Тема 2. Алканы

Задания к тесту:

1. Состав алканов выражается общей формулой

- 1)  $C_nH_{2n}$  2)  $C_nH_{2n+2}$  3)  $C_nH_{2n-2}$  4)  $C_nH_{2n-6}$

2. Алканом является вещество, формула которого

- 1)  $C_4H_8$  2)  $C_{22}H_{46}$  3)  $C_8H_{10}$  4)  $C_6H_6$

3. Формулы только алканов записаны в ряду:

- 1)  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_6$       3)  $C_2H_6$ ,  $C_3H_6$ ,  $C_4H_8$   
 2)  $C_2H_2$ ,  $C_3H_4$ ,  $C_4H_6$       4)  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$

4. В молекулах алканов атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1)  $sp$       2)  $sp^2$       3)  $sp^3$       4)  $sp^2d$

5. Валентный угол и длина связи C-C в молекулах алканов соответственно равны

- 1)  $120^\circ$  и 0,154 нм      3)  $120^\circ$  и 0,134 нм  
 2)  $180^\circ$  и 0,120 нм      4)  $109^\circ 28'$  и 0,154 нм

6. Зигзагообразное строение в пространстве имеет молекула

- 1) метана      2) этана      3) гексана      4) циклопропана

7. Молекула бутана имеет строение

- 1) линейное      3) зигзагообразное  
 2) циклическое      4) плоское

8. Изомерами являются

- 1) пропан и бутан      3) бутан и 2-метилпропан  
 2) бутан и циклобутан      4) метилпропан и 2-метилбутан

9. Число изомеров алкана  $C_5H_{12}$  равно:

- 1) 2      2) 3      3) 4      4) 5

10. Газообразным веществом при нормальных условиях не является

- 1) метан      2) бутан      3) гексан      4) пропан

11. Термическим разложением метана можно получить

- 1) хлорметан      2) сажу      3) этанол      4) этан

12. Реакция Коновалова - это взаимодействие алкана с

- 1) водой      3) раствором серной кислоты  
 2) раствором азотной кислоты      4) бромной водой

13. При хлорировании метана можно получить

- 1) дихлорэтан      2) хлороформ      3) хлорвинил      4) хлоропрен

14. Пропан взаимодействует с

- 1)  $HCl$       2)  $H_2$       3)  $Br_2$       4)  $H_2O$

15. Гексан не взаимодействует с

- 1)  $Cl_2$       2)  $O_2$       3)  $HBr$       4)  $HNO_3$

### Тема 3. Алкены

вопросы к тесту.

1. Состав алкенов выражается общей формулой

- 1)  $C_nH_{2n}$       2)  $C_nH_{2n+2}$       3)  $C_nH_{2n-2}$       4)  $C_nH_{2n-6}$

2. Формулы только алкенов могут быть записаны в ряду

- 1)  $C_2H_2, C_2H_4, C_2H_6$       3)  $C_2H_4, C_3H_6, C_4H_8$   
 2)  $C_2H_2, C_3H_4, C_4H_6$       4)  $C_6H_6, C_3H_8, C_4H_{10}$   
 3. В молекуле этилена атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1)  $sp$       2)  $sp^2$       3)  $sp^3$       4)  $sp^2d$

4. В молекуле 2-метилбутена-1 атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1) только  $sp^3$       2) только  $sp^2$       3)  $sp^3$  и  $sp^2$       4)  $sp^3$  и  $sp$

5. Последовательность типов гибридизации атомов углерода в молекуле пропена

- 1)  $sp^2 - sp - sp^3$       3)  $sp^2 - sp^2 - sp^3$   
 2)  $sp - sp^2 - sp$       4)  $sp^3 - sp^2 - sp$

6. Последовательность типов гибридизации атомов углерода

$sp^3 - sp^2 - sp^2 - sp^3$

имеется в молекуле

- 1)  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$       3)  $CH_3 - CH_2 - CH=CH_2$   
 2)  $CH_3 - CH_2 - CHCl - CH_3$       4)  $CH_3 - CH=CH - CH_3$

7. Изомером углеводорода, формула которого

$CH_2=CH - CH - CH_3$ ,



является

- 1) бутен-1      3) 2-метилпентен-3  
 2) 3-метилпентен-1      4) пентен-1

8. Пространственные цис-транс-изомеры имеет

- 1) 2,3-дихлорбутен-2      3) 2-метилбутен-2  
 2) 2,3-диметилбутен-1      4) 1,1-дихлорбутен-1

9. Механизм реакции взаимодействия бромной воды с этиленом

- 1) замещения, радикальный      3) замещения, ионный  
 2) присоединения, радикальный      4) присоединения, ионный

10. Пропен не вступает в реакцию с

- 1) водой      2) водородом      3) бромом      4) метаном

11. Как этен, так и этан взаимодействуют с

- 1)  $H_2$       2)  $Br_2$       3)  $H_2O$       4)  $HI$

12. Бутен-2 в отличие от бутена-1

- 1) имеет  $\pi$ -связь между атомами углерода  
 2) образует цис-транс-изомеры  
 3) плохо растворяется в воде  
 4) способен обесцвечивать водный раствор перманганата калия

13. Превращение

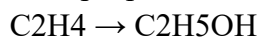
$C_3H_6 \rightarrow C_3H_8$

осуществляется с помощью реакции

- 1) гидратации      3) гидрирования

- 2) дегидратации 4) дегидрирования

#### 14. Превращение



осуществляется с помощью реакции

- 1) гидратации 3) гидрирования  
2) дегидратации 4) дегидрирования

#### 15. Превращение



осуществляется с помощью реакции

- 1) гидратации  
2) окисления водным раствором  $\text{KMnO}_4$   
3) гидрирования  
4) дегидрирования

### Тема 4. Алкадиены.

вопросы к тесту

#### 1. Общая формула алкадиенов

- 1)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  2)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$  3)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$  4)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

#### 2. К соединениям с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ относятся

- 1) алкены и алкадиены 3) алкины и алкадиены  
2) алкены и циклоалканы 4) алканы и циклоалканы

#### 3. Алкадиеном может быть вещество, формула которого

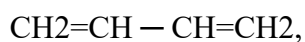
- 1)  $\text{C}_{22}\text{H}_{46}$  2)  $\text{C}_4\text{H}_6$  3)  $\text{C}_8\text{H}_{10}$  4)  $\text{C}_6\text{H}_6$

#### 4. Гомологом бутадиена-1,3 является вещество, структурная формула которого

- 1)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$  3)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$   
2)  $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3$  4)  $\text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$   

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

#### 5. Межклассовым изомером углеводорода, структурная формула которого



является

- 1) бутан 2) изобутан 3) бутен-1 4) бутин-2

#### 6. В молекуле бутадиена-1,3 атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1) только  $\text{sp}^3$  2) только  $\text{sp}^2$  3)  $\text{sp}^3$  и  $\text{sp}^2$  4)  $\text{sp}^3$  и  $\text{sp}$

#### 7. В молекуле изопрена атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1) только  $\text{sp}^3$  2) только  $\text{sp}^2$  3)  $\text{sp}^3$  и  $\text{sp}^2$  4)  $\text{sp}^3$  и  $\text{sp}$

#### 8. Бромную воду обесцвечивают оба вещества в ряду

- 1) бутан и изобутан 3) гексан и гексен-2  
2) изопрен и пентан 4) дивинил и бутин-1





5. Пространственные цис-транс-изомеры имеет

- 1) бутен-1      2) бутен-2      3) бутин-1      4) бутин-2

6. Бутин-1 и бутадиен-1,3 являются

- 1) геометрическими изомерами      3) гомологами  
2) межклассовыми изомерами      4) одним и тем же веществом

7. Последовательности

алкан – алкен – алкин

может соответствовать ряд веществ

- 1)  $C_4H_8$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_2H_2$       3)  $C_5H_{12}$ ,  $C_4H_6$ ,  $C_6H_6$   
2)  $C_6H_{14}$ ,  $C_5H_{10}$ ,  $C_3H_4$       4)  $C_7H_{14}$ ,  $C_4H_8$ ,  $C_2H_2$

8. В молекуле ацетилен атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1) только  $sp^3$       2) только  $sp^2$       3) только  $sp$       4)  $sp^3$  и  $sp$

9. В молекуле пропина атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1) только  $sp$       2) только  $sp^2$       3)  $sp^2$  и  $sp$       4)  $sp^3$  и  $sp$

10. Длина связи  $C\equiv C$  и валентный угол в молекулах алкинов соответственно равны

- 1)  $120^\circ$  и 0,154 нм      3)  $120^\circ$  и 0,134 нм  
2)  $180^\circ$  и 0,120 нм      4)  $109^\circ 28'$  и 0,154 нм

11. Число  $\sigma$ -связей в молекуле ацетилен равно

- 1) 2      2) 3      3) 5      4) 6

12. Число  $\pi$ -связей в молекуле пентина-1 равно

- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

13. Геометрическая конфигурация молекулы этина

- 1) угловая      3) линейная  
2) тетраэдрическая      4) треугольная

14. Раствор  $KMnO_4$  обесцвечивают оба вещества в ряду

- 1) пропин и пропан      3) ацетилен и этилен  
2) бутадиен-1,3 и бутан      4) бутилен и изобутан

15. Бромную воду обесцвечивают оба вещества в ряду

- 1) бутин-1 и бутан      3) гексан и полиэтилен  
2) изопрен и пропан      4) бутин-2 и бутен-2

## Тема 6. Спирты, простые эфиры, а-окиси

Вопросы к тесту

1. Состав предельных одноатомных спиртов выражается общей формулой

- 1)  $C_nH_{2n}O$       2)  $C_nH_{2n+2}O$       3)  $C_nH_{2n-2}O$       4)  $C_nH_{2n-6}O$

2. Функциональной группой спиртов является

- 1)  $-COOH$       2)  $-CONH_2$       3)  $-OH$       4)  $-NO_2$

3. Название спирта, структурная формула которого



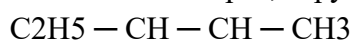
- 1) бутанол-1      3) 2-метилбутанол-4  
2) 3-метилбутанол-1      4) пентанол-1

4. Название спирта, структурная формула которого



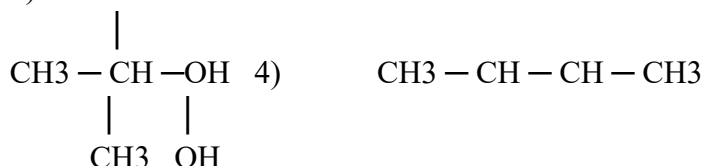
- 1) 3-метилпентанол-4      3) 3-метилпентанол-2  
2) 1,3-диметилбутанол-2      4) 3-метилпропанол-2

5. Название спирта, структурная формула которого



- 1) 2-метилбутанол-3      3) 3-метилбутанол-2  
2) изобутанол      4) 3-метилпентанол-2

6. 3-Метилбутанолу-2 соответствует структурная формула



7. Этиленгликоль относится к классу веществ

- 1) предельные одноатомные спирты  
2) предельные одноосновные кислоты  
3) предельные двухатомные спирты  
4) сложные эфиры

8. Ароматическим спиртом является вещество, формула которого

- 1)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$       3)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$   
2)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$       4)  $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$

9. Предельным одноатомным спиртам изомерны

- 1) карбоновые кислоты      3) простые эфиры  
2) альдегиды      4) сложные эфиры

10. Изомером этанола является

- 1) диэтиловый эфир      3) этаналь  
2) диметиловый эфир      4) метилформиат

11. Изомером 2-метилбутанола-1 является

- 1) 2-метилпропанол-1    3) пентанол-2  
2) бутанол-1    4) бутандиол-1,2

12. Число простых эфиров, изомерных бутанолу, равно

- 1) 1    2) 2    3) 3    4) 4

13. Гомологом пропанола-2 является:

- 1) пропанол-1    3) бутанол-2  
2) бутанол-1    4) 2-метилпропанол-1

14. Гомологом 2-метилбутанола-1 является:

- 1) бутанол-1    3) 2-метилбутанол-2  
2) бутанол-2    4) 2-метилпропанол-1

15. Гомологом 2-метилпропанола-2 является:

- 1) 2-метилпропанол-1    3) 2-метилбутанол-2  
2) 2-метилбутанол-1    4) бутанол-2

#### Тема 7. Карбонильные соединения. Непредельные альдегиды и кетоны

Вопросы к тесту

1. Состав предельных альдегидов выражается общей формулой

- 1)  $C_nH_{2n+2}O$  2)  $C_nH_{2n}O_2$  3)  $C_nH_{2n}O$  4)  $C_nH_{2n-6}O$

2. К карбонильным соединениям не относится

- 1) этаналь 2) ацетон 3) бутанол 4) бутанон

3. В молекуле пропаналя атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1) только  $sp^3$  2) только  $sp^2$  3)  $sp^3$  и  $sp^2$  4)  $sp^3$  и  $sp$

4. Число  $\sigma$ -связей в молекуле муравьиного альдегида равно

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

5. Число  $\pi$ -связей в молекуле муравьиного альдегида равно

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

6. Число  $\pi$ -связей в молекуле ацетона равно

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

7. Альдегиды изомерны

- 1) предельным одноатомным спиртам  
2) фенолам  
3) предельным одноосновным карбоновым кислотам  
4) кетонам

8. Этаналь и ацетальдегид являются

- 1) геометрическими изомерами 3) гомологами  
2) межклассовыми изомерами 4) одним и тем же веществом

9. При гидрировании альдегидов образуются

- 1) первичные спирты 3) третичные спирты  
2) вторичные спирты 4) карбоновые кислоты

10. Продуктом восстановления кетонов являются

- 1) карбоновые кислоты 3) вторичные спирты  
2) первичные спирты 4) третичные спирты

11. При восстановлении пропанона образуется

- 1) пропанол-1 3) пропановая кислота  
2) пропанол-2 4) пропаналь

12. При восстановлении этанала образуется

- 1) этановая кислота 3) этанол  
2) этиленгликоль 4) диэтиловый эфир

13. При окислении бутанала образуется

- 1) масляная кислота 3) бутанол-1  
2) бутанон 4) бутанол-2

14. В реакции, схема которой



веществом X может быть

- 1)  $\text{CuSO}_4$  2)  $\text{CuO}$  3)  $\text{Cu}$  4)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$

15. Реакция «серебряного зеркала» характерна для

- 1) одноатомных спиртов 3) кетонов  
2) многоатомных спиртов 4) альдегидов

## Тема 8. Карбоновые кислоты и их производные

Вопросы к тесту.

1. Состав предельных одноосновных карбоновых кислот выражается общей формулой

- 1)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$  2)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$  3)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  4)  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_2$

2. Предельные одноосновные карбоновые кислоты изомерны

- 1) сложным эфирам 3) двухатомным спиртам  
2) простым эфирам 4) альдегидам

3. Общей формулой сложных эфиров является

- 1)  $\text{R-COO-R}_1$  3)  $\text{R-COH}$   
2)  $\text{R-COOH}$  4)  $\text{R-OH}$

4. Изомером сложного эфира, формула которого



является

- 1) этиловый эфир пропановой кислоты

- 2) метиловый эфир этановой кислоты
- 3) 2,3-диметилбутановая кислота
- 4) 2,2-диметилпропановая кислоты

5. Функциональной группой карбоновых кислот является

- 1) алкоксильная 3) карбонильная
- 2) гидроксильная 4) карбоксильная

6. Двухосновной является карбоновая кислота

- 1) масляная 2) щавелевая 3) линолевая 4) акриловая

7. Ароматической одноосновной является карбоновая кислота

- 1) молочная 2) фталевая 3) стеариновая 4) бензойная

8. Непредельной является карбоновая кислота, формула которой

- 1)  $C_{17}H_{35}COOH$  2)  $C_3H_7COOH$  3)  $C_{17}H_{33}COOH$  4)  $C_2H_5COOH$

9. Гомологом 2-метилбутановой кислоты является вещество, формула которого

- 1)  $CH_3(CH_2)_3COOH$  3)  $CH_3-CH(CH_3)-COOH$
- 2)  $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-COOH$  4)  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$

10. В воде не растворяется карбоновая кислота

- 1) этановая 3) метановая
- 2) пропионовая 4) стеариновая

11. Смешивается с водой в любых соотношениях кислота

- 1) уксусная 3) олеиновая
- 2) масляная 4) пальмитиновая

12. Наиболее сильной из перечисленных кислот является

- 1) уксусная 3) бромуксусная
- 2) хлоруксусная 4) фторуксусная

13. Сила кислот увеличивается в последовательности

- 1) муравьиная – уксусная – пропионовая
- 2) уксусная – хлоруксусная – дихлоруксусная
- 3) фторуксусная – хлоруксусная – бромуксусная
- 4) пропионовая – масляная – уксусная

14. При взаимодействии карбоновых кислот со спиртами образуются

- 1) сложные эфиры 3) аминокислоты
- 2) простые эфиры 4) углеводы

15. При взаимодействии этановой кислоты с метанолом образуется

- 1) метилформиат 3) этилацетат
- 2) метилацетат 4) этилформиат

#### Тема 10. Альдегидо- и кетокислоты

Вопросы к тесту

1. Какие из приведенных утверждений о карбоновых кислотах верны?

А. Бутановая кислота и этилацетат – изомеры.

Б. Стеариновую кислоту получают при гидролизе жиров.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

2. Какие из приведенных утверждений о муравьиной кислоте верны?

А. Сложные эфиры муравьиной кислоты называются ацетатами.

Б. Муравьиная кислота содержится в листьях крапивы.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

3. Какие из приведенных утверждений об уксусной кислоте верны?

А. Водный раствор уксусной кислоты проводит электрический ток.

Б. Уксусная кислота может быть получена восстановлением ацетальдегида.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

4. Верны ли следующие суждения об олеиновой кислоте?

А. Олеиновая кислота входит состав растительных масел.

Б. Олеиновая кислота обесцвечивает бромную воду.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

5. Верны ли следующие суждения о сложных эфирах?

А. Сложные эфиры образуются в результате реакции этерификации.

Б. Метилформиат изомерен уксусной кислоте.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

6. Какие из приведенных утверждений о сложных эфирах верны?

А. Сложные эфиры с небольшой молекулярной массой – легко воспламеняющиеся жидкости.

Б. Сложные эфиры высших карбоновых кислот и высших одноосновных спиртов входят в состав природных восков.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

7. Какие из приведенных утверждений о жирах верны?

А. Продуктами щелочного гидролиза жиров являются глицерин и карбоновые кислоты.

Б. Жидкие жиры способны вступать в реакцию полимеризации.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

8. Какие из приведенных утверждений о мыле и синтетических моющих средствах верны?

А. Моющая способность мыла снижается в жесткой воде вследствие образования нерастворимых солей.

Б. И мыло, и синтетические моющие средства быстро разлагаются в окружающей среде и не представляют экологической опасности.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

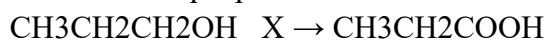
9. В схеме превращений



веществом X может быть

- 1) метан      3) метаналь
- 2) хлорметан 4) метиловый эфир уксусной кислоты

10. В схеме превращений



веществом X может быть

- 1) пропаналь 2) пропанол-2 3) пропилацетат 4) пропанон

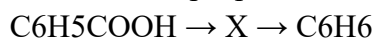
11. В схеме превращений



веществом X является

- 1) этилпропионат 3) пропионат калия
- 2) пропанон 4) пропанон

12. В схеме превращений



веществом X является

- 1)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK}$  2)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CON}$  3)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$  4)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OK}$

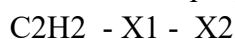
13. В схеме превращений



веществами X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> соответственно являются

- 1)  $\text{C}_4\text{H}_8$  и  $\text{C}_3\text{H}_7\text{CON}$       3)  $\text{C}_4\text{H}_6$  и  $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}_2\text{OH}$
- 2)  $\text{C}_4\text{H}_8$  и  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$       4)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$

14. В схеме превращений



веществами X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> соответственно являются

- 1)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  и  $\text{CH}_3\text{CON}$       3)  $\text{CH}_3\text{CON}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$

2)  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$  и  $\text{CH}_3\text{COH}$  4)  $\text{CH}_3\text{COH}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

15. В схеме превращений

$\text{CH}_3\text{COONa}$  -  $\text{X}_1$  -  $\text{X}_2$

веществами  $\text{X}_1$  и  $\text{X}_2$  соответственно являются

- 1)  $\text{C}_2\text{H}_6$  и  $\text{C}_3\text{H}_7\text{CH}_2\text{OH}$  3)  $\text{CH}_3\text{Cl}$  и  $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$   
 2)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  4)  $\text{CH}_3\text{COH}$  и  $\text{CH}_3\text{COCl}$

## Тема 11. Углеводы

Вопросы к тесту

1. Состав большинства углеводов может быть выражен формулой

- 1)  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$  2)  $\text{C}_n(\text{OH})_m$  3)  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  4)  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_m$

2. Число гидроксильных групп в молекуле фруктозы равно

- 1) 3 2) 4 3) 5 4) 6

3. Глюкоза взаимодействует с каждым из двух веществ

- 1)  $\text{H}_2$  и  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  3)  $\text{CuO}$  и  $\text{CH}_4$   
 2)  $\text{NaOH}$  и  $\text{CH}_3\text{COH}$  4)  $\text{SiO}_2$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

4. И глюкоза, и фруктоза взаимодействуют с

- 1)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  2)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  3)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  4)  $\text{I}_2$

5. В результате гидролиза сахарозы образуется (образуются)

- 1) только глюкоза 3) глюкоза и фруктоза  
 2) только фруктоза 4) глюкоза и рибоза

6. Крахмал взаимодействует с

- 1)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  2)  $\text{CaO}$  3)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  4)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{H}^+$ )

7. Конечным продуктом гидролиза целлюлозы является

- 1) сахароза 2) фруктоза 3) рибоза 4) глюкоза

8. Целлюлоза взаимодействует с каждым из двух веществ

- 1) уксусной кислотой и кислородом  
 2) азотной кислотой и раствором йода  
 3) гидроксидом меди(II) и серной кислотой  
 4) гидроксидом натрия и аммиачным раствором оксида серебра

9. И крахмал, и целлюлоза взаимодействуют с

- 1) гидроксидом меди(II) 3) оксидом магния  
 2) кислородом 4) раствором йода

10. И для крахмала, и для целлюлозы справедливо утверждение

- 1) состоят из остатков фруктозы  
 2) взаимодействуют с гидроксидом меди(II)  
 3) окисляются под действием аммиачного раствора оксида серебра  
 4) подвергаются гидролизу

11. Аммиачный раствор оксида серебра является реактивом на



1) сахарозу 2) фруктозу 3) крахмал 4) глюкозу

12. Раствор глюкозы можно отличить от раствора фруктозы с помощью

1) NaOH 2) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3) [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]OH 4) FeCl<sub>3</sub>

13. Какие из приведенных утверждений об углеводах верны?

А. Углеводы являются компонентами клеток всех растительных и животных организмов.

Б. И крахмал, и целлюлоза обладают высокой питательной ценностью для организма человека.

1) верно только А

2) верно только Б

3) верны оба утверждения

4) оба утверждения неверны

14. Верны ли следующие суждения о глюкозе?

А. Изомером глюкозы является рибоза.

Б. Глюкоза подвергается гидролизу.

1) верно только А

2) верно только Б

3) верны оба суждения

4) оба суждения неверны

15. Верны ли следующие суждения о глюкозе?

А. Глюкоза является альдегидоспиртом.

Б. Продуктом спиртового брожения глюкозы является этанол.

1) верно только А

2) верно только Б

3) верны оба суждения

4) оба суждения неверны

### Тема 13. Циклоалканы

Вопросы к тесту

1. Состав циклоалканов выражается общей формулой

1) C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> 2) C<sub>n</sub>H<sub>2n-2</sub> 3) C<sub>n</sub>H<sub>2n-6</sub> 4) C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>

2. Циклоалканом может быть вещество, формула которого

1) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 2) C<sub>6</sub>H<sub>10</sub> 3) C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> 4) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>

3. К соединениям с общей формулой C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> относятся

1) алкины и алкадиены 3) алкены и алкадиены

2) алкены и циклоалканы 4) алкины и циклоалканы

4. Последовательности

алкан – циклоалкан – алкин может соответствовать ряд веществ

1) C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>4</sub> 3) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>

2) C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 4) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

5. В молекуле циклогексана атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

1) только sp<sup>3</sup> 2) только sp<sup>2</sup> 3) только sp 4) sp<sup>3</sup> и sp

6. Изомером метилциклопропана является

- 1) пропан 2) циклопропан 3)бутан 4) бутен
7. Изомером метилциклогексана является  
1) гексан 2) метилбензол 3) гептен-1 4) гептин-1
8. Наиболее легко подвергается гидрированию  
1) циклопропан 2) циклобутан 3) циклопентан 4) циклогексан
9. Реакции присоединения не характерны для  
1) метилциклопропана 3)метилциклопентана  
2) метилциклобутана 4)метилциклогексана
10. Циклогексан способен вступать в реакцию  
1) с бромной водой  
2)гидратации  
3)гидрирования  
4)дегидрирования
11. Для циклопропана не характерны реакции  
1) присоединения бромоводорода  
2) замещения атомов водорода  
3) гидрирования  
4) присоединения брома
12. При взаимодействии циклопропана с бромом образуется  
1)1-бромпропан 3) бромциклопропан  
2) 2-бромпропан 4) 1,3-дибромпропан
13. При взаимодействии циклогексана с хлором образуется  
1) 1-хлоргексан 3) хлорциклогексан  
2) 1,6-дихлоргексан 4) 1,1-дихлоргексан
14. 1-Хлорпропан преимущественно образуется при взаимодействии  
1)пропана с хлором 3) циклопропана с хлором  
2) пропена с хлороводородом 4) циклопропана с хлороводородом
15. С каждым из трех веществ:  
хлором, хлороводородом, водородом –может реагировать  
1) гексан 2) циклогексан 3) циклопропан 4) метан

#### Тема 14. Ароматические углеводороды (бензол и его гомологи).

##### Вопросы к тесту

1. Состав аренов выражается общей формулой  
1)  $C_nH_{2n+2}$  2)  $C_nH_{2n}$  3)  $C_nH_{2n-2}$  4)  $C_nH_{2n-6}$
2. Последовательности алкан – циклоалкан – арен может соответствовать ряд веществ  
1)  $C_5H_{12}$ ,  $C_7H_{14}$ ,  $C_3H_4$  3)  $C_5H_{12}$ ,  $C_4H_{10}$ ,  $C_4H_6$   
2)  $C_3H_8$ ,  $C_4H_8$ ,  $C_7H_8$  4)  $C_3H_4$ ,  $C_4H_8$ ,  $C_6H_{12}$

3. К соединениям с общей формулой  $C_nH_{2n-6}$  относится

- 1) бутадиен 2) толуол 3)стирол 4) гексен

4. В молекуле бензола атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1)  $sp$  2)  $sp^2$  3)  $sp^3$  4)  $sp^2d$

5. В молекуле толуола атомы углерода находятся в состоянии гибридизации

- 1)  $sp$  и  $sp^2$  2) только  $sp^2$  3)  $sp^2$  и  $sp^3$  4)  $sp$  и  $sp^3$

6. Молекула бензола имеет строение

- 1) тетраэдрическое 2) угловое 3) линейное 4) плоское

7. Валентный угол и длина связи в молекуле бензола соответственно равны

- 1)  $120^\circ$  и 0,154 нм 3)  $120^\circ$  и 0,140 нм  
2)  $180^\circ$  и 0,120 нм 4)  $109^\circ 28'$  и 0,154 нм

8. Тетраэдрический фрагмент атомов имеется в молекуле

- 1) бензола 2) толуола 3) винилбензола 4) ацетилена

9. Число  $\sigma$ -связей в молекуле бензола равно

- 1) 6 2) 8 3) 10 4) 12

10. Число  $\sigma$ -связей в молекуле толуола равно

- 1) 6 2) 8 3) 12 4) 15

11. Бензол и толуол являются

- 1) структурными изомерами 3) гомологами  
2) геометрическими изомерами 4) одним и тем же веществом

12. Метилбензол и толуол являются

- 1) структурными изомерами 3) гомологами  
2) геометрическими изомерами 4) одним и тем же веществом

13. Фенилметан и бензол являются

- 1) структурными изомерами 3) гомологами  
2) геометрическими изомерами 4) одним и тем же веществом

14. Взаимодействие бензола с хлором в присутствии  $AlCl_3$  относится к реакциям

- 1) пиролиза 2) замещения 3) разложения 4) присоединения

15. Взаимодействие бензола с хлором при освещении относится к реакциям

- 1) крекинга 2) замещения 3) разложения 4) присоединения

### Тема 15. Галогено-, сульфо- и нитропроизводные бензольного ряда

Вопросы к тесту

1. Процессом первичной переработки нефти является

- 1) ароматизация 3) пиролиз  
2) крекинг 4) ректификация

2. Бензиновая фракция нефти содержит алканы состава

- 1)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  –  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$     3)  $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$  –  $\text{C}_{30}\text{H}_{62}$   
 2)  $\text{C}_{12}\text{H}_{24}$  –  $\text{C}_{24}\text{H}_{50}$     4)  $\text{C}_{12}\text{H}_{24}$  –  $\text{C}_{38}\text{H}_{78}$

3. Остаток от перегонки мазута называется

- 1) гудроном                3) парафином  
 2) вазелином            4) соляровым маслом

4. Наименьшей стойкостью к детонации обладают углеводороды

- 1) ароматические  
 2) непредельные  
 3) предельные неразветвленного строения  
 4) предельные с разветвленной цепью

5. Крекинг нефтепродуктов начинается с разрыва связей

- 1)  $\text{C} - \text{O}$     2)  $\text{C} - \text{S}$     3)  $\text{C} - \text{H}$     4)  $\text{C} - \text{C}$

6. Риформингом называется процесс

- 1) разделения углеводородов на фракции  
 2) расщепления молекул углеводородов на более мелкие  
 3) превращения алканов и циклоалканов в ароматические соединения  
 4) обезвоживания, обессоливания и отгонки летучих углеводородов

7. Основными продуктами коксования каменного угля являются

- 1) газойль, вазелин, керосин, кокс  
 2) бензин, нафталин, метан  
 3) каменноугольная смола, аммиак, соляровое масло  
 4) кокс, каменноугольная смола, аммиачная вода, коксовый газ

8. Какие из утверждений о нефти и способах ее переработки верны?

А. Основными компонентами нефти являются углеводороды различного строения.

Б. Фракционная перегонка нефти относится к химическим процессам.

- 1) верно только А  
 2) верно только Б  
 3) верны оба утверждения  
 4) оба утверждения неверны

9. Какие из утверждений о продуктах переработки нефти верны?

А. Бензин, получаемый прямой перегонкой нефти, содержит большое количество непредельных углеводородов.

Б. Детонационная стойкость бензина возрастает при увеличении в его составе разветвленных и ароматических углеводородов.

- 1) верно только А  
 2) верно только Б  
 3) верны оба утверждения  
 4) оба утверждения неверны

10. Какие из утверждений о продуктах переработки нефти верны?

А. Продукты термического крекинга содержат большое количество неразветвленных алканов.

Б. Бензин, получаемый в результате каталитического крекинга, имеет высокое октановое число.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

11. Какие из утверждений о продуктах переработки нефти верны?

А. В процессе каталитического риформинга образуются ароматические и разветвленные углеводороды.

Б. Бензин, получаемый в результате прямой перегонки нефти, имеет высокое октановое число.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

12. Какие из утверждений о нефти и природном газе верны?

А. Крекинг нефти позволяет увеличить выход бензина.

Б. Основным компонентом природного газа является метан.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

13. Какие из утверждений о природном и попутном нефтяном газе верны?

А. Содержание метана в попутном нефтяном газе выше, чем в природном.

Б. Природный газ используют для получения синтез-газа.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

14. Какие из утверждений о природном газе и каменном угле верны?

А. В отличие от каменного угля природный газ является экологически чистым топливом.

Б. Коксовый газ применяют в качестве топлива и химического сырья.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

15. Основными продуктами пиролиза нефти являются

- 1) н-октан    4) толуол
- 2) ацетилен    5) вазелин
- 3) бензол    6) метан

## Тема 16. Гидроксипроизводные бензольного ряда

Вопросы к тесту

1. Фенолом является вещество, формула которого

- 1)  $C_6H_{11}OH$             3)  $C_6H_5OH$
- 2)  $C_6H_5C_2H_4OH$     4)  $C_6H_5CH_2OH$

2. В молекуле метанола между атомами существуют связи

- 1) только ковалентные полярные
- 2) ковалентные полярные и неполярные
- 3) ковалентные полярные и ионные
- 4) ковалентные полярные и водородная

3. В молекуле пентанола-1 между атомами существуют связи

- 1) только ковалентные полярные
- 2) ковалентные полярные и неполярные
- 3) ковалентные полярные и ионные
- 4) ковалентные полярные и водородная

4. В твердом агрегатном состоянии спирты образуют кристаллическую решетку

- 1) ионную                    3) атомную
- 2) молекулярную    4) металлическую

5. Способность низших спиртов к образованию межмолекулярных водородных связей является причиной их

- 1) летучести                    3) химической активности
- 2) неэлектропроводности    4) хорошей растворимости в воде

6. К образованию водородной связи способно вещество, формула которого

- 1)  $\text{CH}_4$                     3)  $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$
- 2)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$     4)  $\text{CH}_3 - \text{OH}$

7. Из перечисленных спиртов наиболее хорошо растворим в воде

- 1) пентанол-2    3) пропанол-1
- 2) бутанол-1    4) 2,2-диметилпропанол-1

8. В результате реакции гидратации алкена нельзя получить спирт, формула которого

- 1)  $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$                     3)  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
- 2)  $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$     4)  $\text{CH}_3 - \text{OH}$

9. Среда водного раствора этанола

- 1) щелочная    2) нейтральная    3) кислая    4) слабокислая

10. При окислении пропанола-1 образуется

- 1) пропан                    3) пропанон
- 2) пропионовый альдегид    4) пропен

11. Метанол окисляется до формальдегида под действием

- 1) водорода                    3) оксида кальция
- 2) оксида меди(II)    4) хлорида алюминия

12. Коэффициент перед формулой кислорода в уравнении реакции горения этанола равен

- 1) 1    2) 2    3) 3    4) 4

13. Сумма коэффициентов в уравнении реакции горения метанола равна

1) 5 2) 7 3) 9 4) 11

14. Продуктом окисления этанола оксидом меди (II) является

- 1) этандиол-1,2      3) этаналь  
2) диэтиловый эфир   4) этановая кислота

15. Продуктом внутримолекулярной дегидратации этилового спирта является

- 1) уксусная кислота      3) этаналь  
2) диэтиловый эфир      4) этен

#### Тема 17. Альдегиды, кетоны, кислоты ряда бензола. Хиноны

Вопросы к тесту

1. Фенолом является вещество, формула которого

- 1)  $C_6H_{11}OH$       3)  $C_6H_5OH$   
2)  $C_6H_5C_2H_4OH$    4)  $C_6H_5CH_2OH$

2. В молекуле метанола между атомами существуют связи

- 1) только ковалентные полярные  
2) ковалентные полярные и неполярные  
3) ковалентные полярные и ионные  
4) ковалентные полярные и водородная

3. В молекуле пентанола-1 между атомами существуют связи

- 1) только ковалентные полярные  
2) ковалентные полярные и неполярные  
3) ковалентные полярные и ионные  
4) ковалентные полярные и водородная

4. В твердом агрегатном состоянии спирты образуют кристаллическую решетку

- 1) ионную      3) атомную  
2) молекулярную   4) металлическую

5. Способность низших спиртов к образованию межмолекулярных водородных связей является причиной их

- 1) летучести      3) химической активности  
2) неэлектропроводности   4) хорошей растворимости в воде

6. К образованию водородной связи способно вещество, формула которого

- 1)  $CH_4$       3)  $CH_3 - O - CH_3$   
2)  $CH_3 - CH_3$    4)  $CH_3 - OH$

7. Из перечисленных спиртов наиболее хорошо растворим в воде

- 1) пентанол-2      3) пропанол-1  
2) бутанол-1      4) 2,2-диметилпропанол-1

8. В результате реакции гидратации алкена нельзя получить спирт, формула которого

- 1)  $CH_3 - CHOH - CH_3$       3)  $CH_3 - CH_2 - OH$   
2)  $CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_3$    4)  $CH_3 - OH$

9. Среда водного раствора этанола

- 1) щелочная 2) нейтральная 3) кислая 4) слабокислая

10. При окислении пропанола-1 образуется

- 1) пропан 3) пропанон  
2) пропионовый альдегид 4) пропен

11. Метанол окисляется до формальдегида под действием

- 1) водорода 3) оксида кальция  
2) оксида меди(II) 4) хлорида алюминия

12. Коэффициент перед формулой кислорода в уравнении реакции горения этанола равен

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

13. Сумма коэффициентов в уравнении реакции горения метанола равна

- 1) 5 2) 7 3) 9 4) 11

14. Продуктом окисления этанола оксидом меди (II) является

- 1) этандиол-1,2 3) этаналь  
2) диэтиловый эфир 4) этановая кислота

15. Продуктом внутримолекулярной дегидратации этилового спирта является

- 1) уксусная кислота 3) этаналь  
2) диэтиловый эфир 4) этен

#### Тема 18. Ароматические амины. Диазо- и азосоединения

Вопросы к тесту

1. В схеме превращений  $C_2H_5OH \rightarrow X_1 \rightarrow X_2$  веществами  $X_1$  и  $X_2$  соответственно могут быть

- 1)  $CH_3COOH$  и  $(CH_3COO)_2Cu$  3)  $CH_3COH$  и  $CH_3COOH$   
2)  $CH_2OH-CH_2OH$  и  $CH_3COOH$  4)  $CH_3COOH$  и  $CH_3COOC_2H_5$

2. В схеме превращений  $CH_3COH \rightarrow X_1 \rightarrow X_2$  веществами  $X_1$  и  $X_2$  соответственно могут быть

- 1)  $CH_3CH_2OH$  и  $C_2H_4$  3)  $CH_3COOH$  и  $CO_2$   
2)  $CH_3CH_2OH$  и  $CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$  4)  $CH_3COOH$  и  $CH_3COOCH_3$

3. Только в состоянии  $sp^3$ -гибридизации атомы углерода находятся в молекулах

- 1) пропанола-2 4) пропана  
2) пропанола 5) циклогексана  
3) фенола 6) пропанона

4. В состоянии  $sp^3$ - и  $sp^2$ -гибридизации атомы углерода находятся в молекулах

- 1) бутанола 4) пропина  
2) толуола 5) метанола  
3) фенола 6) бутанола

5. В реакцию полимеризации способны вступать

- 1) толуол 4) метаналь  
2) стирол 5) бензол  
3) фенол 6) хлорвинил

6. С аммиачным раствором оксида серебра взаимодействуют



- 1) бутин-1    4) глицерин  
 2) бутанон    5) формальдегид  
 3) бутаналь    6) бутин-2

7. С гидроксидом меди(II) взаимодействуют

- 1) пропанол-2    4) пропен  
 2) бензальдегид    5) пропаналь  
 3) глицерин    6) пропанон

8. Установите соответствие между схемой реакции и продуктом окисления органического вещества

СХЕМА РЕАКЦИИ            ПРОДУКТЫ ОКИСЛЕНИЯ

- А)  $\text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$     1) муравьиная кислота  
 Б)  $\text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$     2)  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$   
 В)  $\text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{Cu}(\text{OH})_2$     3)  $\text{CH}_2\text{OK}-\text{CH}_2\text{OK}$   
 Г)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO}$     4)  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$   
    5)  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
    6)  $\text{CH}_3\text{COOK}$

9. Формальдегид взаимодействует с

- 1)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$     4)  $\text{C}_6\text{H}_6$   
 2)  $\text{H}_2$     5)  $\text{NaOH}$   
 3)  $\text{K}$     6)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

10. Пропаналь взаимодействует с

- 1)  $\text{O}_2$     4)  $\text{KMnO}_4$   
 2)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$     5)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$   
 3)  $\text{KCl}$     6)  $\text{N}_2$

11. И муравьиный, и пропионовый альдегид могут взаимодействовать с

- 1) гидроксидом кальция  
 2) хлоридом натрия  
 3) водородом  
 4) этаном  
 5) кислородом  
 6) аммиачным раствором оксида серебра

12. Для метанала справедливы утверждения

- 1) при обычных условиях – жидкость с резким запахом  
 2) 40%-ный водный раствор называется формалином  
 3) окисляется с большим трудом  
 4) продуктом гидрирования является метановая кислота  
 5) вступает в реакцию поликонденсации с фенолом  
 6) является токсичным веществом

13. Для ацетальдегида справедливы утверждения

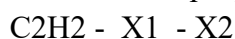
- 1) при обычных условиях – газ без запаха  
 2) между молекулами образуются водородные связи  
 3) является изомером ацетона  
 4) продуктом гидрирования является этанол

- 5) вступает в реакцию «серебряного зеркала»  
 6) окисляется гидроксидом меди(II) до уксусной кислоты

14. И для пропаналя, и для пропанона справедливы утверждения

- 1) относятся к классу карбонильных соединений  
 2) состав выражается формулой  $C_3H_6O$   
 3) могут быть получены по реакции Кучерова  
 4) при обычных условиях являются жидкостями  
 5) вступают в реакцию «серебряного зеркала»  
 6) окисляются гидроксидом меди(II) до пропановой кислоты

15. В схеме превращений



веществами  $X_1$  и  $X_2$  соответственно являются

- 1)  $C_2H_5OH$  и  $CH_3COH$       3)  $CH_3COH$  и  $C_2H_4$   
 2)  $CH_3COOH$  и  $CH_3COH$     4)  $CH_3COH$  и  $C_2H_5OH$

#### Тема 19. Многоядерные ароматические соединения с неконденсированными бензольными ядрами, трифенилметановые красители

Вопросы к тесту

1. И бутаналь, и бутанол-1 реагируют с

- 1)  $H_2$  2)  $Cu(OH)_2$  3)  $KOH$  4)  $O_2$

2. И пропаналь, и пропанон реагируют с

- 1)  $[Ag(NH_3)_2]OH$  2)  $H_2$  3)  $Cu(OH)_2$  4)  $C_2H_6$

3. С каждым из трех веществ:  $H_2$ ,  $[Ag(NH_3)_2]OH$ ,  $Cu(OH)_2$  – может реагировать

- 1) изобутан 2) бутанол-1 3) бутаналь 4) бутин-1

4. Для непредельного альдегида акролеина, формула которого  $CH_2=CH-COH$ , справедливо утверждение

- 1) атомы углерода в молекуле находятся в  $sp^3$ - и  $sp^2$ -гибридном состоянии  
 2) вступает в реакцию полимеризации  
 3) продуктом гидрирования является пропанол-2  
 4) наиболее характерны реакции замещения

5. Для обнаружения альдегидов можно использовать каждое из двух веществ

- 1)  $CuO$  и  $FeCl_3$       3)  $Br_2$ (водн.) и  $Cu(OH)_2$   
 2)  $H_2SO_4$  и  $NaOH$  4)  $Cu(OH)_2$  и  $[Ag(NH_3)_2]OH$

6. Пропаналь можно отличить от пропанола-1 с помощью

- 1)  $H_2SO_4$  2)  $NaOH$  3)  $Cu(OH)_2$  4)  $Br_2$ (водн.)

7. Метанол окисляется до формальдегида под действием

- 1) водорода      3) хлорида железа(II)  
 2) оксида меди(II) 4) натрия

8. Пропаналь можно получить в результате реакции

- 1) гидрирования пропина 3) окисления пропанола-1  
 2) гидратации пропина 4) восстановления пропанона

9. Ацетон можно получить в результате реакции

- 1) гидрирования ацетиленов 3) окисления пропанола-1  
2) гидратации ацетиленов 4) гидратации пропина

10. Фенолформальдегидную смолу получают по реакции

- 1) полимеризации 3) гидролиза  
2) поликонденсации 4) гидратации

11. Пропаналь в отличие от пропанона взаимодействует с

- 1)  $H_2$  2)  $O_2$  3)  $Cu(OH)_2$  4)  $CuSO_4$

12. Какие из приведенных утверждений об альдегидах и кетонах верны?

А. Температуры кипения и плавления альдегидов и кетонов выше, чем у спиртов с тем же числом атомов углерода в молекуле.

Б. При гидрировании альдегидов и кетонов образуются карбоновые кислоты.

- 1) верно только А  
2) верно только Б  
3) верны оба утверждения  
4) оба утверждения неверны

13. Какие из приведенных утверждений об альдегидах и кетонах верны?

А. Атом углерода в карбонильной группе находится в  $sp^2$ -гибридном состоянии.

Б. При окислении альдегидов и кетонов образуются спирты.

- 1) верно только А  
2) верно только Б  
3) верны оба утверждения  
4) оба утверждения неверны

14. Какие из приведенных утверждений об альдегидах и кетонах верны?

А. Альдегиды и кетоны – структурные изомеры одного класса.

Б. Качественной реакцией на альдегиды и кетоны является реакция «серебряного зеркала».

- 1) верно только А  
2) верно только Б  
3) верны оба утверждения  
4) оба утверждения неверны

15. Какие из приведенных утверждений об альдегидах и их свойствах верны?

А. Альдегиды способны вступать в реакции восстановления и окисления.

Б. Формальдегид и ацетальдегид токсичны.

- 1) верно только А  
2) верно только Б  
3) верны оба утверждения  
4) оба утверждения неверны

## Тема 21. Пятичленные гетероциклы

Вопросы к тесту

1. Пятичленные гетероциклические соединения названы в примерах:

- А) имидазол и фуран  
Б) триазин-1,3,5  
В) диазепин-1,2

Г) оксазин

2. Только шестичленные гетероциклические соединения названы в примерах:

А) азин и оксол;

Б) хинолин и пиридин

В) оксазол-1,3 и пиррол

Г) оксиран и diaзин-1,3

3 Семичленное гетероциклическое соединение названо в примере:

А) тиазин-1,4

Б) пергидропиридин

В) diaзепин-1,4

Г) оксазол-1,3

4. В составе гетероцикла есть и азот, и кислород в примере:

А) азол

Б) оксолал

В) тиазол-1,3

Г) оксазол-1,3

5. В составе гетероцикла есть и сера, и азот:

А) diaзол-1,3

Б) птеридин

В) diaзин-1,3

Г) тиазол-1,3

6. Пирролу соответствует систематическое название:

А) diaзол-1,3

Б) азин

В) diaзин-1,3

Г) азол

7. Пиримидину соответствует систематическое название:

А) diaзол-1,3

Б) diaзин-1,3

В) diaзепин-1,4

Г) азин

8. Имидазолу соответствует систематическое название:

А) diaзол-1,3

Б) азин

В) diaзин-1,3

Г) азол

9. К алкалоидам группы пиридина следует отнести:

А) хинин

Б) никотин

В) морфин

Г) кокаин

10. К алкалоидам группы хинолина следует отнести:

А) хинин

Б) кофеин

В) папаверин

Г) кодеин

11. К алкалоидам группы тропана следует отнести:

А) кокаин

Б) теофиллин

- В) морфин
- Г) анабазин

12. N-H кислотный реакционный центр имеют молекулы:

- А) фурана
- Б) пиридина
- В) имидазол
- Г) пиримидина

13. Кислотные свойства гетероциклических соединений проявляются в их реакциях с:

- А) галогенпроизводными углеводородов
- Б) основаниями
- В) кислотами
- Г) ацилгалогенидами

14. Проявляют кислотные свойства и образуют соли в реакциях с сильными основаниями:

- А) пиримидин и тиофен
- Б) тиофен и тиазол
- В) пиридин и хинолин
- Г) барбитуровая кислота и пиррол

15. Кислотные свойства имидазола (1,3-дiazол) выражены больше, чем у:

- А) барбитуровая кислота
- Б) 2,4-дигидроксипиримидин
- В) серная кислот
- Г) пиррол

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена

### Типовые вопросы зачета (ОПК-2)

1. Источники органического сырья. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. Качественный элементный анализ (открытие углерода, водорода, азота, серы, галогенов). Принципы количественного элементного анализа, установление молекулярной формулы соединения.
2. Формирование и основные положения теории строения органических соединений (теория радикалов, теория типов, теория А.М.Бутлерова). Классификация органических соединений. Важнейшие источники информации об органических соединениях и органических реакциях
3. Характеристичность и аддитивность свойств атомов и связей. Взаимное влияние атомов в молекуле. Химическая связь как проявление единого взаимодействия в молекуле. Направленность связи. Приближенные математические методы описания электронного строения молекул: метод молекулярных орбиталей (МО ЛКАО), метод валентных связей (ВС) и теория резонанса. Способы описания молекулярных орбиталей; сигма и пи связи, банановые связи; локализованные и делокализованные МО.
4. Алканы. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия, алкильные радикалы. Природные источники. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление различных классов органических соединений, реакция Вюрца, декарбоксилирование и электролиз солей карбоновых кислот (реакция Кольбе).
5. Электронное и пространственное строение алканов, длины связей и валентные углы. Сигма - связи. Описание электронного строения метана по методу молекулярных орбиталей. Вращательная изомерия, конформации и их относительные энергии. Физические свойства алканов и их зависимость от длины углеродной цепи и степени ее разветвленности. Спектральные характеристики.

6. Химические свойства алканов. Гомолитический тип разрыва связи. Свободные, радикалы, качественная трактовка электронного строения, факторы, определяющие их относительную стабильность. Фторирование, хлорирование, сульфохлорирование, сульфоокисление; образование солей, хлорангидридов, эфиров и амидов сульфокислот, их применение. Гидрирование (жидкофазное и паровфазное), окисление по первичному, вторичному и третичному атомам углерода. Крекинг алканов (распад, диспропорционирование, соединение). Основные пути использования алканов.

7. Алкены. Номенклатура, изомерия. Способы получения: дегидрирование алканов, частичное гидрирование алкинов, дегидрогалогенирование и правило Зайцева. E1 и E2 - механизмы дегидрогалогенирования, дегалогенирование, дегидратация спиртов и ее механизм.

8. Термическое разложение четвертичных аммониевых оснований (реакция Гофмана), превращение карбонильной группы в группу C=C (Виттиг), крекинг нефтепродуктов. Природа двойной углерод-углеродной связи. Свойства ПИ - связи. Описание электронного строения этилена в рамках метода молекулярных орбиталей. Геометрическая (цис - транс -) изомерия алкенов. Физические свойства и спектральные характеристики алкенов.

9. Химические свойства алкенов: гидрирование, присоединение галогеноводородных кислот, галогенов, воды, электрофильный механизм присоединения по связи C = C. Стереохимия электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его интерпретация. Обращение ориентации присоединения бромистого водорода (по Карашу) как результат изменения механизма реакции (перекисный эффект). Радикальные реакции алкенов.

10. Реакции окисления алкенов: эпоксидирование (Прилежаев, Шарплесс), цис- и транс-гидроксилирование (реакция Вагнера), расщепление связи

C = C, озонолиз. Полимеризация: катионная, свободнорадикальная и координационная. Тэломеризация.

### Типовые задания для зачета (ОПК-2)

1. Почему спирты не одинаково растворяются в воде?
2. Почему водные растворы спиртов имеют нейтральный характер?
3. Можно ли, наблюдая за реакцией горения спиртов, сделать вывод о испаряемости спиртов и

определить, в какой чашке находится этиловый спирт, а в какой – бутиловый? Поясните.

4. Напишите уравнения реакций горения указанных спиртов

### Типовые вопросы экзамена (ОПК-2)

1. Номенклатура, изомерия, классификация и способы получения одноатомных насыщенных спиртов.
2. Химические свойства одноатомных насыщенных спиртов, механизмы реакций.
3. Гликоли, способы их получения, химические свойства и применения.
4. Глицерин: методы синтеза, свойства и применение.
5. Аллиловый спирт. Методы синтеза, химические свойства и их особенности, связанные с аллильным положением гидроксильной группы. Пропаргиловый спирт. Виниловый спирт и его производные. Винацетат и полимеры на его основе.
6. Простые эфиры, их номенклатура, классификация и способы получения.
7. Химические свойства простых эфиров. Циклические простые эфиры. Тетрагидрофуран. 1,4-диоксан. Краун-эфиры.
8. -Окиси. Получение, изомеризация и химические свойства. Эпихлоргидрин.
9. Номенклатура, классификация альдегидов и кетонов и способы образования карбонильной группы.

10. Электронное строение группы  $C=O$ , распределение электронной плотности и его связь с реакционной способностью карбонильной группы. Основные спектральные характеристики и физические свойства.
11. Реакции альдегидов и кетонов с гетероатомными нуклеофилами, с азотосодержащими нуклеофилами.
12. Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений. Альдольно-кетоновая конденсация и ее механизм при кислотном и основном катализе.
13. Конденсация альдегидов и кетонов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу (реакция Кневенагеля). Циклоолигомеризация и полимеризация альдегидов (триоксан, паральдегид, параформ).
14. Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Правила окисления кетонов (Попов).
15. Каталитическое гидрирование карбонильных соединений, восстановление гидридами металлов, спиртами в присутствии алкоголятов алюминия, амальгамированным цинком. Реакция Канницаро. Бензоиновая конденсация.
16. Азотсодержащие производные карбонильных соединений и их свойства. Кислотный гидролиз гидросульфитных производных, оксимов, гидразонов, ацеталей и кеталей как метод выделения и очистки карбонильных соединений.
17. Номенклатура, классификация и методы получения карбоновых кислот.
18. Физические свойства карбоновых кислот. Водородные связи и образования димерных ассоциатов. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов.
19. Представление о путях и механизме взаимопревращений карбоновых кислот и их производных (соли, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, гидразиды, азиды, гидроксамовые кислоты, ортоэфиры, амидины, нитрилы).
20. Высшие карбоновые кислоты: маргариновая, пальмитиновая, стеариновая, пути их использования.
21. Соли карбоновых кислот, их получение и свойства. Мыла.
22. Хлорангидриды кислот. Получение и свойства.
23. Сложные эфиры, получение и свойства, практическое использование.
24. Ангидриды карбоновых кислот: получение и свойства.
25. Амиды кислот. Получение и свойства, применение.
26. Номенклатура, классификация и методы синтеза дикарбоновых кислот.
27. Химические свойства дикарбоновых кислот.
28. Щавелевая кислота, получение, свойства, использование.
29. Малоновая кислота: получение, свойства. Малоновый эфир и его синтетическое использование.
30. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования.
31. Непредельные монокарбоновые кислоты: классификация, методы получения, электронное строение, химические свойства.
32. Номенклатура, классификация и способы получения нитросоединений.
33. Электронное строение нитрогруппы. Химические свойства нитросоединений. Таутомерия нитросоединений.
34. Номенклатура, классификация и способы получения аминов.
35. Электронное строение аминогруппы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства и их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Основные спектральные характеристики.
36. Химические свойства аминов. Пути их практического использования.
37. Диязосоединения жирного ряда. Диазометан, диазоуксусный эфир, синтезы на их основе.
38. Номенклатура, классификация и общие методы синтеза алифатических гидроксикислот.
39. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот. Гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Химические свойства. Представление о стереохимии гидроксикислот.

40. Номенклатура и классификация альдегидо- и кетонокислот. Способы их получения. Свойства.
41. Ацетоуксусный эфир: получение, строение, свойства и применение.
42. Номенклатура, классификация, характерные химические свойства моносахаридов.
43. Стереои́зомерия моносахаридов. Кольчато-цепная таутомерия, мутаротация.
44. Ди- и полисахариды, представление о нахождении в природе, строении, свойствах и путях использования.
45. Номенклатура, классификация, структурные типы природных  $\alpha$ -аминокислот, стереохимия и конфигурационные ряды.
46. Способы синтеза аминокислот.
47. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их строения от pH среды. Изoeлектрическая точка.
48. Химические свойства аминокислот. Капролакта́м, энанти́.
49. Классификация, номенклатура, структурная изомерия и методы синтеза насыщенных циклов.
50. Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его производных, геометрическая изомерия.
51. Особенности пространственного и электронного строения циклопропанового кольца. Химические свойства циклобутана, циклопентана и циклогексана. Особые свойства циклопропана.
52. Общие представления о средних циклах и макроциклах. Трансаннулярные реакции.
53. Номенклатура, изомерия, источники бензола и его гомологов. Электронное строение бензольного кольца. Химические свойства бензола. Реакции ароматического электрофильного замещения, представление о их механизме,  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции.
54. Способы получения и химические свойства алкилбензолов.
55. Способы получения ароматических галогенопроизводных.
56. Химические свойства галогенопроизводных ароматического ряда. Особенности протекания реакций нуклеофильного замещения. Индукционные и мезомерные эффекты галогенов как заместителей.
57. Бензилгалогениды, получение и особенности химических свойств. Пути использования галогенопроизводных ароматического ряда.
58. Ароматические сульфокислоты. Сульфирование бензола и его гомологов.
59. Реакции сульфокислот. Сульфогруппа как мета-ориентант. Применение ароматических сульфокислот.
60. Фенол и его гомологи. Номенклатура, способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро.
61. Химические свойства фенола и его гомологов. Причины повышенной активности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов как ароматических соединений с повышенной реакционной способностью.
62. Многоатомные фенолы. Пирокатехин и гидрохинон. Резорцин.
63. Ароматические спирты. Синтез бензилового и  $\alpha$ -фенилэтилового спиртов. Свойства и применение.
64. Альдегиды и кетоны ряда бензола. Получение бензальдегида из толуола и бензальхлорида. Синтез кетонов.
65. Реакции альдегидов и кетонов, общие с алифатическими альдегидами и кетонами. Реакция Канницзаро. Реакция Перкина. Бензоиновая конденсация. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах.
66. Ароматические амины: классификация, номенклатура, способы получения.
67. Электронное строение анилина. Основность ароматических аминов. Свойства ароматических аминов.
68. Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса). Электронное строение диазосоединений, катион диазония как электрофильный реагент. Взаимопревращения различных форм диазосоединений.



69. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота. Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота. Азосочетание, диазо- и азосоставляющие, зависимость условий проведения азосочетания от природы азосоставляющей. Метилоранж и конго красный как представители красителей, используемых в качестве индикаторов.
70. Восстановление солей диазония и азосоединений. Использование этих реакций для синтеза производных гидразина и аминов.
71. Дифенил: понятие о способах получения, строении и свойствах. Атропизомерия в ряду дифенила.
72. Дифенил- и трифенилметан, гексафенилэтан. Понятие о способах получения и свойствах. Стабильные свободные радикалы и карбокатионы.
73. Трифенилметановые красители: малахитовый зеленый, кристаллический фиолетовый, фенолфталеин; электронное строение, причины изменения окраски в зависимости от реакции среды.
74. Источники нафталина и других многоядерных углеводородов. Номенклатура и изомерия производных нафталина, его электронное строение и ароматичность.
75. Химические свойства нафталина.
76. Нафтолы. Замещение гидроксигруппы на аминогруппу в 2-нафтолах (реакция Бухерера). Нафтохиноны.
77. Антрацен. Номенклатура и изомерия производных. Синтез антрацена из соединений бензольного ряда. Электронное строение и свойства антрацена.
78. Антрахинон: получение, представление о свойствах и применении.
79. Пятичленные гетероциклы: фуран, тиофен, пиррол. Общие методы синтеза и взаимопревращения (Юрьев).
80. Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия гетероцикла с электрофилами. Сравнительная характеристика свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола. Реакции гидрирования и окисления.
81. Фурфурол и тиофен-2-альдегид, пироксизевова кислота. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе.
82. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфин. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина.
83. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, химические свойства индола как аналога пиррола. Синтез важнейших производных. Представление о природных соединениях индольного ряда, индиго. Понятие об индигоидных красителях и кубовом крашении.
84. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла.
85. Проявление нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N-окиси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям. Гидрирование пиридинового ядра. Аналогия в химических свойствах пиридина и нитробензола.
86. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина.
87. Реакции нуклеофильного замещения водорода (реакция Чичибабина) и атомов галогена.
88. Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра.
89. Окисление хинолина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин.
90. Представление о природных соединениях, лекарственных средств и красителях - производных пиридина.
91. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\beta$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислот.

#### **Типовые задания для экзамена (ОПК-2)**

1. Для аланина привести формулы структур в кислой, нейтральной и щелочной средах.
2. Дать определение понятию «изоэлектрическая точка».

3. Почему бензол сгорает на воздухе сильно коптящим пламенем? Напишите уравнение реакции горения бензола.
4. Почему бензол и толуол не одинаково относятся к окислителю (перманганату калия) ?
5. В каких условиях можно окислить бензол?

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

##### Зачет

| Оценка                          | Компетенции | Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)  |
|---------------------------------|-------------|---|
| «зачтено»<br>(50 - 100 баллов)  | ОПК-2       | Способен проводить химический эксперимент с соблюдением норм техники безопасности, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.   |
| «не зачтено»<br>(0 - 49 баллов) | ОПК-2       | Не владеет основными навыками и знаниями для осуществления химического эксперимента с соблюдением норм техники безопасности, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием. |

##### Экзамен

| Оценка                                     | Компетенции | Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)   |
|--|-------------|--|
| «отлично»<br>(85 - 100 баллов)             | ОПК-2       | Проводит синтез органических веществ и исследует их свойства с использованием стандартных методик. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.   |
| «хорошо»<br>(70 - 84 баллов)               | ОПК-2       | Проводит синтез органических веществ и исследует их свойства с использованием стандартных методик. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием. В теоретической части имеются незначительные ошибки и неточности. |
| «удовлетворительно»<br>(50 - 69 баллов)    | ОПК-2       | Обладает общими знаниями о синтезе органических веществ и исследует их свойства с использованием стандартных методик. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент  |
| «неудовлетворительно»<br>(менее 50 баллов) | ОПК-2       | Не обладает общими знаниями о синтезе органических веществ и не может исследовать их свойства с использованием стандартных методик. Не способен проводить химический эксперимент с соблюдением норм 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. Шабаров Ю.С. Органическая химия : [в 2 кн.] : учебник. - 2-е изд., испр.. - М.: Химия, 1996
2. Петров А.А., Бальян Х.В., Троценко А.Т. Органическая химия : учебник. - стер. изд.; 5-е изд., перераб. и доп.. - М.: Альянс, 2015. - 622 с.
3. Романцова С.В., Панасенко А.И., Шель Н.В. Задачи и упражнения по органической химии : учеб.-метод. пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2006. - 115 с.
4. Панасенко А.И., Синютина С.Е., Романцова С.В. Задачи и упражнения по органической химии (Алифатический ряд) : учеб.-метод. пособие. - Тамбов: Издат. дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2011. - 71 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Грандберг И.И., Нам Н.Л. Органическая химия : учеб. для бакалавров. - 8-е изд.. - М.: Юрайт, 2012. - 607, [1] с.

2. Горленко В. А., Кузнецова Л. В., Яныкина Е. А. Органическая химия : учебное пособие, V, VI. - Москва: Прометей, 2012. - 398 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271638>
3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. Биоорганическая химия : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 416 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза» [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427835.html>
4. Панасенко А.И., Романцова С.В., Шель Н.В. Лабораторный практикум по органической химии (соединения алифатического ряда) : учеб.-метод. пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2006. - 120 с.
5. Панасенко А.И., Романцова С.В., Синютина С.Е. Лабораторный практикум по органической химии (соединения ароматического ряда) : учеб.-метод. пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2009. - 68 с.
6. Панасенко А.И. Органическая химия : [УМК по спец. "Химия"]. - Тамбов: [Изд-во ТГУ], 2009. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

### 6.3 Иные источники:

1. Электронная библиотека социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://lib.socio.msu.ru/l/library>
2. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>

## 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:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Adobe Dreamweaver CS3

Adobe Photoshop CS3

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
3. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](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.