

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А.СТОЛЫПИНА»

Ю.Р. Гирфанова

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания для проведения  
лабораторных работ



Димитровград, 2022

**УДК 54**  
**ББК 24.2**  
**Г-51**

**Гирфанова Ю.Р.** Органическая химия: Методические указания для проведения лабораторных работ / Ю.Р. Гирфанова - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2022.- 47 с.

Рецензенты: Курьянова Надежда Хусаиновна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Технология производства, переработки и экспертизы продукции АПК» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Органическая химия: Методические указания для проведения лабораторных работ предназначены для подготовки бакалавров направления 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Методические включает описание опытов, характеризующих важнейшие свойства основных классов органических соединений, а также вопросы и упражнения для самостоятельной работы. Большинство заданий рассчитано на индивидуальное выполнение.

Утверждено  
на заседании кафедры «Технология производства,  
переработки и экспертизы продукции АПК»  
Технологического института – филиала  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,  
протокол № 1 от 2 сентября 2022г.

Рекомендовано  
к изданию методическим советом Технологического  
института – филиала  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ  
Протокол № 2 от 10 октября 2022г.

© Гирфанова Ю.Р., 2022

© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2022

## Содержание

Общие правила выполнения лабораторных работ.....	4
Техника безопасности.....	4
Работа 1. Предельные и непредельные углеводороды.....	10
Работа 2. Ароматические углеводороды и их производные.....	15
Работа 3. Спирты.....	20
Работа 4. Химические свойства фенолов.....	26
Работа 5. Оксосоединения.....	28
Работа 6. Карбоновые кислоты.....	32
Работа 7. Углеводы.....	36
Работа 8. Химические свойства белков.....	40
Работа № 9. Идентификация органических соединений.....	42
Работа 10. Синтез полимеров.....	42
Вопросы и упражнения для самостоятельной работы.....	46

# ВВЕДЕНИЕ

## ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ХИМИИ

Лабораторные работы являются одной из важнейших составных частей курса химии. Для их выполнения студенту необходимо ознакомиться с лабораторным оборудованием, измерительными приборами, а также с техникой проведения основных лабораторных операций.

Поскольку в химической лаборатории находятся электроприборы, газы, ядовитые вещества, студенты должны строго соблюдать правила внутреннего распорядка и техники безопасности.

Перед каждым лабораторным занятием студент должен изучить соответствующий раздел учебника, конспекта лекций и описание лабораторной работы.

#### **Техника безопасности**

##### **1. Общие положения**

Работа в лаборатории должна производиться только в халатах; запрещается работать в верхней одежде и головных уборах.

Студенты обязаны соблюдать в лаборатории чистоту и порядок; во время работы следует поддерживать тишину. В лаборатории запрещается принимать пищу или класть продукты на рабочий стол.

В случае какого бы то ни было происшествия необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю и лаборанту.

##### **2. Перед началом лабораторной работы**

Получив от преподавателя разрешение на выполнение работы, студент должен обратиться к дежурному лаборанту и получить от него инструктаж по правилам работы на используемой установке; после этого с разрешения лаборанта студент может приступать к самостоятельной работе. Без разрешения преподавателя и лаборанта работать на приборах и установках категорически запрещается.

##### **3. При выполнении работы**

Категорически запрещается пробовать вещества на вкус, нюхать вещества из горлышек склянок, при растворении веществ в пробирке зажимать отверстие пальцем.

Опыты проводить только с таким количеством веществ, которые обозначены в методическом руководстве по проведению каждого опыта.

Наливать или насыпать вещества можно только над столом или специальным поддоном; просыпанные или случайно пролитые вещества надо немедленно убирать специальной тряпочкой.

Горелку (или спиртовку) зажигать только спичкой или лучиной; спичку зажигают движением от себя (и от соседа). Нельзя ни в коем случае держать голову близко к пламени или наклоняться над ним.

При нагревании вещества в пробирке ее сначала необходимо целиком прогреть над пламенем, нельзя сразу направлять пламя на границу поверхности жидкости в пробирке; отверстие пробирки во время ее нагревания должно быть направлено от себя и соседа. Нельзя ставить горячие пробирки в штатив из пластмассы.

Необходимо соблюдать осторожность при работе со всякого рода электроприборами и электрооборудованием; при обнаружении неисправности следует прекратить работу, отключить прибор от сети и обратиться к преподавателю или лаборанту.

#### **4. По окончании работы**

По окончании работы студенты обязаны: выключить электроприборы, вымыть использованную посуду, закрыть водопроводные краны, убрать свое рабочее место, сдать лаборанту используемую посуду и реактивы и получить разрешение преподавателя покинуть лабораторию.

#### **5. Оказание первой доврачебной помощи**

В случае пореза стеклом необходимо сначала убедиться, что в ранке нет осколков, и затем ватой, смоченной спиртом или раствором перманганата калия, удалить кровь, после чего края раны смазать йодом и забинтовать.

При небольших термических ожогах следует смазать обожженное место глицерином или спиртом; при более значительных ожогах обожженное место следует смазать мазью от ожогов или концентрированным раствором перманганата калия и наложить повязку. Нельзя смазывать рану вазелином или жиром.

При попадании на кожу кислоты необходимо немедленно смыть кислоту большим количеством воды, затем промыть пострадавшее место 3%-ным раствором соды и смазать мазью от ожогов. При ожогах щелочью обожженное место следует промыть водой и затем раствором борной кислоты.

При попадании кислоты или щелочи в глаз необходимо промыть его водой, затем раствором соды или борной кислоты, соответственно, и внести в глаз каплю касторового масла.

В более тяжелых случаях следует вызвать скорую помощь.

#### **Источники опасности при работе с органическими растворителями**

Органические растворители занимают особое место среди применяемых в лабораториях огнеопасных веществ. Они легко воспламеняются, быстро горят и с трудом тушатся. Пары многих органических растворителей даже при комнатной температуре способны образовывать с воздухом пожаро- и взрывоопасные смеси. Опасность применения и хранения органических растворителей зависит от ряда условий - количества и горючести жидкости, температуры, герметичности аппаратуры или тары, наличия источников воспламенения и т. д.

#### **Классификация ЛВЖ (легковоспламеняющихся жидкостей) по степени опасности**

В зависимости от температуры вспышки ЛВЖ принято условно относить к одному из трех разрядов:

**К I разряду относятся:** акролеин, аллилхлорид, ацеталь, ацетальдегид, ацетон, бензины, гексан, диметилдихлорсилан, дипропиловый эфир, диэтиламин, диэтиловый эфир, изопропиламин, изопропилхлорид, метилметакрилат, метилформиат, пропиленоксид, петролейный эфир, пропилахлорид, сероуглерод, тетрагидрофуран, фуран, циклогексан, циклогексен, этиламин, этилформиат и др.

**Ко II разряду относятся:** акрилонитрил, аллилбромид, аллиламин, хлорпентан, ацетонитрил, бензол, бутиламин, 2-метил-2-пропанол, бутилхлорид,

винилацетат, гексаметилдисилоксан, гептан, дибутиловый эфир, диоксан, дихлорэтан, диэтилхлорсилан, диэтилкетон, изопропилацетат, 2-пропанол, изопропилформиат, изопропилкарбонат, лигроин, метилацетат, метанол, метилтрихлорсилан, метилхлорформиат, метилэтилкетон, пиперидин, пиридин, толуол, триэтиламин, циклогексиламин, этилакрилат, этилацетат, этилбензол, этанол и др.

**К III разряду относятся:** амилацетат, анизол, ацетилацетон, бензилхлорид, бромбензол, бутанол, гексилхлорид, декан, диамиловый эфир, дикетен, N,N-диметиламиноэтанол, диметилсульфат, N,N-диэтиламиноэтанол, диэтилкарбонат, изоамилацетат, керосины, ксилол, метилакрилат, морфолин, муравьиная кислота, октиламин, пентанол, пропилбензол, пропанол, скипидар, стирол, уксусная кислота, уксусный ангидрид, хлорбензол, циклогексанон и др.

Жидкие вещества, имеющие температуру вспышки выше 61°C в закрытом тигле или выше 66°C в открытом тигле и способные гореть после удаления источника зажигания, относятся к горючим жидкостям (ГЖ).

### **Работа с легковоспламеняющимися жидкостями**

При работе с ЛВЖ следует придерживаться трех основных принципов:

1. Работать только в вытяжном шкафу
2. Не допускать попадания горючих паров в атмосферу (предотвращать образование пожаровзрывоопасных смесей);
3. Исключать возможность воспламенения при случайном образовании пожаровзрывоопасной концентрации паров (исключать возникновение источников зажигания, работать вдали от открытого пламени и электронагревательных приборов);
4. При перегонке легковоспламеняющихся жидкостей необходимо использовать водяной холодильник и тщательно собирать прибор во избежание утечек жидкости через соединения; во время перегонки следует надевать защитные очки.
5. Запрещается выливать отходы ЛВЖ в канализацию. Выливать органические растворители следует только в склянки, предназначенные для их слива.
6. Хранят ЛВЖ только под тягой в герметично закрытой толстостенной таре.
7. Заранее принимать все возможные меры, чтобы последствия аварии, если она все же произойдет, были минимальными.

Поэтому любые работы с ЛВЖ, при которых в окружающее пространство могут выделяться горючие пары, следует проводить при выключенных горелках и электрических приборах.

Нагревание ЛВЖ можно производить только в приборах и установках, обеспечивающих полную конденсацию образующихся паров. В качестве нагревательных приборов нельзя использовать электроплитки с открытой спиралью, а также открытое пламя. При необходимости нагревания ЛВЖ, относящихся к I разряду, особенно диэтилового эфира и сероуглерода, следует либо использовать предварительно нагретые в другом месте жидкостные бани, либо применять бани с нагревательным элементом.

### **Источники опасности при работе со щелочными металлами**

Натрий (плотность 0,97 г/см<sup>3</sup>, температура плавления 97,7°C). Вследствие высокой химической активности натрия работа с ним в лаборатории представляет

серьезную опасность. Натрий взаимодействует с кислородом воздуха при комнатной температуре с образованием оксида. Реагируя с влагой воздуха, оксид переходит в гидроксид.

#### **Работа с металлическим натрием:**

1. Нельзя допускать соприкосновения щелочных металлов с водой и галогенсодержащими соединениями;

2. Хранят металлические натрий и калий в толстостенной посуде из темного стекла под слоем керосина или трансформаторного масла в вытяжном шкафу;

3. Для работы натрий нужно извлечь пинцетом из-под защитного слоя, остатки керосина промокнуть сухой фильтровальной бумагой, отрезать ножом необходимое количество металла и сразу же использовать его по назначению;

4. Большие обрезки натрия следует собрать под слоем керосина, а небольшие кусочки натрия, посуду и бумагу с остатками металла залить этиловым спиртом.

При мытье посуды водой в таких случаях иногда происходят взрывы, которые особенно опасны из-за их неожиданности.

Во избежание несчастных случаев следует уничтожать остатки натрия сразу после их образования.

5. Категорически запрещается выбрасывать остатки металлического натрия и калия (а так же необработанную этиловым спиртом бумагу) в мусорное ведро и раковину или оставлять их в пустых пробирках или колбах;

6. При нагревании реакционных смесей, содержащих щелочные металлы, можно использовать только воздушные или песчаные бани.

#### **Правила работы с бромом, первая помощь при отравлениях бромом**

Бром - жидкость темно-бурого цвета с плотностью  $d=3,102 \text{ г/см}^3$ , растворимая в эфире, спирте, тетрагалидиде углерода и др., выделяет оранжево-красные пары, имеющие резкий запах.

При попадании на кожу бром быстро впитывается и вызывает долго не заживающие ожоги и язвы. Особенно тяжело поражаются не огрубевшие участки кожи (например, между пальцами и под ногтями). Пары брома, соприкасаясь со слизистыми оболочками, вызывают жжение в области носоглотки.

1. Отмеривание необходимого количества брома и выполнение синтезов с его участием обязательно проводятся в вытяжном шкафу с полуопущенными створками с применением резиновых перчаток и защитных очков или маски.

2. Сосуд для хранения брома должен быть достаточно прочным, с притертой пробкой и не превышать одного литра по объему.

3. Колбу, после использования брома, надо сразу же вымыть в раковине. Для этого ее ставят в раковину так, чтобы струя воды поступала в сосуд, закрывают створку вытяжного шкафа и полностью вытесняют водой оставшиеся в колбе пары брома. После окончания работы все детали прибора, соприкасавшиеся с бромом, моются аналогичным образом. При отсутствии раковины в вытяжном шкафу посуду после брома оставляют под тягой до полного его испарения, а затем моют водой.

В случае попадания жидкого брома на кожу, его необходимо немедленно снять с пораженного места сухим ватным тампоном, несколько раз обработать ватным тампоном, смоченным спиртом, и приложить спиртовой компресс. Если

болевые ощущения не проходят, а кожа на пораженном месте приобретает розовый цвет, то следует обратиться к врачу. При попадании паров брома в дыхательные пути следует, смочив вату спиртом, в течение некоторого времени вдыхать через нос его пары, а затем выйти на свежий воздух. При этом противопоказаны резкие движения, приводящие к учащенному дыханию. Если вышеописанные действия не снимают болевых ощущений в носоглотке, следует обратиться к врачу.

Средства первой помощи. При легком отравлении - вдыхание паров аммиака (3-5% в воздухе). Промывание глаз, рта и носа 5%-ным раствором бикарбоната натрия или разбавленным этиловым спиртом. При сильном отравлении - свежий воздух (в лежачем положении), покой, вдыхание кислорода.

При попадании брома на плоскость стола или пола необходимо, предварительно приложив ко рту и носу ватный тампон или марлевую повязку, смоченные этиловым спиртом, надев резиновые перчатки, дегазировать загрязненную бромом площадь сухим карбонатом натрия или калия.

### **Правила работы с едкими веществами (кислоты, щелочи)**

1. Едкие (агрессивные, вызывающие химические ожоги) вещества (концентрированные кислоты - соляная, азотная, серная, фтористоводородная и хромовый ангидрид, сухие щелочи - едкий натр, едкое кали и их концентрированные растворы, а также растворы аммиака), попадая на кожу, вызывают ожоги. Особая опасность заключается в возможности поражения глаз.

2. Хранить едкие вещества только в толстостенной стеклянной посуде емкостью не более 2-х литров в вытяжном шкафу.

3. Переливать кислоты только при включенной тяге в вытяжном шкафу.

4. Разбавление кислот производить приливанием кислоты в воду и только в жаростойких и фарфоровых стаканах, т.к. при этом происходит значительное выделение тепла. Слянки с концентрированными кислотами, а также бромом переносить только в ведре, а при переливании склянку нельзя держать за горлышко. Растворять едкие щелочи следует путем медленного прибавления к воде небольших кусочков; куски щелочи брать щипцами или шпателем.

5. При работе с дымящей азотной кислотой и олеумом одевать очки.

6. Работа с плавиковой кислотой требует особой осторожности. Обязательно надевать резиновые перчатки, защитные очки и все работы проводить только под тягой.

8. Разлитые кислоты и щелочи следует немедленно нейтрализовать и лишь после этого проводить уборку.

9. Запрещается набирать растворы кислот и щелочей, всасывая их ртом в пипетку.

10. Использованные реактивы следует выливать в специально отведенные склянки.

### **Правила безопасности работы со стеклянной химической посудой и ампулами**

1. При закрывании толстостенного сосуда пробкой следует держать его за верхнюю часть горла ближе к пробке; руки должны быть защищены полотенцем.

2. Нагретый сосуд нельзя закрывать притертой пробкой до тех пор, пока он не охладится.



3. При переливании жидкостей следует пользоваться воронкой.
4. При нагревании жидкости в пробирке отверстие последней должно быть направлено в сторону от себя и соседей.
5. При переносе сосуда с горячей жидкостью нужно пользоваться полотенцем, держа сосуд за дно и горловину.
6. Работы, при которых возможно образование давления в сосуде, перегрев его, поломка и разбрызгивание горячих жидкостей, необходимо вести в вытяжном шкафу и по фронту работ устанавливать предохранительные щитки из оргстекла.
7. Смешение и разбавление веществ, сопровождающееся выделением тепла, следует проводить в термостойкой стеклянной или фарфоровой посуде.

### **Правила безопасной работы с электрооборудованием и электроприборами**

1. При работе с электрооборудованием и электроприборами возможны поражения электрическим током, причинами которых могут быть: а) прикосновение к случайно оказавшимися под током металлическим конструкциям, корпусам электрооборудования и к другим незаземленным металлическим предметам; б) нарушение правил применения индивидуальных средств защиты.

Электрический ток может вызвать пожары и взрывы, источником которых могут быть искры, нагретые (накаленные) токопроводящие части электроустановки, короткое замыкание.

2. Работы в лаборатории должны проводиться при наличии исправного электрооборудования. При обнаружении дефектов в изоляции проводов, неисправности рубильников, штепселей, розеток, вилок, а также заземления, следует сообщить об этом ответственному за технику безопасности данной лаборатории для принятия им соответствующих мер. Все неисправности электроприборов, электросети и электрооборудования должны устраняться только электромонтером.

В случае загорания проводов или электроприборов, находящихся под током, необходимо немедленно выключить ток и тушить огонь сухим углекислотным огнетушителем, сухим песком, покрывалом из асбеста и другого негорючего материала.

### **ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ**

Для оказания первой медицинской помощи в лаборатории имеется аптечка. Основные правила первой помощи сводятся к следующему:

1. При ранении стеклом удалите осколки из раны, смажьте края раны раствором йода и перевяжите бинтом.

2. При ожоге рук или лица реактивом смойте реактив большим количеством воды, затем либо разбавленной уксусной кислотой (в случае ожога щелочью), либо раствором щелочи (в случае ожога кислотой), а затем опять водой.

3. При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место обработайте свежеприготовленным раствором перманганата калия, смажьте обожженное место мазью от ожогов или вазелином. Можно присыпать ожог пищевой содой и забинтовать.

4. При химических ожогах глаз обильно промойте глаза водой, используя глазную ванночку, затем обязательно обратитесь к врачу.

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

### РАБОТА 1. ПРЕДЕЛЬНЫЕ И НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

**Цель работы:** практическое получение некоторых углеводов и ознакомление с их свойствами.

**Техника безопасности:** все опыты проводить в вытяжном шкафу. Нагревание проводить только на водяной бане. При получении этилена серную кислоту к спирту приливать небольшими порциями с перемешиванием и добавлять кипяtilьные камушки.

#### Опыт №1. Получение метана и изучение его свойств.

В сухую пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, поместить смесь из обезвоженного уксуснокислого натрия и натронной извести (смесь гидроксида натрия и оксида кальция). Высота слоя не должна превышать 1 см. Затем укрепить пробирку в горизонтальном положении и нагреть в пламени спиртовки сначала осторожно, затем сильно. Поджечь выделяющийся газообразный метан у конца газоотводной трубки. Метан горит голубоватым не коптящим пламенем. Опуская газоотводную трубку в заранее приготовленные пробирки с 1н раствором перманганата калия и насыщенным раствором бромной воды, установите, меняется ли окраска этих реактивов.

Напишите уравнения реакций образования и горения метана.

---

---

---

---

#### Опыт №2. Получение и изучение свойств этилена.

В сухую пробирку внести около 1 мл этилового спирта и осторожно, при встряхивании прилить по частям 4 мл концентрированной серной кислоты. Добавить несколько крупинок  $Al_2O_3$  в качестве катализатора. В разогревшуюся смесь поместить кипяtilьный камушек, закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагреть смесь в пламени спиртовки до начала равномерного выделения газа. Реакционная смесь при этом чернеет. Не прекращая нагревания, опустить газоотводную трубку до дна заранее приготовленной пробирки с 2мл бромной воды (желтого цвета). Этилен, выходящий из трубки, пропускать через бромную воду до полного ее обесцвечивания. Не прекращая подогреть пробирку с реакционной смесью, конец газоотводной трубки опустить во вторую пробирку с 10 каплями 0,1н раствора перманганата калия, подщелоченного 4 каплями 2н водного раствора карбоната натрия. При этом розовая окраска исчезает, и появляется коричневая

окраска вследствие образования диоксида марганца. Поджечь выделяющийся этилен у конца трубки. Отметить особенности его горения. По окончании опыта содержимое всех пробирок слить в сосуд, предназначенный для органических отходов.

Напишите уравнения реакций получения, бромирования и окисления этилена.

---

---

---

---

### **Опыт №3. Получение ацетилена взаимодействием карбида кальция с водой**

На дно пробирки помещают кусочки карбида кальция, закрывают пробкой с газоотводной трубкой, снабженной стеклянным наконечником. Образующийся ацетилен выделяется через газоотводную трубку. Проводят опыты 2, 3, 4.

---

---

---

### **Опыт №4. Горение ацетилена**

Поджигают ацетилен у отводной трубки прибора. Обращают внимание на то, что чем меньше отверстие трубки, тем газ горит менее коптящим пламенем.

---

---

---

### **Опыт № 5. Реакция ацетилена с перманганатом калия**

Реактивы: 1%-ный раствор  $\text{KMnO}_4$ , водный раствор карбоната натрия

В пробирку наливают 1 мл водного раствора перманганата калия, добавляют такой же объем раствора карбоната натрия и пропускают ток ацетилена.

Постепенно фиолетовая окраска раствора исчезает, появляется хлопьевидный осадок оксида марганца (IV) бурого цвета. Из ацетилена образуется смесь веществ (гликолевый альдегид, щавелевая кислота и др.), частично происходит полное окисление до оксида углерода (IV).

В кислой и нейтральной средах образуется главным образом  $\text{CO}_2$  и муравьиная кислота. Напишите уравнения реакций.

---

---

---

### **Опыт № 6. Реакция ацетилена с бромом**

В пробирку помещают 1 мл бромной воды и пропускают ток ацетилена. Происходит обесцвечивание водного раствора брома.

---

---

---

---

### **Опыт № 7. Образование ацетиленида меди**

**Реактивы:** бесцветный аммиачный раствор хлорида меди (I)

Раствор готовят встряхиванием смеси 1 г однохлористой меди, 1-2 мл конц. водного раствора аммиака и 10 мл воды, дают отстояться, сливают и хранят над медной стружкой.

Смачивают полоску фильтровальной бумаги бесцветным аммиачным раствором хлорида меди (I) и подносят ее к отверстию газоотводной трубки с ацетиленом. Появляется красно-бурое окрашивание.

Эта очень чувствительная реакция применяется для обнаружения следов ацетилена, в том числе при санитарной экспертизе воздуха на предприятиях.

Написать уравнение реакции.

---

---

---

---

### **Опыт 8. Получение ацетиленида серебра**

**Реактивы:** 1%-ный раствор  $\text{AgNO}_3$ , 5%-ный раствор аммиака, конц.  $\text{HCl}$  или  $\text{HNO}_3$ .

В пробирку наливают 2 мл раствора  $\text{AgNO}_3$  и прибавляют по каплям разбавленный раствор аммиака до полного растворения образующегося в начале осадка оксида серебра.

Через полученный бесцветный раствор пропускают ток ацетилена. Выпадает желтовато-серый осадок ацетиленида серебра (**в сухом виде взрывоопасен!**)

Написать уравнение реакции.

По окончании опыта ацетиленид разлагают добавлением конц. соляной или азотной кислот ( $\approx 1/4$  часть объема раствора).

Напишите уравнения реакций.

---

---

---

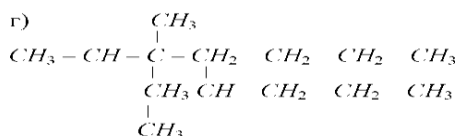
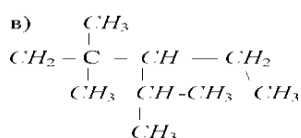
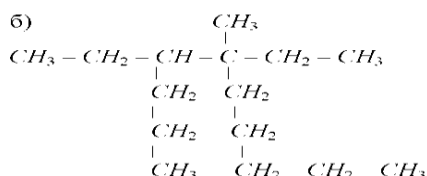
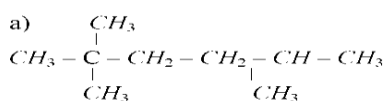
---

### **Вопросы и упражнения для самостоятельной работы**

1. Напишите структурные формулы следующих углеводородов и укажите первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода в их составе:
  - а) 2,2-диметилпропан;
  - б) 2,3,4,5-тетраметилгексан;
  - в) 3-метил-3-этилпентан;
  - г) 2,5-диметил-4-пропилгептан.
2. Напишите структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре (ЛИРАС) следующие углеводороды:

- а) триметилэтилметан;
- б) метилдиэтилметан;
- в) пропил-фтор-бутилметан.

3. Назовите по систематической и рациональной номенклатуре следующие соединения:



4. Укажите ошибки в названиях следующих углеводородов.

Дайте правильные названия.

- а) 2-этил-изопропилгексан;
- б) 1,3-диметил-5-этилгексан;
- в) 4,4-диметилпентан;
- г) 6-метил-2,6-диэтилгептан.

5. Напишите все возможные структурные изомеры для углеводорода, имеющего молекулярную формулу  $C_6H_{14}$ , какой вид изомерии характерен для предельных углеводородов?

6. Сколько сигма-связей имеется в:

- а) 2,5-диметилгексане;
- б) 3-метилпентане?

7. Сколько гибридных электронных облаков (в сумме) имеют атомы углерода

в:

- а) 2-метилбутане;
- б) пропане;
- в) 2,2,4,4 -тетраметил- 3,3 - диэтилпентане ?

8. Какие углеводороды получаются при действии металлического натрия на смесь:

- а) 2-хлорпропана и хлорметана;
- б) 2-хлорбутана и 1-хлорпропана;
- в) 2-йод-3-метилпентана и 2-йод-2-метилпентана;
- г) 1-йод-2-метилпентана и 2-йодпропана.

9. Напишите уравнения реакций всех возможных способов получения 2-метилпентана.

10. Получите реакцией Вюрца:

а) 2,5-диметилгексан;

б) 3-метилгексан.

11. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:

а) 3-метилбутен-1;

б) 2,2,6-триметил-4-октена;

в) триметилэтилена;

г) симм метилэтилэтилена.

12. Приведите структурные формулы всех алкенов состава  $C_6H_{12}$  и назовите по номенклатуре.

13. Какой простейший непредельный углеводород имеет цис- и трансизомеры?

Приведите примеры этих изомеров.

14. Напишите структурные формулы следующих алкинов:

а) метилацетилен;

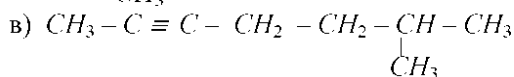
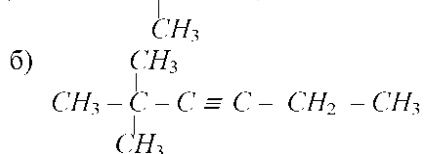
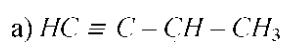
б) 3,3-диметилбутин -1;

в) гексен-1-ген-4;

г) метил-фтор-бутилацетилен;

д) 2,2,5-триметилгексин-3;

е) 3,4-диметилпентин-1.



15. Назовите по систематической и рациональной номенклатуре:

16. Какие виды изомерии характерны для углеводородов гомологического ряда ацетиленов?

17. Напишите структурные формулы изомерных ацетиленовых углеводородов состава  $C_5H_8$ . Назовите их.

18. Какие углеводороды получатся при действии спиртового раствора щелочи на следующие соединения:

а) 1,2-дибромбутан;

б) 3,4-дибром-2,6-диметилгептан;

в) 2,2-дихлорпентан;

г) 2,2-дихлор-4-метилпентан.

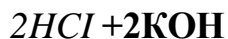
19. Что получится, если на:

а) бутен-2;

б) 3,3-диметилбутен;

в) 3-метилгексен-1

подействовать 1 молекулой брома, а получившийся продукт реакции вступит во взаимодействие со спиртовым раствором щелочи?



20. Сколько гибридных и негибридных электронных облаков имеют атомы

углерода (в сумме) в составе:

- а) 2,7 - диметиллоктин-3;
- б) бутин-1;
- в) 2,5-диметилгексин-3;
- г) пентин-2.

21. Напишите реакции взаимодействия с хлором и  $HBr$  (в соотношении 1:1 и 1:2) следующих углеводородов:

- а) 3-метилбутин-1;
- б) пропин;
- в) 2,5-диметилгексин-3.

Назовите продукты реакции по систематической номенклатуре.

22. Напишите уравнения реакции гидратации (реакции Кучерова) следующих алкинов:

- а) 2,2,4,4-тетраметилгексин-1;
- б) бутин-1;
- в) этин;
- г) 3,3-диметилбутин-1.

23. Чем объясняется способность атомов водорода, стоящих у углерода, связанного тройной связью, замещаться металлом?

## РАБОТА 2. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

**Цель работы:** изучение физических и химических свойств углеводородов ароматического ряда, а также лабораторных способов получения и свойств их производных.

**Техника безопасности:** бензол и его производные относятся к ЛВЖ, поэтому необходимо соблюдать осторожность при их нагревании. Все работы проводить в вытяжном шкафу! Фенол вызывает болезненные химические ожоги кожного покрова. Избегать попадания реактивов на кожу и одежду.

### Опыт №1. Свойства бензола.

*а) Растворимость бензола в различных растворителях.*

В три пробирки поместить по 2 капли бензола. В одну пробирку добавить 3 капли воды, во вторую- 3 капли этилового спирта, в третью- 3 капли диэтилового эфира. Содержимое пробирок энергично встряхнуть. Отметить растворимость бензола в различных растворителях.

---

---

---

---

*б) Горение бензола.*

В фарфоровую чашечку поместить одну каплю бензола и поджечь. Бензол горит ярким коптящим пламенем.

---

---

---

**Опыт №2. Бромирование ароматических углеводородов.**

Взять три сухие пробирки. В первые две поместить по 6 капель бензола, в третью- 6 капель толуола. Затем в одну из пробирок с бензолом и в пробирку с толуолом прилить по 6 капель бромной воды. Во вторую пробирку с бромом внести столько же бромной воды и железные опилки (при этом железо, соединяясь с бромом, образует бромид железа, который является катализатором). Смеси энергично встряхнуть в течение 1- 2 минут.

Признаком идущей реакции является выделение бромоводорода, дымящего на воздухе, и обесцвечивание брома. В пробирке с бензолом реакция бромирования не обнаруживается, бром переходит из нижнего водного слоя в верхний бензольный слой, что объясняется лучшей растворимостью его в бензоле по сравнению с водой. В пробирке с катализатором наблюдается постепенное обесцвечивание раствора. Толуол в этих условиях бромруется медленно, но вполне отчётливо.

Напишите уравнения реакций бромирования толуола и бензола ( с образованием орто- и пара- дибромбензола).

---

---

---

**Опыт №3. Нитрование бензола.**

В сухую микрохимическую пробирку внести одну каплю конц. азотной кислоты и две капли конц. серной кислоты. Смесь охладить, поместив пробирку в стакан со льдом. Затем при встряхивании добавить одну каплю бензола. Продолжая осторожно встряхивать и охлаждать пробирку в течение 2- 3 минут, приготовить вторую пробирку с 10 каплями дистиллированной воды. Перенести содержимое первой пробирки во вторую. При этом нитробензол всплывёт в виде маслянистой жидкости с запахом горького миндаля.

Напишите уравнение реакции.

---

---

---

**Опыт №4. Окисление ароматических углеводородов.**



Поместить в две пробирки по 10 капель 0,1н раствора перманганата калия и по три капли 2н серной кислоты. Затем в первую пробирку добавить пять капель бензола, а во - вторую столько же капель толуола. Сильно встряхнуть содержимое пробирок в течение нескольких минут. Одна из смесей быстро меняет окраску, окраска в другой пробирке не изменяется.

Напишите уравнения наблюдаемых реакций.

---

---

---

#### **Опыт №5. Получение бензолсульфокислоты.**

В пробирку поместить 3 капли бензола и 5 капель конц. серной кислоты. Содержимое пробирки нагреть в кипящей водяной бане при постоянном взбалтывании реакционной смеси. После получения однородного раствора вылить сульфомассу в пробирку с 10 каплями холодной воды. Если сульфирование закончено полностью, образуется прозрачный раствор, т. к. сульфокислоты растворимы в воде.

Напишите уравнение реакции.

---

---

---

#### **Опыт №6. Растворимость фенола в воде.**

В пробирку внести 5 капель фенола, добавить 10 капель дист. воды и взболтать. Образуется мутная жидкость- эмульсия фенола. Дать содержимому отстояться. После отстаивания эмульсия постепенно расслаивается: верхний слой-раствор фенола в воде, нижний - раствор воды в феноле. Фенол плохо растворяется в холодной воде.

Осторожно нагреть содержимое пробирки до 70- 80<sup>0</sup>С. Получается однородный раствор. При охлаждении вновь образуется мутная жидкость. При повышении температуры увеличивается растворимость как воды в феноле, так и фенола в воде, и при 68<sup>0</sup>С они смешиваются друг с другом в любых соотношениях (гидрат фенола называется обычно карболовой кислотой).

Водные растворы фенола использовать для других опытов.

---

---

---

#### **Опыт №7. Цветная реакция на фенол.**

Внести в пробирку 3 капли водного раствора фенола и добавить одну каплю 0,1н раствора хлорида железа. Содержимое пробирки окрашивается в сине-фиолетовый цвет.

Фенолы с хлоридом железа в водном растворе дают цветную реакцию вследствие образования окрашенного соединения  $C_6H_5FeCl_2$  или, точнее,

окрашенного иона  $C_6H_5Fe^{2+}$ . Эта реакция служит для качественного открытия фенолов.

**Опыт №8. Доказательства кислотного характера фенола.**

К 4 каплям мутной эмульсии фенола (из опыта №6) в воде добавить 2 капли 2н водного раствора гидроксида натрия. Смесь становится прозрачной вследствие образования фенолята натрия, хорошо растворимого в воде.

Напишите уравнения реакции образования фенолята натрия.

**Опыт №9. Гидролиз фенолята натрия.**

К прозрачному раствору фенолята натрия, полученному в предыдущем опыте, добавьте каплю 2н раствора соляной кислоты. Жидкость моментально мутнеет вследствие выделения свободного фенола.

Напишите уравнение реакции.

**Опыт №10. Образование трибромфенола.**

Поместить в пробирку 3 капли бромной воды и одну каплю прозрачной карболовой кислоты (из опыта №6). Немедленно происходит обесцвечивание бромной воды и выпадение белого осадка трибромфенола.

Напишите уравнение этой реакции.

**Вопросы и упражнения для самостоятельной работы:**

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) 1,3,5-триэтилбензол;
- б) 1-метил-4-трибутилбензол;
- в) 2,4-дихлор-1,3-диметилбензол;
- г) дифенилметан;
- д) 2,2,4-триметил-3-фенилгексан;
- е) 2,4-дихлор-3-фенилпентан.

2. Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических углеводородов состава  $C_8H_{10}$  и  $C_9H_{12}$  и назовите их.
3. Какие углеводороды получатся при каталитическом дегидрировании:
  - а) циклогексана;
  - б) метилциклогексана;
  - в) 1,2-диметилциклогексана?
4. Какие гомологи бензола получатся при полимеризации:
  - а) пропина;
  - б) бутин-1;
  - в) бутин-2.
5. Какие углеводороды получатся при дегидроциклизации:
  - а) гексана;
  - б) гептана;
  - в) октана?
6. Приведите реакции получения ароматических углеводородов синтезом Фиттига-Вюрца, исходя из следующих соединений:
  - а) хлорбензол и хлорэтан;
  - в) 3-бром-1-этилбензол и 2-бромпропан.
7. Сколько гибридных и негибридных электронных облаков имеют атомы углерода (в сумме) в:
  - а) бензоле;
  - б) толуоле.
8. Сколько сигма-связей имеется в молекуле:
  - а) бензола;
  - б) ксилола.
9. Что такое энергия сопряжения? Чему равна энергия сопряжения в бензоле?
10. Чем объясняется высокая устойчивость молекулы бензола?
11. Какие из перечисленных соединений будут обладать ароматическим характером:
  - а) 1,3-циклогексадиен;
  - б) бутадиен-1,3;
  - в) нафталин.
12. Напишите уравнение и покажите механизм реакции нитрования бензола.
13. Составьте уравнения реакций, протекающих при действии на бензол:
  - а) хлора (на холоду, в присутствии  $AlCl_3$ );
  - б) 2-хлор-2-метилпропана (в присутствии  $AlCl_3$ );
  - в) пропена (в кислой среде).

## РАБОТА 3. СПИРТЫ

**Цель работы:** изучение свойств соединений ряда спиртов.

**Техника безопасности:** все работы проводить в вытяжном шкафу. Спирты относятся к ЛВЖ, поэтому при их нагревании нужно соблюдать осторожность. Металлический натрий не брать руками, предохранять от контактов с водой.

### ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОДНОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

#### Опыт № 1. Растворимость спиртов.

В две пробирки поместить по 5 капель этилового (в первую) и изоамилового (во вторую) спиртов. Затем в каждую пробирку добавить по 1 мл воды и хорошо перемешать. Этанол хорошо растворяется в воде, а изоамиловый плохо, образуя эмульсию, которая быстро расслаивается. Содержимое первой пробирки разделить на две. В одну добавить 2 капли раствора лакмуса, в другую – фенолфталеина. Изменения окраски индикаторов не наблюдаются. Объясните почему.

---

---

---

Горение спиртов. В фарфоровые чашки наливают по 2 мл спиртов, располагая их в порядке увеличения молекулярной массы (этиловый, пропиловый, бутиловый, амиловый или изоамиловый). Поджигают спирты лучинкой и сравнивают характер пламени.

---

#### Опыт № 2. Образование и гидролиз алкоголята натрия.

В сухую пробирку налить около 0,5 мл этилового спирта и погрузить в него кусочек чистого (очищенного от корочек и просушенного фильтровальной бумагой от керосина) металлического натрия величиной с половину горошины. Охладить пробирку в стакане с водой, предотвращая разогревание смеси. Когда газ начнет выделяться спокойно, его поджигают у отверстия пробирки. В процессе реакции жидкость постепенно густеет, покрывается слоем твердого алкоголята и реакция замедляется настолько, что для ее ускорения требуется слегка нагревать

пробирку. Если выделение водорода почти прекращается, а натрий полностью не растворился, пинцетом удалить кусочек оставшегося натрия и поместить его в банку для остатков натрия. Полученный концентрированный раствор алкоголята при охлаждении закристаллизовывается. Добавить к алкогольату 3 капли воды. Алкоголят полностью гидролизуется, и раствор становится прозрачным. Образовавшуюся в результате гидролиза алкогольата щелочь можно обнаружить, внося в жидкость 1 каплю фенолфталеина.

Напишите реакции получения и гидролиза этилата натрия.

---

---

### **Опыт №3. Окисление этилового спирта оксидом меди (II).**

В сухую пробирку внести 2 капли этилового спирта. Держа пинцетом спираль из медной проволоки, нагреть ее в пламени горелки до появления черного налета оксида меди. Горячую спираль опустить в пробирку с этиловым спиртом. Черная поверхность спирали мгновенно становится золотистой вследствие восстановления оксида меди. При этом ощущается характерный запах уксусного альдегида (запах яблок). Подтверждением образования альдегида служит цветная реакция с фуксинсернистой кислотой. В пробирку внести 3 капли раствора фуксинсернистой кислоты. Появляется розово-фиолетовая окраска.

---

---

### **Опыт №4. 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 сильно 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 уравнения реакций окисления хромовой смесью:

а) этилового спирта в уксусный альдегид

---

---

б) изоамилового спирта – в изовалериановый альдегид

---

---

### **Опыт №5. Окисление этилового спирта перманганатом калия.(тяга!)**

Пипеткой аккуратно, не смачивая стенок, вносят в сухую пробирку, закрепленную в штативе, 5 мл концентрированной 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 некоторое время на границе двух слоев появляются яркие вспышки, ощущается запах уксусного альдегида.

Напишите уравнение реакции окисления этилового спирта в уксусный альдегид перманганатом калия и подберите к нему коэффициенты:

### **Опыт № 6. Образование диэтилового эфира.**

Смешать в пробирке 1 мл этилового спирта и 1 мл конц. серной кислоты. Смесь осторожно нагреть до кипения (тяга!). При этом не обнаруживается ни появления горючих паров, ни запаха эфира. Удалив нагретую пробирку от спиртовки, очень осторожно прилить к смеси еще 5-10 капель спирта. При этом сразу же можно ощутить запах эфира.

Напишите уравнения проведенных реакций.

---

Затем пробирку закрывают пробкой с прямой газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец, снова осторожно нагревают пробирку 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 её механизм. \_\_\_\_\_

### **Опыт № 7. Абсолютирование этилового спирта**

В маленькую фарфоровую чашку помещают 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокалывают его в пламени горелки до исчезновения голубой окраски. В сухую пробирку наливают 2-3 мл этилового спирта и вносят в него полученный безводный сульфат меди (II) (белого цвета). Слегка нагревают пробирку на водяной бане и размешивают её содержимое. Почему изменяется цвет сульфата меди? \_\_\_\_\_

Полученный абсолютный этиловый спирт используют для получения алкоголята натрия. Сколько процентов воды содержится в этиловом спиртерефектivate? \_\_\_\_\_ Почему воду нельзя удалить перегонкой? \_\_\_\_\_

---

### **Опыт № 8. Высаливание этилового спирта и его водного раствора**

В пробирку наливают 2.5 мл спирта при встряхивании добавляют 2.5 мл воды (смесь разогревается); 1-1,5 мл полученного раствора отливают в фарфоровую чашку и подносят к нему зажженную лучину. Загорается ли разбавленный спирт. \_\_\_\_\_ Почему? \_\_\_\_\_

---

К остатку в пробирке добавляют примерно 2 г порошка карбоната калия (или тиосульфата натрия), энергично взбалтывают содержимое пробирки и ставят пробирку в штатив. Через некоторое время в пробирке образуется два слоя.

Верхний слой (этиловый спирт) переносят пипеткой в фарфоровую чашку и снова подносят к нему горящую лучину. Воспламеняется ли спирт? Затем испытывают на горючесть нижний слой. Объясните результаты опыта. \_\_\_\_\_

---

---

## ПРЕДЕЛЬНЫЕ МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

### Опыт №1. Взаимодействие спиртов с гидроксидом меди (II).

Смешать в стаканчике 10 мл 0,2н раствора щелочи и 10 мл раствора сернокислой меди и, не давая осадку отстояться, разлить жидкость в три пробирки. Добавить в первую пробирку 1 мл этилового спирта, во вторую- столько же этиленгликоля, в третью- 1 мл глицерина. Хорошо перемешать. Отметить, что растворение осадка гидроксида меди и появление темно-синей окраски алкоголятов меди наблюдается только в тех пробирках, в которых содержатся глицерин и гликоль. Напишите реакцию взаимодействия глицерина с гидроксидом меди в щелочной среде.

---

---

### Опыт № 2. Растворимость в воде

В пробирку (цилиндр) наливают 5-7 мл глицерина и сверху по стенке наслаивают такой же объем подкрашенной (например, фуксином) воды. При встряхивании жидкость становится окрашенной (однородной) равномерно. Это свидетельствует о том, что глицерин \_\_\_\_\_

### Опыт № 3. Понижение точки замерзания водных растворов глицерина

Водные растворы глицерина (этиленгликоля) применяют в качестве незамерзающих жидкостей для охлаждения моторов автомашин и самолетов.

Пробирку с полученным в предыдущем опыте водным раствором глицерина помещают в охлаждающую смесь (**смесь льда с поваренной солью**).

Одновременно в смесь помещают пробирку с водой. Через несколько минут убеждаются в том, что вода в пробирке замерзла, а раствор глицерина остался жидким. Запишите при какой температуре произошло замерзание воды и до какой температуры не замерзает раствор глицерина. \_\_\_\_\_

---

### Опыт № 4. Гигроскопичность глицерина

Свойства глицерина поглощать влагу и тем самым увлажнять предметы используется, например, для смягчения кожи.

На лист фильтровальной бумаги наносят несколько капель глицерина. На другой лист наносят столько же капель воды. К концу урока убеждаются, что бумага с водой высохла, а бумага с глицерином стала еще более влажной.

---

### Опыт № 5. Горение глицерина

Демонстрация этого опыта важна тем, что позволяет устранить встречающееся иногда неверное представление, будто с увеличением числа атомов углерода в молекуле органического вещества непременно возрастает светимость пламени. Это заключение появляется из сопоставления горения метана и этилена. Глицерин содержит три атома углерода в молекуле и, тем не менее, горит почти бесцветным пламенем, так как он богат кислородом и в процентном отношении содержит углерода меньше, чем этилен. Сделайте расчет процентного содержания элементов в глицерине \_\_\_\_\_

---

В небольшой пробирке или тигельке нагревают до кипения 1 мл глицерина и поджигают выделяющиеся пары. Они горят почти бесцветным пламенем. Может оказаться, что глицерин сразу не загорается из-за присутствия в нем воды; в таком случае он должен быть предварительно обезвожен интенсивным нагреванием.

---

### Опыт 9. Реакция глицерина с натрием

В пробирку с 1-2 мл глицерина бросают очищенный от корочки кусочек натрия величиной с горошину. Пробирку слегка подогревают. Реакция идет вначале медленно, затем все более энергично.

Поджигают выделяющийся водород. Под конец происходит обычно обугливание глицерина. Запишите уравнение реакции \_\_\_\_\_

---

#### **Вопросы и упражнения для самостоятельной работы:**

1. Напишите структурные формулы следующих спиртов:
  - а) диметилэтилкарбинол;
  - б) изопропилэтилкарбинол;
  - в) 4,4-диметилпентанол-2;
  - г) 2-метилбутин-3-ол-2;
  - д) 2,4-диметилгептанол-4;
  - е) 4-хлорбутен-3-ол-1.
2. Напишите формулы первичных, вторичных, третичных спиртов состава  $C_5H_{11}OH$  и назовите их по систематической номенклатуре.
3. Сколько изомерных друг другу спиртов будут иметь состав  $C_6H_{13}OH$ ? Чем обусловлена изомерия спиртов?
4. Какие соединения получатся в результате гидролиза водными растворами



щелочей следующих галогенопроизводных алканов:

- а) 1-бромпропана;
- б) 2-метил-2-йодпропана;
- в) 1,3-дихлорпропана.

5. Напишите уравнения гидратации алкенов и назовите полученные продукты по систематической номенклатуре:

- а) пропен;
- б) бутен-1;
- в) 2-метилбутен-1;
- г) пентен-2.

6. Какие спирты получатся при окислении по Вагнеру:

- а) пропена;
- б) бутен-1;
- в) пентена-1.

7. Напишите структурную формулу вещества состава  $C_5H_{11}Br$ , которое при гидролизе дает третичный спирт, а в реакции со спиртовым раствором  $KOH$  - триметил-этилен.

8. Чем объясняется более высокая температура кипения и плавления спиртов по сравнению с углеводородами с тем же числом атомов углерода в молекуле?

9. Укажите, какой атом углерода в составе:

- а) октанол-1;
- б) гексанол-3;
- в) бутанол-2 имеют наибольший положительный заряд?

10. Напишите реакции взаимодействия спиртов с металлическим натрием. Какие из перечисленных спиртов будут вступать в реакции с гидроксидом меди (II) :

- а) пропанол;
- б) этиленгликоль;
- в) бутанол-2;
- г) пропантриол-1,2,3?

11. При взаимодействии каких веществ можно получить сложный эфир? Напишите реакции взаимодействия:

- а) бутанол-1;
- б) пентанол-2;
- в) 2-метилбутанол-1 с уксусной кислотой ( $CH_3COOH$ ).

12. Что получится при взаимодействии азотной кислоты (в присутствии серной) с глицерином?

Где применяется продукт реакции?

13. Что получится при воздействии  $HBr$  и  $PCl_5$  на:

- а) 2,2,4-триметилпентанол-3;
- б) метанол;
- в) бутанол-2;
- г) бутандиол-2,3?

14. При взаимодействии каких веществ можно получить простой эфир? Напишите уравнения внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации:

- а) пентанол-1;

- б) пропанал-2;
- в) 3-метилбутанол-2.

## РАБОТА 4 ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕНОЛОВ

**Цель работы:** изучить химические свойства фенолов

К фенолам относятся производные ароматических углеводородов, в молекулах которых гидроксильные группы (ОН) связаны с бензольным ядром (кольцом).

Фенолы бывают одно-, двух- и трехатомные (по количеству гидроксильных групп). Двух- и трехатомные фенолы называются многоатомными.

### **Опыт №1. Растворимость фенола в воде.**

В пробирку внести 5 капель фенола, добавить 10 капель дист. воды и взболтать. Образуется мутная жидкость- эмульсия фенола. Дать содержимому отстояться. После отстаивания эмульсия постепенно расслаивается: верхний слой- раствор фенола в воде, нижний - раствор воды в феноле. Фенол плохо растворяется в холодной воде.

Осторожно нагреть содержимое пробирки до 70- 80<sup>0</sup>С. Получается однородный раствор. При охлаждении вновь образуется мутная жидкость. При повышении температуры увеличивается растворимость как воды в феноле, так и фенола в воде, и при 68<sup>0</sup>С они смешиваются друг с другом в любых соотношениях (гидрат фенола называется обычно карболовой кислотой).

Водные растворы фенола использовать для других опытов.

---

---

---

---

### **Опыт №2. Цветная реакция на фенол.**

Внести в пробирку 3 капли водного раствора фенола и добавить одну каплю 0,1н раствора хлорида железа. Содержимое пробирки окрашивается в сине-фиолетовый цвет.

Фенолы с хлоридом железа в водном растворе дают цветную реакцию вследствие образования окрашенного соединения  $C_6H_5FeCl_2$  или, точнее,

окрашенного иона  $C_6H_5Fe^{2+}$ . Эта реакция служит для качественного открытия фенолов.

---

---

---

### **Опыт №3. Доказательства кислотного характера фенола.**

К 4 каплям мутной эмульсии фенола (из опыта №2) в воде добавить 2 капли 2н водного раствора гидроксида натрия. Смесь становится прозрачной вследствие образования фенолята натрия, хорошо растворимого в воде.

Напишите уравнения реакции образования фенолята натрия.

---

---

---

### **Опыт №4. Гидролиз фенолята натрия.**

К прозрачному раствору фенолята натрия, полученному в предыдущем опыте, добавьте каплю 2н раствора соляной кислоты. Жидкость моментально мутнеет вследствие выделения свободного фенола.

Напишите уравнение реакции.

---

---

---

### **Опыт №5. Образование трибромфенола.**

Поместить в пробирку 3 капли бромной воды и одну каплю прозрачной карболовой кислоты (из опыта №6). Немедленно происходит обесцвечивание бромной воды и выпадение белого осадка трибромфенола.

Напишите уравнение этой реакции.

---

---

---

### ***Вопросы и упражнения для самостоятельной работы:***

1. Напишите структурные формулы соединений: пирокатехин; 1,2,4-тригидроксибензол; 2-бромфенол; пиприновая кислота;
2. Какие виды изомерии характерны для фенолов? Какие из перечисленных соединений можно отнести к фенолам:  $C_6H_6O_2$ ;  $C_6H_6O_3$ ;  $C_7H_8O$ ;  $C_7H_8O_2$ ;  $C_3H_{10}O$ ;  $C_6H_{12}O_3$ ;  $C_7H_{14}O$ . Сколько изомеров существует для каждого из перечисленных фенолов?
3. Охарактеризуйте промышленные способы получения фенолов.
4. Напишите уравнения реакций получения из бензола 2,4,6-трибромфенола.
5. Фенол называют карболовой кислотой. Укажите причину возникновения

названия. Укажите реакции, подтверждающие взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного кольца.

6. Покажите роль индуктивного и мезомерного эффектов в распределении электронной плотности в ароматическом ядре фенола, на направление и скорость реакций электрофильного замещения.

7. С помощью каких реакций можно разделить смесь фенола и бензилового спирта?

8. При взаимодействии вещества *A* с гидроксидом натрия образуется прозрачный раствор соли *B*. При пропускании через раствор этой соли углекислого газа выделяется нерастворимое соединение. С раствором бромной воды вещество *A* образует белый осадок *C*, а с хлорным железом вещество *A* дает фиолетовое окрашивание. Назовите вещества *A*, *B*, *C* и напишите уравнения реакций.

9. Напишите уравнения реакций, протекающих при взаимодействии:

а) фенолята натрия и хлорангидрида масляной кислоты;

б) *n*-крезолята натрия с хлорэтаном;

в) гидрирования *n*-крезола;

г) фенолята натрия с хлорбензолом.

10. Какое соединение получится при тетровании фенола концентрированной азотной кислотой? Где оно используется?

## РАБОТА 5. ОКСОСОЕДИНЕНИЯ

**Цель работы:** изучение химических свойств альдегидов и кетонов и их производных.

**Техника безопасности:** все работы проводить в вытяжном шкафу. Избегать попадания реактивов на открытые участки кожи и одежду.

### Опыт №1. Качественная реакция на оксо-группу.

В две пробирки поместить по 8-10 капель фуксинсернистой кислоты. В одну из них внести 1 каплю раствора формальдегида, в другую- 1 каплю ацетона. В пробирке с формальдегидом раствор постепенно приобретает красно-фиолетовую окраску. В пробирке с ацетоном фуксинсернистая кислота не окрашивается.

Примечание: некоторые вещества, имеющие альдегидную группу (например, сахара) этой реакции не дают.

---

---

---

---

### Опыт №2. Реакция «серебряного зеркала».

В две пробирки, вымытые 10%-ным раствором щёлочи при нагревании и затем ополоснутые дистиллированной водой, внести по две капли раствора нитрата серебра и прибавить по капле 10%-ного раствора щёлочи. Образующийся бурый осадок оксида серебра растворить, добавив избыток раствора аммиака (1-2 капли). Прилить в первую пробирку каплю формальдегида, во вторую - столько же ацетона. Пробирки поставить в стакан с горячей водой (70-80<sup>0</sup>С). Вскоре внутренняя поверхность пробирки с формальдегидом покроется налётом металлического серебра. Ацетон этой реакции не даёт.

Напишите уравнения реакций.

---



---



---



---

### Опыт №3. Реакция оксосоединений с реактивом Фелинга.

Налить в две пробирки по 3 мл реактива Фелинга. В одну внести 3 капли раствора формальдегида, в другую- столько же ацетона. Пробирки поставить в кипящую водяную баню. Вскоре в пробирке с формальдегидом синяя окраска исчезает и образуется красный осадок закиси меди (I). Иногда на стенках пробирки выделяется даже металлическая медь. Во второй пробирке никаких изменений не наблюдается.

Реактив Фелинга содержит комплекс солей винной кислоты и двухвалентной меди. Этот комплекс хорошо растворяется в воде и окрашивает раствор в синий цвет. При взаимодействии с альдегидами комплекс распадается, двухвалентная медь окисляет альдегиды в соответствующие кислоты, а сама восстанавливается в гидроксид меди (I) желтого цвета, переходящий в красную закись меди (Cu<sub>2</sub>O).

Напишите уравнения реакций.

---



---



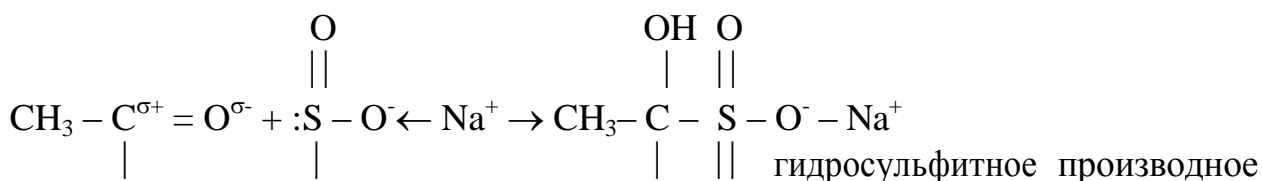
---



---

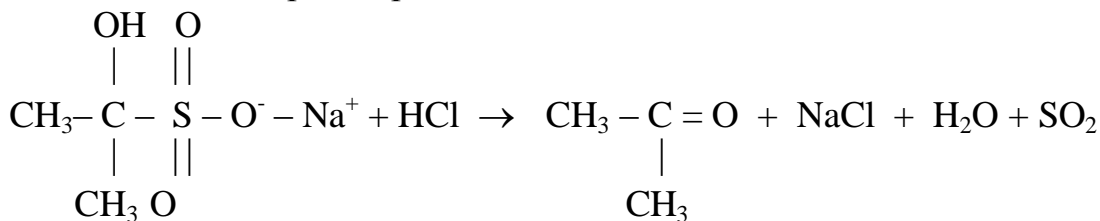
### Опыт №4. Реакция ацетона с гидросульфитом натрия.

На предметное стекло нанести две капли насыщенного раствора сульфита натрия, добавить 1 каплю ацетона и размешать концом запаянного капилляра. Вскоре можно наблюдать выпадение кристаллического осадка гидросульфитного соединения ацетона. Предметное стекло перенести под микроскоп и рассмотреть кристаллы, которые представляют собой неправильной формы четырёхугольные таблички.





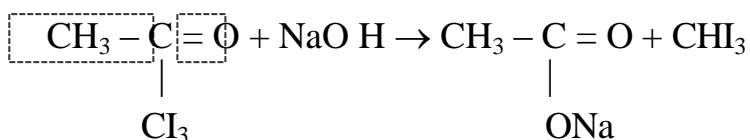
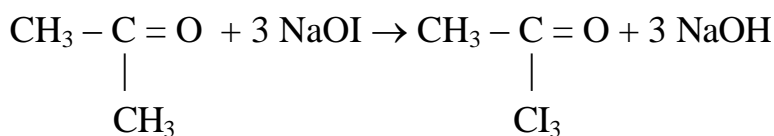
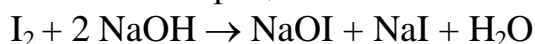
Добавьте к осадку каплю раствора соляной кислоты. Осадок гидросульфитного производного ацетона растворяется.



### Опыт №5. Получение йодоформа из ацетона.

Поместить в пробирку 3 капли раствора йода в йодистом калии и 5 капель 2н раствора гидроксида натрия. Раствор обесцвечивается. К обесцвеченному раствору йодноватистокислого натрия добавить каплю ацетона. Мгновенно без нагревания выпадает желтовато-белый осадок с характерным запахом йодоформа.

Химизм процесса:



Эта реакция очень чувствительная и используется для открытия ацетона.

### Вопросы и упражнения для самостоятельной работы

1. Напишите структурные формулы соединений: муравьиный альдегид; пропионовый альдегид; трихлоруксусный альдегид, 2-метилпентаналь; бутен-2-аль; 3,3-диметилпентаналь; ацетон; 2,4-диметилпентанол-3; 2-метилгексанол-3; гексен-5-ОН-1; диметилэтилуксусный альдегид; метилпропил уксусный альдегид; пропилбутилкетон; изопропил-трет-изобутилкетон; бутадион-2,3.

2. Укажите ошибки в названиях:

а) пропаналь-2;

б) октанон-1;

в) метилпропанон-2;

г) дихлорпентаналь.

3. Напишите реакции получения пропанала и 3-метилпентанала следующими способами:

а) окислением спирта;

б) из дигалогенопроизводного;

в) сухой перегонной кальциевых солей.

4. Какие кетоны получатся, если подвергнуть гидратации по Кучерову:

а) пентин-1;

б) 3-метил-бутин-1;

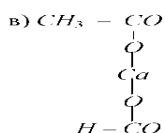
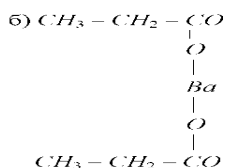
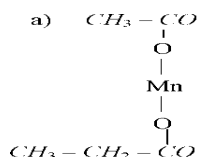
в) 3,3-диметилпентин-1.

5. Напишите реакции гидролиза дигалогенопроизводных водными растворами щелочей:

а) 1,1-дихлор-2-метилбутан;

б) 3,3-дихлор-2-метилпентан.

6. Какие соединения получатся при пиролизе следующих солей карбоновых кислот:



7. Какие соединения получают при окислении:

а) бутанол-1;

б) бутанол-2;

в) 2-метил-пентанол-3?

8. На каком атоме углерода в:

а) пентаноле;

б) октанон-2

будет наибольший положительный заряд?

9. Чем объясняется меньшая реакционная способность карбонильной группы уксусного альдегида по сравнению с формальдегидом?

10. Почему в кетонах активность карбонильной группы ниже, чем в альдегидах?

11. Получите 3-метилбутаналь любым способом и напишите для него уравнения реакций с:

а) синильной кислотой;

б) с этиловым спиртом;

- в) гидросульфитом натрия;
- г) гидрирования;
- д) с пятихлористым фосфором.

12. С помощью каких из перечисленных реакций можно получить полуацеталь:

- а) реакция альдольного присоединения;
- б) взаимодействие альдегида со спиртом (в равном соотношении) в кислой среде;

в) взаимодействие альдегида с избытком спирта в кислой среде;

г) реакции дегидратации альдоля.

13. Из этилацетиленом получите бутанон. Напишите для него уравнения реакций

с:

а) пятихлористым фосфором;

б) синильной кислотой;

в) гидроксиламином;

г) гидрирования.

## РАБОТА 6. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

**Цель работы:** изучение физических и химических свойств карбоновых кислот и их производных.

**Техника безопасности:** соблюдать осторожность при работе концентрированной серной кислотой. Помнить, что при работе с газоотводной трубкой во избежание засасывания жидкости в реакционную пробирку и разбрызгивания реакционной смеси на лицо и одежду, убирать горелку из-под нагреваемой пробирки можно лишь тогда, когда конец газоотводной трубки, опущенный в жидкость, будет удалён из неё.

### Опыт №1. Растворимость в воде различных кислот.

Три капли или несколько кристаллов каждой из исследуемых кислот энергично размешать в пробирке с 5 каплями воды. Если кислота не растворяется, пробирку нагреть. Горячие растворы охладить и отметить выпадение кристаллов кислот, растворяющихся только при нагревании.

---

---

---

---

---

### Опыт №2. Кислотные свойства карбоновых кислот.

1. В три пробирки внести по 1 капле 0,1н раствора уксусной кислоты. В первую пробирку добавить 1 каплю метилового оранжевого, во вторую- 1 каплю



лакмуса и в третью- 1 каплю фенолфталеина. Сделать вывод о кислотных свойствах кислот по изменению окраски индикаторов.

---

---

---

2. В пробирку поместить 2 капли раствора уксусной кислоты и добавить немного магния (стружка). К отверстию пробирки поднести горящую лучинку. Сделать вывод о природе выделяющегося газа.

---

---

3. В пробирку налить 2-3 капли 0,1н раствора уксусной кислоты и добавить несколько крупинок карбоната натрия. К отверстию пробирки поднести горящую лучинку. Сделать выводы о природе выделяющегося газа. Сделать вывод о силе низших карбоновых кислот

Напишите уравнения реакций.

---

---

---

### **Опыт №3. Разложение муравьиной кислоты при нагревании с концентрированной серной кислотой.**

В пробирку прилить 3 капли муравьиной кислоты, 3 капли конц. серной кислоты и нагреть в пламени спиртовки. Наблюдать выделение угарного газа. Закрывать пробирку пробкой с газоотводной трубкой и поджечь газ (он горит голубоватыми вспышками).

Разложение муравьиной кислоты под действием серной кислоты отличает её от остальных кислот.

Напишите уравнение протекающей реакции.

---

---

---

### **Опыт №4. Окисление муравьиной кислоты перманганатом калия.**

В пробирку с газоотводной трубкой налить 2-3 мл муравьиной кислоты, 2 мл 2н серной кислоты и 1-2 мл насыщенного раствора перманганата калия. Конец газоотводной трубки поместить в пробирку с известковой водой. Наблюдать происходящие изменения (обесцвечивание раствора  $\text{KMnO}_4$ , помутнение известковой воды). Сделать выводы об устойчивости муравьиной кислоты к действию окислителей.

Напишите уравнения реакций.

---

---

---

### **Опыт №5. Получение сложных эфиров.**

В две сухие пробирки прилить по 2 мл этилового и изоамилового спиртов. Затем в них добавить по 2 мл ледяной уксусной кислоты, после чего в каждую пробирку добавить по 2 капли конц. серной кислоты. Смесь нагреть в течение 10 минут на водяной бане (70-75<sup>0</sup> С).

Запах эфиров будет различаться более отчётливо, если освободить их от посторонних примесей. Для этого добавьте в каждую пробирку по 10 мл насыщенного раствора поваренной соли. Жидкость взболтать и дать ей отстояться. Образуется два слоя: верхний- сложный эфир и нижний- раствор поваренной соли, серная кислота и часть не прореагировавших исходных веществ.

Запишите химизм процесса.

---

---

---

### **Опыт №6. Гидролиз мыла и его щелочные свойства.**

К раствору мыла прибавить 1 каплю фенолфталеина. Раствор окрашивается в малиновый цвет. Напишите реакцию гидролиза мыла.

---

---

---

### **Опыт №7. Получение нерастворимых кальциевых солей высших жирных кислот.**

В пробирку поместить 2 капли раствора мыла, 1 каплю 0,1н раствора хлорида кальция и взболтать содержимое пробирки. Выпадает белый осадок.

Кальциевые соли жирных кислот (кальциевое мыло) нерастворимы в воде. Кальциевое мыло образуется при мытье в жесткой воде.

Напишите реакцию образования кальциевой соли стеариновой кислоты.

---

---

---

### **Опыт №8. Выделение свободных жирных кислот из мыла.**

В пробирку поместить 3 мл концентрированного раствора мыла, добавить 3 мл 2н раствора серной кислоты и слегка нагреть в пламени спиртовки. Жидкость расслаивается, сверху образуется маслянистый слой свободных жирных кислот, который при охлаждении затвердевает, водный раствор осветляется.

Напишите эту реакцию.

---

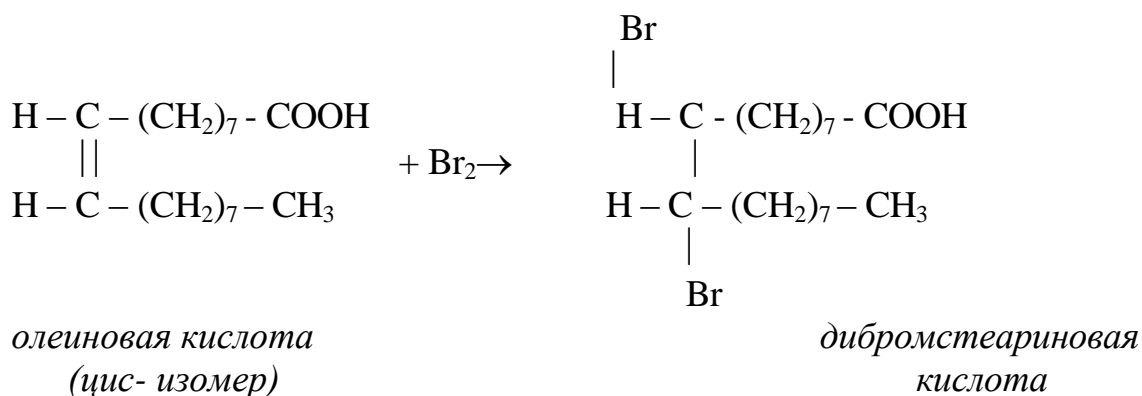
---

---

---

**Мыла**-соли высших предельных и непредельных органических кислот. Твёрдое мыло- смесь натриевых солей пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот.

В пробирку добавить 3 капли бромной воды и энергично взболтать- бромная вода обесцвечивается. В состав жирных кислот, выделенных из мыла, входят и непредельные кислоты, которые легко присоединяют бром по месту двойной связи:



### **Вопросы и упражнения для самостоятельной работы:**

1. Напишите формулы кислот: 2-метилгексановая; 2,3-диметилбутановая; валериановая; изомасляная; пропионовая; метилизопропилуксусная; диметилэтилуксусная. Назовите первые две кислоты по рациональной номенклатуре, а две последние по систематической.

2. Напишите формулы всех изомерных кислот состава  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ .

3. Назовите кислоты, которые получатся при окислении:

а) 3-метилбутановая;

б) этилбутилкетона;

в) диэтилкетона.

4. Напишите схемы реакций получения пропановой кислоты из:

а) соответствующего трихлорпроизводного;

б) альдегида;

в) хлорангидрида;

г) ангидрида.

5. Изложите современные представления о строении карбоксильной группы. Объясните взаимное влияние гидроксильной и карбонильной групп в карбоксильной группе.

6. Расположите приведенные здесь кислоты в порядке уменьшения кислотных свойств: уксусная, трихлоруксусная, муравьиная, угольная, монохлоруксусная.

Объясните, с чем связаны различия в степени ионизации карбоновых кислот.

7. Напишите уравнения реакций между:

- а) масляной кислотой и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
- б) 2,3-диметилбутановой кислотой и аммиаком.
- в) бутановой кислотой и магнием;
- г) 2-метилбутановой кислотой и пятихлористым фосфором;
- д) пропионовой кислотой и хлором;
- е) натриевой солью 2,3-диметилпентановой кислотой и ***NaOH***.

8. Напишите уравнения реакции этерификации, при которых получается:

- а) этилформат;
- б) этиловый спирт 2,3-диметилпентановой кислоты;
- в) диацетатэтиленгликоля.

9. Напишите схемы реакций получения из пропановой кислоты:

- а) ангидрида;
- б) хлорангидрида;
- в) амида;
- г) этилового эфира.

## РАБОТА 7. УГЛЕВОДЫ

**Цель работы:** изучение основных свойств группы природных веществ, включающей многоатомные альдегидо- или кетоспирты, а также некоторые продукты их превращений и конденсации.

**Техника безопасности:** соблюдать осторожность при работе с концентрированными кислотами и щелочами, избегать попадания их на кожные покровы и одежду.

## МОНОСАХАРИДЫ

**Опыт №1. Доказательство наличия гидроксильных групп в глюкозе и окисление глюкозы гидроксидом меди в присутствии щёлочи (реакция Троммера).**

а) *Открытие в глюкозе гидроксильных групп.*

В пробирку поместить 0,5 мл 0,5%-го раствора глюкозы и 0,5мл 2н раствора гидроксида натрия. К полученной смеси добавить 1-2 капли 0,2н водного раствора сульфата меди (II), встряхнуть содержимое пробирки. Образующийся вначале голубоватый осадок гидроксида меди, мгновенно растворяется, получается прозрачный раствор сахарата меди-алкоголята меди глюкозы, имеющий слабую синюю окраску.

Напишите уравнение реакции. Эта реакция доказывает наличие в углеводе нескольких гидроксильных групп, расположенных рядом.

---

---

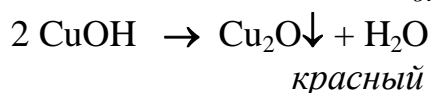
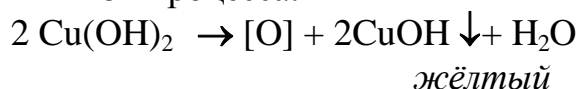
---

---

б) *Окисление глюкозы.*

К полученному раствору добавить 1 мл дист. воды, затем осторожно нагреть в течение нескольких минут на кипящей водяной бане. Если сахар окисляется, то синяя окраска раствора при нагревании переходит в зелёную а затем исчезает. Одновременно появляется жёлтый (CuOH), красный или коричневый (Cu<sub>2</sub>O) осадки.

Химизм процесса:



Выделяющийся кислород идёт на окисление глюкозы.

Восстановить соединения двухвалентной меди в щелочном растворе способны лишь те сахара, которые имеют в молекуле свободный глюкозидный гидроксил или свободную гидроксильную группу, поэтому проба Троммера часто применяется для обнаружения в растворе восстанавливающих сахаров.

*Примечание:* при использовании избытка CuSO<sub>4</sub> образуется избыток Cu(OH)<sub>2</sub>, который может дать при нагревании CuO чёрного цвета.

---

---

---

**Опыт №2. Окисление глюкозы реактивом Фелинга.**

В пробирку внести 0,5 мл 0,5%-го раствора глюкозы и 0,5 мл реактива Фелинга. Растворы перемешать и поставить на несколько минут в кипящую баню. Вскоре в пробирке исчезает синяя окраска и выпадает осадок закиси меди (Cu<sub>2</sub>O) красного цвета.

---

---

---

**Опыт №3. Окисление глюкозы аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»).**

В специально подготовленную пробирку поместить 0,5 мл 0,2н раствора нитрата серебра и 1мл 2н раствора гидроксида натрия. Затем по каплям прилить 2н раствор аммиака до растворения образовавшегося осадка оксида серебра. К полученному раствору прилить 0,5 мл 0,5%-го раствора глюкозы и поставить пробирку в баню, нагретую до 60-80<sup>0</sup>С. Через некоторое время на стенках пробирки образуется блестящий слой металлического серебра. Эту реакцию дают все моносахариды.

---

---

---

---

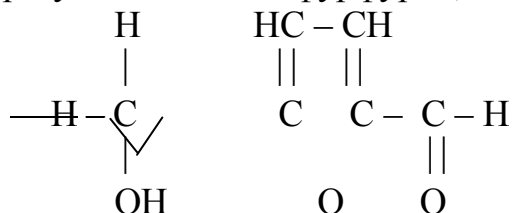
---

---

#### Опыт №4. Цветная реакция на кетозы (реакция Селиванова).

Взять две пробирки. В первую внести 0,5мл глюкозы, а во вторую столько же фруктозы и прибавить к ним по 0,5мл реактива Селиванова. Пробирки поместить на несколько минут в кипящую водяную баню. В растворе с фруктозой появляется красное окрашивание, окраска постепенно усиливается, появляется осадок. Раствор глюкозы остаётся бесцветным.

Реактив Селиванова содержит конц. соляную кислоту и резорцин. При нагревании с концентрированными минеральными кислотами молекулы кетоз постепенно расщепляются, образуя смесь различных продуктов. В числе других веществ они образуют оксиметилфурфурол,



который конденсируется с резорцином, образуя окрашенное соединение.

---

---

---

---

---

---

## ДИСАХАРИДЫ

#### Опыт №5. Окисление дисахаридов реактивом Фелинга.

Налить в одну пробирку 0,5 мл 1%- го раствора сахарозы, а во вторую столько же лактозы. Прибавить к ним по 0,5 мл реактива Фелинга. Пробирки поставить на несколько минут в кипящую водяную баню. В растворе, содержащем лактозу, образуется красный осадок закиси меди вследствие её окисления в лактобионовую кислоту. В пробирке с раствором сахарозы изменений не наблюдается (Почему?).

Напишите уравнение реакции.

---

---

---

---

---

---

### Опыт №6. Доказательство наличия гидроксильных групп в сахаре.

Поместить в пробирку 5 капель 1 %- го раствора сахарозы, 6 капель 2н раствора гидроксида натрия и 5- 6 капель воды. К полученному раствору добавить 1 каплю 0,2н раствора  $\text{CuSO}_4$ . Полученный раствор сахара меди имеет светло-синюю окраску.

---

---

---

## НЕСАХАРОПОДОБНЫЕ ПОЛИСАХАРИДЫ

### Опыт №7. Кислотный гидролиз крахмала.

В 7 пробирок поместить по 0,5 мл очень разбавленной, почти бесцветной йодной воды.

В фарфоровую чашечку налить 10 мл крахмального клейстера, добавить 5 мл 2н раствора серной кислоты и перемешать содержимое стеклянной палочкой. Поставить чашку на асбестированную сетку и нагреть на маленьком пламени. Через каждые 30с отбирать пипеткой 1 каплю раствора и переносить в очередную пробирку с йодной водой. Последовательные пробы обнаруживают постепенное изменение окраски при реакции с йодом.

Гидролиз крахмала при нагревании с разбавленными минеральными кислотами происходит ступенчато с образованием более простых углеводов.

Первый продукт гидролиза- растворимый крахмал- с йодом дает синее окрашивание. При дальнейшем гидролизе образуются декстрины- более простые полисахариды, дающие с йодом окраску от сине- фиолетовой до оранжевой. Мальтоза, а затем глюкоза не изменяют обычную окраску йода.

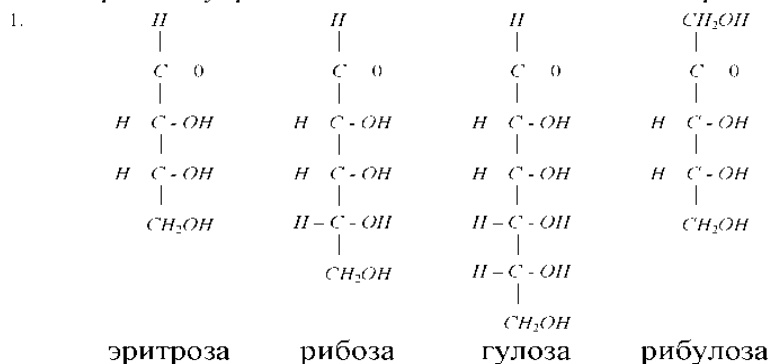
---

---

---

---

Вопросы и упражнения для самостоятельной работы:



а) к каким группам моносахаридов по числу атомов углерода относятся эти

соединения?

- б) какие из них являются альдозами, а какие кетозами?  
 в) обозначьте звездочками асимметрические атомы углерода.

Сколько пространственных изомеров имеет каждый из этих углеводов?

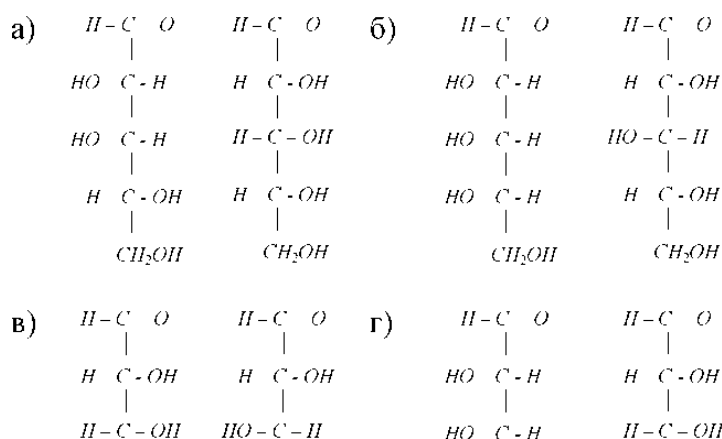
г) к какому ряду (D или L) принадлежат эти монозы?

2. Напишите формулы оптического антипода D-галактозы и D-маннозы.

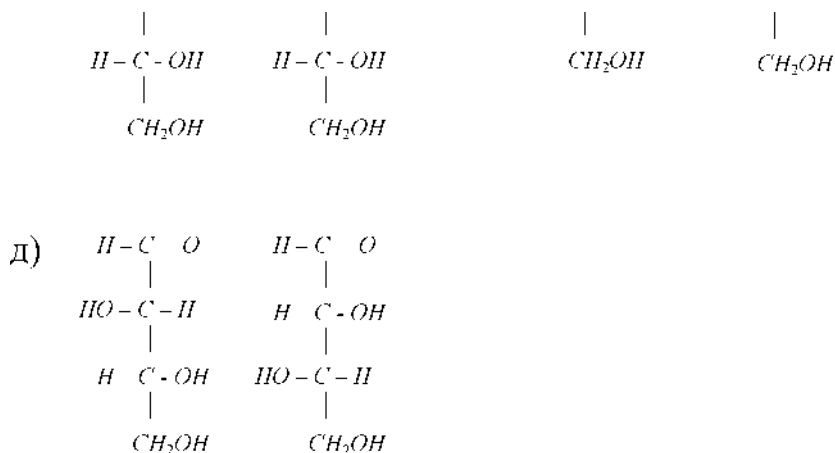
3. Что такое эпимеры? Напишите проекционные формулы моноэпимерных

D-глюкозе.

4. Какие из приведенных пар соединений являются энантиомерами, а какие



эпимерами?



5. В чем заключается явление таутомерии? Напишите схему образования циклической полуацетальной формы для рибозы, дезоксирибозы и рибулозы. Укажите гликозидный гидроксил.

6. На примере глюкозы и фруктозы покажите как построены теренозные и фуранозные формы углеводов.

7. Что такое мутаротация? Чем объясняется это явление? Напишите таутомерные превращения D-фруктозы и L-галантозы.

8. Осуществите превращения:

а) крахмал ® мальтоза ® глюкоза ® глюконовая кислота;

б) целлюлоза ® целлобиоза ® глюкоза ® пентаацетат глюкозы.

11 Напишите реакцию гидрирования:



- а) маннозы;
- б) фруктозы.

Будут ли обладать оптической активностью полученные спирты?

## РАБОТА 8 ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ

**Цель работы:** изучение химических свойств белков.

### Опыт № 1. Осаждение и растворение белков.

Налить в пробирку 2,0-3,0 мл раствора белка. Затем добавить к нему 0,50 мл 40,0 %-го раствора этилового спирта. К взвеси белка прилить 10,0-15,0 мл дистиллированной воды. Перемешать содержимое пробирки стеклянной палочкой, а затем закрыть пробирку пробкой и хорошо ее встряхнуть. Обратит внимание на полученный результат.

---

---

---

---

### Опыт № 2. Денатурация (полное осаждение) белков.

Налить в пробирку 1,0-2,0 мл раствора белка и добавить к нему 1,0-2,0 мл 96,0 %-го раствора этилового спирта. В пробирку с осадком белка прилить 10,0-15,0 мл дистиллированной воды. Перемешать содержимое пробирки стеклянной палочкой, а затем закрыть пробирку пробкой и хорошо ее встряхнуть. Обратит внимание на полученный результат.

---

---

---

---

### Опыт № 3 Биуретовая реакция.

Налить в пробирку 2,0-3,0 мл раствора белка и добавить к нему 1,0-2,0 мл раствора гидроксида натрия, а затем 1,0-2,0 мл раствора сульфата меди (II). Обратит внимание на цвет выпавшего осадка. Затем необходимо перемешать содержимое пробирки стеклянной палочкой и еще раз обратит внимание на цвет осадка.

---

---

---

---

### Опыт № 4. Ксантопротеиновая реакция.

Налить в пробирку 2,0-3,0 мл раствора белка и добавить к нему 0,50 мл концентрированной азотной кислоты. Обратит внимание на цвет выпавшего осадка. По возможности составить схемы происходящих реакций.

---

---

---

---

По результатам проделанной работы сделайте выводы о химических свойствах белков.

## РАБОТА № 9. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

В вашем распоряжении имеется спиртовка и набор реактивов:

1. бромная вода;
2. водный раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;
3. водный раствор  $\text{NaOH}$ ;
4. водный раствор  $\text{CrSO}_4$ ;
5. аммиачный раствор оксида серебра.

В четырех пронумерованных пробирках содержатся следующие вещества: формалин, уксусная кислота, анилин, глицерин. С помощью предложенных реагентов определить содержание каждой пробирки. Написать уравнения соответствующих реакций.

---

---

---

---

## РАБОТА 10. СИНТЕЗ ПОЛИМЕРОВ

**Цель**            ознакомление с двумя основными способами получения

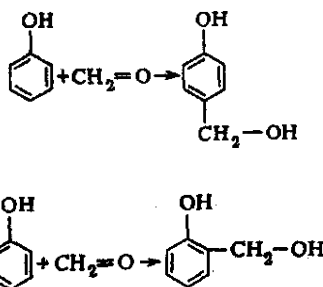
**работы:** органических смол: процессами поликонденсации и полимеризации; ознакомление с влиянием условий проведения процесса на его результат.

**Техника безопасности:** все опыты по синтезу полимеров проводить в вытяжном шкафу. Соблюдать особую осторожность при работе с мономерами, поскольку большинство из них относятся к легковоспламеняющимся веществам. Фенол вызывает химические ожоги кожного покрова. Нагревание проводить только на водяной бане.

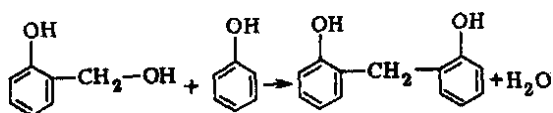
### Экспериментальная часть (2 часа)

#### Опыт №1. Синтез фенолформальдегидных смол

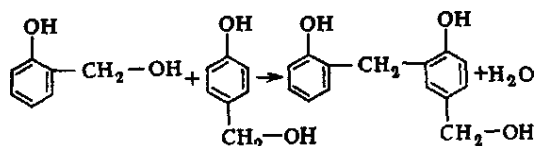
Фенолформальдегидные смолы получают в результате реакции поликонденсации фенола с формальдегидом. Начальной стадией этого процесса является реакция соединения фенола с формальдегидом,



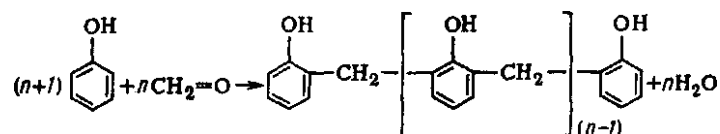
продукт которой вступает во взаимодействие с фенолом (при избытке последнего)



или конденсируется самостоятельно

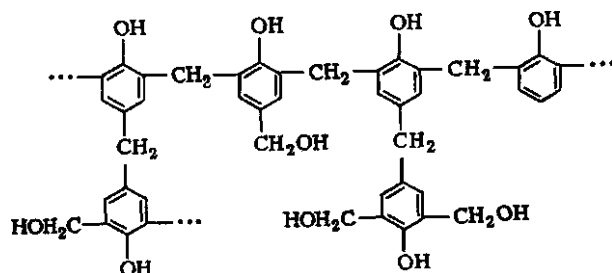


Фенол (в избытке) с формальдегидом в кислой среде образует термопластичные растворимые новолачные смолы линейного строения:

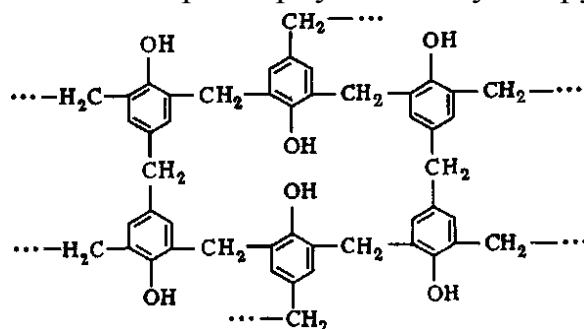


Относительная молекулярная масса новолачной смолы невелика: 1000-2000 а.е.м. Новолачные смолы плавки, растворимы; они применяются для приготовления лаков и прессовочных порошков.

В случаях поликонденсации фенола (без избытка) с формальдегидом в щелочной среде образуются резольные смолы (резолы):



Резолы растворимы в органических растворителях, например в этиловом спирте. При растворении резолов образуются так называемые бакелитовые лаки, клеи (например, клей БФ). Резолы термопластичны, при нагревании они размягчаются и могут формоваться. При хранении или нагревании резолов до  $413^{\circ}\text{C}$  в избытке формальдегида они превращаются в терморезактивные резиты. Резиты не плавятся и ни в чем не растворяются. Это объясняется дальнейшей поликонденсацией макромолекул резольной смолы с выделением воды за счет метилольных групп и бензольных ядер. Резиты имеют трехмерную сетчатую структуру:



**а) Получение новолачной смолы.**

В пробирку поместите 10 капель жидкого фенола и 8 капель 40%-го раствора формальдегида. Нагрейте смесь на водяной бане до растворения фенола. Через 3 мин внесите в пробирку 5 капель концентрированной соляной кислоты и продолжайте нагревание до расслоения смеси.

Пробирку поместите в стакан с холодной водой. После образования четкой границы между верхним слоем воды и нижним слоем смолы слейте воду и быстро вылейте смолу на стекло. Наблюдайте образование твердого продукта.

Испытайте образовавшуюся новолачную смолу на растворимость: а) в воде; б) в ацетоне.

**б) Получение резольной смолы.**

В пробирку поместите 10 капель жидкого фенола и 10 капель раствора формальдегида. К полученному прозрачному раствору добавьте 6 капель 2М раствора аммиака и поместите пробирку в кипящую водяную баню примерно на 30-35 мин.

После того как жидкость в пробирке расслоится (верхний слой вода, нижний - резол), выньте пробирку из водяной бани и охладите ее. Слейте верхний слой воды. Добавьте к смоле немного этанола и нагрейте пробирку в водяной бане до

растворения смолы. Вылейте образовавшийся спиртовой лак на стекло. Наблюдайте на стекле после испарения спирта образование прочной глянцевой пленки.

При оформлении результатов опытов ответьте на вопросы.

Какой процесс лежит в основе получения фенолформальдегидных смол - полимеризация или поликонденсация? В чем разница между этими процессами? При каких условиях процесса образуется: а) новолачная смола; б) резольная смола? Укажите основные свойства линейных и пространственных полимеров.

---



---



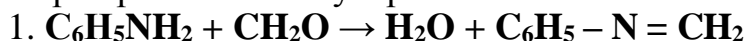
---



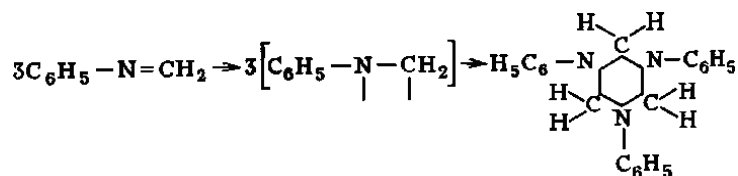
---

## Опыт №2. Синтез анилиноформальдегидной смолы

Конденсация анилина с формальдегидом в нейтральном или слабощелочном растворе при эквимолекулярном соотношении компонентов идет по схеме:

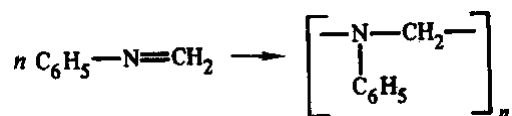


2.



Образующийся продукт реакции можно рассматривать как циклический тример, получающийся из трех молекул мономера  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{N} = \text{CH}_2$ .

Если проводить процесс в кислой среде с избытком формальдегида, реакция идет по схеме полимеризации с образованием высокомолекулярной аниноформальдегидной смолы, сходной с бакелитом:



Поместите в пробирку 10 капель анилина и 10 капель 40%-го раствора формальдегида. Закройте пробирку пробкой и, перемешивая жидкость, добейтесь образования белого осадка. Промойте осадок водой и метанолом (декантацией). Добавьте к влажному осадку 5 капель ледяной уксусной кислоты и нагрейте смесь в пламени горелки. Смесь окрашивается в желтый или оранжевый цвет. После сплавления получается прозрачный полимер.

При оформлении результатов опыта опишите внешний вид полимера и ответьте на вопрос: как влияют условия проведения реакции на состав и свойства получаемых полимеров?

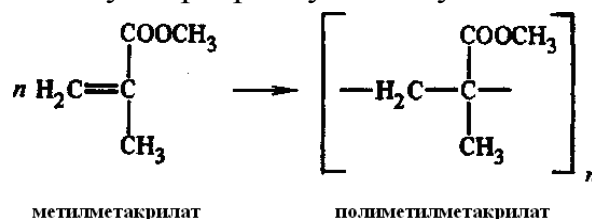
---



---

### Опыт №3. Деполимеризация полиметилакрилата

Полиметилметакрилат - органическое стекло (плексиглас) - получается при полимеризации метилового эфира метакриловой кислоты (метилметакрилата) в присутствии инициатора (пероксида бензоила  $C_6H_5-CO-O-O-CO-C_6H_5$ ) и представляет собой бесцветную прозрачную массу:



При 573 К полиметилметакрилат деполимеризуется с образованием исходного мономера метилметакрилата.

Немного измельченного органического стекла поместите в пробирку, и плотно закройте ее пробкой с газоотводной трубкой, соединенной с трубкой-холодильником. Опустите конец трубки-холодильника почти до дна в пробирку-приемник, охлаждаемую водой со снегом.

Реакционную пробирку нагрейте в пламени горелки, сначала осторожно, затем сильно. Нагревание ведут до полной деполимеризации полиметилметакрилата. В приемнике собирается жидкость желтоватого цвета - метилметакрилат.

В остывшую пробирку с полученным раствором добавьте постепенно при встряхивании несколько капель бромной воды. Бромная вода обесцвечивается, что указывает на наличие двойной связи в молекуле метилметакрилата.

При оформлении результатов опыта запишите формулу полиметилметакрилата и уравнение реакции деполимеризации. Запишите уравнение реакции взаимодействия метилметакрилата с бромной водой. Составьте уравнение реакции получения мономера из соответствующих кислоты и спирта. Назовите все вещества, участвующие в реакции.

## ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Предельные углеводороды (алканы или парафины)

1. Напишите структурные формулы следующих углеводородов и укажите первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода в их составе:  
а) 2,2 - диметилпропан; б) 2,3,4,5 - тетраметилгексан; в) 3 - метил - 3 - этилпентан; г) 2,3 - диметил - 4 - пропилгептан.

2. Напишите структурные формулы и назовите по рациональной номенклатуре следующие углеводороды: а) 4-метилгептан; б) 3-метилоктан; в) 2,2,3-триметилбутан; г) 2,5-диметил-3-этилгексан; д) 2,2,4-триметил-3-этилпентан; е) 3-метил-4-изопропилгептан.

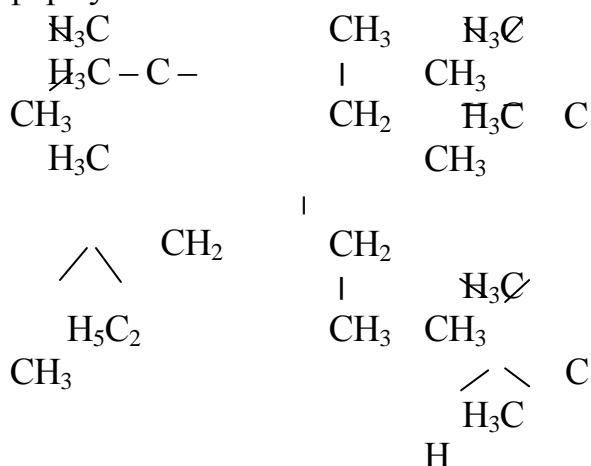
3. Сколько гибридных облаков (в сумме) имеют атомы углерода в: а) 2-метилбутане; б) пропане; в) 3-метил-3-этилпентане?

4. Напишите структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре (ИЮПАК) следующие углеводороды: а) триметиэтилметан; б) метилдиэтилметан; в) пропил-*втор.*-бутилметан.

5. Укажите ошибки в названиях следующих углеводородов: а) 2-этил-3-изопропилгексан; б) 1,3-диметил-5-этилгексан; в) 4,4-диметилпентан; г) 6-метил-2,6-диэтилгептан.

6. Напишите структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре следующие соединения: а) диметилэтилметан; б) тетраэтилметан; в) диметилизопропилметан; г) этилдиизопропилметан; д) *бутил-втор.*-бутил-*трет.*бутилметан; е) этилпропилизопропилметан; ж) диэтил-*трет.*-бутилметан; з) триметил-*втор.*-бутилметан.

7. Ниже приведен ряд формул. Укажите сколько соединений обозначено этими формулами:



8. Сколько изомеров состава  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  можно вывести из формулы гептана

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-(\text{CH}_3)_3$ , добавляя одну  $\text{H}_3\text{C}$ -группу вместо атома водорода, но не затрагивая С-С связей? Напишите их структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре.

9. Напишите структурные формулы изомеров октана, содержащие четвертичные атомы углерода и назовите их.

10. Алкан  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  может быть получен восстановлением ( $\text{Zn}/\text{HCl}$ ) только из двух алкилхлоридов ( $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Cl}$ ) и гидрированием только из двух алкенов ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ). Какова структура алкана?

11. Укажите три способа получения бутана и 2,4-диметилпентана.

12. Три различных алкена при каталитическом гидрировании образуют 2-метилбутан. Напишите уравнения реакций.

13. 2-метилпропан подвергнут хлорированию, смесь монохлорпроизводных обработана металлическим натрием. Какие углеводороды могут быть получены в результате этих реакций?

14. Углеводород  $C_5H_{12}$  образует третичное нитропроизводное. Установите его строение.

15. Какой объем метана можно получить из 25г безводного уксуснокислого натрия?

16. Получите реакцией Вюрца следующие углеводороды: а) *n*-пентан; б) 2-метилпентан; в) 3-метилпентан; г) изобутан; д) 2,2-диметилбутан; е) гексаметилэтан.

17. Синтезируйте следующие углеводороды: а) 2-метилпентан; б) 2,3-диметилбутан; в) 2,5-диметилгексан.

18.  $CH_3COONa$  сплавили со щелочью. На органический продукт реакции подействовали одной молекулой галогена, провели синтез Вюрца с 2-хлор-3,3-диэтилгексаном. Напишите схемы реакций и назовите промежуточные продукты.

19. Напишите схемы реакций, с помощью которых можно получить 2,2,3,3-тетраметилбутан.

20. Найдите молекулярную формулу вещества содержащего 80% углерода и 20% водорода. Плотность паров по водороду равна 15.

21. Найдите молекулярную формулу вещества, если известно, что при полном сжигании 13,8 г его получили 26,4 г углекислого газа и 16,2 г воды. Плотность пара по водороду равна 23.

22. Найдите молекулярную формулу углеводорода, если при сжигании 4,3 г его образовалось 13,2 г  $CO_2$ . Плотность пара по водороду равна 43.

23. Найдите молекулярную формулу вещества, содержащего 77,4% С, 7,5% Н и 15,1% N, если плотность его паров по воздуху равна 3,21.

24. Найдите простейшие формулы веществ, имеющих следующий состав: а) 52,1% С, 13,1% Н, 34,8% О; б) 20% С, 6,67% Н, 26,67% О, 46,66% N; в) 54,5% С, 9,15% Н, 36,32% О.

25. Образец вещества массой 3,1 г сожгли и получили 4,4 г  $CO_2$  и 2,7 г  $H_2O$ . Молекулярная масса вещества 62, какова его молекулярная формула?

### Непредельные углеводороды (алкены, диены и алкины)

26. Напишите структурные формулы следующих соединений и назовите их по систематической номенклатуре: а) *симм.*- этилизопропилэтилен; б) *несимм.*- этилизопропилэтилен; в) *симм.*-изопропил-*трет.*-бутилэтилен; г) диметилацетилен; д) диизопропилацетилен.

27. Напишите структурные формулы следующих соединений и назовите их по рациональной номенклатуре: а) 3-этилпентен-2; б) 2,2,5- триметилгексен-3; в) 2,3,4-триметилпентен-2; г) 2,2,3,4- тетраметилпентен-3; д) 3-метилпентин-2; е) 2,5-диметилгексин-3; ж) 3,3- диметилбутин-1; з) 2,2,5-триметилгексин-3.

28. Напишите структурные формулы всех ациклических углеводородов, содержащих 5 атомов углерода и назовите их по рациональной и систематической номенклатурам.



29. Сколько  $\pi$ - и  $\sigma$ -связей содержится в следующих соединениях: а) бутен-1; б) пропен; в) 3,3-диметилбутен-1; г) бутин-2; д) 3,3-диметилбутин-1; е) 2,2,5,5-тетраметилгексин-3?

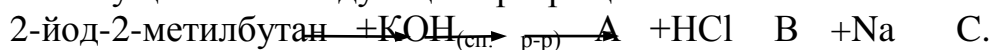
30. Сколько гибридных облаков (в сумме) имеют атомы углерода в составе: а) 2,7-диметилбутен-3; б) бутин-1; г) 3-метилгексадиен-1,5; д) 3,3-диметилбутин-1?

31. Приведите схемы реакций получения бутена-2 из бутена-1.

32. Предложите схемы синтеза соединений, используя только неорганические реактивы: а) бутин-2 из бутанола-1; б) гексадиена-2,4 из бромистого аллила; в) гексадиена-1,5 из пропилена; г) 2-метилпентен-2 из 2-метилпентана; д) 3,4-диметилгексен-3 из 2-бром-3,4-диметилгексана; е) изопрена из 3-метилбутанола-1.

33. Какие соединения образуются при нагревании с конц. серной кислотой следующих спиртов: а) пропанол-1; б) 2-метилпропанол-2; в) 2,3-диметилбутанол-2?

34. Осуществите следующие превращения:



Назовите вещества А, В, С.

35. Какие продукты получатся при озоноллизе углеводородов этиленового ряда, имеющих молекулярную формулу  $\text{C}_4\text{H}_8$ ?

36. Какие продукты получатся, если на следующие углеводороды: а) 3,3-диметилбутен-1; б) 3-метилпентен-1; в) гексен-2, подействовать хлором, а затем избытком спиртового раствора щелочи?

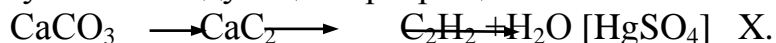
37. Напишите уравнения реакций: а) гидрирования гексина-3; б) трет.-бутилацетилена с  $\text{HCN}$ ; в) бромирования *дивтор.*-бутилацетилена; г) ацетилена с метанолом (в прис.  $\text{KOH}$ ); д) пропина с  $\text{H}_2\text{O}$  в прис.  $\text{HgSO}_4$  (р.Кучерова).

38. Определите строение вещества состава  $\text{C}_5\text{H}_{10}$ , которое при каталитическом гидрировании дает 2-метилбутан, а при гидробромировании в присутствии  $\text{H}_2\text{O}_2$  с последующей обработкой натрием (реакция Вюрца) приводит к 2,7-диметилбутану.

39. Напишите структурную формулу вещества состава  $\text{C}_5\text{H}_8$ , которое обесцвечивает бромную воду и водный раствор перманганата калия, окисляется хромовой смесью в уксусную и пропионовую кислоты, а с аммиаком серебра не реагирует.

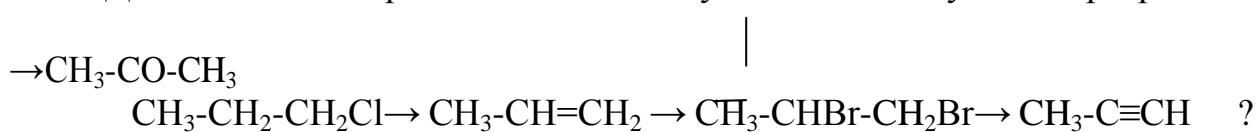
40. Как получить из изопропилэтилена триметилэтилен?

41. Какое вещество и в каком количестве получится из 1т карбоната кальция в результате следующих превращений:



42. Сколько процентов гексена-1 содержится в смеси с гексаном, если 5г такой смеси присоединяет 8г брома?

43. Действием каких реагентов можно осуществить следующие превращения:



44. Какой тетрагалогоралкан под действием цинковой пыли превращается в пентадиен-2,3?

45. Какое строение имеет диен  $C_5H_8$ , если при его озонлизе образуются формальдегид, уксусный альдегид и глиоксаль?

46. Для полного гидрирования 2,8 г ненасыщенного углеводорода, имеющего молекулярную массу 140, затрачено 448 мл водорода (условия нормальные). К какому гомологическому ряду относится углеводород?

### Галогенпроизводные ациклических углеводородов

47. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2-хлор-1-йодпропан; б) 2,2-дибромпропан; в) 1,2-дихлорбутан; г) 3-хлор-2-метилбутан; д) 3-бром-2,5-диметилгексан; е) 2,3,3-трибром-2-метилбутан; ж) 3,3-дихлор-2,2-диметилпентен-4; з) 1-хлор-2-метилбутадиен-1,3; и) 1-хлор-2-бром-3-метилпентен-1; к) 3-бром-2,3-диметилгексен-5; л) 3-хлор-3-метилпентадиен-1,4; м) 3-йодпропин-1.

48. Сколько изомеров имеет монохлорпроизводное 3,3-диметилгексана. Напишите их формулы и назовите.

49. Укажите путь синтеза и реагенты для получения 2,2-дихлорпропана и 2,2-дихлор-3-метилбутана из соответствующих алкенов.

50. Напишите схемы реакций и укажите реагенты для осуществления следующих превращений:

а) 4,4-диметилпентен-1  $\rightarrow$  2,3-дихлор-4,4-диметилпентан;

б) 1-бром-3,4-диметилпентан  $\rightarrow$  1,2-дибром-3,4-диметилпентан;

в) 1,1-дибромбутан  $\rightarrow$  2,2-дихлорбутан.

51. Какие вещества образуются при действии хлора на:

а) гексадиен-2,4; б) 2-метилгексадиен-1,3?

52. Из каких веществ и при помощи каких реагентов можно получить: а) 2-бромпентан; б) 1,2-дибромпропан; в) 1,3-дибромпропан; г) 2-хлорбутен-2?

53. Исходя из каких соединений удобнее всего получить: а)  $C_2H_5Br$ ; б)  $C_2H_4Br_2$ ; в)  $CH_3-CCl=CH_2$ ; г)  $CH_2Cl-CH=CH_2$ ?

54. Сколько граммов бромидов получится при действии 4 г брома на 10 г 20%-ного раствора следующих соединений: а) гексена-1; б) нонена-4; в) изобутилена?

55. Какие вещества образуются при присоединении бромистого водорода к каждому из изомеров бутилена?

56. Осуществите превращения:

а)  $CaO \rightarrow CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_5Cl$ ;

б)  $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 \rightarrow C_2H_6 \rightarrow C_2H_5Br$ .

57. Хлорпроизводное предельного углеводорода имеет молекулярный вес 237. Процентный состав этого соединения следующий: 89,9% хлора и 10,1% углерода. Найдите его молекулярную формулу.

58. Напишите уравнения реакций со следующими веществами для хлористого изобутила и йодистого пропила: а) гидроокисью серебра; б) водой (при кипячении); в) цианистым калием; г) аммиаком; д) металлическим натрием; е) спиртовым раствором щелочи.

## Спирты

59. Напишите структурные формулы следующих спиртов: а) диметилэтилкарбинол; б) изопропилэтилкарбинол; в) 4,4-диметилпентанол-2; г) 2-метилбутин-3-ол-2; д) 2,4-диметилгептанол-4; е) 4-хлорбутен-3-ол-1.

60. Напишите структурные формулы и назовите по рациональной номенклатуре следующие спирты: а) пропанол-2; б) 2-метилпентанол-2; в) 2-метилгептанол-3; г) 3-этилгексанол-3; д) 2,3-диметилбутанол-2; е) 2,2,4-триметилпентанол-3.

61. Напишите структурные формулы и назовите по систематической номенклатуре следующие спирты: а) метилкарбинол; б) *трет.*-бутиловый спирт; в) метилэтилизопропилкарбинол; г) изопропил-*трет.*-бутилкарбинол; д) триметиленгликоль; е) пентаметиленгликоль.

62. В состав розового масла входят спирты: цитронеллон (2,6-диметилоктен-1-ол-8), родинол (2,6-диметилоктен-2-ол-8), линалоол (2,6-диметилоктадиен-2,7-ол-6), гераниол (2,6-диметилоктадиен-2,6-ол-8). Напишите их структурные формулы.

63. Напишите структурные формулы изомерных спиртов состава  $C_5H_{11}OH$  и назовите их по рациональной и систематической номенклатурам.

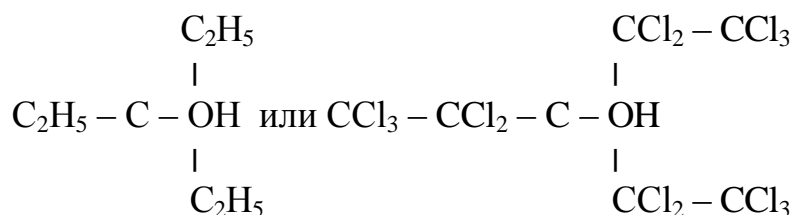
64. Какие соединения получатся в результате гидролиза водными растворами щелочей следующих галогенпроизводных алканов: а) 1-бромпропан; б) 2-йод-2-метилпропан; в) 1,3-дихлорпропан; г) 1-хлор-2,3-диметилпентан; д) 2-йод-3-этилпентан; е) 2,3-дихлорбутан.

65. Какие соединения получатся из: а) пропилена; б) триметилэтилена; в) 2,2-диметилбутена-3-, при действии на них концентрированной серной кислоты, а затем – воды?

66. Напишите уравнения реакций получения из этилового спирта: а) этана; б) бутана; в) этилена; г) диэтилового эфира; д) уксусной кислоты.

67. Как получить из первичного изобутилового спирта третичный? Напишите схему происходящего при этом процесса.

68. Какое из приведенных ниже соединений обладает более сильными кислотными свойствами?

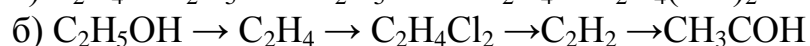


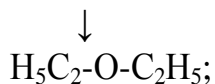
Ответ поясните.

69. Напишите уравнения реакций получения сложных эфиров уксусной кислоты со следующими спиртами: а) бутанол-1; б) пентанол-2; в) 2-метилбутанол-1.

70. Продукт дегидратации пентанола-2 окислили разб. раствором  $KMnO_4$  (по Вагнеру). Продукт реакции обработали пятихлористым фосфором. Назовите по ИЮПАК все полученные соединения.

71. Напишите уравнения реакций, указав их условия:





72. Напишите структурную формулу вещества состава  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$ , которое при гидролизе дает третичный спирт, а в реакции со спиртовым раствором щелочи – триметилэтилен.

73. Что получится при действии  $\text{HBr}$  и  $\text{PCl}_5$  на: а) 2,2,4- триметилпентанол-3; б) метанол; в) бутанол-2; г) бутандиол-2,3?

74. При нагревании 74 г спирта с концентрированной серной кислотой образовалось 16,8 л олефина. Определите молекулярную формулу спирта, если выход углеводорода составляет 75% от теоретически возможного. Напишите структурные формулы всех изомеров этого спирта.

75. Какой объем (при н.у.) займет водород, получаемый действием 2,5 г натрия на раствор 23 г этилового спирта?

76. Какие соединения получатся при окислении: а) бутанола-1; б) бутанола-2; в) 2,3-диметилбутанола-2?

77. Подействуйте последовательно на этанол: а)  $\text{PBr}_5$ ; б)  $\text{NaOH}_{(\text{сп. р-р})}$ ; в)  $\text{Br}_2$  (1 моль); г)  $\text{AgOH}$  (2 моль).

78. Расположите в ряд по легкости дегидратации следующие спирты: 4-метилпентанол-1; 3-метилбутанол-2; 2-метилпентанол-2.

79. Напишите уравнения реакций: а) аллилового спирта с пятихлористым фосфором; б) дегидратации бутанола-2 и 2-метилпропанола-2; в) пропанола-2 с натрием; г) этиленгликоля с гидроксидом меди (II); д) пентанола-2 с хлористым тионилом; е) *трет.*-бутилового спирта с калием.

80. Напишите схемы синтеза следующих соединений: а) триметилкарбинола из изопропилкарбинола; б) 1,2-дибромпропана из пропанола-2; в) бутилового спирта из этилена; г) бутандиола-1,2 из бутанола-1; д) 2,3-диметилбутана из пропанола-2.

81. При нагревании предельного одноатомного спирта массой 12г с концентрированной серной кислотой образовался алкен массой 6,3 г. Выход продукта составил 75%. Определите молекулярную формулу исходного спирта.

82. Напишите уравнения реакций этиленгликоля и глицерина с азотной кислотой. Какое применение имеет продукт, образующийся при действии нитрующей смеси на глицерин?

83. В трех пробирках без надписей находятся жидкости: *н.*-пропанол, 1-хлорбутан и глицерин. При помощи каких химических реакций можно различить эти вещества? Напишите уравнения этих реакций.

### Карбонильные соединения

84. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) муравьиный альдегид; б) пропионовый альдегид; в) трихлоруксусный альдегид; г) 2-метилпентаналь; д) бутен-2-аль; е) 3,3-диметилпентаналь; ж) ацетон; з) 2,4-диметилпентанон-3; и) 2-метилгексанон-3; к) гексен-5-он-2; л) диметилуксусный альдегид; м) метилпропилуксусный альдегид; н) пропилбутилкетон; о) пропил-*трет.*-бутилкетон.

85. Напишите структурные формулы и назовите по ИЮПАК следующие соединения: а) изомаляновый альдегид; б) триметилацетальдегид; в) метилизопропилуксусный альдегид; г) дипропилуксусный альдегид; д) этилизопропилкетон; е) метилпропилкетон; ж) метил-*трет.*-бутилкетон; з) ди-*втор.*-бутилкетон.

86. Напишите структурные формулы и назовите изомерные альдегиды и кетоны состава  $C_5H_{10}O$ .

87. Какие кетоны получатся, если подвергнуть гидратации по Кучерову: а) пентин-1; б) 3-метилбутин-1; в) 3,3-диметилпентин-1?

88. С помощью каких реакций можно получить бутанон-2 из бутанола-1?

89. Осуществите следующие превращения и назовите промежуточные продукты:

а)  $C_2H_4 \xrightarrow{H_2O} A \xrightarrow{CuO} B \xrightarrow{Ag_2O} C \xrightarrow{PCl_5} D$ ; Г  $CH_3COONa$  Д;

б)  $CH_3Cl \xrightarrow{KCN} A \xrightarrow{H_2O} B \xrightarrow{Ba} C \xrightarrow{V} t^o$  Г  $H_2$  Д.

90. Напишите схемы получения пропионового альдегида и метилэтилкетона тремя способами.

91. Из этилацетиленов получите бутанон и напишите для него уравнения реакций с: а) пятихлористым фосфором; б) синильной кислотой; в) гидросиламином.

92. Определите строение вещества состава  $C_3H_6O$ , если известно, что при каталитическом гидрировании оно присоединяет водород, а при нагревании с гидроксидом меди(II) образует осадок кирпично-красного цвета. Напишите уравнения указанных реакций.

93. Определите строение вещества состава  $C_6H_{12}O$ , если известно, что оно реагирует с гидросиламином, а при окислении дает уксусную, пропионовую и масляную кислоты.

94. Вещество состава  $C_5H_{12}O$  при окислении дает соединение  $C_5H_{10}O$ , а при дальнейшем окислении – смесь уксусной и пропионовой кислот. При взаимодействии с мет. натрием оно образует соединение  $C_5H_{11}ONa$ . Определите строение этого вещества и синтезируйте его.

95. Напишите уравнения реакций альдольной и кротоновой конденсаций: а) масляного альдегида; б) диэтилкетона.

96. Напишите уравнения реакций: а) бутанона-2 с бисульфитом натрия; б) 3-метилбутанала с синильной кислотой; в) ацетальдегида с этанолом (1:2, в прис.  $HCl$ ); г) пентанона-2 с пятихлористым фосфором; д) гидролиза бисульфитного производного октанона-2 водным раствором соды при нагревании; е) гексанона-2 с этиламином; ж) 2-метилпропанола с жидкостью Фелинга.

97. Как получить кротоновый альдегид из этилового спирта?

98. Для каких из перечисленных ниже соединений возможна альдольная и кротоновая конденсация: а) триметилацетальдегид; б) 2-метилпропионовый альдегид; в) ацетон?

99. В трех пробирках находятся октанон-2, октанон-3 и изовалериановый альдегид. Какими химическими способами можно определить каждое из веществ?

100. Приведите примеры реакций, которые легко протекают для альдегидов, но практически не идут для кетонов.

## Карбоновые кислоты

101. Напишите структурные формулы следующих кислот: а) 2-метилгексановая; б) 2,3-диметилбутановая; в) валериановая; г) изомасляная; д) пропионовая; е) метилизопропилуксусная; ж) диметилэтилуксусная.

102. Напишите формулы всех изомерных кислот состава  $C_6H_{12}O_2$ .

103. Напишите структурные формулы кислот состава  $C_7H_{14}O_2$ , содержащие в главной цепи а) пять атомов углерода; б) шесть атомов углерода. Назовите их по систематической номенклатуре.

104. Напишите уравнения реакций синтеза кислот нитрильным способом, используя в качестве исходных веществ: а) 1-бромпропан; б) 1-бром-2-метилпропан; в) *втор.*-бутилбромид. Назовите полученные кислоты.

105. Напишите уравнения реакций получения изовалериановой кислоты: а) окислением первичного спирта; б) окислением альдегида; в) гидролизом нитрила; г) гидролизом сложного эфира; д) гидролизом ангидрида кислоты; е) с помощью магнийорганического соединения.

106. Назовите кислоты, которые получатся при окислении: а) 3-метилбутанола-1; б) 3-метилбутанола-2; в) 2-метилгептанала; г) 2-метилбутанала; д) диэтилкарбинола.

107. Напишите уравнения реакций и назовите соединения А, Б, В, Г:

а)  $(CH_3)_2C=CH_2 \xrightarrow{H_2O, [HgSO_4]} A \xrightarrow{PCl_5} B \xrightarrow{KCN} V \xrightarrow{H_2O} G$ ;

б)  $CH_2=CH_2 \xrightarrow{[O], по Вагнеру} A \xrightarrow{[O]} B \xrightarrow{[O]} V \xrightarrow{2PCl_5} G$ .

108. Какие кислоты можно получить при действии двуокиси углерода на следующие магнийорганические соединения: а) бромистый пропилмагний; б) йодистый изоамилмагний; в) 1-хлор-2-метилпропилмагний; г) 2-йодбутилмагний?

109. Какие кислоты получатся при действии энергичных окислителей (хромовой смеси) на изомерные олефины состава  $C_4H_8$ ? Напишите уравнения соответствующих реакций.

110. Расположите в ряд по возрастанию кислотных свойств: а) пропионовая кислота, циануксусная кислота,  $\alpha$ -цианпропионовая кислота,  $\beta$ -цианпропионовая кислота; б) триметилуксусная кислота, трифторуксусная кислота, уксусная кислота, пропионовая кислота, трихлоруксусная кислота; в)  $\alpha$ -хлорвалериановая кислота,  $\beta$ -хлорвалериановая кислота,  $\alpha$ -бромвалериановая кислота,  $\alpha$ -нитро- $\beta$ -хлорвалериановая кислота.

111. Как различить муравьиную и уксусную кислоты? Приведите уравнения реакций, отличающие муравьиную кислоту от прочих кислот.

112. Напишите десять способов получения сложных эфиров.

113. Напишите схемы следующих превращений:

а)  $CH_3-CH=CH_2 \rightarrow (CH_3)_2CH-COOH$ ;

б)  $CH_3-CH_2-CH=CH_2 \rightarrow CH_3CH_2COOH$ ;

в)  $(CH_3)_2C=CH_2 \rightarrow (CH_3)_3C-COOH$ .

114. Напишите уравнения реакций: а) дегидратации глутаровой кислоты; б) щелочного гидролиза этилового эфира янтарной кислоты; в) ангидрида масляной кислоты с аммиаком; г) бромирования изомасляной кислоты; д) малоновой кислоты с метанолом (1:2); е) уксусной кислоты с магнием; ж)

гидролиза нитрила капроновой кислоты;  
аммиакатом серебра.

з) муравьиной кислоты с

115. Напишите уравнения реакций этерификации, при которых получаются: а) этилформиат; б) этиловый эфир 2,3-диметилпентановой кислоты; в) полный уксуснокислый эфир 1,2-бутандиола.

116. К какому классу соединений относятся жиры? Напишите структурную формулу трипальмитина и реакцию его омыления раствором гидроксида натрия.

### Аминокислоты

117. Напишите структурные формулы следующих кислот: а)  $\beta$ -аминомасляная; б)  $\beta,\beta$ -диметил- $\alpha$ -аминомасляная; в)  $\beta$ -изопропил- $\alpha$ -аминовалериановая; г)  $\beta$ -метил- $\beta$ -этил- $\alpha$ -аминовалериановая; д)  $\alpha$ -амино- $\beta$ -оксимасляная; е)  $\alpha$ -метил- $\gamma$ -аминовалериановая.

118. Напишите структурные формулы и назовите по рациональной номенклатуре следующие кислоты: а) глицин; б) 3-аминобутановую; в)  $\alpha$ -аланин; г) 4-амино-2-метилпентановую.

119. Синтезируйте методом Зелинского следующие кислоты: а)  $\alpha$ -аминопропионовую; б)  $\alpha$ -аминомасляную; в)  $\alpha$ -аминоизокапроновую; г)  $\alpha$ -амино- $\beta$ -метилвалериановую; д)  $\alpha$ -аминоизовалериановую.

120. Напишите схемы синтеза по методу Штреккера следующих кислот: а)  $\alpha$ -аланина; б) 2-амино-3,3-диметилбутановой; в) 2-амино-2-метилбутановой.

121. Что происходит при нагревании  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -аминокапроновых кислот?

122. Напишите уравнения реакций взаимодействия с азотистой кислотой следующих соединений: а)  $\alpha$ -аминокапроновой кислоты; б)  $\beta$ -аминомасляной кислоты; в)  $\alpha$ -аминовалериановой кислоты; г)  $\gamma$ -аминокапроновой кислоты.

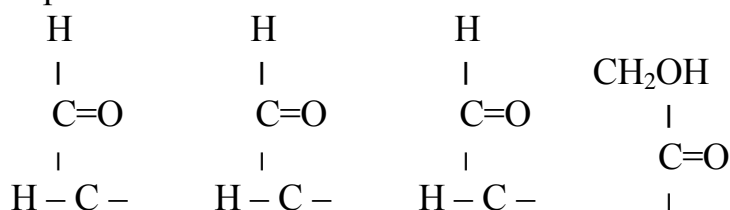
123. Имеются растворы аминокислот:  $\alpha$ -аминопропионовой,  $\beta$ -аминопропионовой кислот. Напишите уравнения реакций взаимодействия их со следующими веществами: а) водным раствором щелочи; б) соляной кислотой; в) йодистым метилом; г) этиловым спиртом (в прис. HCl).

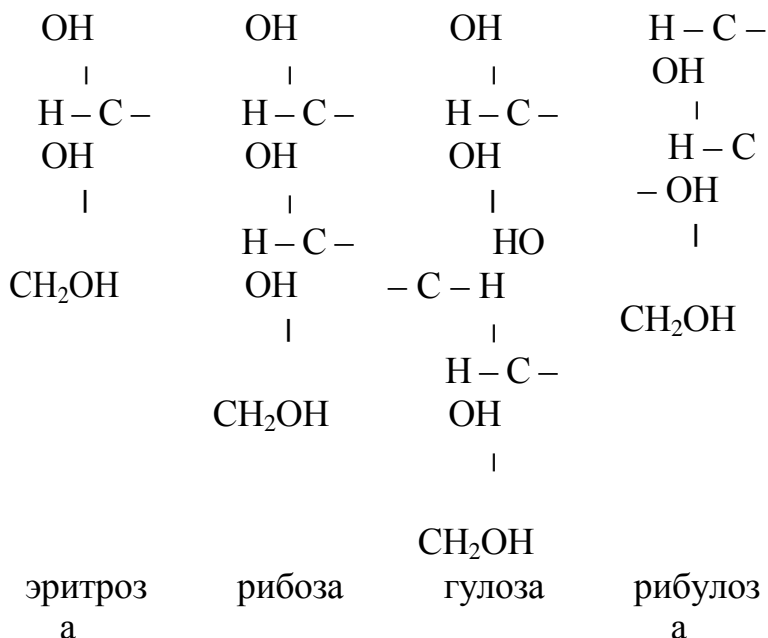
124. При действии азотистой кислоты на 0,5 г смеси, содержащей аланин, образовалось 46,2 см<sup>3</sup> азота. Вычислите процентное содержание аланина в исследуемой смеси.

125. Установите строение вещества состава C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>N, обладающего амфотерными свойствами, которое с азотистой кислотой выделяет азот, с этанолом дает C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>O<sub>2</sub>N, а при нагревании – C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>.

### Углеводы

126. Запишите структурные формулы следующих углеводов в тетрадь и ответьте вопросы:





а) к каким группам моносахаридов по числу атомов углерода относятся эти соединения?

б) Какие из них являются альдозами, а какие – кетозами?

в) Обозначьте звездочками асимметрические атомы углерода. Сколько пространственных изомеров имеет каждый из этих атомов?

г) К какому ряду (D- или L-) принадлежат эти монозы?

127. Напишите формулу оптического антипода D-галактозы.

128. В чем заключается явление таутомерии? Напишите схему образования циклической полуацетальной формы для D-рибозы, D- дезоксирибозы и D-рибулозы. Укажите глюкозидный гидроксил в их составе.

129. Напишите формулы восстанавливающих и невосстанавливающих олигосахаридов, построенных из: а) двух молекул D-галактозы; б) двух молекул D-фруктозы; в) трех остатков D-глюкозы.

130. На примере фруктозу покажите, как построены пиранозные и фуранозные формы углеводов.

131. Что такое мутаротация? Напишите таутомерные превращения D-маннозы и L- галактозы.

132. Осуществите следующие превращения:

а) крахмал → мальтоза → глюкоза → глюконовая кислота;

б) целлюлоза → целлобиоза → глюкоза → пентаацетилглюкоза;

133. Напишите реакции взаимодействия : а) рибозы с синильной кислотой; б) ксилозы с изб. йодметана; в) маннозы с фенилгидразином; г) галактозы с гидроксидом меди (II); д) фруктозы с уксусным ангидридом; е) лактозы с метанолом в прис. HCl; ж) окисления целлобиозы с хлорной водой.

134. В какие гексозы будет превращаться D-галактоза в слабощелочном растворе?

135. Назовите два моносахарида, которые дают тот же озон, что и L-манноза.

### Ароматические углеводороды и их производные



136. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 1,3,5-триэтилбензол; б) *м.*-ксилол; в) 1-метил-4-*трет.*-бутилбензол; г) 2,4-дихлор-1,3-диметилбензол; д) дифенилметан.
137. Напишите структурные формулы всех изомеров ряда бензола, имеющих формулу  $C_9H_{12}$ , и назовите их.
138. Сколько  $\delta$ -связей имеется в молекулах: а) бензола; б) ксилола?
139. Какие углеводороды получатся при каталитическом дегидрировании: а) циклогексана; б) 1,2-диметилциклогексана?
140. Какие гомологи бензола получатся при полимеризации: а) пропина; б) бутина-1; в) бутина-2?
141. Как синтезировать следующие углеводороды: а) *м.*-диэтилбензол; б) *п.*-метилизопропилбензол (цимол)?
142. Приведите реакции получения ароматических углеводородов синтезом Фиттига-Вюрца, исходя из следующих соединений: а) хлорбензол и хлорэтан; б) *п.*-бромметилбензол и 1-бромпропан; в) 3-бром-1-этилбензол и 2-бромпропан.
143. Какое строение имеет углеводород состава  $C_8H_{10}$ , если при его окислении получается *м.*-фталевая кислота?
144. Объясните, какие продукты получатся при сульфировании: а) толуола; б) хлорбензола; в) *п.*-хлортолуола; г) бензойной кислоты; д) нитробензола; е) *м.*-дибромбензола?
145. Какое строение может иметь углеводород состава  $C_{10}H_{14}$ , если при его окислении в жестких условиях образуется терефталевая кислота?
146. Тoluол бромировали на холоду в прис. железа. Монобромпроизводное подвергли бромированию при нагревании. Напишите схемы реакций и назовите полученные соединения.
147. Осуществите следующие превращения:  
а) бензол  $\rightarrow$  пропилбензол  $\rightarrow$  бензойная кислота  $\rightarrow$  3-нитробензойная кислота;  
б) метилциклогексан  $\rightarrow$  толуол  $\rightarrow$  1,4-диметилбензол  $\rightarrow$  *п.*-фталевая кислота.
148. Назовите вещества, которые можно получить при нитровании 1,3,5-триметилбензола?
149. Какое положение занимают атомы брома в соединении  $C_6H_3Br_3$ , если при мононитровании его получается только одно соединение?
150. Какие продукты получатся в следующих реакциях:  
а) этилбензол + хлор (холод,  $AlCl_3$ );  
б) бензойная кислота + бром (холод,  $AlCl_3$ );  
в) толуол + хлор (УФ-облучение, нагревание)?
151. В каком порядке следует вводить заместители при получении из бензола следующих продуктов: а) 1-бром-3-нитробензол; б) *о.*-хлорбензолсульфо кислота; в) *п.*-нитротолуол?
152. Какие вещества преимущественно получатся при мононитровании: а) *п.*-нитротолуола; б) *м.*-хлортолуола; в) *м.*-дихлорбензола; г) *п.*-фенолсульфо кислоты; д) *п.*-гидрокси метилбензола?
153. Расположите в ряд по убыванию легкости монобромирования в ядро следующие соединения: а) бензол; б) *м.*-динитробензол; в) толуол; г) *м.*-ксилол; д) *п.*-нитротолуол. Напишите структурные формулы продуктов реакции.

154. Расположите в ряд по уменьшению реакционной способности в реакциях  $S_E$  и укажите продукты реакции нитрования этилбензола, бензойной кислоты, *m*-хлорбензолсульфокислоты, *m*-этилтолуола.
155. Сколько может существовать моонитропроизводных 1-гидрокси-3-метилбензола?
156. Расположите в ряд по уменьшению реакционной способности в реакциях  $S_E$  и укажите продукты реакции сульфирования этилбензола, фенола, нитробензола, бромбензола, *n*-ксилола.
157. Расположите в ряд по уменьшению реакционной способности в реакциях  $S_E$  и укажите продукты реакции бромирования бензола, *m*-ксилола, *m*-динитробензола, *n*-нитроизопропилбензола, *m*-толуидина.
158. Предложите схему синтеза *m*-нитро-*трет*-бутилбензола из бензола и изобутилена.
159. Предложите схему синтеза *m*-нитробензойной кислоты из бензола.
160. Предложите схему синтеза *m*-толуолсульфокислоты из бензола.
161. Предложите схему синтеза *n*-хлорбензолсульфокислоты из бензола.
162. Предложите схему синтеза 4-бром-3-нитробензолсульфокислоты из бензола.
163. Предложите схему синтеза изопропилбензола из ацетилена и пропилена.
164. Предложите схему синтеза 4-нитро-1,2-дибромбензола из бензола.
165. Установите строение соединения ароматического ряда  $C_9H_{12}$ , которое при окислении образует бензолтрикарбоновую кислоту, а при бромировании в прис.  $FeCl_3$  – только одно монобромпроизводное.
166. Установите строение соединения ароматического ряда  $C_8H_9NO_2$ , которое при окислении дает *n*-нитробензойную кислоту.
167. Установите строение соединения ароматического ряда  $C_{10}H_6NO_2Br$ , которое при окислении дает 3-нитро-6-бромфталевую кислоту.