

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Алексеевич

Должность: И.о. директора филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования

федерального университета

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уникальный программный ключ:

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b00daa62

**Методические указания**  
по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Органическая химия» для студентов  
направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация  
общественного питания  
направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

Пятигорск, 2026 г.

## Содержание

Введение

Общие правила работы в лаборатории

Правила пользования реактивами и приборами

Лабораторная работа №1. Качественный элементный анализ органических соединений

Лабораторная работа №2. Алканы

Лабораторная работа №3. Непредельные углеводороды ряда этилена (алкены)

Лабораторная работа №4. Ацетиленовые углеводороды (алкины)

Лабораторная работа №5. Галогенпроизводные углеводородов (хлорэтан и хлороформ).

Лабораторная работа №6. Галогенпроизводные углеводородов (тетрахлорметан и поливинилхлорид).

Лабораторная работа №7. Спирты. Растворимость, абсолютирование, высаливание.

Лабораторная работа №8. Спирты. Гидролиз и окисления спиртов.

Лабораторная работа № 9. Простые эфиры.

Лабораторная работа №10. Получение альдегидов. Реакции с альдегидов.

Лабораторная работа №11. Альдегиды. Реакции окисления, конденсации и осмоления.

Лабораторная работа №12. Кетоны.

Лабораторная работа №13. Предельные одноосновные кислоты и их производные.

Лабораторная работа №14. Высшие кислоты и сложные эфиры.

Лабораторная работа №15. Непредельные одноосновные карбоновые кислоты.

Лабораторная работа №16. Жиры и масла.

Рекомендуемая литература

## **Введение**

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Органическая химия» подготовки бакалавра направления подготовки 19.03.04 Технология и организация общественного питания; профиль подготовки: Технология и организация ресторанного дела

Выполнению лабораторных занятий должна предшествовать самостоятельная работа студентов с рекомендованной литературой, данными методическими указаниями и конспектами лекций. Перед началом занятий преподаватель проверяет теоретическую подготовку студента по теме лабораторного занятия и разъясняет задания по предстоящей работе.

В процессе выполнения работы необходимо выполнить требуемые по заданию исследования и составить отчет согласно заданию, сделать выводы об исследуемых материалах

По окончании работы преподаватель проверяет усвоение студентом сущности методов, обработки и интерпретации полученных результатов, проверяет сделанные записи в рабочей тетради, комплексно оценивает практическую работу и знания студента по теме.

Отчет выполняется в отдельной тетради для лабораторных работ, которую студенты сохраняют и предоставляют при сдаче экзамена. В отчете указываются дата, номер лабораторной работы, цель работы, ход работы и ее результаты. В отчет также вносят все рисунки, таблицы, схемы в соответствии с принятыми в научно-технической документации обозначениями. Без оформления результатов лабораторной работы и сдачи отчета студент не допускается к выполнению следующей работы.

При выполнении лабораторных занятий студент обязан бережно относиться к учебным пособиям, лабораторному оборудованию и приборам. В случае их порчи студент обязан возместить стоимость или ремонт приборов.

Перед выполнением работы студент должен внимательно ознакомиться с правилами техники безопасности при работе в химической лаборатории и оказание первой помощи и правилами пользования реактивами и приборами.

## **Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории и оказание первой помощи**

### **Общие правила:**

1. Категорически запрещается работать одному в химической лаборатории.
2. Во время работы необходимо соблюдать чистоту, тишину, порядок и правила техники безопасности, работать только в халатах.
3. Перед работой необходимо ознакомиться с содержанием лабораторной работы, проверить наличие необходимого оборудования и реактивов.
4. Точно соблюдать порядок и последовательность операций, указанных в руководстве.
5. Все записи в журналах делать сразу же после окончания опыта.

### **Правила пользования реактивами и приборами:**

1. Необходимые для работы реактивы выставляются на полки лабораторных столов.
2. На всех банках, склянках и другой посуде, где хранятся реактивы, должны быть этикетки с указанием названия веществ.
3. Склянки с веществами и растворами необходимо брать одной рукой за горлышко, а другой снизу поддерживая за дно.
4. Во избежание выбрасывания жидкости из пробирки при нагревании необходимо:
  - использовать при работе с нерастворимыми в воде веществами сухие пробирки;
  - нагревая пробирку, надо направить её отверстие в сторону от себя и от соседа;
  - держать пробирку не в вертикальном, а в наклонном положении, непрерывно вращая её во избежание частичного перегрева.

5. При работе с газоотводной трубкой необходимо убирать горелку из-под пробирки со смесью только после того, как конец газоотводной трубки удалён из пробирки – приёмника с жидкостью.
6. Нюхать реактивы в лаборатории нужно, направляя к себе пары или газ движением руки
7. При растворении следует приливать серную кислоту к воде по каплям, всё время, перемешивая смесь.
8. Работу с эфирами, спиртами, бензолом проводить вдали от огня.
9. Все опыты с сильно пахнущими и ядовитыми веществами проводить в вытяжном шкафу.
10. О любом, самом незначительном несчастном случае следует немедленно сообщить преподавателю и принять меры первой помощи:
  - при термических ожогах поражённое место нужно смочить раствором танина в спирте или 2% раствором перманганата калия.
  - при химических ожогах необходимо, прежде всего, удалить с кожи вещество, вызывающее ожог, и обработать соответствующим образом:
    - а) при ожогах кислотой или щёлочью промыть поражённое место сильной струёй воды, а затем нейтрализовать кислоту 1% раствором гидрокарбоната натрия, щёлочь – 1% раствором уксусной кислоты;
    - б) при ожогах бромом поражённое место обработать 10-20% раствором тиосульфата натрия, смыть большим количеством воды, а затем наложить тампон, смоченный 5% раствором мочевины;
    - в) при ожогах жидким фенолом побелевший участок кожи растереть глицерином до восстановления его нормального цвета и наложить марлевый тампон, смоченный глицерином.
  - если кислота или щелочь попали в глаз, то следует тщательно промыть его водой, а затем 2% раствором борной кислоты (для нейтрализации щёлочи) или 2% раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации кислоты).
  - при порезе руки, если в рану попал кусочек стекла, прежде всего, необходимо пинцетом удалить его
  - затем смазать рану спиртовым раствором йода и наложить повязку. Если кровотечение сразу не прекращается, надо приложить к ране кусочек кровоостанавливающей ваты (гигроскопическая вата, пропитанная 1% раствором хлорида железа). При сильном кровотечении надо временно перетянуть руку жгутом из резиновой трубки. Как только кровотечение остановится, жгут следует немедленно снять.

## Лабораторная работа 1.

**Тема:** Качественный элементный анализ органических соединений

**Цель работы** является определение натрия, хлора, углерода в органических соединениях.

**Формируемые компетенции:** ПК-4

### *Опыт №1 Обнаружение углерода пробой на обугливание (тяга!).*

**Реактивы:** сахар (или мука, крахмал), бумага, бензол, 1%-ный раствор серной кислоты, концентрированная серная кислота.

**Оборудование:** фарфоровая чашка (или крышка от тигля), фарфоровый треугольник, скальпель, стеклянный цилиндр, ступка с пестиком.

- A. На крышку тигля или фарфоровую ступку помещают немного (0,1 г) сахара или муки. Чашку ставят на фарфоровый треугольник, который находится на кольце металлического штатива или на треножнике. Осторожно нагревают чашку пламенем горелки, а затем прокаливают испытуемое вещество до обугливания (почернения). Можно ввести несколько крупинок сахара на кончике скальпеля непосредственно в пламя горелки. После прокаливания сахара остается обуглившаяся масса черного цвета.
- B. На белой или фильтровальной бумаге (целлюлозе) делают надпись 1%-ным раствором серной кислоты. При высыхании раствора надпись невидима. При осторожном нагревании бумаги над пламенем горелки или над электрической плиткой, участки бумаги, смоченные кислотой, обугливаются – надпись проявляется.
- C. Растирают в ступке 25 г быстрорастворимого сахара, добавляют 3 мл воды и переносят смесь в стеклянный цилиндр, емкостью 50 мл. Затем постепенно, при непрерывном перемешивании стеклянной палочкой, добавляют 12,5 мл концентрированной серной кислоты. Когда начинается обугливание, стеклянную палочку приподнимают. Смесь вспучивается, черный пористый «пирог» поднимается по палочке (демонстрационный опыт).
- D. В фарфоровую чашку (или на крышку тигля) наливают 3 – 5 мл бензола и поджигают его. Бензол горит сильно коптящим пламенем, часть углерода выделяется в виде сажи.

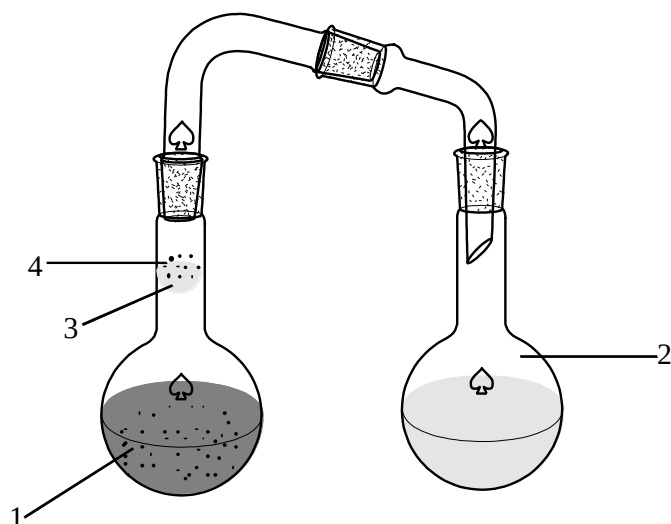
### *Опыт №2: Обнаружение углерода и водорода окислением вещества оксидом меди (II)*

**Реактивы:** сахар (предварительно просушенный), оксид меди (II) – порошок, известковая (или баритовая) вода – насыщенный раствор гидроксида кальция или бария, безводный сульфат меди (II) – свежепрокаленный.

**Оборудование:** изогнутые газоотводные трубки с пробками для пробирок, вата.

Универсальным методом обнаружения в органическом веществе углерода и одновременно водорода является окисление его оксидом меди (II). При этом углерод превращается в оксид углерода (IV), а водород – в воду.

Соберите прибор, изображенный на рисунке 1. В сухую колбу помещают 0,2 – 0,3 г сахарозы и 1 – 2 г порошка оксида меди (II). Содержимое колбы тщательно перемешивают, сверху смесь засыпают слоем оксида меди (II) – примерно 1 г. В верхнюю часть колбы (под пробку) помещают маленький комочек ваты, на которую насыпают немного безводного сульфата меди (II). Колбу закрывают газоотводной трубкой, свободный конец которой опускают в колбу с известковой (или баритовой) водой. Сначала прогревают всю колбу, затем нагревают ту ее часть, в которой находится реакционная смесь.



1. колба со смесью сахарозы и оксида меди (II);
2. колба с известковой водой;
3. вата;
4. безводный сульфат меди.

**рис. 1. Прибор для одновременного обнаружения углерода и водорода в органическом веществе.**

**Опыт №3: Обнаружение галогенов действием натрия на спиртовой раствор органического вещества.**

**Реактивы:** хлороформ (или четыреххлористый углерод), этанол, натрий металлический, 1%-ный раствор нитрата серебра, концентрированная серная кислота.

**Оборудование:** штатив с пробирками, прямая газоотводная трубка, индикаторная бумага.

В большинстве органических веществ галоген связан с углеродом ковалентной связью, поэтому его нельзя обнаружить реакцией с ионами серебра ( $\text{Ag}^+$ ). Для обнаружения галогена органическое вещество восстанавливают водородом в момент выделения, галоген при этом отщепляется в виде аниона, который можно открыть обычными качественными реакциями.

В пробирку помещают 1 каплю хлороформа ( $\text{CCl}_4$ ), добавляют 2 мл этилового спирта и небольшой кусочек (с половину горошины) металлического натрия с блестящей поверхностью. Начинается энергичная реакция, пробирка нагревается. Её закрывают пробкой с газоотводной трубкой и поджигают выделяющийся водород. Когда выделение водорода заканчивается, натрий полностью растворяется, к реакционной смеси прибавляют 2 мл воды. Избыток алкоголята натрия реагирует с водой с образованием гидроксида натрия. В воде растворяется белый осадок хлорида натрия, малорастворимый в этиловом спирте. Щелочной раствор подкисляют несколькими каплями концентрированной азотной кислоты (проверить реакцию среды по лакмусу!) и добавляют несколько капель 1%-ного раствора нитрата серебра ( $\text{AgNO}_3$ ). Выпадает белый творожистый осадок хлорида серебра. Если в растворе мало ионов  $\text{Cl}^-$ , образуется взвесь белого цвета.

При выполнении опыта следует брать 1 – 2 капли хлороформа, так как иначе избыток хлороформа, не успевая вступать в реакцию с водородом при разбавлении реакционной смеси водой (еще до прибавления  $\text{AgNO}_3$ ), будет давать с водой эмульсию в виде мутной жидкости белого цвета. Эмульсия хлороформа в воде маскирует появление белого осадка хлорида серебра. Цвет осадка зависит от природы галогена:  $\text{AgCl}$  – белый,  $\text{AgBr}$  – желтоватый,  $\text{AgI}$  – желтый.

**Вопросы:**

1. Что происходит с известковой водой?
2. Почему изменяется цвет сульфата меди?
3. Напишите уравнение следующих реакций:

- а) окисления сахарозы ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) оксидом меди (II) в избытке;  
б) взаимодействия продуктов, образующихся при окислении сахарозы, с известковой водой и с безводным сульфатом меди.
4. Напишите уравнения следующих реакций:
- А. Взаимодействие этилового спирта с металлическим натрием.  
В. Восстановление хлороформа атомарным водородом до метана и хлороводорода (часть водорода в момент выделения участвует в этой реакции).  
С. Взаимодействие хлороводорода с алкоголем натрия и избытка алкоголя натрия с водой.  
D. Взаимодействие гидроксида натрия с азотной кислотой, хлорида натрия с нитратом серебра, нитрата серебра с гидроксидом натрия.
5. Объясните, почему нельзя обнаружить ион  $Cl^-$  реакцией с  $Ag^+$  в щелочной среде. Почему для подкисления щелочного раствора перед добавлением нитрата серебра нужно брать азотную кислоту, но не соляную или серную?

## Лабораторная работа 2.

**Тема:** Алканы

**Целью работы** является изучение химических свойств алканов.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

### *Опыт №1: Получение метана и его свойства.*

**Реактивы:** смесь для получения метана – безводный ацетат натрия и прокаленная натронная известь (1:2), сильно разбавленный раствор  $KMnO_4$ , 5%-ный раствор карбоната натрия.

**Оборудование:** газоотводная трубка, к которой присоединена каучуковая трубка длиной 10-12 см со стеклянным наконечником.

#### 1.1. Получение и горение метана.

В сухую пробирку насыпают смесь для получения метана (высота около 4 см). Размещают смесь так, чтобы образующийся метан мог свободно выходить из пробирки, закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют ее в штативе с небольшим наклоном в сторону пробирки. В штатив ставят пробирку со смесью 3 мл разбавленного раствора  $KMnO_4$  и 1 мл 5 %-ного раствора карбоната натрия. Прогревают сначала всю пробирку, затем сильно нагревают ту ее часть, где находится смесь, начиная от дна пробирки, передвигая горелку дальше, чтобы могли реагировать новые порции смеси. Сначала из пробирки вытесняется воздух, затем начинается выделение метана. Метан поджигают у конца газоотводной трубки, он горит голубоватым, несветящимся пламенем. Вносят в пламя горящего метана фарфоровую крышку от тигля.

Почему на крышке не образуется черного пятна сажи? Напишите уравнение получения метана (из ацетата натрия и гидроксида натрия) и горения метана.

#### 1.2. Отношение метана к водному раствору перманганата калия.

Вводят газоотводную трубку в пробирку с раствором  $KMnO_4$  и пропускают в течение 1 мин. метан. Что вы наблюдаете? Сделайте вывод об отношении метана к водному раствору  $KMnO_4$  (при комнатной температуре).

### *Опыт №2: Реакции с жидкими насыщенными углеводородами.*

**Реактивы:** жидкие насыщенные углеводороды, 5%-ный раствор  $Na_2CO_3$ , 1%-ный раствор  $KMnO_4$ , концентрированная серная кислота, концентрированная азотная кислота.

**Оборудование:** фарфоровая чашка.

#### 2.1. Отношение алканов к водному раствору перманганата калия.

В пробирку наливают 1 мл насыщенных углеводородов, 1 мл 5%-ного раствора  $Na_2CO_3$ , затем по каплям, при встряхивании, добавляют раствор  $KMnO_4$ . Изменяется ли фиолетовая окраска перманганата калия?

Сделайте вывод об отношении алканов к водному раствору перманганата калия.

### 2.2. Отношение алканов к концентрированной серной кислоте.

В сухую пробирку наливают 1 мл насыщенных углеводородов и 1 мл концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки взбалтывают в течение 2 – 3 минут.

Происходят ли какие изменения? Разогревается ли смесь? Сделайте вывод на основании опыта.

### 2.3. Отношение алканов к концентрированной азотной кислоте.

К 1 мл насыщенных углеводородов (в сухой пробирке) добавляют 1 мл концентрированной азотной кислоты, смесь встряхивают в течение 2 – 3 минут.

Сделайте вывод об отношении алканов к концентрированной азотной кислоте при комнатной температуре.

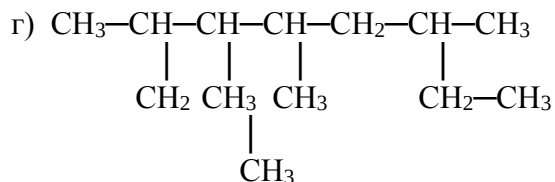
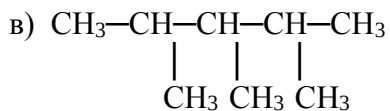
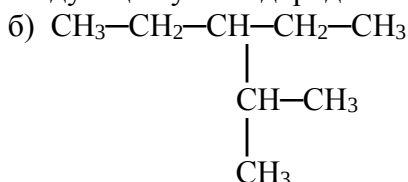
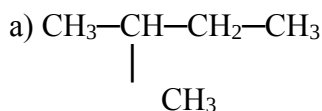
### 2.4. Горение жидких алканов (тяга!)

В фарфоровую чашку наливают 1 мл жидких алканов и поджигают их.

Объясните, почему в отличие от метана алканы горят коптящим пламенем. Вычислите процентное содержание углерода и водорода в гексане. Напишите уравнения реакций горения пентана, гексана, октана.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Назовите по систематической номенклатуре следующие углеводороды:



Какие из вышеперечисленных углеводородов являются структурными изо-мерами? Какова их эмпирическая формула?

2. Приведите формулы соединений состава  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ , имеющих максимальное и минимальное число первичных атомов углерода. Назовите их.

3. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия на смесь:

- а) метилиодида и изобутилиодида,
- б) этилхлорида и изопропилхлорида,
- в) пропилбромид и третбутилбромида,
- г) вторбутилбромида и третбутилбромида.

4. Используя натриевую соль соответствующей карбоновой кислоты, получите 3-метилпентан. Напишите реакцию нитрования полученного углеводорода и разберите механизм реакции.

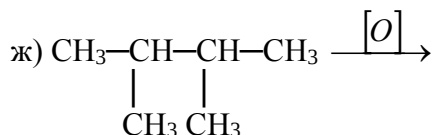
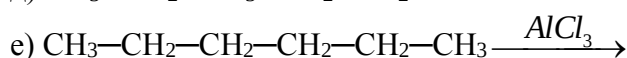
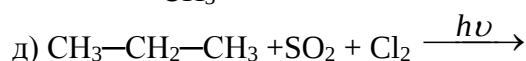
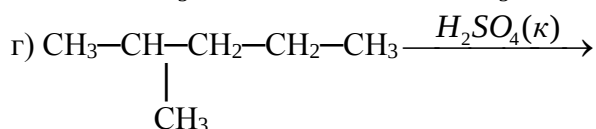
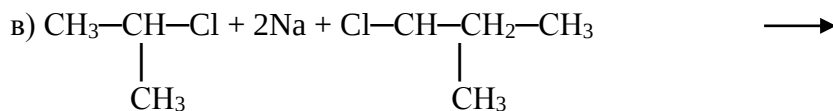
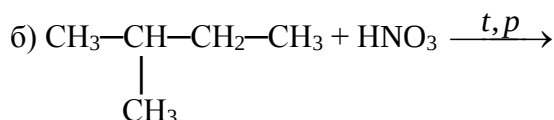
5. Получите 2,2,3-триметилпентан любым способом, напишите для него уравнения реакций галогенирования, сульфохлорирования, сульфоокисления.

6. Закончите уравнения реакций, назовите все вещества:

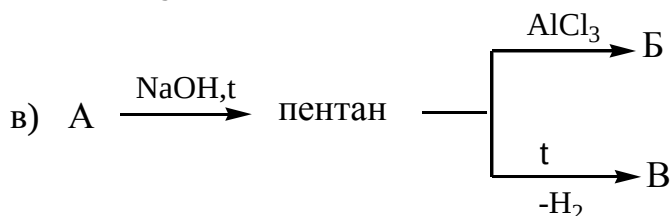
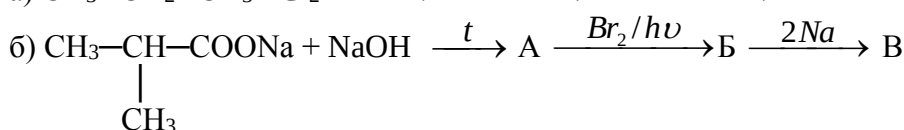
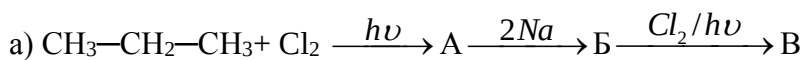




I



7. Заполните схемы превращений, назовите все вещества.



### Лабораторная работа 3.

**Тема:** Непредельные углеводороды ряда этилена (алкены)

**Целью работы** является изучение химических свойств алкенов

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

**Опыт №1** Свойства жидких непредельных углеводородов ряда этилена.

**Реактивы:** ненасыщенные жидкие углеводороды, 3%-ный раствор брома в четыреххлористом углероде, 2%-ный раствор перманганат калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, концентрированная серная кислота, концентрированная азотная кислота.

**Оборудование:** индикаторная бумага, фильтровальная бумага.

#### 1.1. Бромирование непредельных углеводородов (тяга!).

В сухую пробирку наливают 1 мл непредельных углеводородов и добавляют по каплям, при встряхивании, 3%-ный раствор брома в  $\text{CCl}_4$ . Если желтая окраска исчезает

медленно, смесь осторожно подогревают в пламени горелки. К отверстию подносят влажную индикаторную бумагу, убеждаются, что цвет ее не меняется.

Напишите уравнение реакции присоединения брома к 2-метилбутену-2 и рассмотрите ее механизм (А<sub>Е</sub>). Рассчитайте, сколько граммов 3%-ного раствора брома потребуется для бромирования 1 г 2-метилбутена-2.

### **1.2. Окисление алкенов водным раствором перманганата калия (реакция Вагнера).**

В пробирку наливают 1 мл ненасыщенных углеводородов, добавляют 1 мл 10%-ного раствора соды, затем по каплям, при встряхивании, – 2%-ный раствор перманганата калия. (Фиолетовая окраска раствора исчезает, появляется хлопьевидный осадок бурого цвета).

Напишите уравнение реакции окисления 2 –метилбутена-2 водным раствором перманганата калия, подберите коэффициенты.

Реакция с бромом и с водным раствором перманганата калия – качественные реакции на соединения с кратными связями.

### **1.3. Реакция алкенов с концентрированной серной кислотой.**

В сухую пробирку наливают 1 мл непредельных углеводородов, добавляют 1 мл концентрированной серной кислоты и взбалтывают смесь в течение нескольких минут (вначале осторожно!). Если смесь сильно разогревается, пробирку охлаждают водой. Слой алкена исчезает, смесь приобретает бурую окраску.

Напишите уравнение реакции образования алкилсерной кислоты и рассмотрите ее механизм (на примере 2-метилбутена-2).

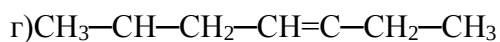
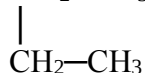
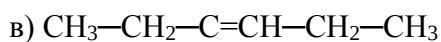
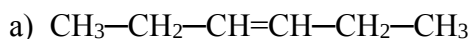
Реакцией с серной кислотой пользуются для очистки предельных углеводородов от примеси непредельных углеводородов.

### **1.4. Взаимодействие алкенов с концентрированной азотной кислотой.**

В сухую пробирку наливают 1 мл ненасыщенных углеводородов, добавляют 1 мл концентрированной азотной кислоты и осторожно перемешивают смесь. Когда реакция замедлится, реакционную смесь энергично встряхивают в течение нескольких минут. Смесь разогревается и становится бурой, за счет образования сложной смеси продуктов окисления и осмоления.

## **Вопросы и задания для самоконтроля**

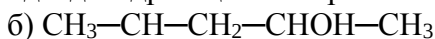
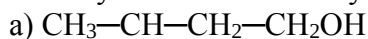
1. Назовите по систематической номенклатуре следующие углеводороды:



2. Напишите формулы структурных и пространственных изомеров алкена состава C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>. Назовите их.

3. Будут ли существовать *цис* - и *транс*изомеры у 2-метилбутена-2 и у 3-этилгексена-3?

4. Получите этиленовые углеводороды дегидратацией спиртов следующего строения:





5. Получите этиленовые углеводороды:

(1) из следующих галогенпроизводных:

- а) 2-бром-2-метилгексана,
- б) 3-бром-2,3-диметилпентана,
- в) 4-бром-3-метилгептана.

(2) из следующих дигалогенпроизводных:

- а) 2,3-дибромпентана.
- б) 2,3-дибром-2-метилпентана.

6. Получите 4-метилпентен-2 из 4-метилпентена-1. Напишите для полученного углеводорода реакции окисления:

- а) щелочным разбавленным раствором перманганата калия,
- б) концентрированным водным раствором перманганата калия.

7. Напишите схему перехода от 3-метилпентена-1 к 3-метилпентену-2 и для последнего напишите реакции с а)  $\text{HCl}$ , б)  $\text{HOCl}$ , в)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Сформулируйте правило Марковникова. Объясните действие этого правила с точки зрения электронных эффектов в молекуле.

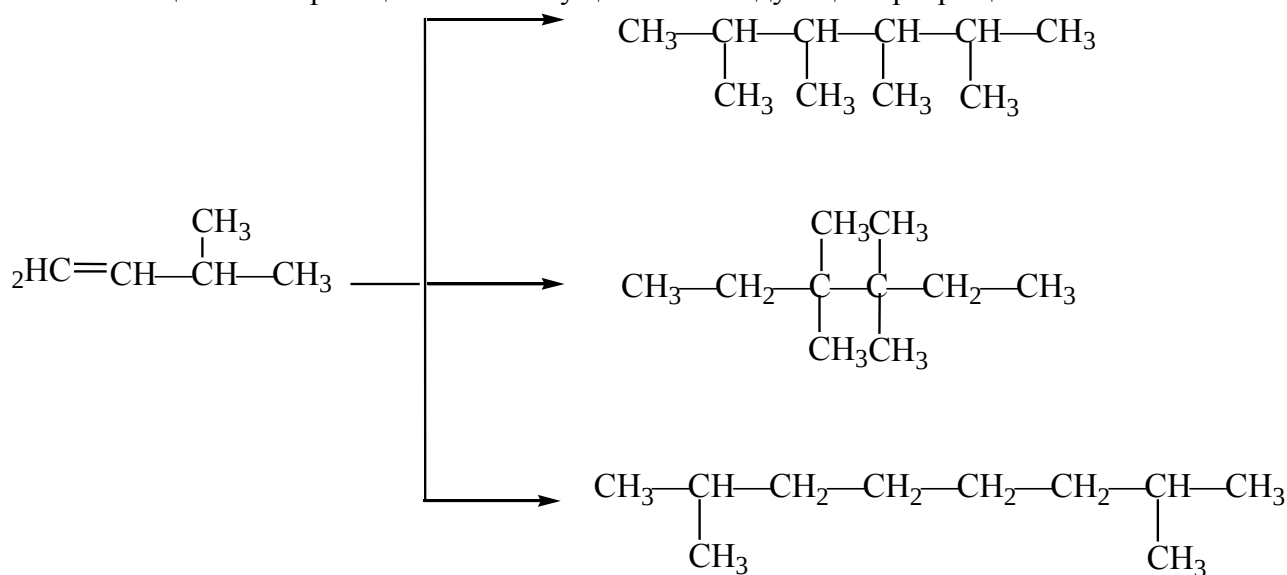
8. Проведите окисление бутена-1 а) кислородом воздуха без катализатора, б) кислородом воздуха в присутствии серебряного катализатора, в) хромовой смесью.

9. Получите 2,4-диметилпентен-2 и 2,2,4-триметилгексен-3 любым способом и напишите их реакции гидрирования и озонирования.

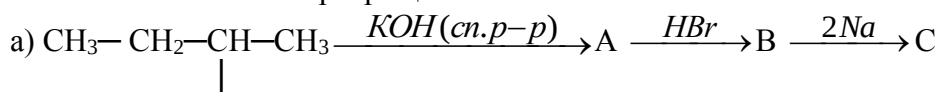
10. Напишите структурные формулы этиленовых углеводородов, озониды которых при расщеплении водой образуют:

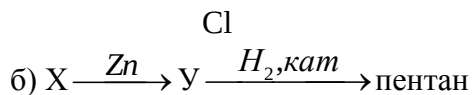
- а) формальдегид и 2-метилбутаналь, б) ацетон и пропионовый альдегид, в) метилизопропилкетон и формальдегид.

11. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:



12. Заполните схемы превращений.





#### Лабораторная работа 4.

**Тема:** Ацетиленовые углеводороды (алкины)

**Целью работы** является изучение химических свойств алкинов

**Формируемые компетенции:** ОК-7, ПК-24, ПК-26.

#### *Опыт №1 Получение и свойства ацетилена.*

**Реактивы:** карбид кальция (кусочки), бромная вода (насыщенная), 1%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 5%-ный раствор аммиака, аммиачный раствор хлорида меди (I).

**Оборудование:** изогнутые газоотводные трубки, короткие прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, крышки от тиглей, фильтровальная бумага.

##### 1.1. Получение ацетилена и его горение (тяга!)

В пробирку помещают кусочек карбида кальция, приливают около 1 мл воды и сразу же закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой, имеющий оттянутый конец. Поджигают выделяющийся ацетилен у конца газоотводной трубки. Наблюдают характер пламени. Затем меняют газоотводную трубку: закрывают пробирку, из которой выделяется ацетилен, изогнутой газоотводной трубкой с широким отверстием и снова поджигают ацетилен. Вносят в пламя крышку от тигля. На крышке образуется черное пятно сажи.

Напишите уравнения реакций получения ацетилена карбидным способом и последующего его горения (полное и неполное сгорание).

Вычислите процентное содержание углерода и водорода в ацетилене. Имеет ли ацетилен запах?

##### 1.2. Реакция ацетилена с бромной водой.

Закрывают пробирку с карбидом кальция и водой пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и пропускают ацетилен через бромную воду.

Объясните, почему обесцвечивание бромной воды происходит значительно медленнее, чем при реакции с этиленом.

Напишите уравнение реакции ацетилена с бромом.

##### 1.3. Окисление ацетилена перманганатом калия.

В пробирку наливают 1 мл раствора перманганата калия, добавляют такой же объем раствора соды и затем пропускают через полученный раствор ацетилен. Постепенно фиолетовая окраска раствора исчезает, появляется хлопьевидный осадок бурого цвета оксида марганца (IV).

Напишите уравнение реакции окисления ацетилена перманганатом калия до щавелевой кислоты. Подберите коэффициенты.

##### 1.4. Получение металлических производных ацетилена – ацетиленидов.

Работа с ацетиленидами требует соблюдения правил техники безопасности. В сухом виде при слабом нагревании или при ударе они взрываются с большой силой, поэтому нельзя полностью высушивать ацетилениды.

В пробирку наливают 2 – 3 мл бесцветного аммиачного раствора хлорида меди  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  и пропускают через раствор ацетилен.

Раствор окрашивается в красно-бурый цвет, затем выпадает красно-бурый осадок ацетиленида меди (I). Эту очень чувствительную реакцию применяют для обнаружения даже следов ацетилена. Смачивают полоску фильтровальной бумаги аммиачным раствором

хлорида меди (I) и вносят ее в отверстие пробирки, из которой выделяется ацетилен. Появляется красно-бурое окрашивание.

Напишите уравнение реакции образования ацетиленида меди (I). Какие свойства ацетилена проявляются в этой реакции?

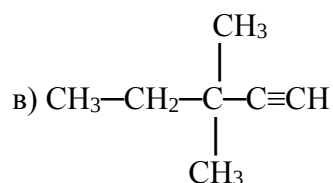
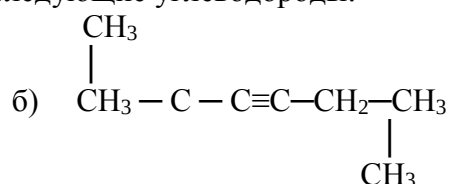
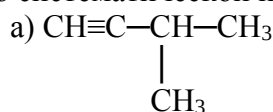
### 1.5. Растворимость ацетилена в воде и ацетоне.

В одну пробирку наливают 5 мл ацетона, в другую – 5 мл воды. В обе пробирки пропускают ацетилен до полного насыщения. Затем в каждую пробирку добавляют по 0,5 мл аммиачного раствора хлорида меди (I). В пробирке с ацетоном появляется красно-бурый осадок, а в пробирке с водой лишь слабое окрашивание.

Объясните полученные результаты.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

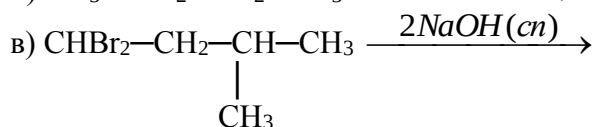
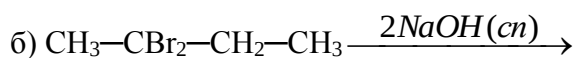
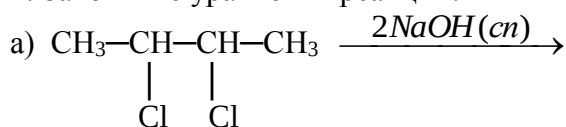
1. Назовите по систематической номенклатуре следующие углеводороды:



2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно различить а) гексан, гексен-1 и гексин-1, б) пентин-1 и пентин-2, в) этилен и ацетилен, г) смесь предельных и непредельных углеводородов?

3. Из 3,3-диметилбутанола-1 получите 3,3-диметилбутин-1. Для полученного алкина напишите реакцию гидратации.

4. Закончите уравнения реакций:



5. С помощью каких реактивов и в каких условиях возможно осуществить следующие превращения?

а) пентен-1  $\longrightarrow$  пентин-1;

б) бутин-1  $\longrightarrow$  бутин-2;

в) ацетилен  $\longrightarrow$  метилацетилен;

г) ацетилен  $\longrightarrow$  4-метилпентин-1;

д) ацетилен  $\longrightarrow$  бутан;

6) Получите любым способом 3-метил-гексин-1 и напишите для него уравнения реакций: а) с водой (в условиях реакции Кучерова), б) с аммиачным раствором окиси серебра.

7. Получите из соответствующего дигалогенпроизводного изопропилацетилен и напишите для него уравнения реакций с избытком соляной кислоты, с синильной кислотой, муравьиной кислотой, уксусным альдегидом, бутиловым спиртом.

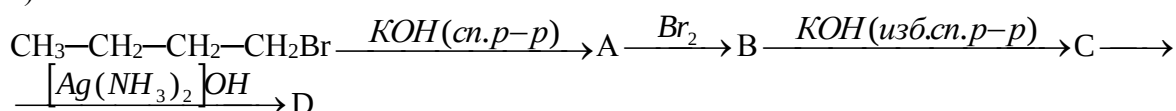
8. Напишите для бутена-1 и для 3-метилпентина уравнения реакций со следующими веществами: водородом, в присутствии катализатора; бромом; бромоводородом; амидом натрия; уксусной кислотой.

9. Напишите уравнения реакций конденсации:

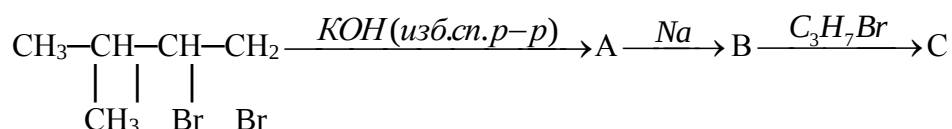
- а) ацетилена с метилэтилкетонем,
- б) пропина с ацетоном,
- в) винилацетилена с ацетоном,
- г) изопропилацетилена с продуктом его гидратации,
- д) бутена-1 с формальдегидом.

10. Напишите формулы строения промежуточных и конечного продуктов в следующих схемах:

а)



б)



### Лабораторная работа 5

**Тема:** Галогенпроизводные углеводородов (хлорэтан и хлороформ).

**Целью работы** является изучение химических свойств галогенпроизводных углеводородов

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

#### Опыт №1 Получение хлористого этила.

**Реактивы:** смесь этилового спирта и концентрированной серной кислоты в объемном отношении 2:1, хлорид натрия.

**Оборудование:** прямые газоотводные трубки с оттянутым концом.

В пробирку наливают 3 мл смеси спирта и концентрированной кислоты и добавляют 0,1 г растертого в порошок хлорида натрия. Пробирку закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, и осторожно нагревают (жидкость вспенивается). Поджигают выделяющийся хлористый этил у отверстия газоотводной трубки; он горит характерным пламенем с зеленой каймой.

Напишите уравнение реакции получения хлористого этила с указанием промежуточных стадий. Составьте суммарное уравнение реакций.

#### Опыт №2 Свойства хлороформа

**Реактивы:** 1%-ный раствор резорцина, 1%-ный раствор гидроксида натрия, хлороформ, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 20%-ный раствор азотной кислоты, 1%-ный раствор нитрата серебра, 10%-ный раствор аммиака, 1%-ный раствор перманганата калия.

**Оборудование:** химические стаканы.

### 2.1. Цветная реакция на хлороформ.

В пробирку наливают 1 мл 1%-ного раствора резорцина, 2 мл 1%-ного раствора гидроксида натрия и 1 мл хлороформа. Смесь нагревают. Появляется желто-красное окрашивание.

### 2.2. Взаимодействие хлороформа с раствором щелочи.

Наливают в пробирку 1 мл хлороформа и 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Осторожно при встряхивании нагревают смесь до кипения, затем охлаждают. Хлороформ гидролизуются, с образованием ионов хлора и муравьиной кислоты (в щелочной среде получается натриевая соль муравьиной кислоты – формиат натрия  $\text{HCOONa}$ ). Для обнаружения ионов хлора отливают в пробирку 1/3 гидролизата, подкисляют его 20%-ным раствором азотной кислоты, добавляют несколько капель 1%-ного раствора нитрата серебра.

Напишите уравнение реакций гидролиза хлороформа в щелочной среде и взаимодействия ионов хлора с нитратом серебра.

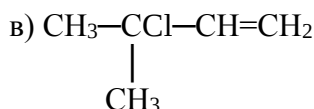
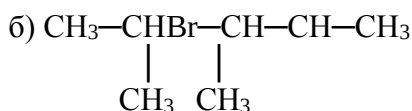
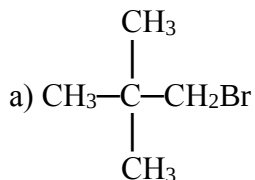
Муравьиная кислота легко окисляется, так как содержит в молекуле альдегидную группу. Это свойство лежит в основе методов обнаружения ее в растворе.

Остаток щелочного гидролизата хлороформа делят на две части. К одной приливают свежеприготовленный аммиачный раствор гидроксида серебра, а к другой – несколько капель 1%-ного раствора перманганата калия. В первой пробирке выпадает в осадок металлическое серебро – реакция «серебряного зеркала», во второй – раствор окрашивается в зеленый цвет (в щелочной среде  $\text{KMnO}_4$  восстанавливается в соль марганцовистой кислоты, анионы которой окрашены).

Напишите уравнения реакций и подберите к ним коэффициенты.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Назовите по систематической номенклатуре следующие соединения:



2. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов состава  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ . Укажите первичные, вторичные, третичные галогенпроизводные. Назовите их.

3. Какой электронный эффект проявляет атом галогена в галогеналканах? Покажите распределение электронной плотности в молекулах 1-иодбутана, 2-фторпропана, 2-бром-2-этил-гексана.

4. Из 3-метил-бутена-1 получите 2-бром-3-метилбутан. Напишите для последнего реакции с водным и спиртовым растворами щелочей.

### **Тема 7. Галогенпроизводные углеводородов**

#### **Лабораторная работа 6. Галогенпроизводные углеводородов (тетрахлорметан и поливинилхлорид).**

**Целью работы** является изучение химических свойств галогенпроизводных углеводородов  
**Формируемые компетенции:** ПК-4.

### **Опыт №1 Свойства четыреххлористого углерода**

**Реактивы:** четыреххлористый углерод, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 20%-ный раствор азотной кислоты, 1%-ный раствор нитрата серебра, этиловый спирт, подсолнечное масло.

**Оборудование:** фарфоровая чашка, асбестовая сетка, медная проволока.

#### **1.1. Свойства $CCl_4$ , как растворителя.**

В пробирку наливают 1 мл  $CCl_4$  и добавляют 1 каплю подсолнечного масла. Взбалтывают смесь. Результат опыта записывают в журнал.

#### **1.2. Негорючесть $CCl_4$ .**

В фарфоровую чашку наливают 2 мл этилового спирта, ставят чашку на асбестовую сетку и поджигают спирт (осторожно! тяга!). Гасят «пожар» четыреххлористым углеродом.

#### **1.3. Взаимодействие $CCl_4$ с раствором щелочи.**

В пробирку наливают несколько капель  $CCl_4$  и 2-3 мл гидроксида натрия, осторожно нагревают смесь 1-2 минуты до начинающегося кипения (при взбалтывании реакционной смеси). Затем охлаждают, сливают щелочную жидкость в другую пробирку, подкисляют ее 20%-ным раствором азотной кислоты, добавляют несколько капель 1%-ного раствора нитрата серебра.

Сравните результаты этого опыта с результатами, полученными при щелочном гидролизе хлороформа. Сделайте вывод о подвижности хлора в молекуле четыреххлористого углерода.

### **Опыт №4 Термическое разложение поливинилхлорида**

**Реактивы:** 1%-ный раствор нитрата серебра.

**Оборудование:** поливинилхлоридная смола – винипласт (изоляция осветительного провода ППВ – провод плоский виниловый; ТРВК – телефон, радиовиниловый кабель), изогнутые газоотводные трубки, индикаторная бумага.

Поливинилхлоридные смолы или пластмассы на их основе при нагревании выше  $140^\circ\text{C}$  разлагаются с выделением хлороводорода. Напишите схему реакции полимеризации винилхлорида (получение поливинилхлорида).

Помещают кусочек (1-2 см) винипласта в пробирку с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой опущен в другую пробирку с 1,5 мл раствора нитрата серебра. Осторожно нагревают пробирку пламенем горелки. Винипласт размягчается, темнеет и разлагается с выделением газообразных продуктов, в том числе хлороводорода. В пробирке появляется белый осадок. Напишите уравнение реакции. Хлороводород можно также обнаружить по покраснению влажной индикаторной бумаги, поднесенной к отверстию газоотводной трубки.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Напишите схемы получения:

- 2,2-дихлорбутана из 2,3-дихлорбутана;
- 2-бром-3-метилбутана из бутилбромида;
- изопропилхлорида из пропанола-1;
- 2-хлор-2-метилбутана из 2-метилбутена-1;
- 1,2-дихлорэтана из этанола.



2. Получите любым способом а) изобутилхлорид, б) 2-бромбутан. Напишите для полученных соединений реакции с цианистым калием; аммиаком; этилатом натрия; спиртовым и водным растворами щелочей; магнием в среде абсолютного эфира.

3. Напишите реакции гидролиза для

а) 1-хлобутана,

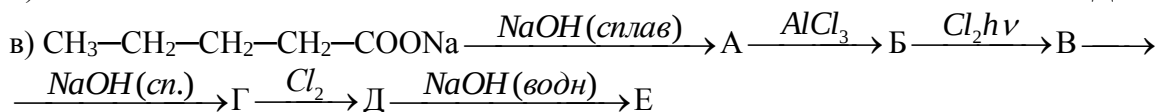
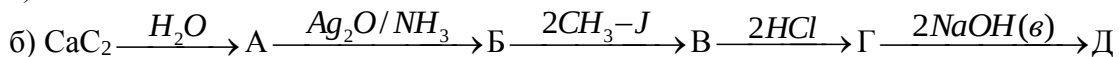
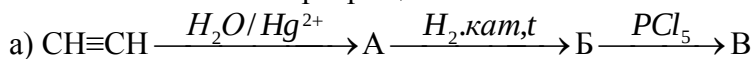
б) 1,1-дихлорбутана,

в) 2,2-дихлор-3-метилпентана,

г) 1,1,1-трихлорбутана.

Укажите «виц» и «гем»галогенпроизводные.

4. Заполните схемы превращений:



### Лабораторная работа 7.

**Тема: Спирты. Растворимость, абсолютирование, высаливание.**

**Целью работы** является изучение химических свойств одноатомных спиртов

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

**Опыт №1 Растворимость спиртов, отношение их к индикаторам, горение.**

**Растворимость галогенов в спиртах.**

**Реактивы:** метиловый спирт, этиловый спирт, пропиловый спирт, бутиловый спирт, амиловый (или изоамиловый) спирт, раствор иода в иодиде калия (1%-ный раствор), 1%-ный раствор фенолфталеина.

**Оборудование:** индикаторная бумага, фарфоровые чашки (или фарфоровые тигли), лучинки.

#### 1.1. Растворимость спиртов

В 4 пробирки наливают по 0,5 мл спиртов: этилового, пропилового, бутилового и амилового. Отмечают запах спиртов (бутиловый, изоамиловый спирты раздражают дыхательные пути, вызывают кашель, поэтому нюхать их нужно осторожно). В каждую пробирку добавляют по 1 мл воды и содержимое пробирок встряхивают.

Сделайте вывод о растворимости спиртов в воде.

#### 1.2. Отношение спиртов к индикаторам

Из каждой пробирки стеклянной палочкой наносят по капле растворов на индикаторную бумагу. В пробирки добавляют по 1 капле раствора фенолфталеина.

Изменяется ли окраска индикаторов?

#### 1.3. Горение спиртов.

В фарфоровые чашки (или тигли) наливают по 2 мл спиртов, располагая их в порядке увеличения молекулярной массы. Поджигают спирты лучинкой и сравнивают характер пламени. Рассчитайте процентное содержание углерода в спиртах. Напишите уравнения реакций горения спиртов.

#### 1.4. Растворимость галогенов в спиртах.

В пробирки со спиртами добавляют по 0,5 мл раствора иода в иодиде калия и встряхивают их.

Что вы наблюдаете?

## Опыт №2 Абсолютирование этилового спирта.

**Реактивы:** этиловый спирт (ректификат), сульфат меди (II) кристаллический.

**Оборудование:** фарфоровые чашки и тигли.

В маленькую фарфоровую чашку или фарфоровый тигль помещают примерно 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокаливают его в пламени горелки до исчезновения голубой окраски.

В сухую пробирку наливают 2-3 мл этилового спирта-ректификата и вносят в него полученный безводный сульфат меди (II) белого цвета. Слегка нагревают пробирку и размешивают ее содержимое. Почему изменяется цвет сульфата меди? Полученный абсолютный этиловый спирт переливают в сухую пробирку. Его используют для получения алкоголята натрия (опыт 4).

Рассчитайте, сколько процентов воды содержится в этиловом спирте-ректификате? Почему воду нельзя удалить перегонкой?

## Опыт №3 Высаливание этилового спирта из его водного раствора.

**Реактивы:** Этиловый спирт (ректификат), карбонат калия (или тиосульфат натрия кристаллический).

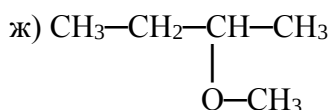
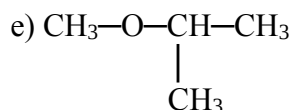
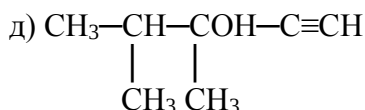
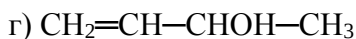
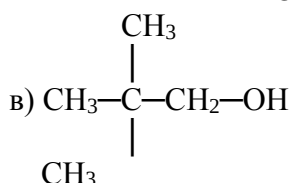
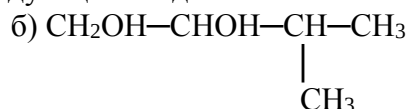
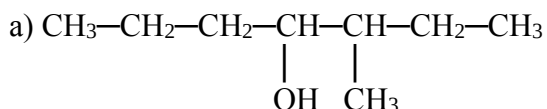
**Оборудование:** фарфоровые чашки, пипетки, лучинки.

В пробирку наливают 2,5 мл этилового спирта и, при встряхивании, добавляют 2,5 мл воды. Смесь разогревается. 1-1,5 мл полученного раствора отливают в фарфоровую чашку и подносят к нему зажженную лучинку. (Загорается ли разбавленный этиловый спирт?)

К остатку в пробирке добавляют примерно 2 г порошкообразного карбоната калия (или тиосульфата натрия), энергично взбалтывают содержимое пробирки и ставят пробирку в штатив. Через некоторое время в пробирке образуются два слоя. Верхний слой (этиловый спирт) пипеткой переносят в фарфоровую чашку и снова подносят к нему горящую лучинку. (Воспламеняется ли спирт?) Затем испытывают на горючесть нижний слой.

### Вопросы и задания для самоконтроля

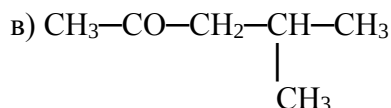
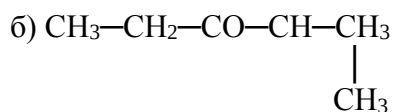
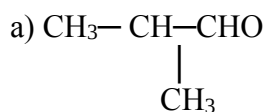
1. Назовите по систематической номенклатуре следующие соединения:



2. Напишите схему получения изопропилового спирта из соответствующего непредельного углеводорода в одну стадию и в две стадии (через галогенпроизводное).

3. Получите гидратацией соответствующих этиленовых углеводородов следующие спирты: 3,3-диметилбутанол-2, 2-метилпентанол-2, 3-метил-гексанол-2. Для полученных спиртов напишите реакции окисления, дегидрирования.

4. Какие спирты получатся при восстановлении следующих соединений:



Для полученных спиртов напишите реакции дегидратации.

## Тема 8. Одноатомные спирты

### Лабораторная работа 8. Спирты. Гидролиз и окисления спиртов.

Целью работы является изучение химических свойств одноатомных спиртов

Формируемые компетенции: ПК-4.

#### Опыт №1 Образование и гидролиз алкоголятов натрия

**Реактивы:** этиловый спирт (абсолютный), пропиловый или изопропиловый спирт, амиловый (или изоамиловый) спирт, металлический натрий, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина.

**Оборудование:** прямые газоотводные трубки с оттянутыми концами.

В три сухие пробирки наливают по 2 мл спиртов: в первую – абсолютный этиловый, во вторую – пропиловый (или изопропиловый), в третью – амиловый (или изоамиловый). В каждую пробирку вносят по маленькому кусочку (размером с горошину) очищенного от оксидного слоя металлического натрия. Пробирки закрывают пробками с газоотводными трубками, концы которых оттянуты.

Отметьте, в какой пробирке реакция идет наиболее интенсивно, в какой – медленно.

Через 1-2 минуты после начала реакции поджигают выделяющийся газ у отверстий газоотводных трубок. Если реакция этанола с натрием сильно замедлится, можно слегка подогреть пробирку.

Напишите уравнение реакции спиртов ( $\text{R}-\text{OH}$ ) с металлическим натрием.

Какие свойства спиртов (основные, кислотные) проявляются в реакции с металлическим натрием? Почему спирты реагируют с натрием спокойнее, чем вода?

Добавляют в пробирки по 1 капле раствора фенолфталеина. Изменяется ли окраска индикатора?

Доводят реакцию этанола с натрием до конца. Для этого открывают пробирку и осторожно подогревают ее. На дне пробирки образуется белый твердый этилат натрия. (Кусочков натрия в пробирке не должно быть!). Добавляют в пробирку 1-1,5 мл воды и растворяют в ней этилат натрия. Если окраска не появляется, добавляют 1 каплю раствора фенолфталеина.

Напишите уравнение реакции этилата натрия с водой. Объясните, почему появляется окраска с фенолфталеином.

#### Опыт №2 Взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса.

**Реактивы:** реактив Лукаса (раствор хлорида цинка в концентрированной соляной кислоте), пропиловый спирт, изопропиловый спирт, третичный бутиловый спирт.

В три сухие пробирки приливают по 0,5 мл спиртов: пропилового, изопропилового, третбутилового. Затем в каждую пробирку добавляют по 1,5 мл реактива Лукаса, перемешивают содержимое пробирок и оставляют стоять 1 – 3 минуты.

Какие изменения происходят в пробирках с первичным, вторичным и третичным спиртами? Какой спирт вступает в реакцию с реактивом Лукаса и по какому механизму? Напишите уравнения реакции и рассмотрите ее механизм. Какие свойства спиртов (основные или кислотные) проявляются в этой реакции?

#### ***Опыт №3 Реакции окисления спиртов.***

Спирты окисляются до оксоединений при добавлении окислителя (дихромата калия, гексацианоферрата калия, иода). Первичные спирты окисляются до альдегидов, вторичные – до кетонов.

Этиловый спирт окисляется иодом в щелочной среде при нагревании до трийодацетальдегида, который разрушается до йодоформа и соли муравьиной кислоты (йодоформная проба на этанол).

**Реактивы:** этиловый спирт, изоамиловый спирт, хромовая смесь, перманганат калия, 10%-ный раствор гидроксида натрия, раствор йода (0,1 моль/л).

**Оборудование:** пипетки.

#### **3.1. Йодоформная проба на этанол**

0,5 мл этанола смешивают с 5 мл раствора гидроксида натрия, прибавляют 2 мл 0,1 моль/л раствора йода – постепенно выпадает желтый осадок йодоформа, который обнаруживают по характерному запаху.

#### **3.2. Окисление спиртов хромовой смесью.**

В две пробирки наливают по 2-3 мл хромовой смеси и по каплям, при встряхивании, добавляют в одну пробирку 0,5 мл этилового спирта (осторожно! смесь разогревается!), а во вторую – 0,5 мл изоамилового спирта. Цвет растворов меняется из оранжевого в зеленый, в пробирке с этиловым спиртом ощущается запах уксусного альдегида, напоминающий запах яблок (нюхать осторожно!), а в пробирке с изоамиловым спиртом – специфический запах изовалерианового альдегида.

Напишите уравнение реакций окисления хромовой смесью этилового спирта в уксусный альдегид, а изоамилового – в изовалериановый альдегид. Подберите коэффициенты.

#### **3.3. Окисление этилового спирта перманганатом калия (тяга!).**

Пипеткой осторожно, не смачивая стенок, вносят в сухую пробирку, закрепленную в штативе, 5 мл серной кислоты. Затем по стенке другой пипеткой осторожно приливают 5 мл этилового спирта так, чтобы получилось два слоя. После этого насыпают 1 – 1,5 г перманганата калия. Через несколько минут на границе двух слоев появляются яркие вспышки, ощущается запах уксусного альдегида.

Напишите уравнение реакции окисления этилового спирта в уксусный альдегид перманганатом калия. Подберите коэффициенты.

#### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Получите спирты реакцией Гриньяра, исходя из:

- а) формальдегида и изопропилмагний бромида,
- б) уксусного альдегида и вторбутилмагний бромида,
- в) метилэтилкетона и пропилмагний бромида.

2. Исходя из этилмагний бромида и любого подходящего компонента, получите реакцией Гриньяра:

- а) пропанол-1, б) пентанол-3, в) 3-метилпентанол-3;

Для вещества а) напишите реакции с натрием, пятихлористым фосфором.

Для вещества б) – бромоводородом, уксусной кислотой (в присутствии  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

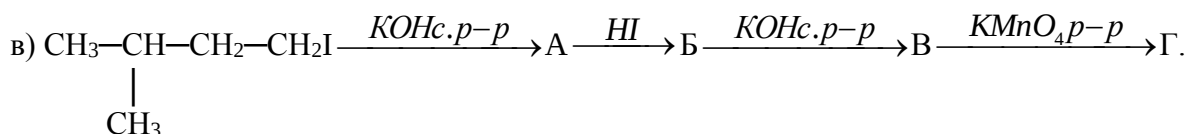
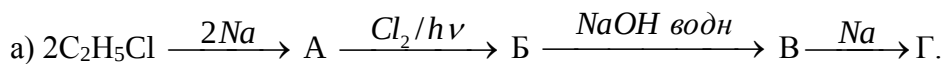
Для вещества в) – с тионилхлоридом, с этилмагний йодидом.

3. Используя в качестве исходного вещества ацетилен, напишите схемы получения:

а) бутанола-1, б) бутанола-2, в) пропанола-1, г) изопропилового спирта.

4. На бутиловый спирт подействуйте пятихлористым фосфором, затем на полученное соединение – этилатом натрия. Напишите схему реакций полученного соединения с HI (при нагревании), металлическим натрием и HCl.

5. Заполните схемы превращений:



## Лабораторная работа 9

**Тема: Простые эфиры.**

**Целью работы** является изучения способов получения и химических свойств простых эфиров.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

### **Опыт №1 Получение простого (диэтилового) эфира и его свойства.**

**Реактивы:** смесь этилового спирта и концентрированной серной кислоты в объемном отношении 1:1, этиловый спирт, диэтиловый эфир (для наркоза или свежеприготовленный), насыщенный на холоде водный раствор п-бензохинона, концентрированная серная кислота и соляная кислота, 10%-ный раствор гидроксида натрия.

**Оборудование:** химические стаканы (50 – 100 мл), пипетки, прямые газоотводные трубки с оттянутыми концами, лед, корковые пробки к пробиркам, часовые стекла (или стеклянные пластинки).

#### **1.1. Получение диэтилового эфира и его горение**

Наливают в сухую пробирку 3 мл смеси этилового спирта и серной кислоты (1:1) и осторожно нагревают ее до начинающегося кипения. После этого горелку убирают и к горячей смеси приливают по стенке пробирки из пипетки 5 – 10 капель этилового спирта.

Образующийся диэтиловый эфир обнаруживается по запаху.

Затем пробирку закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, и поджигают выделяющийся эфир. Почему диэтиловый эфир горит светящимся пламенем, в отличие от этилового спирта?

Вычислите процентное содержание углерода в этаноле и в диэтиловом эфире.

Напишите уравнение реакции получения диэтилового эфира и рассмотрите ее механизм.

#### **1.2. Экстракция эфиром.**

В пробирку наливают 3 мл водного раствора п-бензохинона и 1,5 мл диэтилового эфира. Пробирку закрывают корковой пробкой и смесь встряхивают. Затем открывают пробку и ставят пробирку в штатив. Жидкость расслаивается, желтая окраска п-бензохинона переходит в верхний (эфирный) слой. Переносят несколько капель эфирного раствора

хинона на часовое стекло; после испарения эфира на стекле остаются желтые игольчатые кристаллы п-бензохинона.

### ***Опыт №2 Свойства глицерина и этиленгликоля***

**Реактивы:** глицерин, этиленгликоль, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, раствор серной кислоты (1:1), гидросульфат калия.

#### **2.1. Получение глицерата меди и гликолята меди.**

В пробирку наливают 3 – 4 капли 2%-ного раствора  $\text{CuSO}_4$  и 2 – 3 мл 10%-ного раствора  $\text{NaOH}$ . К образовавшемуся осадку голубого цвета приливают несколько капель глицерина и смесь перемешивают. Осадок растворяется, появляется васильковое окрашивание раствора от образующегося комплексного соединения – глицерата меди.

Напишите уравнения происходящих реакций, укажите, какие свойства глицерина проявились в данном опыте.

#### **2.2. Дегидратация глицерина – образование акролеина (тяга!)**

В сухую пробирку насыпают слоем в 1 см гидросульфат натрия и смачивают его двумя каплями глицерина. Смесь сильно нагревают – до образования тяжелых паров акролеина с едким запахом (нюхать осторожно!). Гидросульфат калия при сильном нагревании превращается в пиросульфат калия ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ), который отнимает воду.

Напишите схему реакции дегидратации акролеина.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. На примере бутанола-1 опишите механизм внутри- и межмолекулярной дегидратации. Приведите строение образующихся продуктов.
2. Какой из спиртов – этанол или этандиол-1,2 – является более сильной кислотой? С помощью какой химической реакции их можно различить?
3. Из пропилена получите глицерин. Напишите для него реакции с уксусной и азотной кислотами.
4. Из глицерина получите аллиловый спирт, укажите области его применения.

## **Лабораторная работа 10**

**Тема: Получение альдегидов. Реакции с альдегидами.**

**Целью работы** является изучение химических свойств альдегидов

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

### ***Опыт №1 Получение альдегидов и некоторые цветные реакции на них.***

**Реактивы:** метиловый спирт, этиловый спирт, глицерин, 10%-ный раствор формальдегида, уксусный альдегид, 10%-ный раствор уксусного альдегида, фуксинсернистая кислота, концентрированная соляная кислота, свежеприготовленный 0,5%-ный раствор резорцина (водный). 0,5%-ный водный раствор нитропруссиды натрия, концентрированная серная кислота, пиперидин, 10%-ный раствор  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 10%-ный раствор серной кислоты.

**Оборудование:** спираль из медной проволоки, изогнутые газоотводные трубки, пипетки, стаканы химические (50 – 100 мл).

#### **1.1. Реакция альдегидов с фуксинсернистой кислотой.**

В пробирку наливают 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты и добавляют такое же количество 10%-ного раствора формальдегида. Пробирку ставят в штатив. Во вторую пробирку к фуксинсернистой кислоте добавляют такое же количество 10%-ного раствора уксусного альдегида и тоже оставляют ее. Через несколько минут в пробирке с

формальдегидом появляется фиолетовая окраска, а в пробирке с уксусным альдегидом – розово-фиолетовая.

При добавлении к окрашенным растворам по 0,5 мл концентрированной серной кислоты происходят следующие изменения: окраска в пробирке с формальдегидом переходит в фиолетово-синюю, а в пробирке с уксусным альдегидом – исчезает.

Объясните результат опыта. Что представляет собой фуксинсернистая кислота? Почему при добавлении альдегидов к бесцветной фуксинсернистой кислоте появляется окраска.

### **1.2. Цветная реакция на формальдегид с резорцином.**

В пробирку наливают 3 мл 0,5%-ного раствора резорцина и 1 мл 10%-ного раствора формальдегида. Пипеткой осторожно по стенке добавляют 1 – 2 мл концентрированной серной кислоты. На границе двух жидкостей появляется малиновое кольцо.

### **1.3. Цветная реакция уксусного альдегида с нитропруссидом натрия.**

К 5 мл 0,5%-ного раствора нитропрусида натрия прибавляют 0,3 мл уксусного альдегида и 0,2 мл пиперидина. При встряхивании появляется темно-синее окрашивание.

### **1.4. Получение формальдегида окислением метилового спирта оксидом меди (II).**

Смачивают метиловым спиртом стенки сухой пробирки. Нагревают спираль из медной проволоки в пламени горелки до образования на её поверхности черного налета оксида меди (II). Раскаленную докрасна спираль опускают в подготовленную пробирку. Эту операцию повторяют несколько раз. Метиловый спирт превращается в формальдегид, имеющий резкий запах. (Нюхать осторожно!).

Какие изменения происходят с медной спиралью при проведении опыта?

Для обнаружения формальдегида в пробирку наливают 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты. Через некоторое время появляется фиолетовая окраска. Напишите уравнение реакции окисления метилового спирта в формальдегид. Подберите коэффициенты.

### **1.5. Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта оксидом меди (II).**

Для получения уксусного альдегида окислением оксида меди (II), повторяют опыт 1.4., но вместо метилового спирта сухую пробирку смачивают этиловым спиртом. (Уксусный альдегид в небольших количествах пахнет яблоками). Обнаруживают его цветной реакцией с фуксинсернистой кислотой.

Напишите уравнение реакции получения уксусного альдегида.

### **1.6. Получение глицеринового альдегида окислением глицерина дихроматом калия.**

В пробирку наливают 1 мл 10%-ного раствора дихромата калия ( $K_2Cr_2O_7$ ), 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 1 мл глицерина. Смесь встряхивают, пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и осторожно нагревают. Пары образующегося глицеринового альдегида пропускают в 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты, налитый в пробирку-приемник; появляется красно-фиолетовое окрашивание.

Напишите уравнение реакции окисления глицерина в глицериновый альдегид хромовой смесью. Подберите коэффициенты.

## ***Опыт №2 Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе.***

**Реактивы:** насыщенный раствор гидросульфита натрия ( $NaHSO_3$ ), ацетон, 10%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор карбоната натрия.

**Оборудование:** лёд, предметные стекла, микроскоп.

В пробирку наливают 3 мл насыщенного раствора гидросульфита натрия и при энергичном встряхивании добавляют 1 мл ацетона. Смесь разогревается. При охлаждении её в ледяной воде выпадает кристаллический осадок. Переносят немного кристалликов гидросульфитного соединения ацетона на предметное стекло и рассматривают их форму под микроскопом при увеличении в 120 раз.

Отфильтровывают кристаллы гидросульфитного производного ацетона и переносят их в две пробирки. В одну пробирку приливают 1 мл 10%-ного раствора соляной кислоты, в другую – 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия. Слегка нагревают пробирки и отмечают запах выделяющихся паров (нюхать осторожно!).

Напишите уравнения реакций.

**Опыт №3 Реакции замещения карбонильного кислорода.**

**Реактивы:** уксусный альдегид, ацетон, солянокислый фенилгидразин (насыщенный раствор), ацетат натрия, гидроксилламин солянокислый, карбонат натрия (безводный порошок).

**Оборудование:** пробки к пробиркам, водяные бани, химические воронки, лед, химические стаканы (50 – 100 мл).

### ***3.1. Получение фенилгидразона уксусного альдегида.***

В пробирку помещают 0,5 мл насыщенного раствора солянокислого фенилгидразина, добавляют немного кристаллического ацетата натрия и, при встряхивании, приливают 0,5 мл уксусного альдегида. Выпадают кристаллы фенилгидразона уксусного альдегида.

Напишите уравнение реакции и рассмотрите его механизм.

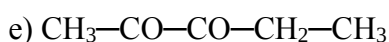
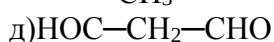
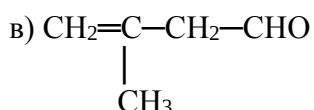
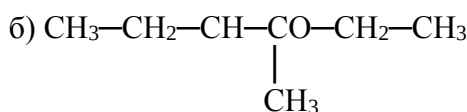
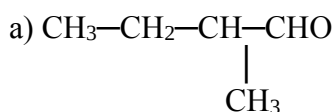
### **3.2. Получение оксима ацетона.**

В пробирке растворяют 1 г солянокислого гидроксилamina в 3 мл воды. Кислый раствор нейтрализуют примерно 0,7 г безводного карбоната натрия, добавляя его небольшими порциями, при встряхивании выделяется оксид углерода (IV). Пробирку с полученным раствором охлаждают в стакане с ледяной водой. Затем добавляют к раствору гидроксилamina около 0,7 мл ацетона. При охлаждении пробирки количество кристаллов увеличивается. Оксим ацетона имеет слабый запах.

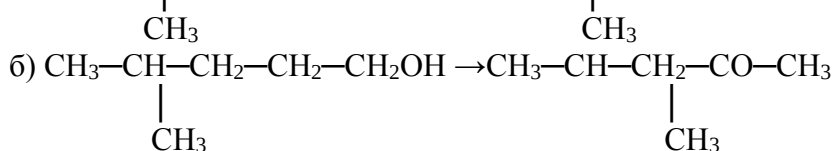
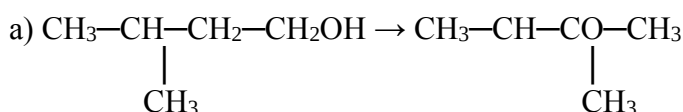
Напишите уравнение реакции образования оксима ацетона и рассмотрите ее механизм.

## Вопросы и задания для самоконтроля

1. Назовите по систематической номенклатуре следующие соединения:



2. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения:





3. Из соответствующих диалогенпроизводных получите следующие карбонильные соединения:

- а) пропаналь,
- б) 2,2-диметилпропаналь,
- в) 3-метилбутанон-2.

### Лабораторная работа 11

**Тема:** Альдегиды. Реакции окисления, конденсации и осмоления.

**Целью работы** является изучение химических свойств альдегидов

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

#### *Опыт №1 Реакции окисления альдегидов.*

**Реактивы:** формалин (40%-ный раствор формальдегида), 5%-ный раствор формальдегида, ацетон, 1%-ный раствор гидроксида натрия, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор азотной кислоты.

**Оборудование:** баня водяная, термометр.

#### 1.1. Окисление формальдегида аммиачным раствором гидроксида серебра (реакция «серебряного зеркала»).

Для получения «серебряного зеркала» необходимо сначала хорошо вымыть пробирку. Для этого в пробирке кипятят (осторожно!) в течение 1 – 2 минут около 5 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия, а затем споласкивают ее дистиллированной водой. В вымытой пробирке готовят аммиачный раствор гидроксида серебра: к 2 – 3 мл 1% -ного раствора нитрата серебра прибавляют по каплям, при встряхивании, 5%-ный раствор аммиака до тех пор, пока образующийся сначала осадок полностью растворится. Избыток аммиака в растворе снижает чувствительность реакции. К полученному бесцветному раствору прибавляют несколько капель 5%-ного раствора формальдегида и опускают в пробирку на несколько минут в водяную баню с температурой воды 60 - 70°C. На стенках пробирки постепенно выделяется слой серебра в виде зеркала, а иногда серебро выделяется в виде темного осадка.

Напишите уравнение реакций образования аммиачного раствора гидроксида серебра и окисления им формальдегида до муравьиной кислоты. Подберите коэффициенты. Вступает ли в данную реакцию ацетон (и другие кетоны)?

#### 1.2. Окисление формальдегида гидроксидом меди (II)

В пробирку наливают 2 мл 5%-ного раствора формальдегида, 2 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия и, при встряхивании, добавляют по каплям 2%-ный раствор сульфата меди (II) до появления исчезающей взвеси. Верхнюю часть жидкости нагревают до начинающегося кипения. Голубая окраска меняется на желтую (осадок). Эта реакция, как и реакция серебряного зеркала, является качественной реакцией на альдегиды

Напишите уравнение реакции окисления формальдегида гидроксидом меди (II) в муравьиную кислоту. Подберите коэффициенты.

Повторите опыт с ацетоном.

Почему при нагревании смеси гидроксида меди с ацетоном образуется осадок черного цвета?

#### *Опыт №2 Реакции конденсации и осмоления альдегидов.*

**Реактивы:** уксусный альдегид, 10%-ный раствор гидроксида натрия.

**Оборудование:** водяная баня, термометр.

### 2.1. Альдольная и кротоновая конденсация уксусного альдегида. Осмоление уксусного альдегида.

В пробирку наливают 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия, добавляют 5 – 6 капель уксусного альдегида и смесь нагревают. Вначале образуется альдоль (он имеет приятный запах), затем неопредельный кротоновый альдегид, имеющий резкий запах. (Нюхать осторожно!). При длительном нагревании жидкость становится бурой, образуется смола.

Напишите уравнение реакций альдольной и кротоновой конденсации уксусного альдегида и рассмотрите механизм этих реакций (в щелочной среде). Какие продукты получают при конденсации пропионового и триметил-уксусного альдегидов?

#### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Получите сухой перегонкой кальциевых солей соответствующих кислот следующие соединения:
  - а) 2-метилпропаналь,
  - б) пентаналь,
  - в) метилизопропилкетон.
2. Какие альдегиды получатся из а) бутена-1, б) пропилена реакцией оксосинтеза? Укажите условия реакции.
3. Получите 3-метилпентаналь всеми возможными способами, напишите для него уравнения реакций с пятихлористым фосфором, хлором, синильной кислотой, аммиаком. Приведите механизм реакции 3-метилпентанала с HCN.

#### **Лабораторная работа 12**

**Тема: Кетоны**

**Целью работы** является изучение химических свойств кетонов

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

#### ***Опыт №1 Получение и некоторые свойства ацетона.***

**Реактивы:** ацетат кальция (безводный), йод (растертый в порошок). 10%-ный раствор NaOH, 10%-ный раствор HCl, 2%-ный раствор нитропруссиды натрия (свежеприготовленный), уксусная кислота, ацетон.

**Оборудование:** газоотводные трубки, изогнутые под тупым углом, фото- или киноплёнка, целлулоид, ацетатный шелк (волокно или ткань), деревянные или стеклянные пластинки.

#### **1.1. Получение ацетона пиролизом ацетата кальция.**

Собирают прибор: на 1/4 часть высоты пробирки насыпают сухой ацетат кальция и распределяют его по нижней стенке пробирки. После этого пробирку закрывают пробкой с изогнутой под тупым углом газоотводной трубкой и закрепляют в штативе с наклоном в сторону пробирки. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку-приемник, содержащую 1,5 – 2 мл воды. Прогревают всю пробирку, затем прокалывают её, начиная со дна. При пиролизе ацетата кальция образуется ацетон, растворяющийся в воде, налитой в пробирку-приемник. Через 5 – 7 минут объем жидкости в приемнике увеличивается примерно вдвое.

Напишите уравнение реакции получения ацетона из ацетата кальция. Ацетон обнаруживают в растворе пробой Либена.

К части раствора ацетона прибавляют немного растертого в порошок йода и по каплям при встряхивании добавляют 10%-ный раствор гидроксида натрия до обесцвечивания йода. Без нагревания выпадает осадок йодоформа. Напишите уравнение реакции образования йодоформа из ацетона.

При пиролизе ацетата кальция, кроме ацетона, получается карбонат кальция. Для обнаружения его в содержимом пробирки после охлаждения прибавляют несколько миллилитров 10%-ного раствора соляной кислоты. Происходит выделение  $\text{CO}_2$ .

Напишите уравнение реакции.

### 1.2. Свойства ацетона как растворителя.

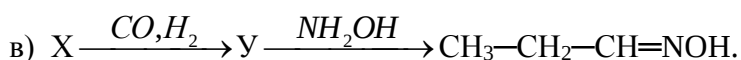
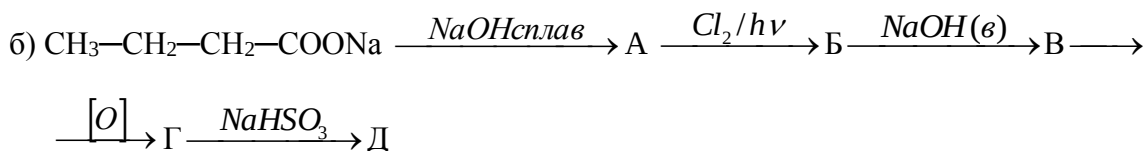
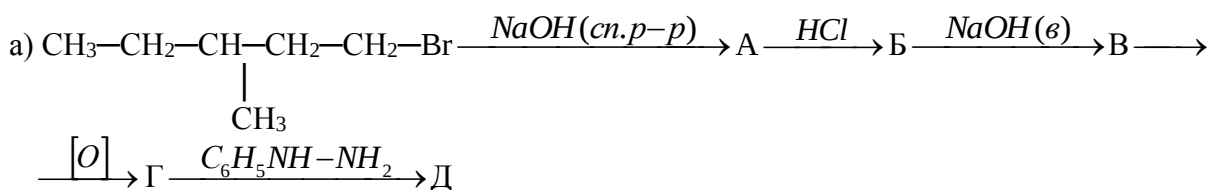
В пробирку вносят по небольшому кусочку целлулоида, фото- или киноплёнки, ацетатного шелка и добавляют по 3 – 4 мл ацетона. Помешивая стеклянной палочкой, растворяют образцы. Вязким раствором, полученным при растворении целлулоида, смазывают стеклянную или деревянную пластинку; после испарения ацетона образуется слой лака. Смачивают ацетоном концы двух кусочков целлулоида (или киноплёнки), через 1 – 2 минуты накладывают их друг на друга и сдавливают. После высыхания ацетона, кусочки склеиваются.

### 1.3. Цветная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия (проба Легалья).

В пробирку наливают 0,5 мл 2%-ного раствора нитропрусида натрия  $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$ , 0,5 мл ацетона и 0,5 мл 10%-ного раствора  $\text{NaOH}$ . Появляется красное окрашивание, постепенно переходящее в оранжевое. При добавлении по каплям концентрированной уксусной кислоты, цвет становится вишнево-красным.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

- Из бутина-1 получите бутанон и напишите для него реакции с бисульфитом натрия, хлористым тионом, синильной кислотой, гидроксиламином. Приведите механизм последней реакции.
- Напишите реакции альдольной, кротоновой и сложноэфирной конденсации для следующих альдегидов: пропаналя, бутаналя, метилпропаналя, 2-метилбутаналя, 2,2-диметилпропаналя. Укажите, все ли перечисленные альдегиды будут участвовать в альдольной конденсации. На одном из примеров приведите механизм альдольной конденсации.
- С помощью последовательных реакций осуществите превращения:
  - метан  $\rightarrow$  оксим уксусного альдегида,
  - бутаналь  $\rightarrow$  бутанон,
  - этан  $\rightarrow$  оксим уксусного альдегида,
  - пентен-1  $\rightarrow$  метил-пропилкетон.
- Заполните схемы превращений:



### Лабораторная работа 13

**Тема: Предельные одноосновные кислоты и их производные.**

**Целью работы** является изучение способов получения и химических свойств предельных карбоновых кислот

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

**Опыт №1 Растворимость предельных карбоновых кислот в воде и в органических растворителях.**

**Реактивы:** карбоновые кислоты: муравьиная, уксусная, масляная (или изомасляная), стеариновая (или пальмитиновая), диэтиловый эфир (или бензол).

В пробирки вносят по 0,5 г следующих кислот: муравьиной, уксусной, масляной (или изомасляной), стеариновой (или пальмитиновой) и добавляют по 2 мл воды. Содержимое пробирок взбалтывают; если кислоты не растворяются, пробирку нагревают. После охлаждения отмечают растворимость в воде взятых для опыта кислот.

Опыт повторяют, но в качестве растворителя используют диэтиловый эфир (или бензол).

Отмечают результаты опыта в рабочем журнале.

**Опыт №2 Получение и свойства уксусной кислоты и её солей.**

**Реактивы:** ацетат натрия, ацетат кальция, концентрированная серная кислота, 10%-ный раствор серной кислоты, уксусная кислота ледяная, 10%-ный раствор уксусной кислоты, метиловый оранжевый, раствор синего лакмуса, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина. 10%-ный раствор карбоната натрия, металлический магний, оксид меди (II), 10%-ный раствор ацетата натрия, 3%-ный раствор хлорида железа (III), 5%-ный раствор серной кислоты, 1%-ный раствор серной кислоты, 1%-ный раствор перманганата калия.

**Оборудование:** прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, химические стаканы (50 – 100 мл), индикаторная бумага.

#### 2.1. Получение уксусной кислоты из её солей, (тяга!)

В пробирку помещают 1 г ацетата натрия и добавляют 2 – 3 мл концентрированной серной кислоты.

Пробирку закрывают газоотводной трубкой и осторожно нагревают реакционную смесь. Выделяющуюся уксусную кислоту определяют по запаху (осторожно!) и по изменению цвета индикаторной бумаги, поднесенной к отверстию газоотводной трубки.

Напишите уравнение реакции.

#### 2.2. Кислотные свойства уксусной кислоты.

В три пробирки наливают по 1мл 10%-ного раствора уксусной кислоты. В первую пробирку добавляют 1 – 2 капли метилового оранжевого, во вторую –

1 – 2 капли раствора синего лакмуса, в третью – 1 – 2 капли 1%-ного раствора спиртового раствора фенолфталеина.

Отмечают, в каких пробирках изменилась окраска.

#### 2.3. Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия.

К 3 – 4 мл 10%-ного раствора карбоната натрия приливают 2 – 3 мл ледяной уксусной кислоты.

Напишите уравнение реакции. Какой вывод можно сделать о кислотных свойствах уксусной и угольной кислоты?

#### 2.4. Взаимодействие уксусной кислоты с магнием и оксидом меди (II).

В пробирку наливают 2 – 3 мл уксусной кислоты, добавляют немного металлического магния и закрывают пробирку прямой газоотводной трубкой с оттянутым концом. Через некоторое время поджигают выделяющийся газ.

Напишите уравнение реакции.

К 0,2 г оксида меди (II), помещенного в пробирку, приливают 2 – 3 мл уксусной кислоты, затем пробирку осторожно нагревают. Обращают внимание на цвет раствора.

Напишите уравнение реакции.

### **2.5. Образование и гидролиз ацетата железа (3).**

В пробирку наливают 2 – 3 капли 10%-ного раствора ацетата натрия и прибавляют несколько капель 3%-ного раствора хлорида железа (III). Появляется желтовато-красное окрашивание раствора, вследствие образования растворимой комплексной соли – хлорида основного гексаацетата железа (III)  $[\text{Fe}_3(\text{OH})_2(\text{CH}_3\text{COO})_6]^+\text{Cl}^-$ . При кипячении раствора происходит гидролиз комплексной соли (ацетата железа) с образованием основной соли – двузамещенного ацетата железа (III), которая выпадает в виде хлопьев красно-бурого цвета.

Напишите уравнение реакций: образования ацетата железа (III) и его гидролиза. Эту реакцию применяют для удаления из раствора ионов трехвалентного железа.

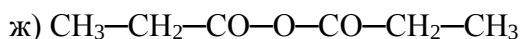
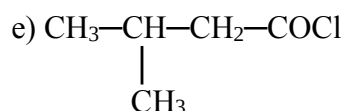
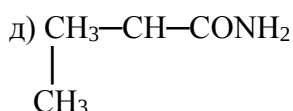
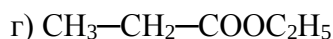
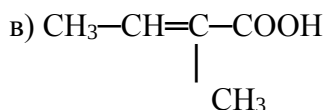
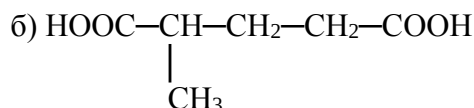
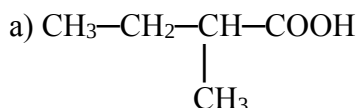
### **2.6. Отношение уксусной кислоты к действию окислителей.**

В пробирку наливают 0,5 мл ледяной уксусной кислоты, 2 – 5 мл 5%-ного раствора серной кислоты и 5 мл 1%-ного раствора перманганата калия. Реакционную смесь перемешивают.

Происходит ли изменение окраски раствора? Сделайте вывод об отношении уксусной кислоты к действию окислителей.

### ***Вопросы и задания для самоконтроля***

1. Назовите по систематической номенклатуре следующие соединения:



2. Расположите в порядке увеличения кислотных свойств, следующие кислоты:

уксусная кислота, трихлоруксусная кислота, монохлоруксусная кислота, дихлоруксусная кислота.

3. Напишите уравнения реакций окисления следующих соединений (укажите условия реакций и окислители): этандиол, изобутиловый спирт, гексанон-2, 3-метилбутаналь, 2-метилгексен-3, 2-метилгександиол-1,5.

4. С помощью магниорганических соединений получите следующие кислоты: а) изомасляную,

б) валериановую,

в) 2-метилбутановую,

г) 2,3-диметилбутановую.

## Лабораторная работа 14

**Тема:** Высшие кислоты и сложные эфиры.

**Целью работы** является изучение способов получения и химических свойств предельных карбоновых кислот

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

### *Опыт №1 Получение и свойства предельных высших кислот и их солей.*

**Реактивы:** мыло (стружка), 1%-ный водный раствор мыла, спиртовой раствор мыла, 10%-ный раствор серной кислоты, 10%-ный раствор уксусной кислоты, 10%-ный раствор соляной кислоты, 5%-ный раствор хлорида кальция, 5%-ный раствор ацетата свинца, 5%-ный раствор сульфата меди (II), 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, 10%-ный раствор гидроксида натрия, диэтиловый эфир, бензол (или керосин, скипидар), стеарин, подсолнечное масло.

**Оборудование:** пипетки, часовые стекла, стаканы (50 – 100 мл), корковые пробки к пробиркам.

#### 1.1. Кислотные свойства высших предельных кислот.

В сухой пробирке растворяют примерно 0,5 г стеарина в диэтиловом эфире (без нагревания) и добавляют 2 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина. Затем по каплям приливают 10%-ный раствор гидроксида натрия. Появляющаяся вначале малиновая окраска исчезает при встряхивании.

Напишите уравнение реакции стеариновой кислоты с гидроксидом натрия.

#### 1.2. Гидролиз натриевых солей высших жирных кислот (гидролиз мыла).

В сухую пробирку наливают 0,5 мл спиртового раствора мыла и прибавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина.

Появляется ли окраска? Затем в пробирку постепенно приливают дистиллированную воду. Что происходит? Как можно объяснить этот опыт? Напишите уравнение реакции.

#### 1.3. Выделение высших жирных кислот из мыла.

В стакане растворяют 1 г мыльной стружки в 10 мл дистиллированной воды. Полученный раствор разливают в четыре пробирки. К одной части приливают 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты.

Что вы наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

Смесь нагревают почти до кипения. Расплавившиеся жирные кислоты всплывают в виде слоя, затвердевающего при охлаждении пробирки. К охлажденной смеси добавляют 3 мл диэтилового эфира. Пробирки закрывают корковыми пробками и энергично встряхивают. Водный слой становится прозрачнее, жирные кислоты растворяются в эфире. Эфирный раствор осторожно с помощью пипетки переносят на часовое стекло. После испарения эфира на стекле остается осадок, напоминающий парафин.

#### 1.4. Образование нерастворимых солей высших жирных кислот.

Ко второй части мыльного раствора, полученного в опыте 3.3. прибавляют 1 мл 5%-ного раствора хлорида кальция, к третьей – 1 мл 5%-ного раствора ацетата свинца, к четвертой – 1 мл 5%-ного раствора сульфата меди (II).

Что происходит? Напишите уравнения реакций.

#### 1.5. Растворение кальциевых, свинцовых и медных мыл.

К половине осадка кальциевого мыла, полученного в предыдущем опыте, прибавляют 10%-ный раствор уксусной кислоты. Осадок растворяется, происходит выделение жирных кислот, образующих при нагревании маслянистый слой. Напишите уравнение реакции.

Вторую половину кальциевого мыла растворяют в 10%-ном растворе соляной кислоты. Нерастворимые в воде мыла растворяются в 10%-ном растворе соляной кислоты. Напишите уравнение реакции.

Нерастворимые в воде мыла жирных кислот (кальциевое, свинцовое, медное и др.) растворяются в органических растворителях. В пробирку с осадком медного мыла (опыт 3.4.) добавляют 1 мл бензола и энергично встряхивают содержимое пробирки. Над поверхностью водного слоя образуется изумрудно-зеленый слой бензольного раствора медного мыла.

#### **1.6. Высаливание мыла.**

В пробирку наливают 2 – 3 мл водного раствора мыла, подогревают его и затем вносят, при перемешивании стеклянной палочкой, сухой хлорид натрия до получения насыщенного раствора. По мере насыщения раствора хлоридом натрия, растворимость мыла уменьшается, раствор начинает мутнеть, и затем натриевое мыло всплывает над прозрачной жидкостью в виде творожистых хлопьев. Этот процесс называют «высаливанием» и применяют в лабораторной практике и в промышленности при выделении органических веществ из водных растворов.

#### **1.7. Эмульгирующие свойства мыла.**

В две пробирки наливают по 2 – 3 капли подсолнечного масла. В одну из них приливают 2 мл дистиллированной воды, а в другую – 2 мл 1%-ного раствора мыла. Энергично встряхивают обе пробирки. Что вы наблюдаете?

### ***Опыт №2 Сложные эфиры органических кислот. Реакция этерификации. Гидролиз сложных эфиров.***

**Реактивы:** этиловый эфир, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота, 20%-ный раствор серной кислоты, 10%-ный раствор гидроксида натрия, изоамиловый спирт, уксусно-этиловый эфир (этилацетат), 30%-ный раствор гидроксида натрия, насыщенный раствор хлорида натрия.

**Оборудование:** водяная баня, термометр.

#### **2.1. Реакция этерификации. Получение уксусно-этилового эфира (этилацетата).**

Катализаторами реакции этерификации служат минеральные кислоты: серная, соляная. Для выяснения роли минеральной кислоты реакцию этерификации проводят в двух вариантах: с катализатором и без него. В первой пробирке (сухой) смешивают 2 мл этилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 2 капли концентрированной серной кислоты. Во вторую пробирку (сухую) к аналогичной смеси этилового спирта и уксусной кислоты катализатор не добавляют. Смеси в обеих пробирках перемешивают встряхиванием и нагревают 8 – 10 минут в водяной бане при температуре воды 65 – 70°C. (Реакционная смесь не должна кипеть!). Затем обе пробирки охлаждают. Для выделения из раствора уксусно-этилового эфира (этилацетата) к содержимому обеих пробирок добавляют по 3 – 4 мл насыщенного раствора хлорида натрия (высаливание). Этилацетат всплывает в виде бесцветной жидкости с приятным запахом.

В одинаковых ли количествах образуется этилацетат в двух пробирках?

Напишите уравнение реакции образования этилацетата и рассмотрите механизм реакции этерификации.

#### **2.2. Получение изоамилацетата (грушевой эссенции).**

В сухой пробирке смешивают 2 мл изоамилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 2 капли концентрированной серной кислоты. Реакционную смесь нагревают в кипящей водяной бане 8 – 10 минут, после чего охлаждают и выливают в пробирку с холодной водой. Сложный эфир (изоамилацетат) всплывает. Обращают внимание на его запах.

Напишите уравнение реакции образования изоамилацетата.

#### **2.3. Гидролиз сложных эфиров. Влияние условий реакции на скорость гидролиза этилацетата.**

В три пробирки наливают по 2–3 мл этилацетата. В одну пробирку добавляют 1 мл воды, в другую – 1 мл 20%-ного раствора серной кислоты, в третью – 1 мл

концентрированного раствора (30%-ного) гидроксида натрия. Реакционные смеси перемешивают встряхиванием, после чего помещают пробирки на 5–10 минут в водяную баню (температура воды в бане 65–75°C).

После окончания опыта сравнивают, на сколько уменьшился объем этилацетата в каждой пробирке, и делают вывод о скорости гидролиза его в нейтральной, кислой и щелочной средах.

Напишите уравнение реакции гидролиза этилацетата в разных средах.

### ***Опыт №3 Ангидриды карбоновых кислот.***

**Реактивы:** уксусный ангидрид, гидрокарбонат натрия, этиловый спирт, 1%-ный раствор гидроксида натрия.

**Оборудование:** водяная баня, пипетка.

#### **3.1. Взаимодействие уксусного ангидрида с водой.**

В пробирку помещают 2 мл воды и 1 мл уксусного ангидрида. Смесь взбалтывают. Через некоторое время она расслаивается, уксусный ангидрид образует нижний слой ( $\rho=1,08$  г/мл). При осторожном нагревании (при встряхивании) происходит гидролиз уксусного ангидрида и смесь становится однородной.

Напишите уравнение реакции гидролиза ангидрида уксусной кислоты и рассмотрите механизм реакции ( $S_N$ ).

#### **3.2. 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.

Напишите уравнение реакции. Почему со щелочами ангидрид уксусной кислоты реагирует легче, чем с водой?

#### **3.3. Ацилирование этилового спирта уксусным ангидридом.**

В пробирке смешивают 2 мл этилового спирта и 1 мл уксусного ангидрида. Реакционную смесь нагревают несколько минут в водяной бане (температура воды 65–75°C). Затем добавляют 1–2 мл воды и нейтрализуют смесь гидрокарбонатом натрия. Появляется запах этилацетата и на поверхности образуется его слой.

Напишите уравнение реакции ацилирования этилового спирта уксусным ангидридом и рассмотрите механизм реакции ( $S_N$ ).

### ***Вопросы и задания для самоконтроля***

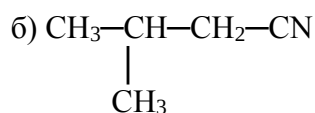
1. Из соответствующих непредельных углеводородов, применяя реакцию оксосинтеза, получите следующие кислоты:

- а) 2,3-диметилпентановую,
- б) 3-метилпентановую,
- в) 2,4-диметигексановую.

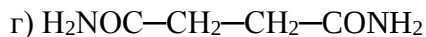
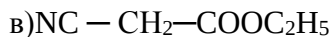
Для каждой из кислот напишите по одной реакции, характеризующей ее кислотные свойства.

2. Напишите для изовалериановой кислоты реакции образования ангидрида, хлорангидрида, амида, этилового эфира всеми возможными способами.

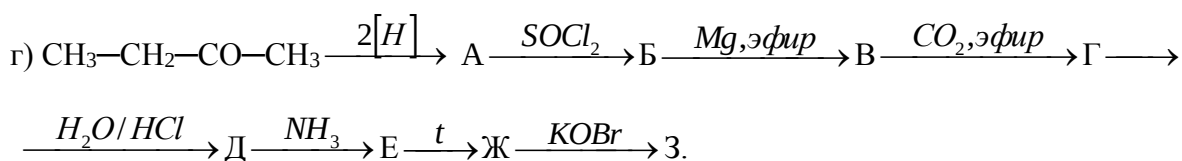
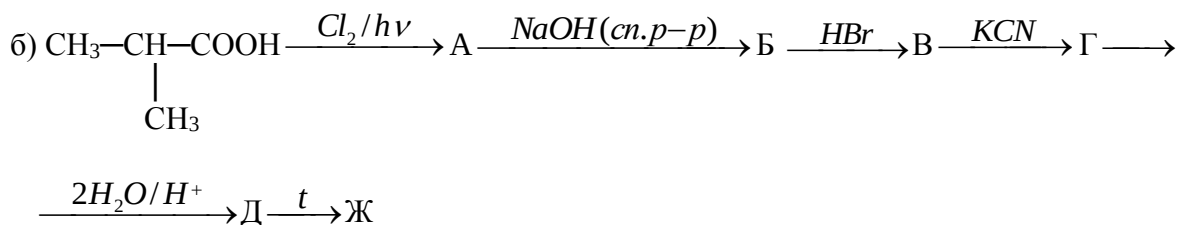
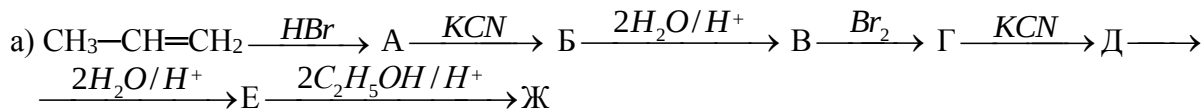
3. Напишите уравнения реакций гидролиза следующих соединений:







4. Заполните схемы превращений



### Лабораторная работа 15

**Тема:** Непредельные одноосновные карбоновые кислоты.

**Целью работы** является изучение химических свойств непредельных карбоновых кислот

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

#### **Опыт №1 Свойства олеиновой кислоты.**

**Реактивы:** олеиновая кислота, 5%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, бромная вода (насыщенный раствор), концентрированная азотная кислота, медь (стружки или проволока).

##### **1.1. Реакция олеиновой кислоты с бромной водой.**

В пробирку наливают 2 мл бромной воды и вносят около 0,5 г олеиновой кислоты. Смесь энергично взбалтывают.

Что происходит? Напишите уравнение реакции.

##### **1.2. Окисление олеиновой кислоты перманганатом калия.**

В пробирку помещают 1 мл 5%-ного раствора перманганата калия, 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия и 0,5 мл олеиновой кислоты. Смесь энергично перемешивают.

Отмечают изменения, происходящие с реакционной смесью.

Напишите уравнение реакции и подберите коэффициенты.

##### **1.3. Изомеризация олеиновой кислоты в элаидиновую (тяга!).**

В пробирку вносят примерно 0,5 – 1,0 мл олеиновой кислоты, немного медных стружек (или проволоки) и добавляют 1 – 1,5 мл концентрированной азотной кислоты. Содержимое пробирки осторожно перемешивают и ставят в штативе в вытяжной шкаф на 1 – 1,5 ч.

Какие изменения происходят в пробирке? Напишите схему реакции.

#### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Напишите структурную формулу олеиновой кислоты и найдите «йодное число» и «кислотное число» её.
2. Напишите структурную формулу линолевой кислоты и найдите «йодное число» и «кислотное число» её.
3. Напишите структурную формулу линоленовой кислоты и найдите «йодное число» и «кислотное число» её.

## Лабораторная работа 16

**Тема: Жиры и масла.**

**Целью работы** является изучение структуры, свойств жиров и масел.

**Формируемые компетенции:** ПК-4.

### *Опыт №1 Жиры и масла.*

**Реактивы:** этиловый спирт, диэтиловый эфир, четыреххлористый углерод, хлороформ, бензол, смесь этилового спирта с бензолом (1:1), 5%-ный раствор гидроксида натрия, 5%-ный раствор карбоната натрия, 0,1 Н раствор гидроксида калия, 1%-ный раствор мыла, 10%-ный раствор карбоната натрия, раствор белка, 1%-ный раствор фенолфталеина, 0,05%-ный спиртовой раствор йода, 2%-ный крахмальный клейстер, 10%-ный раствор перманганата калия, 15%-ный раствор гидроксида натрия, хлорид натрия (насыщенный раствор), подсолнечное масло, свиной (говяжий или бараний) жир, семена подсолнечника (или льна).

**Оборудование:** фильтровальная бумага, ножницы, бюретки, колбы конические (50 – 100 мл), баня водяная, воздушные холодильники и конические колбы, термометр, химические стаканы (50 – 100 мл), фарфоровые ступки, промытый песок, пробки с обратным воздушным холодильником, химические воронки, мерные цилиндры (10 мл).

#### 1.1. Растворимость жиров и масел в органических растворителях.

В четыре пробирки наливают по 2 капли подсолнечного масла и добавляют по 2 мл органических растворителей: в первую пробирку – этиловый спирт, во вторую – диэтиловый эфир, в третью – хлороформ, в четвертую – четыреххлористый углерод. Содержимое всех пробирок энергично встряхивают. В каких растворителях масло растворяется?

Пробирку, в которой образовалась эмульсия, нагревают до начинающегося кипения и встряхивают. Увеличивается ли растворимость при нагревании?

Опыт повторяют, но вместо подсолнечного масла в пробирки с органическими растворителями вносят небольшое количество животного жира (свиного, говяжьего или бараньего сала).

#### 1.2. Экстрагирование жира из масличных семян.

Смешивают 2 г семян подсолнечника (или льна) с песком и тщательно растирают в ступке. Измельченные семена переносят в пробирку, приливают 5 мл хлороформа (или  $\text{CCl}_4$ ) и перемешивают содержимое пробирки стеклянной палочкой. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают в водяной бане при 75 – 80°C в течение 10–15 минут. После охлаждения отфильтровывают немного раствора и наносят несколько капель его на фильтровальную бумагу. После испарения растворителя на бумаге образуется масляное пятно.

#### 1.3. Эмульгирование жиров и масел.

В пять пробирок вносят по 2–3 капли подсолнечного масла, затем добавляют в первую пробирку 3 мл воды, во вторую – 5%-ный раствор гидроксида натрия, в третью – 3 мл 5%-ного раствора карбоната натрия, в четвертую – 3 мл раствора мыла, в пятую – 3 мл раствора белка.

Содержимое пробирок энергично встряхивают, происходит образование эмульсий. Пробирки ставят в штатив на 3–5 минут, после чего отмечают, в каких пробирках образовалась устойчивая эмульсия и в каких – неустойчивая (произошло расслоение, приводящее к появлению слоя масла на поверхности жидкости).

#### 1.4. Определение степени непереносимости жира йодным числом.

Йодное число – это количество граммов йода, присоединяющегося к 100 г жира. Чем больше величина йодного числа, тем больше двойных связей находится в остатках высших кислот, входящих в состав триглицеридов (жира и масла).

В коническую колбу ёмкостью 50 – 100 мл наливают 10%-ного раствора растительного масла в хлороформе, добавляют 2 капли 2%-ного раствора крахмала и по каплям, при энергичном встряхивании, приливают из бюретки 0,05%-ный спиртовой раствор йода до появления синего окрашивания (на поверхности появляется синее кольцо).

Рассчитайте йодное число взятого вами для опыта растительного масла. Напишите уравнение реакции присоединения йода к стеародиолеину.

#### **1.5. Определение кислотного числа масла.**

В коническую колбу ёмкостью 50 мл растворяют 2 г растительного масла в смеси спирта с бензолом (1:1) и прибавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина. К раствору масла по каплям, при встряхивании, добавляют из бюретки 0,1N раствор гидроксида калия до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей после взбалтывания. Определите, сколько мл 0,1N раствора гидроксида калия израсходовано на нейтрализацию свободных жирных кислот, содержащихся в 2 г масла.

Рассчитайте кислотное число исследуемого жира.

#### **1.6. Взаимодействие растительного масла с водным раствором перманганата калия (реакция Вагнера).**

В пробирку наливают примерно 0,5 мл подсолнечного масла, 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия и 1 мл 2%-ного раствора перманганата калия. Энергично встряхивают содержимое пробирки. Фиолетовая окраска перманганата калия исчезает.

Напишите уравнение реакции взаимодействия дипальмитоолеина с перманганатом калия в водной среде и подберите коэффициенты.

#### **1.7. Омыление жира спиртовым раствором гидроксида натрия.**

В коническую колбу ёмкостью 50–100 мл помещают 1,5–2 г твердого жира и приливают 6 мл 15%-ного спиртового раствора гидроксида натрия. Колбу закрывают пробкой с воздушным холодильником, перемешивают реакционную смесь и нагревают колбу в водяной бане при встряхивании в течение 10–12 минут при температуре 80°C. Для определения конца реакции несколько капель гидролизата выливают в 2–3 мл горячей дистиллированной воды: если гидролизат растворяется полностью, без выделения капель жира, то реакцию можно считать законченной. После окончания омыления из гидролизата высаливают мыло добавлением 6 – 7 мл горячего насыщенного раствора хлорида натрия. Выделяющееся мыло всплывает, образуя на поверхности раствора слой. После отстаивания, смесь охлаждают холодной водой, затвердевшее мыло отделяют.

Напишите уравнение реакции омыления тристеарина гидроксидом натрия. Назовите продукты реакции.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Напишите структурные формулы следующих жиров:

- а) 1,2,3-триолеилглицерин, б) 1,2-диолеил-3-пальмитилглицерин,
- в) 1-олеил-2,3-дипальмитилглицерин.

Дайте определение понятиям «йодное число», «кислотное число». Для какого жира йодное число выше и почему? Ответ подтвердите соответствующими реакциями.

2. Напишите структурную формулу олеопальмитостеарина и уравнения реакций этого триглицерида:

- а) со щелочным раствором перманганата калия,
- б) с водородом (в присутствии никеля),
- в) с водным раствором щелочи (при нагревании).

3. Как можно отличить друг от друга по химическим свойствам следующие триглицериды: а) диолеостеарин; б) лауринодипальмитин. Напишите уравнения реакций.
4. Напишите структурную формулу бутироолеопальмитина. Обработайте глицерид а) йодом, б) раствором щелочи (при нагревании). Напишите уравнения реакций.
5. Напишите уравнение реакции гидрирования триолеина. Что получится при омылении триолеина щелочью? Напишите уравнения реакций и назовите получающиеся соединения.
6. Напишите структурную формулу полного триглицерида линолевой кислоты. Приведите уравнения реакций этого триглицерида: а) с йодом, б) с водным раствором щелочи (при нагревании), в) с водородом (в присутствии никеля).
7. Напишите уравнение реакции гидрирования линолеодиолеина. Что получится, если подействовать на этот глицерид водой (в присутствии серной кислоты)? Напишите уравнение реакции.

#### **Рекомендуемая литература и интернет - ресурсы:**

##### **Основная литература:**

1. Юровская М.А. Основы органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Юровская М.А., Куркин А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 237 с.
2. Найденко Е.С. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Найденко Е.С.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 91 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. Захарова, О.М. Органическая химия: Основы курса : учебное пособие / О.М. Захарова, И.И. Пестова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - Н. Новгород: ННГАСУ, 2014. - 89 с.
2. Органическая химия: практикум / Новосибирский государственный аграрный университет; сост. Т.И. Бокова, Н.А. Кусакина, И.В. Васильцова. - Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2014. - 140 с.
3. Попков, В. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов / В.А. Попков, Ю.А. Ершов, А.С. Берлянд: под ред. Ю.А. Ершова. - 9-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 560 с.
4. Березин, Б. Д. Органическая химия : учеб. пособие для бакалавров / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 768 с.

##### **Интернет ресурсы:**

1. [www.ldbncstu](http://www.ldbncstu).
2. [Foliant.ru](http://Foliant.ru)
3. <http://biblioclub.ru>
4. [window.edu.ru](http://window.edu.ru)
5. [www.ict.edu.ru](http://www.ict.edu.ru)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

### **Методические указания**

по организации и проведению самостоятельной работы  
по дисциплине: «Органическая химия» для студентов  
направления подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация  
общественного питания  
направленность (профиль) Технология и организация ресторанного дела

Пятигорск, 2026 г.

## **Содержание**

Введение

1 Общая характеристика самостоятельной работы студента

2 План-график выполнения СРС по дисциплине

3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

4 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

4.1 Вопросы для собеседования

4.2 Формы отчетности, порядок их оформления и представления, критерии  
оценивания

5 Методические указания

6 Методические указания по подготовке к экзамену

7 Список рекомендуемой литературы

## Введение

Целями освоения дисциплины «Органической химия» являются:

- изучение фундаментальных законов органической химии на базе которых рассматриваются теоретические основы технологии продукции общественного питания;

- изучение процессов органической химии на современном научно-техническом уровне.

Задачами освоения дисциплины «Органической химия» являются:

- изучение основных понятий и законов органической химии в объёме, необходимом для профессиональной деятельности специалистов в области пищевой промышленности, научных основ химических методов анализа для контроля соблюдения экологической безопасности продуктов питания;

- приобретение умений по методам исследований в органической химии, связанных с пищевой промышленностью

Дисциплина «Органическая химия» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений. Её освоение происходит во 2 семестре.

### 1. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Органическая химия»

Целью самостоятельного изучения литературы по темам дисциплины является подготовка к собеседованию с преподавателем по темам теоретического материала. Задачей самостоятельного изучения литературы по темам дисциплины является конспектирование студентом тем дисциплины.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Органическая химия» предусматривает следующие виды: самостоятельное изучение литературы по темам 1-16 и подготовку к лабораторным занятиям.

Самостоятельная работа – это работа студентов по усвоению обязательной и свободно получаемой информации по самообразованию. Такая форма обучения приобретает в настоящее время актуальность и значимость. Её функцией является обеспечение хорошего качества усвоения знаний, умений, навыков и профессиональных компетенций студентами по изучаемой дисциплине. В качестве форм и методов внеаудиторной работы студентов является самостоятельная работа в библиотеке, конспектирование, работа со специальными словарями и справочниками, расширение понятийно-терминологического аппарата.

#### Формируемые компетенции данными видами деятельности

| Код, формулировка компетенции                                                                                                                                                                                                                         | Код, формулировка индикатора                                                                                                                                                                                                                                                              | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-4. Способен определять и анализировать свойства сырья, полуфабрикатов и продовольственных товаров, влияющие на оптимизацию технологического процесса, качество и безопасность готовой продукции, эффективность и надежность процессов производства | ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Анализирует свойства, функции, классификацию и значение сырьевых компонентов, их изменения при технологической обработке, основные направления их использования при производстве пищевых продуктов для обеспечения получения безопасной продукции высокого качества. | Анализирует свойства, функции, классификацию и значение сырьевых компонентов, их изменения при технологической обработке, основные направления их использования при производстве пищевых продуктов для обеспечения получения безопасной продукции высокого качества. |

|  |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                               |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ИД-2ПК-4 Организует выбор, применяет методы и средства измерений, испытаний и контроля для исследования качества, безопасности сырья и готовой продукции | Осознает выбор, применяет методы и средства измерений, испытаний и контроля для исследования качества, безопасности сырья и готовой продукции |
|  | ИД-3ПК-4 Разрабатывает мероприятия по совершенствованию системы контроля качества и оптимизации технологических процессов производства продуктов питания | Учитывает мероприятия по совершенствованию системы контроля качества и оптимизации технологических процессов производства продуктов питания.  |

## 2. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При работе с литературными источниками важно уметь правильно читать, понимать и запоминать прочитанное. Для понимания сложного текста важно не только быть внимательным при чтении, иметь знания и уметь их применять, но и владеть определенными мыслительными приемами. Один из них состоит в крайне важности воспринимать не отдельные слова, а предложения и даже целые группы предложений, т. е. абзацы.

При работе с литературой используются выписки (обязательное условие выписок – точное указание источника и места, откуда это выписано). Целесообразно выписки делать на карточках, что облегчает их хранение и использование. При заполнении карточек следует учитывать, что два самостоятельных вопроса заносить на одну карточку нельзя, т.к. это затруднит их классификацию и хранение. Карточка должна содержать обозначение ее содержания, номер или шифр, указывающий ее место в карточке, дату заполнения, библиографические данные. Записи на карточке следует располагать на одной стороне, они должны быть четкими и достаточно полными. При выписывании цитат крайне важно сохранять абсолютную точность при передаче мыслей автора, ставить их в кавычки. Пропуски в цитате допускаются (отмечаются многоточием), но они не должны изменять смысла высказывания. Цитата обязательно должна быть снабжена указанием источника.

В процессе работы над изучаемым материалом составляется план в целях более четкого выявления структуры текста, записи системы, в которой излагает материал данный автор, подготовки к выступлению, а также для написания какой-либо работы, записи своих мыслей с новой систематизацией материала. В плане могут встречаться отдельные цифры и другие фактические сведения, которые хотя и не являются собственно планом, но помогают в будущем его использовании (к примеру, при выступлении).

При изучении теоретического материала требуется составление конспекта.

**Конспект** – это краткая письменная запись содержания статьи, книги, лекции, предназначенные для последующего восстановления информации с различной степенью полноты.

Конспект – это систематическая, логически связная запись, объединяющая план, выписки, тезисы или, по крайней мере, два из этих типов записи. Исходя из определения, выписки с отдельными пунктами плана, если в целом они не отражают логики произведения, если между отдельными частями записи нет смысловой связи, – это не конспект. В конспект включаются не только основные положения, но и доводы, их обосновывающие, конкретные факты и примеры, но без их подробного описания.

Конспектирование может осуществляться тремя способами:

- цитирование (полное или частичное) основных положений текста;
- передача основных мыслей текста «своими словами»;



- смешанный вариант.

Все варианты предполагают использование сокращений.

При написании конспекта рекомендуется следующая последовательность:

1. Проанализировать содержание каждого фрагмента текста, выделяя относительно самостоятельные по смыслу;
2. Выделить из каждой части основную информацию, убрав избыточную;
3. Записать всю важную для последующего восстановления информацию своими словами или цитируя, используя сокращения.

Разделяют четыре вида конспектов:

- текстуальный,
- плановый,
- свободный,
- тематический.

**Текстуальный** состоит из отдельных авторских цитат. Необходимо только умение выделять фразы, несущие основную смысловую нагрузку. Это прекрасный источник дословных высказываний автора и приводимых им фактов. Текстуальный конспект используется длительное время.

**Плановый** – это конспект отдельных фрагментов материала, соответствующих названиям пунктов предварительно разработанного плана. Он учит последовательно и четко излагать свои мысли, работать над книгой, обобщая содержание ее в формулировках плана. Такой конспект краток, прост и ясен по своей форме. Это делает его незаменимым пособием при быстрой подготовке доклада, выступления.

**Свободный** конспект – индивидуальное изложение текста, т.е. отражает авторские мысли через ваше собственное видение. Требуется детальная проработка текста.

Свободный конспект представляет собой сочетание выписок, цитат, иногда тезисов, часть его текста может быть снабжена планом. Это наиболее полноценный вид конспекта.

**Тематический конспект** – изложение информации по одной теме из нескольких источников.

Составление тематического конспекта учит работать над темой, всесторонне обдумывая ее, анализируя различные точки зрения на один и тот же вопрос. Таким образом, этот конспект облегчает работу над темой при условии использования нескольких источников.

### **Оформление конспекта**

1. Название конспектируемого произведения (или его части) и его выходных данных, т.е. библиографическое описание документа.
2. План текста.
3. Изложение наиболее существенных положений изучаемого материала (тезисы) последовательно и кратко своими словами или в виде цитат, включая конкретные факты и примеры.
4. Составляя конспект, можно отдельные слова и целые предложения писать сокращенно, выписывать только ключевые слова, применять условные обозначения.
5. Чтобы форма конспекта как можно более наглядно отражала его содержание, располагайте абзацы «ступеньками» подобно пунктам и подпунктам плана, применяйте разнообразные способы подчеркивания, используйте карандаши и ручки разного цвета.
6. Используйте реферативный способ изложения (например: «Автор считает...», «раскрывает...»).

7. Собственные комментарии полагайте на полях.

Итоговым продуктом самостоятельного изучения литературы по конкретным темам является конспект, средством оценки данного вида деятельности – собеседование, тестирование.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации

| №<br>п/п                                         | Виды самостоятельной работы                | Рекомендуемые источники информации |                     |                   |                      |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
|                                                  |                                            | Основная                           | Дополни-<br>тельная | Методи-<br>ческая | Интернет-<br>ресурсы |
| 1. Самостоятельное изучение литературы по темам: |                                            |                                    |                     |                   |                      |
|                                                  | Тема 1. Основные сведения по дисциплине    | 1,2                                | 2                   | 2                 | 123                  |
|                                                  | Тема 2. Алканы                             | 1,2                                | 1,3                 | 2                 | 1,2                  |
|                                                  | Тема 3. Алкены                             | 1,2                                | 1,2                 | 2                 | 1,3                  |
|                                                  | Тема 4. Алкадиены                          | 1,2                                | 2                   | 2                 | 1, 2,3               |
|                                                  | Тема 5. Алкины                             | 1,2                                | 2                   | 2                 | 1,2,3                |
|                                                  | Тема 6. Циклоалканы                        | 1,2                                | 1,2                 | 1                 |                      |
|                                                  | Тема 7. Основные галогенпроизводные        | 1,2                                | 1,2                 | 1,2               | 1,3                  |
|                                                  | Тема 8. Одноатомные спирты                 | 1,2                                | 4                   | 1,2               | 4                    |
|                                                  | Тема 9. Многоатомные спирты: простые эфиры | 1,2                                | 4                   | 1,2               | 3-5                  |
|                                                  | Тема 10. Альдегиды                         | 1,2                                | 1-4                 | 2                 | 5                    |
|                                                  | Тема 11. Кетоны                            | 1,2                                | 1-3                 | 1                 | 1-3                  |
|                                                  | Тема 12. Предельные карбоновые кислоты     | 1,2                                | 3                   | 2                 | 1-4                  |
|                                                  | Тема 13. Непредельные карбоновые кислоты   | 1,2                                | 2,3                 | 1,2               | 1-3                  |
|                                                  | Тема 14. Жиры                              | 1,2                                | 2-4                 | 1,2               | 2-5                  |
|                                                  | Тема 15. Ароматические углеводороды        | 1,2                                | 1,4                 | 2                 | 3,5                  |
|                                                  | Тема 16. Ароматические спирты              | 1,2                                | 1-4                 | 1,2               | 2-5                  |
|                                                  | Тема 17. Ароматические спирты              | 1,2                                | 1-4                 | 1,2               | 2-5                  |
| 2.Подготовка к лабораторным работам              |                                            |                                    |                     |                   |                      |
|                                                  | Лабораторные занятия 1-17                  | 1,2                                | 2                   | 1                 | 4                    |
| 3                                                | Подготовка к экзамену                      | 1,2                                | 3,4                 | 2                 | 5                    |

Вопросы для собеседования

Контрольные вопросы по теме 1:

1. Задачи органической химии
2. Историческое развитие органической химии
3. Теория строения Бутлерова
4. Природа ковалентной связи.
5. Понятие о гибридизации орбиталей.
6. Взаимное влияние атомов, эффекты.

Контрольные вопросы по теме 2:

1. Напишите электронное строение атомов углерода в алканах.

2. Напишите структурные формулы изомеров пентана.
3. Назовите по систематической номенклатуре диметилпропилметан.
4. Лабораторный способ получения метана.
5. Физические свойства этана.
6. Написать уравнение реакции горения пропана.

Контрольные вопросы по теме 3:

1. Напишите электронное строение атомов углерода в алкенах при двойной связи.
2. Напишите структурные формулы изомеров 1-бутена.
3. Назовите по систематической номенклатуре триметилэтилен.
4. Напишите реакцию получения пропилена дегидрированием пропана.
5. Физические свойства этилена.
6. Напишите уравнение реакции полимеризации пропилена.
7. Напишите качественную реакцию на двойную связь

Контрольные вопросы по теме 4:

1. Напишите электронное строение атомов углерода в алкадиенах при двойной связи.
2. Напишите структурные формулы алкадиенов  $C_4H_6$ .
3. Напишите структурную формулу 2-метил-1,4-пентадиена.
4. Напишите уравнение реакции получения 1,3-бутадиена дегидрированием бутана.
5. Напишите уравнение реакции 1,3 бутадиена с  $HCl$ .

Контрольные вопросы по теме 5:

1. Напишите электронное строение атомов углерода в алкинах при тройной связи.
2. Напишите структурные формулы алкинов  $C_4H_6$ .
3. Назовите по систематической номенклатуре этилизопропилацетилен.
4. Способ получения ацетилена из метана (условия).
5. Физические свойства ацетилена.
6. Напишите уравнение реакции ацетилена с натрием.
7. Напишите качественную реакцию на тройную связь.

Контрольные вопросы по теме 6:

1. Напишите строение цикlopentана.
2. Напишите строение циклогексена.
3. Изобразите структуру циклооктана.
4. Изомерия циклоалканов.
5. Понятие ароматичности циклов.
6. Правило замещения в ароматическом ядре.

Контрольные вопросы по теме 7:

1. Напишите строение 2,3-дихлорпентана.
2. Напишите структурные формулы изомеров  $C_4H_9Cl$ .
3. Назовите по систематической номенклатуре хлороформ.
4. Способ получения галогенпроизводных углеводородов реакцией пропилена с  $HCl$ .
5. Физические свойства хлористого этила.
6. Напишите уравнение реакции 2-хлорпропана с водным раствором  $NaOH$ .

Контрольные вопросы по теме 8:

1. Напишите строение 2-пентанола.
2. Напишите структурные формулы изомеров спиртов  $C_4H_9OH$ .
3. Назовите по систематической номенклатуре этилизобутилкарбинол.
4. Способ получения спиртов гидролизом галогенпроизводных углеводов.
5. Физические свойства этилового спирта.
6. Напишите уравнение реакции этанола с натрием.

Контрольные вопросы по теме 9:

1. Напишите строение 1,3-пропандиола.
2. Напишите структурные формулы изомеров  $C_4H_8(OH)_2$
3. Назовите по систематической номенклатуре пропиленгликоль.
4. Способ получения многоатомных спиртов взаимодействием пропилена с водным раствором  $KMnO_4$ .
5. Физические свойства этиленгликоля.
6. Напишите уравнение реакции этиленгликоля с натрием.
7. Напишите уравнение качественной реакции на многоатомные спирты.

Контрольные вопросы по теме 10:

1. Что образуется при окислении альдегидов? Привести примеры.
2. Напишите структурные формулы изомерных альдегидов  $C_5H_{10}O$ .
3. Напишите уравнение реакции получения альдегида дегидрированием бутилового спирта (условия).
4. Напишите уравнение реакции пропаналя с гидросульфитом натрия.

Контрольные вопросы по теме 11:

1. Структура кетонов
2. Номенклатура кетонов
3. Изомерия кетонов
4. Методы получения кетонов
5. Характерные реакции кетонов.
6. Отличительные реакции кетонов от альдегидов.

Контрольные вопросы по теме 12:

1. Напишите строение масляной кислоты.
2. Напишите структурные формулы изомерных предельных кислот  $C_5H_{10}O_2$
3. Назовите по систематической номенклатуре стеариновую кислоту.
4. Способ получения уксусной кислоты окислением бутана (условия).
5. Физические свойства муравьиной кислоты.
6. Напишите уравнение реакции уксусной кислоты с водным раствором карбоната натрия.

Контрольные вопросы по теме 13:

1. Структура непредельных карбоновых кислот
2. Номенклатура непредельных карбоновых кислот
3. Изомерия непредельных карбоновых кислот
4. Методы получения непредельных карбоновых кислот
5. Характерные реакции непредельных карбоновых кислот

## 6. Свойства с участием обеих функциональных групп

Контрольные вопросы по теме 14:

1. Классификация жиров
2. Строение жиров
3. Виды жирных кислот
4. Представители сложных жиров
5. Химические свойства жиров
6. Прогоркание жиров.

Контрольные вопросы по теме 15:

1. Строение ароматических углеводов
2. Номенклатура производных бензола
3. Изомерия производных бензола
4. Методы получения ароматических углеводов
5. Полициклические ароматические соединения
6. Индетификация аренов

Контрольные вопросы по теме 16:

1. Физические свойства ароматических спиртов
2. Химические свойства ароматических спиртов
3. Отдельные представители спиртов
4. Представители непредельных спиртов
5. Особенности ароматических спиртов
6. Методы идентификации спиртов

## 5. Методические указания (по видам работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины)

### *Самостоятельное выполнение заданий*

Задания и упражнения для самостоятельной работы преимущественно содержатся в учебно-методическом комплексе дисциплины (методических указаниях к семинарским занятиям и методических указаниях по самостоятельной работе студентов). Кроме того, задания и упражнения могут предлагаться преподавателями кафедры, ведущими семинарские занятия. На лекциях преподаватели также дают задания для самостоятельной работы.

В рамках самостоятельной работы студенты сами могут предлагать собственные темы и формы выполнения заданий.

Сдача задания производится преподавателю, ведущему семинарские занятия, в установленные им сроки.

В составе методических указаний к семинарским занятиям предусмотрены рекомендации по подготовке к семинарскому занятию. При выполнении работы студенты могут использовать не только методические указания по решению задач, но и другие материалы учебно-методического комплекса.

### *Требования к оформлению заданий*

Задания по самостоятельной работе должны быть оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-91 (ИСО 5966-82). Страницы текста должны соответствовать формату А4 (210 × 297 мм).

Текст заданий должен быть выполнен на одной стороне листа с применением компьютерных устройств. При использовании персонального компьютера рекомендуется

использовать среду Windows, редактор Word. Параметры документа следующие: интервал – 1,5, кегль (размер) – 14, шрифт – Times New Roman. Функция переноса слов обязательна. Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое - 30 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее – 20 мм.

Нумерация страниц начинается со страницы, содержащей оглавление работы, и производится арабскими цифрами в правом верхнем углу листа. Титульный лист включается в общую нумерацию, но не нумеруется. В приложениях страницы не нумеруются. Иллюстрации, схемы, графики, таблицы, расположенные на отдельных страницах, включаются в общую нумерацию страниц.

Текст основной части работы может подразделяться на разделы и подразделы. Каждый раздел следует начинать с новой станицы. Разделы и подразделы должны иметь наименование - заголовки, в которых кратко отражается основное содержание текста. Заголовки разделов пишутся симметрично тексту прописными (заглавными) буквами и выделяются жирным шрифтом. Заголовки подразделов пишутся с абзаца строчными буквами, кроме первой – прописной и также выделяются жирным шрифтом. Сокращенное написание слов в заголовках не допускается. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух и более предложений, их разделяют точкой. Подчеркивание заголовков не допускается. Расстояние между заголовками раздела (подраздела) и последующим текстом должно быть равно одинарному межстрочному интервалу (10 мм), а расстояние между заголовком подраздела и последней строкой предыдущего текста – 2-м одинарным межстрочным интервалам (15 мм).

В тексте не должно быть рисунков и таблиц без ссылок на них. Рисунки и таблицы располагаются в тексте сразу после ссылок на них. Рисунки должны иметь поясняющую надпись – название рисунка, которая помещается под ним. Рисунки обозначаются словом «Рис». Точка в конце названия не ставится. Рисунки следует нумеровать последовательно арабскими цифрами в сквозном порядке в пределах всей работы.

Цифровой материал целесообразно оформлять в виде таблицы. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен быть кратким и отражать содержимое таблицы.

Над названием справа пишется слово «Таблица» с порядковым номером арабскими цифрами в сквозном порядке в пределах всей работы. Тематический заголовок пишут строчными буквами, кроме первой прописной. В конце заголовка точку не ставят. Таблицу следует размещать так, чтобы ее можно было читать без поворота работы или же с поворотом по часовой стрелке. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу. При переносе таблицы, на следующей странице повторяют ее шапку и над ней помещают надпись «Продолжение табл.» с указанием номера. Если шапка таблицы громоздкая, то вместо нее с перенесенной части в отдельной строке помещают номер граф.

Приложение оформляется как продолжение основной части задания, располагается в порядке появления ссылок в тексте. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы и иметь содержательный заголовок, напечатанный жирным шрифтом. В правом верхнем углу под заголовком прописными буквами печатается слово «Приложение». Нумерация разделов, пунктов, таблиц в каждом приложении своя.

## **6. Методические указания по подготовке к экзамену**

Экзамен во 2 семестре.

Вопросы для проверки уровня обученности

- |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Введение, теория химического строения органических соединений.</li><li>2. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений, характеристика основных реакций в органической химии.</li><li>3. Классификация органических соединений.</li></ol> |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

4. Алканы, строение, общая формула.
5. Изомерия, номенклатура алканов.
6. Способы получения алканов.
7. Химические свойства алканов.
8. Алкены, строение, общая формула.
9. Изомерия, номенклатура алкенов.
10. Способы получения алкенов.
11. Химические свойства алкенов.
12. Алкадиены, строение, общая формула.
13. Изомерия, номенклатура алкадиенов.
14. Способы получения алкадиенов.
15. Химические свойства алкадиенов.
16. Алкины, строение, общая формула.
17. Изомерия, номенклатура алкинов.
18. Способы получения алкинов.
19. Химические свойства алкинов.
20. Галогенпроизводные углеводородов, изомерия, номенклатура.
21. Способы получения галогенпроизводных углеводородов.

Уметь  
Владеть

1. Химические свойства галогенпроизводных.
2. Спирты, общая формула, изомерия.
3. Номенклатура спиртов и способы получения.
4. Химические свойства спиртов.
5. Многоатомные спирты, простые эфиры, номенклатура.
6. Способы получения многоатомных спиртов и простых эфиров.
7. Химические свойства многоатомных спиртов.
8. Альдегиды и кетоны, строение, общая формула.
9. Изомерия, номенклатура альдегидов и кетонов.
10. Способы получения альдегидов и кетонов.
11. Химические свойства альдегидов и кетонов.
12. Карбоновые кислоты, строение, номенклатура.
13. Способы получения карбоновых кислот.
14. Химические свойства карбоновых кислот.
15. Непредельные карбоновые кислоты, номенклатура, получение.
16. Особенности химических свойств непредельных карбоновых кислот.
17. Жиры их строение, номенклатура.
18. Способы получения жиров.
19. Химические свойства жиров.
20. Циклоалканы, номенклатура, изомерия.
21. Источники и способы получения циклоалканов.
22. Физические свойства циклоалканов.
23. Химические свойства циклоалканов.
24. Ароматические углеводороды, гомологический ряд, строение,
25. Номенклатура, изомерия ароматических углеводородов.
26. Источники и способы получения ароматических углеводородов.
27. Физические свойства ароматических углеводородов.
28. Химические свойства ароматических углеводородов.
29. Способы получения ароматических аминов.
30. Способы получения фенолов.
31. Физические свойства ароматических аминов.
32. Физические свойства фенолов.
33. Химические свойства ароматических аминов.

### 34. Химические свойства фенолов.

#### **Рекомендуемая литература и интернет - ресурсы:**

##### **Основная литература:**

1. Юровская М.А. Основы органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Юровская М.А., Куркин А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 237 с.
2. Найденко Е.С. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Найденко Е.С.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 91 с.

##### **Дополнительная литература:**

1. Захарова, О.М. Органическая химия: Основы курса : учебное пособие / О.М. Захарова, И.И. Пестова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет». - Н. Новгород: ННГАСУ, 2014. - 89 с.
2. Органическая химия: практикум / Новосибирский государственный аграрный университет; сост. Т.И. Бокова, Н.А. Кусакина, И.В. Васильцова. - Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2014. - 140 с.
4. Попков, В. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учебник для вузов / В.А. Попков, Ю.А. Ершов, А.С. Берлянд: под ред. Ю.А. Ершова. - 9-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 560 с.
5. Березин, Б. Д. Органическая химия : учеб. пособие для бакалавров / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. - 2-е изд. - М. : Юрайт, 2012. - 768 с.

##### **Интернет-ресурсы:**

1. [www.ldbncstu](http://www.ldbncstu).
2. [Foliant.ru](http://Foliant.ru)
3. <http://biblioclub.ru>
4. [window.edu.ru](http://window.edu.ru)
5. [www.ict.edu.ru](http://www.ict.edu.ru)