

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

## **ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

*Методическое пособие по выполнению  
лабораторных работ для бакалавров  
направлений 5510500-Фармация (по видам),  
5510600-Промышленная фармация (по видам)*

*(1 часть – 18 занятий)*



МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

З.А.Юлдашев

2021 г.

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

*Методическое пособие по выполнению  
лабораторных работ для бакалавров  
направлений 5510500-Фармация (по видам),  
5510600-Промышленная фармация (по видам)*

*(1 часть – 18 занятий)*

Ташкент - 2021

**Составители:**

- Каримов А. - заведующий кафедрой органической и биологической химии, доктор химический наук
- Чинибекова Н.К. - старший преподаватель кафедры органической и биологической химии

**Рецензенты:**

- Абдушукуров А. - профессор кафедры органической химии Национального университета Узбекистана, доктор химических наук
- Тухтаев Х.Р. - профессор кафедры неорганической, физической и коллоидной химии Ташкентского фармацевтического института, доктор фармацевтических наук

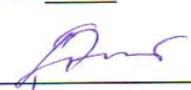
Методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании кафедры органической и биологической химии.

2021 год “04” 05 протокол № 23

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  А.Каримов

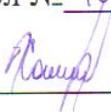
Методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании отраслевого методического совета по химии.

2021 год “20” 05 протокол № 9

Председатель совета \_\_\_\_\_  Х.Р.Тухтаев

Методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании Центрального Методического совета Ташкентского фармацевтического института.

2021 год “25” 05 протокол № 10

Секретарь совета \_\_\_\_\_  С.Р.Хаджиметова

## ВВЕДЕНИЕ

Многие органические соединения используются при получении многих лекарственных препаратов и имеют немаловажное биологическое значение. Поэтому одной из главных задач при изучении органической химии является повышение эффективности ее изучения. Успех решения этой задачи во многом зависит от методов обучения, позволяющих вооружить студентов глубокими знаниями и научить интегрировать их при изучении последующих модулей таких как «Биологическая химия», «Фармацевтическая химия», «Токсикологическая химия», «Технология создания лекарств», «Фармакогнозия».

Модуль «Органическая химия» изучается студентами в течение осеннего и весеннего семестра учебного года. Согласно учебному плану на осеннем семестре проводится 18 лабораторных занятий.

Целью проведения лабораторных занятий является формирование у студентов на основании знаний реакционной способности органических соединений умение и навыки выполнения качественных реакций на функциональные группы, получение отдельных представителей различных классов органических соединений, а также проведение с ними характерных реакций, подтверждающих их строение.

На кафедре принята следующая форма оформления протокола лабораторных опытов:

№	Название опыта	Схема реакции	Условия реакции (нагревание, катализатор и т.д.)	Наблюдаемый результат опыта (изменение окраски, выделение газа, появление осадка)	Вывод
1	2	3	4	5	6

В целях экономии времени на лабораторном занятии графы 1,2,3,4 заполняются дома при подготовке к занятию, а графы 5 и 6 – на лабораторном занятии после выполнения опыта. Особое внимание следует обратить на заполнение графы 6. Правильный, хорошо продуманный вывод, с элементами обобщения, сделанный на основе проведенной реакции, свидетельствует о сознательном и глубоком усвоении учебного материала.

При выполнении лабораторной работы по синтезу органических соединений протокол оформляется по следующему плану:

1. Номер работы.
2. Название и формула синтезируемого вещества.
3. Используемая литература (автор, год выпуска, страница).
4. Исходные вещества и их количество.
5. Реактивы для синтеза.
6. Уравнение основной реакции синтеза.

7. Уравнения побочных реакций синтеза.
8. Расчет количества исходных веществ, определение коэффициента избыточности.
9. Описание синтеза.
10. Рисунок установки для синтеза.
11. Расчет выхода полученного вещества.
12. Физические константы полученного вещества.
13. Выводы.

В ходе лабораторных занятий рассматриваются и основные теоретические вопросы раздела, которые позволяют закрепить знания, полученные в результате прослушивания лекций и выполнения самостоятельных работ студента при подготовке к занятию.

### Рекомендуемая литература

1. Черных В.П., Зименковский Б.С., Гриценко И.С. Органическая химия. – Харьков, 2007. – 776 с.
2. А.Каримов, Н.Чинибеева. «Практикум по органической химии». Ташкент, 2010.
3. Черных В.П. «Лекции по органической химии», Харьков, «Золотые страницы», 2003.
4. Shernyukh V.P., Shemchuk L.A. Organic Chemistry. Basic lecture course: The study guide for students of higher schools / edited by V.P.Chernyukh. – 4 ed., rev. and enl. – Kharkiv: NUPh; Original, 2011. – 440 p.
5. Черных В.П. и др. «Общий практикум по органической химии». Харьков, «Основа», 2002.
6. John McMurry. Organic Chemistry. – 9th ed. – ISBN: 978-1-305-63871-6, Boston, MA 02210, USA, 2016. – 1518 p.
7. Michael B. Smith. March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, mechanisms, and Structure. – 7th ed. – Published by JohnWiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Canada. 2013. – 2075 p.
8. Paula Yurkanis Bruice. Organic Chemistry. – Pearson Education, ISBN 13: 978-0-321-69768-4, America, 2011. – 1263 p.

## ЗАНЯТИЕ №1

**Тема:** Организация и правила работы в лаборатории по органической химии. Химическая посуда и приборы. Элементный анализ органических соединений.

**Цель занятия:** Ознакомить студентов с правилами работы в лаборатории и с методикой открытия основных элементов (С, Н, галогены), входящих в состав органических соединений.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен знать:

1. основные правила организации работы в лаборатории органической химии;
2. порядок работы в химической лаборатории;
3. общие правила по технике безопасности;
4. меры по оказанию первой помощи;
5. основные методы определения состава органических соединений;
6. методики определения атомов углерода, водорода и хлора в органических соединениях

**Основные учебные вопросы.**

1. Организация работы в лаборатории органической химии.
2. Порядок работы в химической лаборатории.
3. Техника безопасности при работе в лаборатории.
4. Меры по оказанию первой медицинской помощи.
5. Химическая посуда и вспомогательные приспособления, используемые при выполнении лабораторных работ по органической химии.
6. Основные операции при работе в химической лаборатории.
7. Методы установления строения органических соединений.
8. Основные химические и физико-химические способы открытия элементов.
9. Обнаружение углерода, водорода, азота и галогена в органических соединениях.
10. Выполнение реакций для определения элементного состава органических соединений.
11. Заполнение рабочих тетрадей.

**Лабораторная работа.** Элементный анализ органических соединений.

**Самостоятельная работа.** Физико-химические методы исследования органических соединений (ИК-, ПМР-спектроскопия).

## ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

### Порядок работы в химической лаборатории

Органическая химия - одна из химических наук, в которой эксперимент играет самую важную роль. Известно, что химические знания, накопленные к

настоящему времени, получены исследователями именно в результате экспериментов и анализов. Однако следует помнить, что химические эксперименты с органическими веществами достаточно опасны, так как они характеризуются хорошей способностью к горению и самовоспламенению и, поэтому, должны выполняться очень с предельной осторожностью и внимательностью. При выполнении лабораторных работ по органической химии следует строго придерживаться установленного порядка работы в лаборатории и соблюдать приведенные ниже меры предосторожности.

1. К выполнению лабораторных работ допускаются студенты, изучившие порядок работы в химической лаборатории, освоившие раздел “Меры предосторожности при выполнении лабораторных работ” и прослушавшие инструктаж по технике безопасности.
2. При подготовке к лабораторной работе студент должен:
  - 8.1.предварительно проработать соответствующие разделы теоретического материала по учебнику, конспекту лекций;
  - 8.2.в рабочей тетради для лабораторных работ письменно ответить на упражнения и задания по теме;
  - 8.3.внимательно ознакомиться с методикой выполнения опытов лабораторной работы и заранее оформить протокол лабораторной работы, оставив место для записей соответствующих наблюдений и выводов, которые оформляются после выполнения работы.
3. Для записи результатов опытов необходимо иметь рабочую тетрадь, на которой указывается наименование предмета, факультет, группа, фамилия и инициалы студент.
4. Все лабораторные работы выполняются студентами в малых группах при наблюдении преподавателя.
5. При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать все меры предосторожности, последовательно выполнять операции, указанные в данном пособии.
6. После окончания лабораторной работы следует привести в порядок свое рабочее место – вымыть посуду, убрать реактивы, вытереть стол.

### **Общие правила по технике безопасности для работы в химических лабораториях**

В лаборатории органической химии студенты должны учитывать специфику свойств органических соединений, их ядовитость, огнеопасность, что в свою очередь требует особо осторожного обращения с ними и соблюдения определенных правил:

1. В лаборатории студенты работают в халате, на рабочем столе кроме штатива с пробирками и реактивов находится только тетрадь и учебный материал.
2. При выполнении работы необходимо соблюдать аккуратность и осторожность.
3. Прежде чем приступить к выполнению опытов, нужно внимательно изучить их описание, знать свойства получаемых веществ.

4. При выполнении химических реакций в пробирке при нагревании необходимо закреплять её в штативе в наклонном состоянии так, чтобы отверстие ее было направлено в сторону, противоположную от себя и не в сторону работающих рядом студентов.
5. При выполнении работ с газоотводной трубкой нагревание пробирки необходимо прекращать, только предварительно удалив конец трубки из приемника с жидкостью. Если убрать источник нагрева преждевременно, жидкость из приемника может засосать в реакционную пробирку, и она может лопнуть, а реакционная смесь попасть на лицо и руки.
6. В лаборатории ни в коем случае нельзя пробовать вещества на вкус.
7. При определении запаха пары из пробирки или склянки направляют к себе движением руки.
8. Все опыты с веществами, обладающими резким раздражающим запахом, следует проводить только под тягой.
9. Горючие и легко воспламеняющиеся жидкости (эфир, бензол, спирт) наливают вдали от огня, пробирки и колбы с ними нагревают на водяной или песчаной бане.
10. При загорании одежды необходимо сразу накрыть горящего одеялом или верхней плотной одеждой.
11. При разбавлении серной кислоты водой, следует серную кислоту тонкой струей добавлять в воду (а не наоборот) при непрерывном помешивании раствора.
12. Воспрещается брать голыми руками щелочные металлы (калий, натрий, их гидроксиды), а также засасывать ртом пипетки с кислотами, щелочами и растворителями.
13. После выполнения опытов остатки горючих жидкостей, кислот, щелочей следует выливать не в раковину, а в специальные склянки.
14. После окончания работы и сдачи её преподавателю студенты обязаны привести в порядок свое рабочее место, проверить отключены ли электроприборы, вода, газ.

### **Оказание первой помощи**

В каждой лаборатории для оказания первой помощи должна быть аптечка с гигроскопической ватой, стерильными тампонами и бинтами, лейкопластырем, 3-5%-ным спиртовым раствором йода, 1%-ным раствором уксусной кислоты, 1-3%-ным раствором двууглекислой соды, 2%-ным раствором борной кислоты, глицерином, вазелином, мазью от ожогов, этиловым спиртом, нашатырным спиртом.

1. Ожоги от огня или раскаленных предметов быстро обрабатывают мазью от ожогов, затем прикладывают вату с этой мазью и слабо перевязывают. Для предварительной обработки обожженного места применяют также марганцевый калий и спирт. При сильных ожогах пострадавшего направляют в амбулаторию.

2. При химических ожогах (попадание на кожу кислоты, щелочи или брома) пораженное кислотой место промывают большим количеством воды, затем 3%-ным раствором двууглекислой соды, смазывают мазью от ожогов или вазелином и перевязывают. Участок кожи, на который попала щелочь, немедленно промывают большим количеством воды, затем 1%-ным раствором уксусной кислоты, смазывают мазью от ожогов или вазелином и перевязывают. При попадании на кожу брома немедленно обмывают её бензолом, бензином или насыщенным раствором гипосульфита.
3. При попадании в глаз кислоты его немедленно промывают большим количеством воды, затем разбавленным раствором соды, снова водой и немедленно направляют пострадавшего в амбулаторию.
4. При попадании в глаз щелочи его сразу же промывают большим количеством воды, затем разбавленным раствором борной кислоты и немедленно направляют пострадавшего в амбулаторию.
5. Ткань одежды, на которую попали кислота или щелочь, промывают большим количеством воды, затем обрабатывают 3%-ным раствором двууглекислой соды (в случае попадания кислоты) или 1%-ным раствором уксусной кислоты (если попала щелочь).
6. Порезы рук стеклом промывают сильной струей воды, удаляют из раны осколки, заливают спиртовым раствором йода и перевязывают.

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

*Органическая химия* является одним из основных самостоятельных и главных разделов химии. Она изучает органические соединения, их строение и химические процессы, протекающие с участием органических соединений.

В состав органических соединений входят такие элементы как углерод, водород, кислород, сравнительно реже – азот, сера, галогены, фосфор и другие элементы.

Принадлежность органических веществ к определенным классам устанавливается характерными реакциями по функциональным группам, их чистота – хроматографией, строение – всеми существующими физико-химическими методами исследования с учетом способа получения.

Совокупность методов, которые позволяют установить, из каких элементов состоит органическое соединение, определяет *качественный элементный анализ*. Органические соединения в большинстве случаев не являются электролитами и не дают характерных реакций на содержащиеся в них элементы. Поэтому для определения элементного состава органическое вещество подвергают разрушению, переводят в простое неорганическое путем полного сжигания или окисления. При этом образуются более простые вещества, как например,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , которые легко открываются обычными аналитическими методами.

Для качественного анализа органического соединения на функциональные группы выбирают те реакции, при которых происходит изменение окраски или разделение фаз (выпадение осадка, выделение газа).

## ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РАБОТЕ С ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

К основной лабораторной химической посуде относятся колбы, стаканы, пробирки, чашки, воронки, холодильники, дефлегматоры и другие сосуды различных конструкций. Химическую посуду изготавливают из стекла различных марок, отличается она стойкостью к различной температуре, к воздействию большинства химических реагентов, прозрачна, легко моется.

**Колбы** в зависимости от назначения изготавливают различного объема и формы (рис.1).

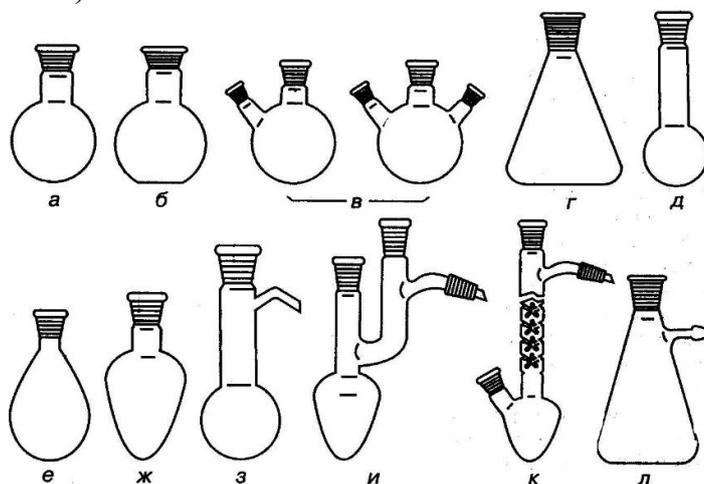


Рис. 1. Колбы: а) круглодонная, б) плоскодонная, в) круглодонные с двумя и тремя горловинами под углом, г) коническая (колба Эрленмейера, д) колба Кьельдаля, е) грушевидная, ж) остродонная, з) круглодонная для перегонки (колба Вюрца), и) остродонная для перегонки (колба Кляйзена), к) колба Фаворского, л) колба с тубусом (колба Бунзена).

*Круглодонные колбы* предназначены для работы при высокой температуре, для перегонки при атмосферном давлении и для работ под вакуумом. Использование круглодонных колб с двумя и более горловинами позволяет в процессе синтеза выполнять одновременно несколько операций: применять мешалку, холодильник, термометр, капельную воронку и т.д.

*Плоскодонные колбы* пригодны только для работы при атмосферном давлении и для хранения жидких веществ.

*Конические плоскодонные колбы* широко используют для кристаллизации, так как их форма обеспечивает минимальную поверхность испарения.

*Толстостенные конические колбы с тубусом* (колбы Бунзена) применяют для фильтрования под вакуумом до 1,33 кПа (10 мм.рт.ст.) в качестве приемников фильтрата.

**Стаканы** (рис. 2, а) предназначены для фильтрования, выпаривания (при температуре не более  $100^{\circ}\text{C}$ ), приготовления растворов в лабораторных условиях, а также для проведения некоторых синтезов, при которых образуются плотные, трудно извлекаемые из колб осадки. Стаканы не используются при работе с низкокипящими и огнеопасными растворителями.

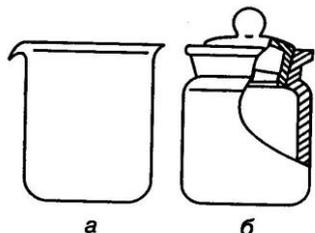


Рис. 2. Химическая посуда: а) стакан, б) бюкс

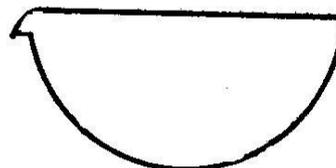


Рис. 3. Чашка фарфоровая

**Бюксы** (рис. 2, б) применяют для взвешивания и хранения летучих, гигроскопичных и легкоокисляющихся на воздухе веществ.

**Чашки** (рис. 3) используют при выпаривании, кристаллизации, возгонке, сушке, измельчении и других операциях.

**Пробирки** (рис. 4) выпускают различной вместимостью, используют для проведения анализа исследуемых веществ в небольшом количестве. Пробирки с конусным шлифом и отводной трубкой применяют для фильтрования небольших объемов жидкостей под вакуумом.

Для измерения объема жидкости используют **мерную посуду**: мерные стаканы, цилиндры, мерные колбы, пипетки, бюретки (рис. 5).

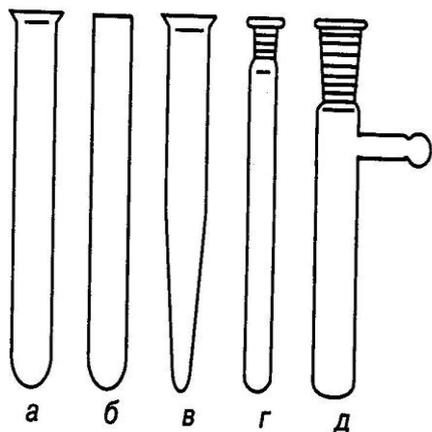


Рис. 4. Пробирки: а) цилиндрическая с развернутым краем, б) цилиндрическая без отгиба, в) остродонная (центрифужная), г) с взаимозаменяемыми конусными шлифами, д) с конусным шлифом и отводной трубкой

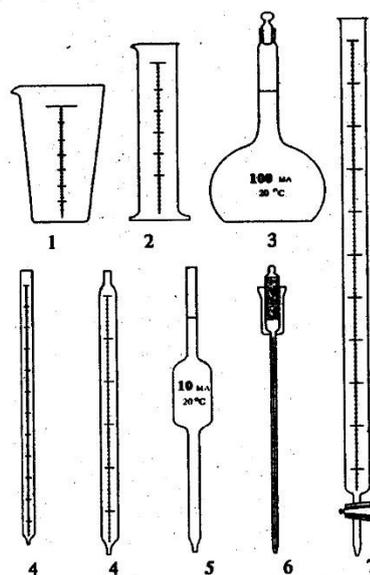


Рис. 5. Мерная посуда: 1) мензурка, 2) цилиндр, 3) мерная колба, 4) градуированные пипетки, 5) пипетка Мора, 6) пипетка с поршнем, 7) бюретка

Для грубого отмеривания жидкостей используют *мензурки* - расширяющиеся кверху конические стаканы с нанесенными делениями и *мерные цилиндры*. Для отмеривания больших фиксированных объемов жидкостей применяют *мерные колбы*, их вместимость колеблется от 10 мл до 2 л, а для точного отмеривания небольших объемов жидкостей – *пипетки* и *бюретки* – пипетки с краном.

Пипетки бывают двух типов: 1) «на наполнение» - нулевая отметка вверху и 2) «на выливание» - верхняя отметка указывает максимальный объем. Для наполнения пипеток используют резиновые баллоны, медицинские груши. **Ни в коем случае нельзя засасывать органические жидкости в пипетку ртом!**

Стеклоянное лабораторное оборудование включает в себя также соединительные элементы, воронки, капельницы, спиртовки, водоструйные насосы, эксикаторы, холодильники, дефлегматоры.

**Соединительные элементы** (рис. 6) предназначены для сборки на шлифах различных лабораторных установок.

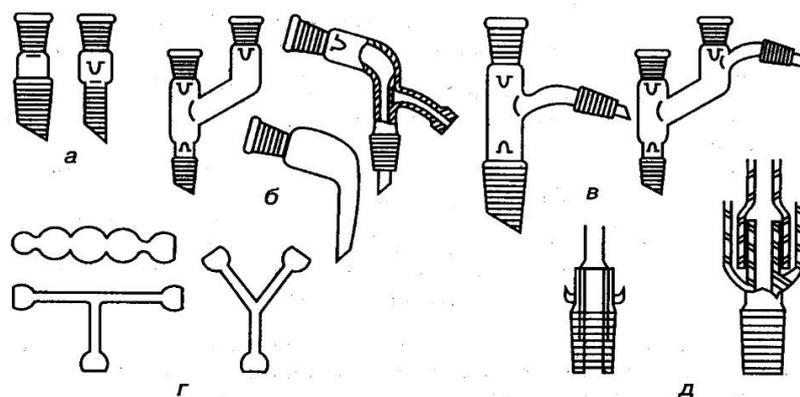


Рис. 6. Важнейшие соединительные элементы: а) переходы, б) аллонжи, в) насадки, г) трубки соединительные, д) затворы

**Воронки** (рис. 7) используются для наливания, фильтрования и разделения жидкостей.

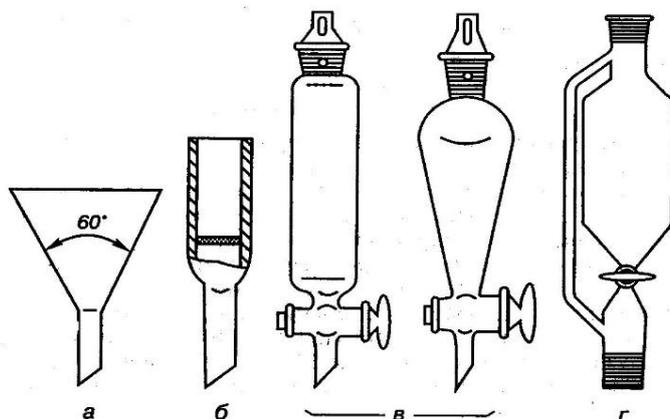


Рис. 7. Воронки: а) лабораторная, б) фильтрующая с впаянным стеклянным фильтром, в) делительная, г) капельная с боковой трубкой для выравнивания давления

*Лабораторные воронки* используют для наливания жидкостей в узкогорлые сосуды и для фильтрования растворов через бумажный складчатый

фильтр. *Воронки со стеклянными фильтрами* применяют обычно для фильтрования жидкостей, разрушающих бумажные фильтры. Для разделения несмешивающихся жидкостей при экстрагировании и очистке веществ предназначены *делительные воронки*. *Капельные воронки* используют для регулируемого добавления жидких реагентов в ходе проведения синтеза, они похожи на делительные, у них обычно отвод трубки длиннее, а кран располагается под самим резервуаром, их максимальная емкость не превышает 0,5 л.

*Эксикаторы* (рис. 8) используют для высушивания веществ под вакуумом и для хранения гигроскопичных веществ.

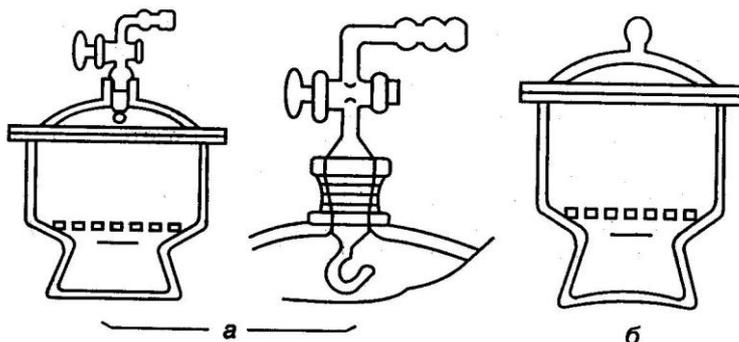


Рис. 8. Эксикаторы: а) вакуум-эксикатор, б) обычный

Чашки или стаканы с веществами, подлежащими сушке, устанавливают в ячейках фарфоровых вкладышей, а на дно эксикатора помещают вещество – поглотитель влаги.

В лабораторной практике для работ, связанных с нагреванием, применяют посуду из фарфора (рис. 9).

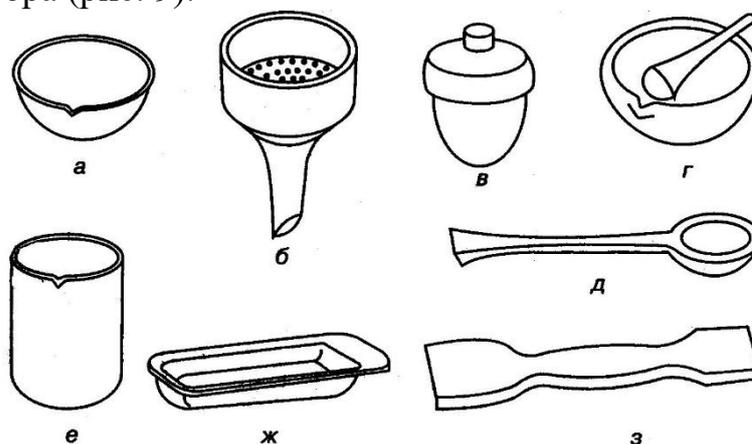


Рис. 9. Фарфоровая посуда: а) чашка выпарительная, б) воронка Бюхнера, в) тигель, г) ступка и пестик, д) ложка, е) стакан, ж) лодочка для сжигания, з) шпатель

*Холодильники* (рис. 10) применяют для охлаждения и конденсации паров. *Воздушные холодильники* используют при кипячении и перегонки высококипящих ( $t_{\text{кип}} > 160^{\circ}\text{C}$ ) жидкостей, охлаждающим агентом служит окружающий воздух. *Холодильники с водяным охлаждением* отличаются от воздушных наличием водяной рубашки (охлаждающий агент – вода). Водяное

охлаждение применяют для сгущения паров и перегонки веществ с  $t_{\text{кип}} < 160^{\circ}\text{C}$ , причем в интервале  $120-160^{\circ}\text{C}$  охлаждающим агентом служит непроточная, а ниже  $120^{\circ}\text{C}$  – проточная вода. *Холодильник Либиха* используют для перегонки жидкостей, *шариковый и спиральные холодильники* наиболее применимы в качестве обратных при кипячении жидкостей, так как имеют большую охлаждающую поверхность.

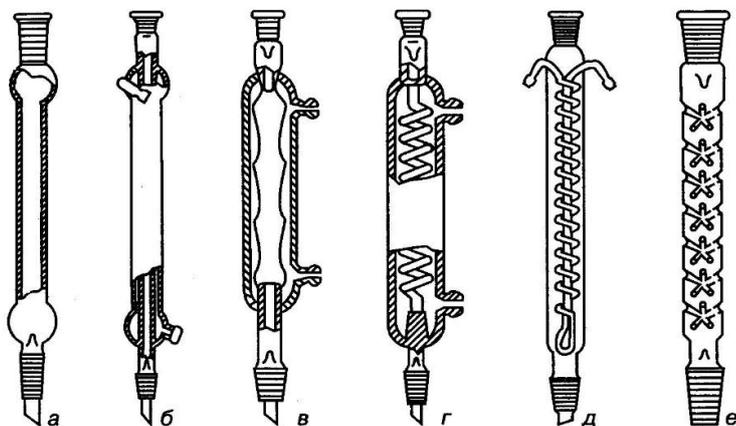


Рис. 10. Холодильники и дефлегматор: а) воздушный, б) с прямой трубкой (Либиха), в) шариковый, г) спиральный, д) Димрота, е) дефлегматор

**Дефлегматоры** служат для более тщательного разделения фракций смеси при ее дробной (фракционной) разгонке.

Для фильтрования и промывания осадков под вакуумом используют фарфоровые нутч-фильтры – *воронки Бюхнера* и колба Бунзена (рис. 11).

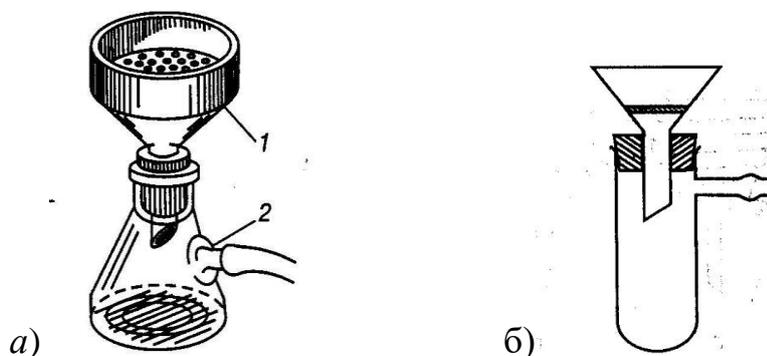


Рис. 11. Фильтрование а) в вакууме: 1) колба Бунзена, 2) воронка Бюхнера; б) малых количеств веществ

*Ступки с пестиками* предназначены для измельчения и смешивания твердых и вязких веществ (рис. 12). С пылящими и ядовитыми веществами работают в вытяжном шкафу, используя специальные ступки с пылезащитными приспособлениями или закрывая обычную ступку полиэтиленом с отверстием для пестика.

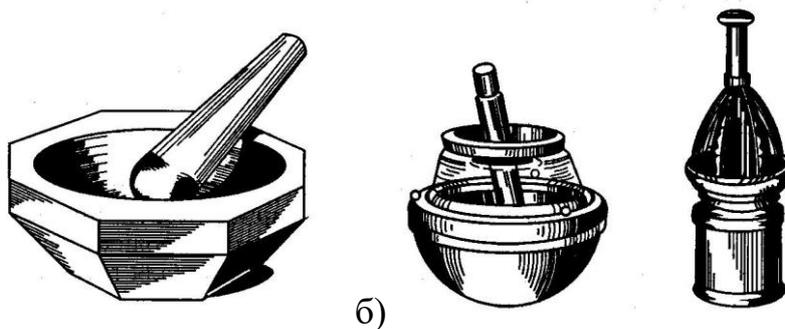


Рис. 12. Ступки: а) агатовая, б) для измельчения пылящих и ядовитых веществ.

Для сборки и закрепления различных приборов в химической лаборатории пользуются *штативами* с наборами *колец*, *держателей* (лапок) и *зажимов* (рис. 13).

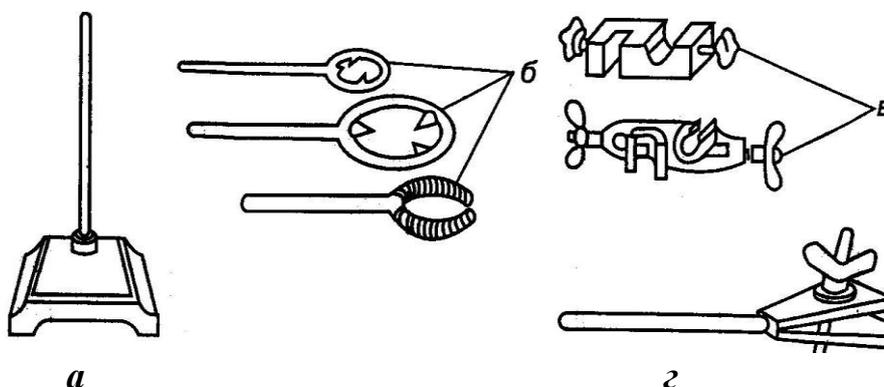


Рис. 13. Лабораторный штатив (а) с набором комплектующих частей: б) кольца, в) зажимы, г) держатель

Для фиксации пробирок используют *штативы* из нержавеющей стали, сплавов алюминия или пластмассы, а также *держатели* ручные (рис. 14).

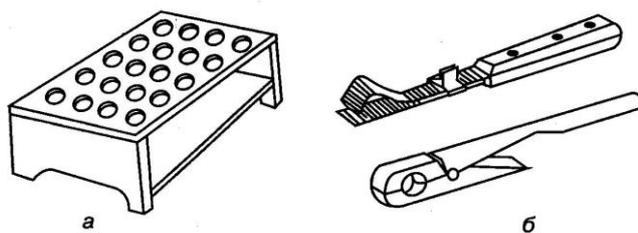


Рис. 14. Штатив (а) и ручные держатели для пробирок (б)

Герметичность соединения составных частей лабораторных приборов достигается с помощью *шлифов* (рис. 15) и *резиновых* или *пластиковых пробок*. Пробки подбирают по номерам, которые равны внутреннему диаметру закрываемой горловины сосуда или отверстия трубки.

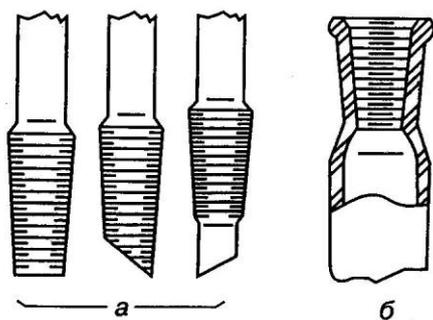


Рис. 15. Конусные шлифы: а) керны, б) муфта

Наиболее универсальным и надежным способом герметизации лабораторного прибора является соединение его отдельных деталей с помощью конусных шлифов посредством стыковки наружной поверхности керна с внутренней поверхностью муфты.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Опыт 1. Обнаружение углерода

*Реактивы:* сахароза, хлорид натрия, концентрированная серная кислота

*Оборудование и химическая посуда:* металлический шпатель, газовая горелка, фарфоровая чашка, пипетка

*Выполнение работы:*

#### А) Горение сахарозы.

1. На кончик металлического шпателя помещают несколько кристалликов сахарозы.
2. Шпатель с сахарозой осторожно нагревают в пламени горелки.
3. Сахароза расплавляется, темнеет, обугливается и полностью сгорает.
4. Для сравнения подобный опыт проводится с хлоридом натрия. Хлорид натрия, внесенный на кончике шпателя в пламя горелки, даже при длительном нагревании не претерпевает никаких изменений.

#### В) Окисление сахарозы серной кислотой.

1. Небольшое количество тонкорастертого порошка сахарозы помещают в фарфоровую чашку.
2. С помощью пипетки добавляют несколько капель концентрированной серной кислоты.
3. Наблюдают потемнение белого порошка, обугливание.

Данные опыты подтверждают, что сахароза содержит углерод, то есть является органическим веществом, легко изменяющимся при нагревании и под действием концентрированной серной кислоты.

### Опыт 2. Обнаружение углерода и водорода

*Реактивы:* глюкоза, известковая (баритовая) вода, безводный сульфат меди (II), порошок оксида меди (II)

*Оборудование и химическая посуда:* штатив, шпатель, газовая горелка, газоотводная трубка, пробирки, вата

*Выполнение работы:*

1. В пробирку 1 (рис.1) помещают порошок оксида меди (II) на высоту 10 мм.

2. Добавляют равное количество глюкозы.

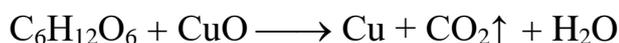
3. Смесь тщательно перемешивают.

4. В верхнюю часть пробирки 1 помещают небольшой комочек ваты, на который тонким слоем насыпают белый порошок безводного сульфата меди (II).

5. Пробирку 1 закрывают пробкой с газоотводной трубкой так, чтобы один её конец почти касался ваты, а второй – погружают в пробирку с 1 мл известковой (баритовой) воды.

6. Осторожно нагревают в пламени горелки сначала верхний слой смеси вещества с оксидом меди (II), затем – нижний.

7. Наблюдают выделение газа.



8. При пропускании газа через известковую (баритовую) воду (пробирка 3) наблюдают помутнение раствора, обусловленное образованием осадка карбоната кальция (карбоната бария).



9. После появления осадка пробирку 3 удаляют, а пробирку 1 продолжают нагревать до тех пор, пока пары воды не достигнут безводного сульфата меди (II).

10. В присутствии воды наблюдают изменение окраски кристаллов сульфата меди (II) вследствие образования кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

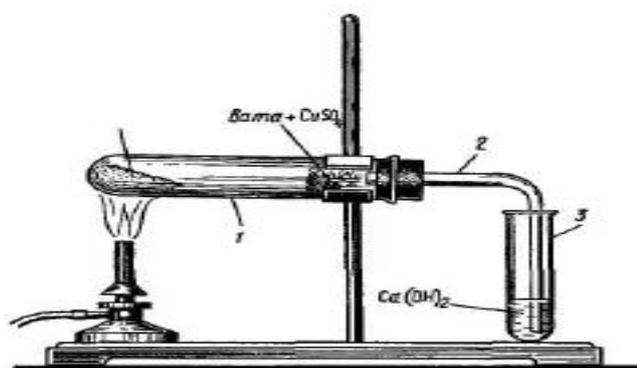
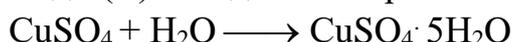


Рис.16. Определение углерода и водорода в смеси глюкозы с оксидом меди (II):  
1 – пробирка; 2 – газоотводная трубка; 3 – пробирка с известковой водой.

### Опыт 3. Обнаружение хлора (реакция Бейльштейна)

*Реактивы:* хлороформ

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, медная проволока

### *Выполнение работы:*

1. Медную проволоку предварительно очищают: смачивают в соляной кислоте и прокаливают в пламени горелки до исчезновения окрашивания пламени. Медь при этом покрывается черным налетом окиси.

2. После охлаждения небольшое количество испытуемого вещества помещают на кончик проволоки, свернутый в виде петли.

3. Проволоку вносят в пламя горелки.

4. При наличии галогена пламя окрашивается в красивый зеленый цвет.



### **Контрольные вопросы**

1. Какие основные правила организации работы необходимо соблюдать в лаборатории органической химии?
2. Что необходимо предпринять, если в лаборатории возник очаг возгорания?
3. В чем заключается первая помощь при ожогах огнем первой степени?
4. Какие нагревательные приборы разрешается использовать при нагревании легковоспламеняющихся жидкостей?
5. Какие правила необходимо соблюдать при работе со щелочными металлами?
6. Для чего используются вытяжные шкафы?
7. Каким образом готовится разбавленный раствор серной кислоты?
8. Как следует определять запах органических веществ?
9. Какие действия следует предпринять при попадании в глаза щёлочи или кислоты?
10. Какие методы определения элементного состава органических соединений вы знаете?
11. В чём заключается принцип проведения качественного анализа органических соединений?
12. В какие неорганические соединения переводят углерод-, водород- и хлорсодержащие органические соединения для качественного определения соответствующих элементов?
13. Каким простым способом можно определить содержание углерода в органических соединениях?
14. В чем роль оксида меди (II) и безводного сульфата меди (II) при определении углерода и водорода в органических соединениях?
15. Что происходит с известковой водой при определении углерода в органических соединениях? Объясните причины.
16. При обнаружении каких элементов используют пробу Бейльштейна? В чем сущность метода?
17. Почему при прокаливании медная проволока темнеет?
18. В какой цвет окрашивается медная проволока при обнаружении хлора?

**Задание:** Определить правильный порядок операций и изменений, наблюдаемых при определении углерода и водорода в глюкозе.

Название операции	Ответ студента	Правильный ответ
пробирку устанавливают в штатив		
пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой		
в пробирку на высоту 10 мм помещают порошок оксида меди (II)		
в верхнюю часть пробирки помещают небольшой комочек ваты		
добавляют глюкозу в количестве равном количеству оксида меди (II)		
тонким слоем насыпают белый порошок безводного сульфата меди (II).		
изменение окраски кристаллов сульфата меди (II)		
конец газоотводной трубки погружают в пробирку с известковой водой		
помутнение известковой воды		
нагревают в пламени горелки пробирку со смесью глюкозы с оксидом меди (II)		

#### **Задание к следующему занятию:**

Строение, структурная и пространственная изомерия, номенклатура органических соединений.

*Упражнения №1-12 (стр.51-52).*

**Литература:** 1. стр.24-33, 64-92.  
2. стр.47-53.

## **ЗАНЯТИЕ № 2**

**Тема:** Строение, структурная и пространственная изомерия, номенклатура органических соединений.

**Цель занятия:** Сформировать знания о классификационных признаках, структурной и пространственной изомерии, номенклатуре органических соединений.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен уметь:

1. определять классификационные признаки органических соединений;
2. определять типы изомерии органических соединений.
3. писать структурные и пространственные изомеры органических соединений;
4. называть соединения по международной, рациональной и радикально-функциональной номенклатурам;
5. писать структурные формулы органических соединений в соответствии их названиям.

#### **Основные учебные вопросы.**

1. Строение углеродного скелета и функциональная группа - основные классификационные признаки органических соединений.

2. Основные классы органических соединений.
3. Изомерия органических соединений – структурная (цепи, положения, по функциональной группе) и пространственная (геометрическая и оптическая).
4. Номенклатура органических соединений – международная, радикально-функциональная, рациональная и тривиальная.
5. Название углеводородов, галогенопроизводных углеводородов, спиртов, аминов по заместительной номенклатуре и написание структурных формул соединений этих классов по названиям заместительной номенклатуры.
6. Написание структурных формул углеводородов, спиртов, галогенопроизводных углеводородов, по названию рациональной номенклатуры и название по рациональной номенклатуре структурных формул этих классов.
7. Название спиртов, аминов, кетонов по радикало-функциональной номенклатуре и написание структурных формул соединений этих классов по названиям радикало-функциональной номенклатуры.
8. Старшинство характеристических групп органических соединений и определение родоначальной структуры.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Типы гибридизации углерода:  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$ . Пространственная изомерия органических соединений.

### Контрольные вопросы

1. Что изучает органическая химия?
2. По каким признакам можно классифицировать органические соединения?
3. Сформулируйте основные положения теории химического строения органических соединений А.М.Бутлерова.
4. Что такое химическое строение веществ?
5. Что такое гомологический ряд? Гомологи? Приведите примеры.
6. Что такое изомерия? Какие соединения называются изомерами?
7. Назовите типы изомерии.
8. Для каких классов органических соединений характерна изомерия цепи, положения и по функциональной группе?
9. Какие типы пространственной изомерии вы знаете? Приведите примеры.
10. В чем отличие конформационных изомеров от конфигурационных?
11. Для каких соединений характерна геометрическая и оптическая изомерия?
12. Что такое химическая номенклатура и какие её виды вы знаете?
13. Сформулируйте правила современной номенклатуры, известной под названием «номенклатура ИЮПАК» (международная).
14. Что такое родоначальная структура?
15. Какая группа называется характеристической группой органических соединений?

## Индивидуальные задания по теме

### Вариант 1

№	Задание	Ответы
1	Напишите все возможные структурные формулы соединений, брутто-формула которых $C_4H_8$ .	
2	Назовите приведенные соединения. а) $H_3C-C(=CH_3)-CH-CH_2-CH_3$ б) $H_3C-CH(Br)-COOH$	
3	Напишите структурные формулы а) 2,2,4-триметилпентана, б) 2-хлорпропена.	
4	Используя проекционные формулы Ньюмена, приведите конформационные изомеры 2-хлорэтанола.	

### Вариант 2

№	Задание	Ответы
1	Напишите все возможные структурные формулы соединений, брутто-формула которых $C_3H_7Cl$ .	
2	Назовите приведенные соединения. а) $CH_3-CH_2-C(=CH_3)-CH_2-CH_3$ б) $H_2C=CH-C\equiv C-CH_3$	
3	Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2-метил-бутена-2, б) метилацетилена.	
4	Используя проекционные формулы Ньюмена, приведите конформационные изомеры 1,2-дибромэтана.	

#### Задание к следующему занятию:

Химические связи, взаимное влияние атомов в органических соединениях.  
Построение моделей органических молекул.

Упражнения №2, 4, 6, 7, 8, 13 (стр.55-57).

Литература: 1. стр.34-63.

2. стр.53-57.

## ЗАНЯТИЕ №3

**Тема:** Химические связи, взаимное влияние атомов в органических соединениях. Построение моделей органических молекул.

**Цель занятия:** Сформировать знания об электронном строении алифатических, циклических систем с сопряженными связями, определить значение электронных эффектов на реакционную способность органических соединений.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен уметь:

1. определять типы химических связей в молекулах органических соединений;

2. определять вид сопряжения ( $p, \pi$ -;  $\pi, \pi$ -) в молекулах органических соединений;
3. указывать электронные эффекты заместителя;
4. определять характер заместителя (электронодонор или электроноакцептор).

### **Основные учебные вопросы.**

1. Типы гибридизации атома углерода.
2. Образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей на примерах электронного строения метана, этилена и ацетилена.
3. Типы химических связей, принципы их образования.
4. Характеристики ковалентной связи (длина, энергия, полярность, поляризуемость).
5. Взаимное влияние атомов в органических соединениях.
6. Индуктивный эффект, обусловленный наличием в молекулах атомов с различной электроотрицательностью.
7. Виды сопряжений ( $p, \pi$ - и  $\pi, \pi$ -) в молекулах органических соединений. Электронное строение бутадиена-1,3, винилхлорида, бензола, фенола, анилина.
8. Мезомерный эффект, обусловленный в молекуле сопряженной системы, в которую входит и заместитель.
9. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

### **Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Определение электронодонорных и электроноакцепторных заместителей в органических соединениях.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

### **Изготовление моделей молекул углеводородов и их галогенопроизводных**

*Цель работы:* Изготовить из пластиковых стержней модели молекул углеводородов и их галогенопроизводных, изучить их пространственные строения, выявить тип гибридизации, определить валентный угол.

*Оборудование:* Демонстрационная доска, пластиковые стержни для моделирования молекул.

*Ход работы:*

1. Изучить строение метана.
  2. Выявить тип гибридизации у молекулы.
  3. При помощи пластиковых стержней построить молекулу.
  4. Каким является валентный угол?
  5. Строение молекул этана и пропана.
  6. Изучить строение молекул, выявить тип гибридизации.
  7. При помощи оборудования построить молекулы этана и пропана.
- Записать структурные формулы молекул, выявить валентный угол.

8. Изучить строение молекул 1-хлорпропана и 2-хлорпропана. Построить молекулы, выявить тип гибридизации, валентный угол. Какие связи содержат данные молекулы?

9. На демонстрационной доске показать  $sp$ -,  $sp^2$ -,  $sp^3$ -гибридизации.

10. Какое строение молекулы имеют алканы и их галогенопроизводные? Полученные результаты записать в тетрадь. Зарисовать строение молекул. Ответить на вопросы.

### Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте электронное строение углерода.
2. Что такое гибридизация электронных облаков?
3. Какие виды гибридизации углерода характерны в органических соединениях? Приведите примеры.
4. Охарактеризуйте виды гибридизации атома углерода.
5. Что такое химическая связь?
6. Объясните образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей в молекулах органических соединений.
7. Какие типы химических связей в молекулах органических соединений вы знаете? Дайте им определения.
8. Дайте характеристику ковалентной связи (длина, энергия, полярность, поляризуемость).
9. Чем объясняется взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений.
10. Что такое индуктивный эффект и каким он бывает? Приведите примеры.
11. Что такое мезомерный эффект и когда он проявляется? Приведите примеры.
12. Какие виды сопряжения вы знаете? Приведите примеры.
13. По каким критериям заместитель считается электронодонорным?
14. Когда заместитель считается электроноакцептором?
15. Объясните влияние заместителей на реакционную способность органических соединений.

**Задание:** Составить таблицу категориального обзора.



### Категориальная таблица

Тема категориального обзора	Типы			
Категории (виды)				
Признаки				
Примеры				

### Индивидуальные задания по теме

#### Вариант 1

№	Задание	Ответы
1	<p>Укажите типы химических связей в следующих соединениях:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{N} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{array} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{N} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{array} \\    \\  \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{N} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} \end{array}  \end{array}  </math> <p>а)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\    \\  \text{O}-\text{H} \dots \text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\    \\  \text{H}  \end{array}  </math> <p>б)</p> </div> </div>	
2	Изобразите атомно-орбитальные модели и укажите число s- и sp <sup>3</sup> -гибридных орбиталей в молекуле пропана.	
3	Покажите графически проявление индуктивного эффекта заместителей в следующих органических соединениях, указав электродонорные и электроакцепторные заместители: а) CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -Cl      б) CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	
4	Определите виды сопряжения и покажите распределение электронной плотности в молекулах следующих соединений: а) CH <sub>3</sub> -CH=CH <sub>2</sub> б) CH <sub>2</sub> =CH-CH=CH <sub>2</sub>	

#### Вариант 2

№	Задание	Ответы
1	<p>Укажите типы химических связей в следующих соединениях:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>а) CH<sub>3</sub> - C ≡ N</p> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{HO}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{ONa} \end{array} \\    \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  </math> <p>б)</p> </div> </div>	
2	Изобразите атомно-орбитальные модели и укажите число s-, p-, sp <sup>2</sup> -, sp <sup>3</sup> -гибридных орбиталей в молекуле пропена.	
3	Покажите графически проявление индуктивного эффекта заместителей в следующих органических соединениях, указав электродонорные и электроакцепторные заместители: а) CH <sub>2</sub> =CH-C≡CH      б) CH <sub>3</sub> -C(O)H	
4	Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью. Определите виды сопряжения и	

покажите распределение электронной плотности в молекулах следующих соединений: а) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$ б) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$	
---	--

**Задание к следующему занятию:**

Алканы и циклоалканы. Получение и свойства алканов.

*Упражнения №1, 2, 3, 5, 8, 10, 11, 15 (стр.60-61).*

*Опыты №14, 15, 16.*

**Литература:** 1. стр.130-145, 184-196.

2. стр.57-64.

## ЗАНЯТИЕ №4

**Тема:** Алканы и циклоалканы. Получение и свойства алканов.

**Цель занятия:** Сформировать знания о реакционной способности алканов и циклоалканов во взаимосвязи с их строением

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен знать:

1. названия алканов по систематической и рациональной номенклатурам;
2. виды изомерии алканов и циклоалканов;
3. способы получения алканов, циклоалканов;
4. химические свойства алканов, циклоалканов;
5. механизм радикального замещения у тетрагонального атома углерода;
6. реакционную способность циклоалканов в зависимости от размера цикла.

**Основные учебные вопросы.**

1. Предельные углеводороды – алканы, циклоалканы, строение.
2. Изомерия и номенклатура алканов, циклоалканов.
3. Способы получения алканов (реакция Вюрца, пиролиз солей карбоновых кислот) и циклоалканов (синтез Густавсона).
4. Конформации алканов и циклоалканов. Конформация этана и циклогексана (ванна, кресло), аксиальные и экваториальные связи.
5. Механизм радикального замещения на примере бромирования алканов и циклоалканов формулы  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , где  $n > 5$ .
6. Химические свойства алканов: реакции радикального замещения (галогенирование, нитрование, сульфохлорирование), окисление алканов.
7. Химические свойства циклоалканов: реакции присоединения в малых циклах (галогенирование, гидрирование, гидрогалогенирование), реакции замещения в средних циклах (галогенирование).
8. Электронное строение циклопропана.

**Лабораторная работа.** Получение и свойства алканов.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Способы получения алканов и циклоалканов (химические превращения).

Би- и полициклические алканы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Опыт 1. Получение метана и изучение его свойств

*Реактивы:* ацетат натрия, натронная известь (смесь NaOH и CaO), бромная вода, 1% раствор перманганата калия

*Оборудование и химическая посуда:* штатив, газовая горелка, пробирки, газоотводная трубка

*Выполнение работы:*

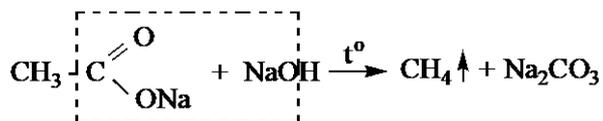
1. В ступке тщательно растерают смесь ацетата натрия и натронной извести в соотношении 1:2.

2. В сухую пробирку на высоту 10 мм помещают растертую смесь ацетата натрия и натронной извести.

3. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и устанавливают в штатив.

4. Пробирку нагревают в пламени горелки.

5. Выделяется газ – метан.



6. Полученный метан поочередно пропускают в отдельные пробирки с бромной водой и 1%-ным раствором перманганата калия.

7. В условиях опыта видимых изменений не наблюдается.

8. Не прекращая нагревания, поджигают выделяющийся из газоотводной трубки газ.

9. Метан горит голубоватым пламенем:

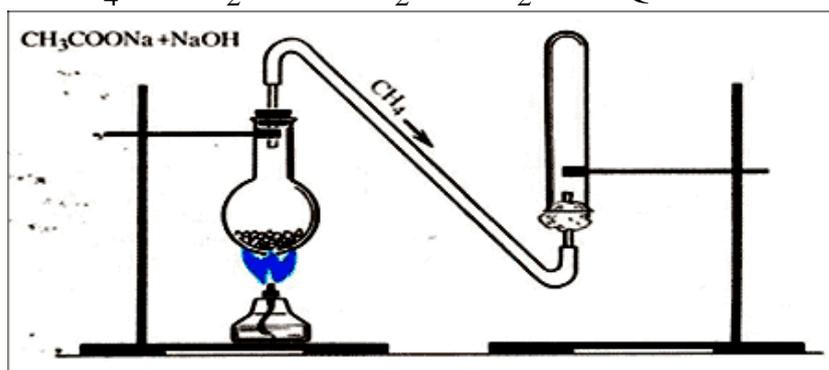


Рис. 17. Получение метана из ацетата натрия.

### Контрольные вопросы

1. Какие углеводороды называются алканами?
2. Приведите все возможные изомеры 2,4-диметил-3-этилпентана и назовите их по международной и рациональной номенклатуре.
3. Какие способы получения алканов вы знаете? Напишите их на примере получения 2-метилпентана.
4. Почему алканы малореакционноспособны?

5. В какие химические реакции способны вступать алканы? Каков механизм этих реакций?
6. На примере галогенирования пропана объясните механизм радикального замещения у тетрагонального атома углерода.
7. Какие углеводороды называются циклоалканами?
8. Сколько изомеров имеет циклопентан? Напишите их и назовите.
9. Какой из изомеров циклопентана имеет геометрические изомеры?
10. Охарактеризуйте способы получения циклоалканов и приведите их на примере получения метилциклогексана.
11. Какие химические свойства характерны для циклоалканов?
12. Какой тип реакций характерен для малых циклоалканов? Объясните причины и механизм.
13. Какие реакции характерны для средних циклоалканов? В чем причина их протекания и каков механизм?
14. Объясните строение молекулы циклопропана.
15. Что наблюдается при пропускании метана через раствор перманганата калия и бромной воды?
16. Какой цвет пламени при горении метана?

**Задание к следующему занятию:**

Алкены и алкадиены. Получение и свойства этилена.

Упражнения №1, 2, 3, 4, 9, 10 (стр.66-67).

Опыты №19,20, 23.

**Литература:** 1. стр.146-172.  
2. стр.64-71.

## ЗАНЯТИЕ №5

**Тема:** Алкены и алкадиены. Получение и свойства этилена.

**Цель занятия:** Сформировать у студентов знания по реакционной способности двойных и сопряженных двойных углерод-углеродных связей к электрофильному присоединению.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен знать:

1. виды изомерии, номенклатуру алкенов и алкадиенов;
2. основные способы получения алкенов (дегидрогалогенирование моногалогенопроизводных углеводородов, дегидратация одноатомных спиртов) и алкадиенов (дегидрогалогенирование дигалогенопроизводных углеводородов);
3. реакции присоединения в алкенах, механизм электрофильного присоединения;
4. причины протекания реакций в алкенах по правилу Марковникова (статический и динамический подход);

5. присоединение в ненасыщенных соединениях не по правилу Марковникова (эффект Хараша), механизм;
6. окисление алкенов в мягких и жестких условиях, озонирование.

### **Основные учебные вопросы.**

1. Алкены – номенклатура, структурная и пространственная ( $\pi$ -диастереомерия) изомерия.
2. Способы получения алкенов из моно- и дигалогенопроизводных углеводородов, из одноатомных спиртов.
3. Реакции электрофильного присоединения ( $A_E$ ), механизм.
4. Гидрогалогенирование, правило Марковникова, статический (распределение электронной плотности в молекуле алкена) и динамический (сравнение устойчивости карбокатионов) фактор.
5. Присоединение против правила Марковникова (радикальное гидрогалогенирование), эффект Хараша.
6. Реакции радикального замещения в алкенах.
7. Окисление (гидроксилирование, озонирование, эпоксилирование, окисление в кислой среде) и полимеризация алкенов.
8. Алкадиены – классификация, номенклатура, изомерия.
9. Способы получения алкадиенов из спиртов (реакция Лебедева) и дигалогенопроизводных углеводородов.
10. Особенности протеканий реакций электрофильного присоединения у конъюгированных диенов (гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование).
11. Реакция Дильса-Альдера, характерная для конъюгированных диенов. Понятия о диенофилах.

**Лабораторная работа.** Получение и свойства этилена.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Алкадиены – классификация, получение, реакционная способность. Природный и синтетический каучуки.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

### **Опыт 1. Получение этилена и изучение его свойств**

*Реактивы:* этиловый спирт, концентрированная серная кислота, бромная вода, 1% раствор перманганата калия, концентрированная серная кислота, оксид алюминия

*Оборудование и химическая посуда:* штатив, газовая горелка, пробирки, газоотводная трубка

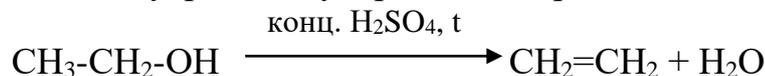
*Выполнение работы:*

1. В пробирку с газоотводной трубкой наливают около 5 мл смеси, состоящей из одной части этилового спирта и трёх частей концентрированной серной кислоты.
2. Добавляют несколько крупинок оксида алюминия.

3. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, устанавливают в штатив (рис. 3).

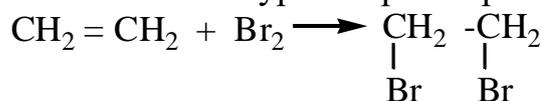
4. Пробирку осторожно нагревают в пламени горелки до начала равномерного выделения газа из реакционной смеси.

Нагревание этилового спирта с концентрированной серной кислотой сопровождается внутримолекулярной дегидратацией с образованием этилена:

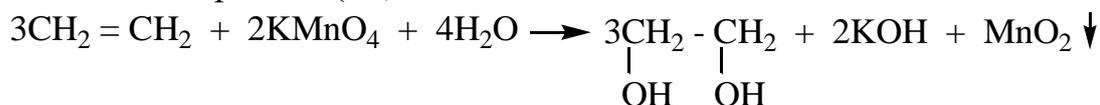


5. Конец газоотводной трубки поочередно опускают в 3 предварительно подготовленные пробирки, содержащие 1) раствор бромной воды, 2) 1% водный раствор перманганата калия, 3) 1% водный раствор перманганата калия с концентрированной серной кислотой.

6. При пропускании этилена через раствор бромной воды наблюдают быстрое обесцвечивание желто-бурой окраски раствора:



7. При пропускании этилена через 1% раствор перманганата калия бледно-розового цвета наблюдают исчезновение первоначальной окраски раствора, а в случае избытка перманганата калия – появление хлопьевидного осадка бурого цвета – оксида марганца (IV):



8. При пропускании этилена через 1% раствор перманганата калия в присутствии концентрированной серной кислоты наблюдают быстрое обесцвечивание раствора, бурые хлопья не образуются:



9. Продолжая нагревание, быстро поджигают газообразный этилен у конца газоотводной трубки. Этилен горит светящимся пламенем.

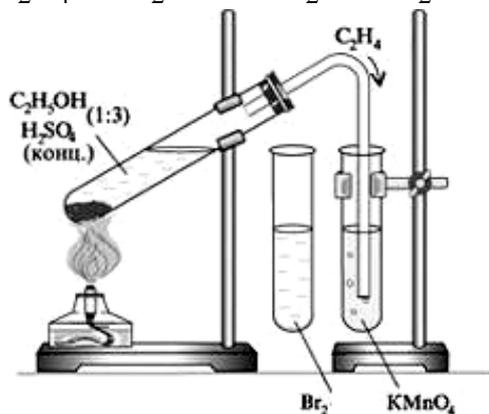


Рис. 18. Получение этилена из этилового спирта.

### Контрольные вопросы

1. Какие углеводороды называются алкенами?
2. Какова общая формула и тип гибридизации в алкенах?

- Какие типы изомерии характерны для алкенов? Напишите и назовите алкены, соответствующие формуле  $C_5H_{10}$ .
- Назовите природные источники получения алкенов.
- Приведите синтетические способы получения алкенов.
- Какой тип реакций характерен для алкенов?
- Какие виды реакций присоединения характерны для алкенов?
- На примере реакции галогенирования объясните механизм присоединения в алкенах.
- Сформулируйте правило Марковникова, объясните причины его выполнения (статический и динамический факторы).
- В каких случаях реакции присоединения идут против правила Марковникова? Объясните механизм.
- Какие типы реакций окисления характерны для алкенов?
- Что такое полимеризация?
- Какие углеводороды называются алкадиенами?
- На какие виды классифицируются алкадиены?
- Какие типы реакций характерны для алкадиенов?
- Объясните присоединение в конъюгированных диеновых углеводородах.
- Какие соединения относятся к диенофилам?
- Какая реакция называется реакцией Дильс-Альдера?

**Задание:** Ответить на вопросы по технологии «Ассесмент».

<p style="text-align: center;"><b>ТЕСТ</b></p> <p>1. Какая последовательность реакций приводит к получению бутена-2 из бутена-1?            1. водн. КОН    2. HBr            3. Br<sub>2</sub>            4. спирт. КОН            А. 2,1    В. 3,1    С. 2, 4    D. 3,4</p> <p>2. В каких из приведенных ниже реакций не имеет значение правило Марковникова?            1. 2-метилгексен-2 + HBr →            2. Гексен-3 + HBr →            3. Бутен-2 + HBr →            4. Изобутилен + HBr →            А.1,2    В. 2,4    С. 2,3    D. 3,4</p>	<p style="text-align: center;"><b>СИТУАЦИОННАЯ ЗАДАЧА</b></p> <p>Известно, что при гидролизе продукта озонирования алкена образовались следующие соединения: метилэтилкетон и пропаналь. Приведите структурную формулу алкена, назовите его. Напишите реакцию его озонирования с последующим гидролизом.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ГЛОССАРИЙ</b></p> <p>1. <b>Правило Марковникова:</b></p> <p>2. <b>Полимеризация -</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ПРАКТИЧЕСКИЕ УМЕНИЯ</b></p> <p>С помощью каких из приведенных ниже реактивов можно отличить этан от этилена?            1. Br<sub>2</sub>            2. KMnO<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O            3. K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>    4. HBr</p> <p>Что наблюдается при их взаимодействии?</p>

**Задание к следующему занятию:**

Алкины. Получение, свойства ацетилена, СН-кислотность.

Упражнения №1 (б,д,к,н), 2 (в,е), 12, 13, 14, 15 (стр.66-67).

Опыты №22.

- Литература:** 1. стр.173-183.  
2. стр.64-71.

## ЗАНЯТИЕ №6

**Тема:** Алкины. Получение, свойства ацетилена, СН-кислотность.

**Цель занятия:** Сформировать у студентов знания о реакционной способности тройных углерод-углеродных связей к электрофильному присоединению и СН-кислотности алкинов.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен:

1. знать номенклатуру и способы получения алкинов;
2. писать реакции присоединения алкинов и объяснять механизм электрофильного присоединения;
3. объяснять правило Эльтекова в реакции гидратации, характерной для алкинов;
4. объяснять СН-кислотность алкинов;
5. писать реакции ди-, тримеризации алкинов;
6. составлять уравнения реакций химических превращений при получении алкинов;
7. знать сравнительную характеристику углеводородов с двойными и тройными связями.

**Основные учебные вопросы.**

1. Алкины – номенклатура, изомерия, способы получения.
2. Реакции электрофильного присоединения алкинов – галогенирование, гидрогалогенирование, гидrogenирование.
3. Сравнение реакционной способности алкинов в реакциях электрофильного присоединения ( $A_E$ ) с алкенами.
4. Гидратация алкинов – реакция Кучерова. Понятие о кето-енольной таутомерии. Правило Эльтекова.
5. СН-кислотность алкинов. Образование ацетиленидов (взаимодействие с Na, аммиачными растворами оксида серебра и солей меди (I)).
6. Получение гомологов ацетилена.

**Лабораторная работа.** Получение, свойства ацетилена, СН-кислотность.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Способы получения алкинов, реакции их ди- и тримеризации.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Опыт 1. Получение ацетилена и изучение его свойств

*Реактивы:* карбид кальция, дистиллированная вода, бромная вода, 1% раствор перманганата калия, аммиачный раствор хлорида меди (I), соляная кислота

*Оборудование и химическая посуда:* штатив, газовая горелка, пробирки, газоотводная трубка

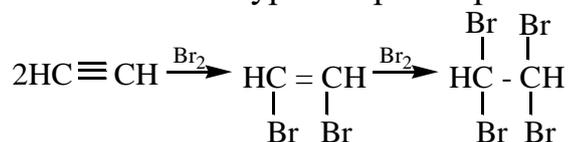
*Выполнение работы* (опыт проводится в вытяжном шкафу):

1. В пробирку наливают 2-3 мл воды.
2. Вносят несколько небольших кусочков карбида кальция.
3. Быстро закрывают отверстие пробирки пробкой с газоотводной трубкой (рис. 4).
4. Взаимодействие карбида кальция с водой протекает энергично - выделяется ацетилен:

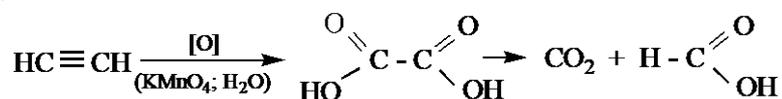


5. Конец газоотводной трубки поочередно опускают в 3 предварительно подготовленные пробирки, содержащие 1) раствор бромной воды, 2) 1% водный раствор перманганата калия, 3) аммиачный раствор хлорида меди (I)

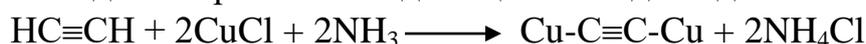
6. При пропускании ацетилена через раствор бромной воды наблюдают обесцвечивание желто-бурой окраски раствора:



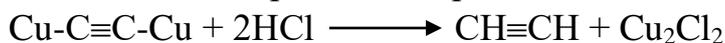
7. При пропускании ацетилена через 1% раствор перманганата калия бледно-розового цвета наблюдают исчезновение первоначальной окраски раствора.



8. При пропускании ацетилена через аммиачный раствор хлорида меди (I) наблюдают выпадение красного осадка ацетиленида меди:



Ацетилен нужно пропускать в аммиачный раствор хлорида меди (I), так как в водном растворе образующаяся соляная кислота разлагает ацетиленид меди, и реакция идет в обратном направлении:



В сухом виде ацетилениды серебра и меди являются взрывчатыми веществами. Они взрываются от удара или нагревания. Во избежание несчастных случаев после опыта ацетилениды необходимо разрушить действием разбавленной соляной кислоты.

9. Для испытания взрывчатых свойств ацетиленида меди его отфильтровывают.

10. Влажный фильтр с осадком помещают на другой фильтр, затем на асбестовую сетку или песчаную баню (проводить под тягой) и осторожно нагревают.

11. По мере высыхания вначале слышится легкое потрескивание, а затем происходит громкий, но безопасный взрыв.

12. Газ (ацетилен) поджигают у отверстия пробирки. Ацетилен горит светящимся, слегка коптящим пламенем:

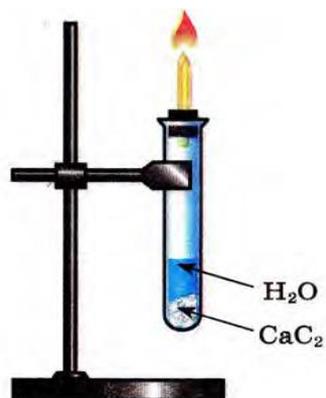
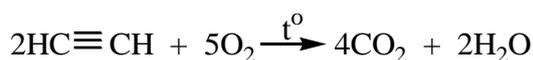


Рис. 18. Получение ацетилена из карбида кальция и его горение.

### Контрольные вопросы

1. Какие углеводороды называются алкинами?
2. Какие типы изомерии характерны для алкинов? Возможна ли для них цис-, транс-изомерия?
3. Напишите структурные формулы изомеров гексина и назовите их по систематической и рациональной номенклатуре.
4. Какие основные способы получения алкинов вы знаете? Напишите их на примере получения пропина.
5. Чем отличаются по химическим свойствам углеводороды ряда ацетилена: а) от предельных углеводородов, б) от углеводородов ряда этилена? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
6. Какой тип реакций характерен для алкинов?
7. Как изменяется окраска раствора перманганата калия и бромной воды при пропускании через них ацетилен?
8. С помощью каких реакций можно отличить алкины от алкенов?
9. Какие реакции являются качественными для алкинов? Объясните  $\text{CH}$ -кислотные свойства алкинов и причины их проявления.
10. Объясните реакцию гидратации алкинов, правило Эльтекова.
11. Назовите основные области применения алкинов.

**Задание:** Провести сравнительную характеристику алкинов с алкенами и алкадиенами.

### Техника «Синквейн»

#### Вариант 1

Представители	Строение	Получение	Реакции присоединения	Главный общий признак	Главное различие
Бутин-1					
Бутин-2					

### Вариант 2

Представители	Строение	Получение	Реакции присоединения	Главный общий признак	Главное различие
Бутин-1					
Бутадиен-1,2					

### Вариант 3

Представители	Строение	Получение	Реакции присоединения	Главный общий признак	Главное различие
Бутен-1					
Бутин-1					

#### Задание к следующему занятию:

Ароматические углеводороды. Нитрование, сульфирование, бромирование, окисление толуола

*Упражнения №1, 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15 (стр. 72-74).*

*Опыты №24, 25, 27, 28, 31.*

**Литература:** 1. стр.198-234.

2. стр.71-79.

### ЗАНЯТИЕ №7

**Тема:** Ароматические углеводороды. Нитрование, сульфирование, бромирование, окисление толуола

**Цель занятия:** Выработать умение прогнозировать реакционную способность ароматических соединений в реакциях электрофильного замещения во взаимосвязи с электронными эффектами заместителей как основу для понимания реакций этого типа в синтезе лекарственных веществ

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен уметь:

1. писать реакции электрофильного замещения аренов;
2. объяснять механизм протекания реакций электрофильного замещения;
3. сравнивать реакционную способность аренов в реакциях электрофильного замещения во взаимосвязи с их заместителями;
4. объяснять влияние заместителя на направление реакции электрофильного замещения;
5. писать реакции электрофильного замещения в синтезе замещенных аренов;
6. писать реакции боковых цепей алкилбензолов.

**Основные учебные вопросы.**

1. Ароматичность, критерии ароматичности - правило Хюккеля.
2. Реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ) в ароматическом ядре, механизм ( $\pi$ - и  $\sigma$ -комплексы).

3. Пути возникновения электрофильной частицы в реакциях нитрования, сульфирования, галогенирования, алкилирования и ацилирования. Роль катализатора.
4. Ориентанты I и II рода, их влияние на направление реакции электрофильного замещения.
5. Сравнение реакционной способности бензола и толуола, бензола и фенола, бензола и нитробензола, бензола и бензойной кислоты в реакциях электрофильного замещения.
6. Согласованная и несогласованная ориентация.
7. Использование реакций электрофильного замещения в синтезе замещенных аренов - галогенирование, нитрование, сульфирование, реакций Фридель-Крафтса (алкилирование и ацилирование).
8. Реакции боковых цепей алкилбензолов - окисление, радикальное замещение по боковой цепи).

**Лабораторная работа.** Нитрование, сульфирование, бромирование, окисление толуола.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).  
Конденсированные арены.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Опыт 1. Нитрование толуола

*Реактивы:* толуол, концентрированные азотная и серная кислоты

*Оборудование и химическая посуда:* мерный цилиндр, пробирки, пипетка, водяная баня, стакан

*Выполнение работы:*

1. В пробирке готовят нитрующую смесь из 2 мл концентрированных азотной и 2,5 мл серной кислот.
2. Смесь охлаждают.
3. Небольшими порциями медленно вливают 1 мл толуола.
4. После каждой порции толуола смесь хорошо встряхивают и охлаждают.
5. Через 3-5 минут встряхивания реакцию смесь выливают в стаканчик с 10 мл воды, встряхивают и дают отстояться.
6. Нитробензол выделяется в виде тяжелого желтоватого, масла, мутного от капелек воды.
7. Продуктами реакции нитрования толуола являются *o*- и *n*-нитротолуолы (гомологи бензола нитруются значительно легче бензола):

### Опыт 2. Бромирование бензола и толуола

*Реактивы:* бензол, толуол, бромная вода

*Оборудование и химическая посуда:* мерный цилиндр, пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

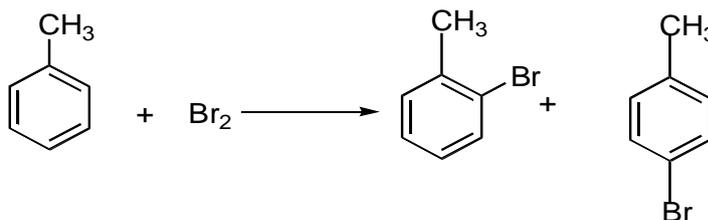
1. В две пробирки наливают по 2 мл бензола и толуола.

2. В каждую пробирку добавляют несколько капель раствора брома.

3. Пробирки встряхивают.

4. В пробирке с бензолом после отстаивания бензол всплывает над водой, нижний водный слой обесцвечивается, а бензол окрашивается в желтый цвет. Происходит растворение брома в бензоле, присоединение брома по двойным связям не происходит.

5. В пробирке с толуолом после встряхивания наблюдают исчезновение оранжевой окраски бромной воды и выделение бромистого водорода, который можно обнаружить у отверстия пробирки по покраснению смоченной водой лакмусовой бумажки.



Толуол благодаря присутствию радикала легче вступает в реакции замещения, чем бензол.

### Опыт 3. Действие перманганата калия на бензол и толуол

*Реактивы:* бензол, толуол, 1% раствор перманганата калия, 10% раствор серной кислоты

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, мерный цилиндр, пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

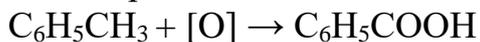
1. В две пробирки наливают по 2 мл бензола и толуола.

2. В каждую пробирку добавляют по 0,5 мл 0,1%-ного раствора перманганата калия и 1-2 капли 10% серной кислоты.

3. Пробирки встряхивают и нагревают.

4. В пробирке с бензолом окраска раствора не изменяется, что подтверждает устойчивость бензольного ядра по отношению к окислителям.

5. В пробирке с толуолом окраска раствора исчезает и выделяется двуокись марганца.



Толуол в отличие от бензола благодаря присутствию радикала окисляется, образуя бензойную кислоту.

### Опыт 4. Сульфирование бензола и толуола

*Реактивы:* бензол, толуол, концентрированная серная кислота, вода

*Оборудование и химическая посуда:* водяная баня, пробирки, пипетка, стакан

*Выполнение работы:*

1. В две сухие пробирки наливают по 1 мл бензола и толуола.

2. В каждую пробирку приливают по 4 мл концентрированной серной кислоты.

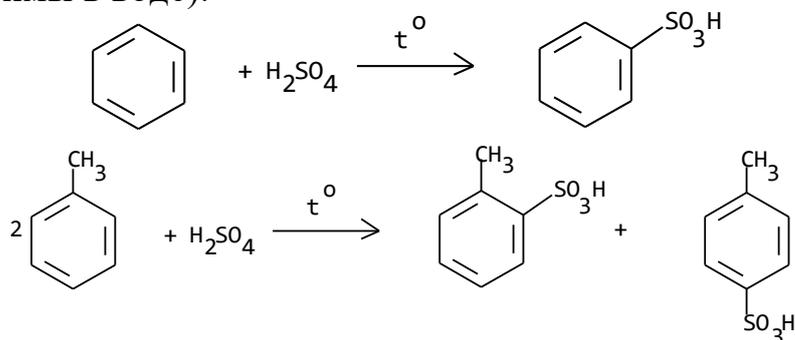
3. Пробирки нагревают на водяной бане при частом энергичном встряхивании. Пробирку, содержащую бензол, нагревают более осторожно, чтобы он не улетучился.

4. Наблюдают постепенное исчезновение эмульсии в пробирках и образование гомогенных растворов.

5. Пробирки с реакционной смесью охлаждают.

6. После охлаждения содержимое каждой пробирки выливают в стаканы с холодной водой.

7. Наблюдают отсутствие органического слоя над водой, что свидетельствует о полном сульфировании углеводородов (сульфо кислоты хорошо растворимы в воде).



### Контрольные вопросы

1. Какие углеводороды называются аренами?
2. Какие типы изомерии возможны для аренов? Приведите изомеры этилбензола и назовите их.
3. Какие способы получения бензола и его гомологов вы знаете? Напишите соответствующие уравнения реакций.
4. В какие химические реакции способны вступать арены?
5. Объясните механизм реакций электрофильного замещения в аренах, образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -комплексов.
6. Объясните влияние заместителей на реакционную способность аренов в реакциях электрофильного замещения.
7. Какие заместители являются ориентантами I рода? Объясните их ориентирующее действие.
8. Какие заместители являются ориентантами II рода? Объясните их ориентирующее действие.
9. Объясните правила ориентации в производных бензола.
10. На примере галогенирования толуола, бензола и нитробензола объясните влияние заместителей на свойства аренов.
11. Что наблюдается при галогенировании бензола и толуола? Чем объясняются эти наблюдения?
12. Что наблюдается при нитровании бензола и толуола?
13. Какие продукты образуются при сульфировании бензола и толуола?

14. Объясните отношение бензола и его гомологов к раствору перманганата калия. Какое соединение образуется при окислении гомологов бензола?

**Задание:** Выбрать реакции и указать их последовательность реакций, с помощью которых можно получить из ацетилена *m*-бромбензойную кислоту.

### «Блиц-опрос»

#### Получение *m*-бромбензойной кислоты из ацетилена

Название реакции	Ответ студента	Правильный ответ
Тримеризация ацетилена		
Бромирование бензола в присутствии FeCl <sub>3</sub>		
Бромирование толуола в присутствии FeCl <sub>3</sub>		
Бромирование бензойной кислоты в присутствии FeCl <sub>3</sub>		
Алкилирование бензола по Фридель-Крафтсу		
Алкилирование бромбензола по Фридель-Крафтсу		
Бромирование толуола в присутствии FeCl <sub>3</sub>		
Окисление толуола		
Окисление <i>m</i> -бромтолуола		

**Задание к следующему занятию:**

Алифатические и ароматические углеводороды, их производные.

**Литература:** 1. стр.24-234.  
2. стр.47-79.

## ЗАНЯТИЕ №8

**Тема:** Алифатические и ароматические углеводороды, их производные.

**Цель занятия:** Укрепить знания о реакционной способности насыщенных, ненасыщенных и ароматических углеводородов во взаимосвязи с их строением, сформировать представление о механизмах радикального замещения (S<sub>R</sub>), электрофильного присоединения (A<sub>E</sub>) и электрофильного замещения (S<sub>E</sub>).

**Целевые задачи:** студент должен знать:

1. номенклатуру, изомерию алифатических и ароматических углеводородов;
2. способы получения алифатических и ароматических углеводородов;
3. реакционную способность углеводородов во взаимосвязи с их строением;
4. механизмы реакций, характерных для насыщенных, ненасыщенных и ароматических углеводородов.

**Основные учебные вопросы.**

1. Классификация, строение, изомерия и номенклатура углеводородов.
2. Типы химических связей и взаимное влияние атомов в органических соединениях.

3. Реакции радикального замещения у тетрагонального атома углерода (алканы и циклоалканы).
4. Реакционная способность алкенов и алкадиенов.
5. Реакционная способность алкинов.
6. Реакционная способность аренов.

### Самостоятельная работа.

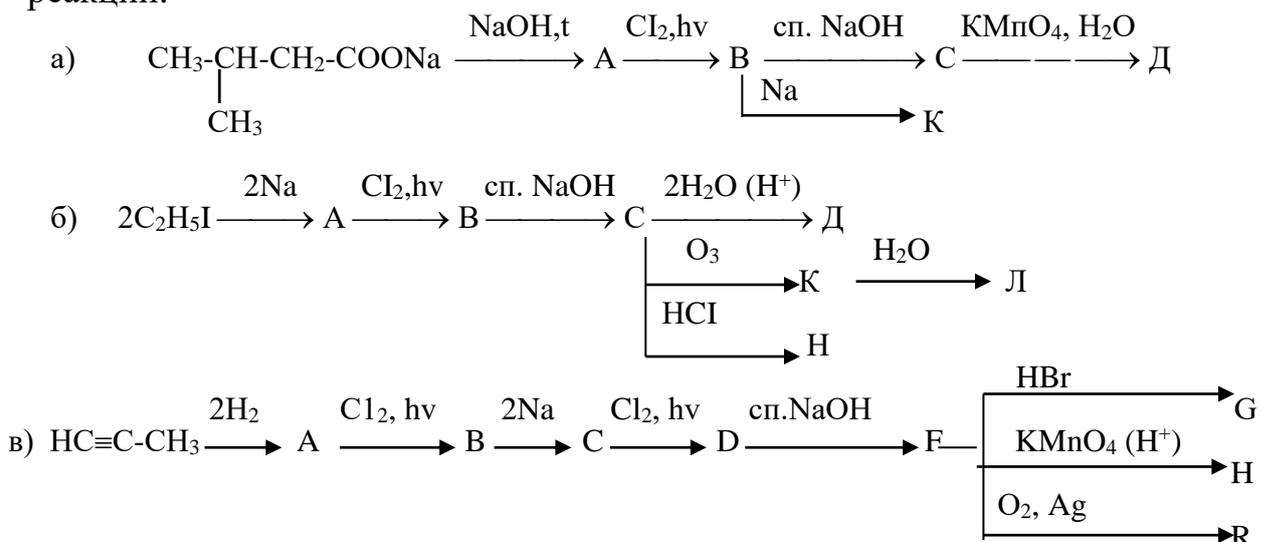
Сдается реферат и презентация по одной из тем, приведенных в главе «Строение органических соединений и конденсированные арены» учебно-методических указаний по выполнению самостоятельных работ по органической химии.

### Типовые задания

1. Напишите формулы структурных изомеров состава  $C_6H_{14}$ , обозначьте первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода. Назовите соединения по систематической и рациональной номенклатурам.
2. Напишите формулы структурных изомеров состава  $C_5H_{10}$ , укажите тип изомерии в приведенных соединениях и назовите их по систематической и рациональной номенклатурам. Напишите реакцию галогенирования для диметилэтилметана.
3. Напишите реакции получения 2,5-диметилгексана, изобутана: а) гидрированием соответствующих алкенов, б) декарбоксилированием соответствующих карбоновых кислот. При получении какого соединения по способу Вюрца образуются побочные продукты?
4. Напишите реакцию получения изобутана по реакции Вюрца и приведите реакции его галогенирования, нитрования и сульфирования. Объясните механизм реакций.
5. Приведите три способа получения 2-метилпропана: а) гидрогенированием алкена, б) декарбоксилированием соли карбоновой кислоты, в) по реакции Вюрца. Напишите реакции галогенирования, нитрования и сульфирования для 2-метилпропана.
6. Реакции радикального замещения у тетрагонального атома углерода в алканах, механизм (на примере реакции галогенирования изобутана). Представление о цепном процессе.
7. Циклоалканы. Строение малых и простых циклических алканов, их специфические свойства: присоединение (на примере метилциклопропана) и замещение (на примере циклогексана). Ответ поясните.
8. Напишите все возможные структурные формулы циклоалканов общей формулой  $C_5H_{10}$  и назовите их. Приведите реакции взаимодействия 1,1-диметилциклопропана и циклопентана с хлором. Объясните характер реакций.
9. Приведите реакцию получения 1,1-диметилциклопропана по реакции Густавсона, напишите реакции его взаимодействия с а)  $H_2$ , б)  $HBr$ , в)  $Br_2$ . Сравните его химические свойства с циклогексаном.
10. Какие виды изомерии характерны для соединений этиленового ряда? Приведите изомеры сим. метилэтилэтилена и назовите их по

международной и рациональной номенклатурам. Укажите отношение изомеров друг к другу.

- Напишите все возможные структурные формулы алкенов, соответствующие формуле  $C_5H_{10}$ , назовите их по международной и рациональной номенклатурам. С помощью каких реакций можно отличить пентен-1 от циклопентана? Приведите уравнения реакций.
- Напишите реакции гидробромирования бутена-1 в присутствии и в отсутствии пероксида водорода. Разберите механизмы реакции. В какой реакции присоединение идет по правилу Марковникова?
- На примере гидрогалогенирования пропилена объясните реакции электрофильного присоединения в алкенах. Правило Марковникова (статический и динамический подход).
- Напишите реакцию получения бутена-1 из соответствующего галогенуглеводорода и приведите схемы его взаимодействия с указанными реагентами: а)  $Br_2$  ( $CCl_4$ ), б)  $HBr$ , в)  $KMnO_4 + H_2O$ , г)  $KMnO_4 + H_2SO_4$ , д)  $O_3$ ,  $H_2O$ .
- На примере пропилена приведите реакции окисления алкенов: а)  $KMnO_4$  ( $H_2O$ ), б)  $KMnO_4$  ( $H_2SO_4$ ), в)  $O_2$  ( $Ag_2O$ ), г)  $O_3$ , с последующим гидролизом. Назовите полученные продукты реакций.
- С помощью каких реакций из пропана можно получить 2-метилбутен-2? Для 2-метилбутена-2 напишите реакции взаимодействия с а)  $HBr$ , б)  $Br_2$ , объясните правило Марковникова.
- Приведите реакцию получения 2-метилпропена из соответствующего галогенуглеводорода и напишите реакции его взаимодействия с а)  $Br_2$  ( $CCl_4$ ), б)  $Br_2$  (t), в)  $HBr$ , г)  $O_3$ , с последующим гидролизом.
- Составьте уравнения реакций по схеме и назовите полученные продукты реакций.



- Получите изопропилацетилен из соответствующего дигалогенуглеводорода и напишите реакции его взаимодействия с а)  $H_2O$ , б)  $HBr$ , в)  $Ag_2O$  ( $NH_3$ ) и г) гидратация. Объясните механизм (а) реакции. Правило Эльтекова.

20. Напишите строение триметилизопропилметана, этилэтилена, метилацетилен, назовите их по международной номенклатуре. С помощью каких реакций можно отличить приведенные соединения друг от друга? Приведите соответствующие уравнения реакций.
21. Последовательностью каких реакций можно получить бутин-1 из ацетилен? Приведите соответствующие уравнения реакций и для бутина-1 напишите реакции взаимодействия со следующими реагентами: а)  $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$  ( $\text{NH}_3$ ), б)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{HgSO}_4$ ), в)  $\text{Br}_2$ .
22. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить химическое превращение ацетилен в бутин-2. С помощью каких реакций можно отличить ацетилен от бутина-2?
23. СН-кислотный характер алкинов. Напишите соответствующие уравнения реакций. Для метилэтилацетилен приведите реакции: а) гидробромирования, б) Кучерова, в) бромирования.
24. Из бутина-1 получите бутин-2. С помощью какой реакции можно отличить эти два соединения. Приведите все соответствующие реакции. Объясните СН-кислотность алкинов.
25. Приведите все возможные изомеры для бутилацетилен, назовите их по международной и рациональной номенклатурам. Напишите реакции взаимодействия бутилацетилен с а)  $\text{HCl}$ , б)  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Hg}^{2+}$ ).
26. Составьте уравнения реакций по схеме и назовите полученные продукты реакций.
- $$\begin{array}{ccccccc} \text{Пропилен} & \xrightarrow{\text{Cl}_2} & \text{А} & \xrightarrow{2\text{NaOH(спирт.)}} & \text{В} & \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{НОН (Hg}^{2+}\text{)}} \\ \xrightarrow{\text{Ag}_2\text{O (NH}_3\text{)}} \end{array} & \text{С} & \xrightarrow{\text{CH}_3\text{MgCl}} & \text{Д} & \xrightarrow{\text{НОН}} & \text{F} \\ & & & & & & & & & & \text{К} \end{array}$$
27. Приведите структурные формулы алкадиенов с общей формулой  $\text{C}_5\text{H}_8$ , назовите их по международной номенклатуре. Укажите типы диенов. Напишите реакции взаимодействия пентадиена-1,3 с а) бромом, б) бромоводородом.
28. Типы диеновых углеводородов. Специфические свойства конъюгированных диенов (на примере галогенирования, гидрирования и гидрогалогенирования пентадиена-1,3).
29. Приведите все возможные изомеры пентадиена-1,3 и назовите их по систематической номенклатуре. Кумулированные, конъюгированные и изолированные диены. Их общность и различия. Ответ поясните с помощью соответствующих реакций.
30. Приведите все возможные изомеры для 2-метилбутадиена-1,3, назовите их по международной номенклатуре. Для 2-метилбутадиена-1,3 приведите реакции взаимодействия с а)  $\text{Cl}_2$ , б)  $\text{HCl}$ , в) малеиновым ангидридом (реакция Дильса-Альдера).
31. Критерии ароматичности в аренах - правило Хюккеля. Напишите реакции взаимодействия бензола и толуола с а)  $\text{Cl}_2$  ( $\text{FeCl}_3$ ), б)  $\text{CH}_3\text{Cl}$  ( $\text{FeCl}_3$ ). На примере толуола объясните влияние  $\text{CH}_3$ - группы в реакциях электрофильного замещения.

32. Критерии ароматичности Хюккеля. Приведите реакции галогенирования бензола, толуола и бензойной кислоты. Объясните влияние заместителей на протекание реакции электрофильного замещения.
33. Исходя из бензола и других необходимых реагентов, предложите схемы синтеза *p*-хлорнитробензола. Объясните ориентацию в полученном соединении и напишите реакцию его галогенирования.
34. Приведите способы получения этилбензола по а) реакции Вюрц-Фиттига и б) Фридель-Крафтса. Напишите реакции алкилирования и ацилирования этилбензола, объясните роль катализатора в данных реакциях.
35. Приведите способ получения изопропилбензола по реакции Фридель-Крафтса. В каких условиях следует проводить реакции бромирования изопропилбензола для введения атома галогена в ароматическое ядро и боковую углеродную цепь? Приведите соответствующие схемы и механизмы реакции.
36. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на реакционную способность ароматического кольца в реакциях электрофильного замещения (на примере сульфирования и галогенирования фенола и бензойной кислоты).
37. Согласованная и несогласованная ориентация в аренах. Приведите реакции нитрования для *n*-гидроксibenзальдегида и *m*-метилбензойной кислоты. Объясните причину образования полученных продуктов, укажите индуктивный и мезомерный эффекты в приведенных соединениях.
38. На примере галогенирования фенола, бензола и бензойной кислоты объясните влияние заместителей в реакциях электрофильного замещения ароматических углеводородов. Ориентанты I, II рода.

**Задание к следующему занятию:**

Органические галогенсодержащие соединения. Получение этилхлорида, йодоформа, хлороформа и их свойства.

*Упражнения* №2, 3, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14 (стр.83-84).

*Опыты* №32, 33, 36, 37.

**Литература:** 1. стр.250-277.

2. стр.79-89.

## ЗАНЯТИЕ №9

**Тема:** Органические галогенсодержащие соединения. Получение этилхлорида, йодоформа, хлороформа и их свойства.

**Цель занятия:** Выработать умение прогнозировать реакционную способность галогенсодержащих соединений в связи с их строением.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен уметь:

1. писать реакции получения галогенопроизводных углеводородов;
2. писать реакции замещения галогенопроизводных углеводородов;

3. писать реакции элиминирования галогенопроизводных углеводородов;
4. объяснять механизмы мономолекулярного и бимолекулярного замещения и элиминирования;
5. прогнозировать реакционную способность галогенопроизводных углеводородов;
6. предсказать стереохимический результат реакции замещения.

#### **Основные учебные вопросы.**

1. Классификация галогенорганических соединений.
2. Номенклатура, изомерия галогенорганических соединений.
3. Реакции нуклеофильного замещения: гидролиз, алкоголиз, аммонолиз, аминолиз, ацетолиз, образование нитрилов, нитросоединений, реактивов Гриньяра с указанием наиболее вероятного механизма реакций и стереохимического результата.
4. Молекулярность реакции. Механизм бимолекулярного нуклеофильного замещения ( $S_N2$ ) на примере реакции гидролиза этилхлорида.
5. Механизм мономолекулярного нуклеофильного замещения ( $S_N1$ ) на примере реакции гидролиза трет.бутилхлорида.
6. Факторы, обуславливающие протекание реакции по механизму  $S_N1$  и  $S_N2$ : строение радикала, природа нуклеофила и растворителя.
7. Элиминирование. Механизм  $E_1$  и  $E_2$ . Правило Зайцева.
8. Конкурентность реакции элиминирования и нуклеофильного замещения: факторы, определяющие преимущественное направление реакции.

**Лабораторная работа.** Получение этилхлорида, йодоформа, хлороформа и их свойства.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Способы получения галогенсодержащих углеводов.  
Полигалогеналканы.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

### **Опыт 1. Получение этилхлорида из этанола**

*Реактивы:* этиловый спирт, концентрированная серная кислота, хлорид натрия

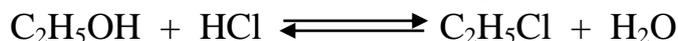
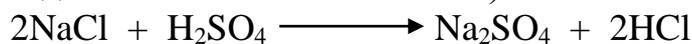
*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки, пипетка, газоотводная трубка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку на высоту около 3 мм помещают хлорид натрия.
2. Добавляют 5 капель этанола.
3. После смачивания соли этанолом приливают 4 капли концентрированной серной кислоты.
4. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и устанавливают в штатив.

5. Пробирку осторожно нагревают на слабом пламени горелки, избегая бурного выделения хлороводорода.

6. Периодически отверстие пробирки подносят к пламени горелки. Выделяющийся хлорэтан загорается, образуя кольцо зеленого цвета (характерно для низших галогеналканов).



## Опыт 2. Получение йодоформа

*Реактивы:* этиловый спирт, раствор йода в йодиде калия, 10% раствор гидроксида натрия

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, коническая колба, мерный цилиндр, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В небольшую коническую колбу вносят 1 мл этилового спирта, 1 мл раствора йода в йодиде калия и 2-3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия.

2. Реакционную смесь слегка нагревают.

3. При этом окраска йода исчезает, ощущается характерный запах, появляется бледно-желтая муть.

4. При охлаждении раствора выпадают желтые игольчатые кристаллы йодоформа.

5. Если муть исчезает, к теплой реакционной смеси добавляют при перемешивании ещё 1-2 мл раствора йода.



## Опыт 3. Свойства хлороформа

*Реактивы:* хлороформ, раствор йода в йодиде калия, резорцин, 10% раствор гидроксида натрия

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки, мерный цилиндр, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В три пробирки приливают 1 мл хлороформа с 1 мл воды.

2. Во вторую пробирку добавляют несколько капель раствора йода в йодиде калия, в третью пробирку – несколько кристаллов резорцина и 1 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия

3. Пробирки закрывают пробкой и тщательно встряхивают.

4. При отстаивании смеси в первой пробирке образуется 2 слоя, так как хлороформ практически нерастворим в воде.

5. При встряхивании второй пробирки через некоторое время нижний слой окрашивается в розовый цвет. Хлороформ является хорошим растворителем многих веществ. Он хорошо растворяет йод, поэтому при встряхивании йод переходит из водного слоя в хлороформ, окрашивая его в розовый цвет.

6. После встряхивания третью пробирку слегка нагревают, при кипячении

реакционная масса окрашивается в красный цвет. Это реакция является качественной на хлороформ.

### Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются галогенопроизводными углеводородов?
2. По каким признакам классифицируют галогенопроизводные углеводородов?
3. Какие соединения образуются при галогенировании алканов, циклоалканов и ароматических углеводородов? Приведите уравнения реакций и назовите полученные вещества.
4. Какие соединения образуются при галогенировании и гидрогалогенировании алкенов, алкадиенов и алкинов? Приведите уравнения реакций и назовите полученные вещества.
5. Объясните распределение электронной плотности связи углерод-галоген и способность атома углерода подвергаться атаке нуклеофильного реагента.
6. Назовите факторы, обуславливающие протекание реакции по механизму  $S_N1$  и  $S_N2$ .
7. Объясните на примере гидролиза этилхлорида механизм бимолекулярного нуклеофильного замещения ( $S_N2$ ).
8. Объясните механизм мономолекулярного нуклеофильного замещения ( $S_N1$ ) на примере гидролиза трет.бутилхлорида.
9. Какие реакции галогеноуглеводородов относятся к реакции нуклеофильного замещения? Приведите примеры.
10. Что такое элиминирование? Объясните его механизм.
11. Назовите факторы, определяющие преимущественное направление реакций нуклеофильного замещения и элиминирования.
12. Какова реакционная способность галогена в молекуле винилхлорида и аллилхлорида?
13. Как влияет галоген на реакции электрофильного замещения в бензольном кольце? Его ориентирующее действие.

### Задание к следующему занятию:

Спирты и простые эфиры. Свойства этилового спирта, глицерина и диэтилового эфира.

*Упражнения №2(а,б), 5, 10, 15, 18(б) (стр.92).*

*Опыты №44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 54, 55.*

**Литература:** 1. стр.332-357, 384-390.  
2. стр.89-106.

## ЗАНЯТИЕ №10

**Тема:** Спирты и простые эфиры. Свойства этилового спирта, глицерина и диэтилового эфира.

**Цель занятия:** Сформировать знания реакционной способности спиртов и простых эфиров во взаимосвязи с их строением, знания по кислотности и основности, обуславливающие многие физические, химические и биологические свойства органических соединений.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен знать:

1. основные положения теории кислот и оснований Бренстеда и Льюиса;
2. сравнительные кислотно-основные свойства спиртов и простых эфиров;
3. реакции получения спиртов, простых эфиров;
4. общие и отличительные химические свойства спиртов и простых эфиров;
5. уметь проводить характерные и специфические реакции одно- и многоатомных спиртов, простых эфиров.

**Основные учебные вопросы.**

1. Классификация, номенклатура, изомерия спиртов и простых эфиров.
2. Способы получения спиртов и простых эфиров.
3. Понятие о кислотно-основных свойствах органических соединений. Теория Бренстеда-Льюиса, кислоты и основания Льюиса.
4. Водородная связь и её влияние на физические свойства спиртов, простых эфиров.
5. Кислотно-основные свойства спиртов.
6. Реакция этерификации. Сравнение нуклеофильных свойств спиртов.
7. Реакция нуклеофильного замещения спиртов с галогеноводородными кислотами. Мономолекулярный и бимолекулярный механизм реакции нуклеофильного замещения. Факторы, способствующие протеканию реакции по  $S_N1$  и  $S_N2$  механизму.
8. Взаимодействие спиртов с галогенидами фосфора.
9. Реакции межмолекулярной и внутримолекулярной дегидратации спиртов, окисление.
10. Качественные реакции многоатомных спиртов (реакции с гидроксидами натрия и меди (II)).
11. Расщепление простых эфиров йодоводородной кислотой. Зависимость направления замещения от строения радикалов.
12. Взаимодействие простых эфиров с Na,  $H_2SO_4$  и реакции окисления.

**Лабораторная работа.** Свойства этилового спирта, глицерина и диэтилового эфира.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Кислоты и основания Бренстеда-Лоури. Простые эфиры.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Опыт 1. Взаимодействие спиртов с металлическим натрием

*Реактивы:* спирт этиловый абсолютный, глицерин, натрий металлический

*Оборудование и химическая посуда:* штатив, газовая горелка, пробирки, газоотводная трубка, шпатель

*Выполнение работы:*

1. В две сухие пробирки наливают по 2-3 мл этилового спирта и глицерина.

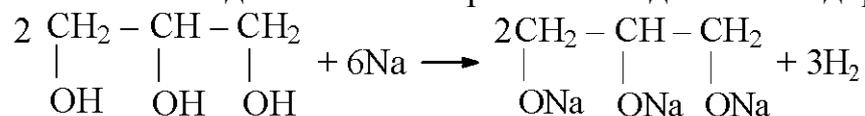
2. В обе пробирки вносят кусочек металлического натрия, предварительно высушенного фильтровальной бумагой.

3. Закрывают отверстие пробирок пробкой с газоотводной трубкой.

4. В пробирке, содержащую этиловый спирт, наблюдают бурное выделение водорода.



5. В пробирке с глицерином реакция вначале идет медленно, после нагревания наблюдают более энергичное выделение водорода.



6. Отверстие газоотводной трубки подносят к пламени горелки.

7. Горение смеси водорода с воздухом сопровождается характерным звуком – хлопком.

8. По окончании реакции к раствору алкоголята приливают воду.

9. Раствор испытывают на красную лакмусовую бумагу, которая синее при разложении алкоголятов водой за счет образования щелочи.



## Опыт 2. Окисление этилового спирта

*Реактивы:* этиловый спирт, 1% раствор перманганата калия, раствор гидроксида натрия, хромовая смесь (10% раствор серной кислоты и 5% раствор бихромата калия), фуксинсернистая кислота

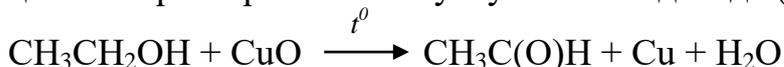
*Оборудование и химическая посуда:* штатив, газовая горелка, пробирки, пипетка, медная проволока

*Выполнение работы:*

1. В три пробирки наливают 1-2 мл этилового спирта.

2. Затем в первую пробирку добавляют 2 капли 1%-ного щелочного раствора перманганата калия, во вторую – 1 мл хромовой смеси, в третью – опускают спираль из медной проволоки, прокаленной в пламени горелки до появления черного налета окиси меди.

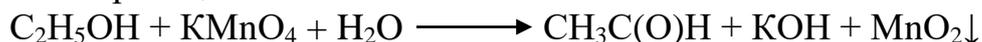
3. Черная поверхность спирали, опущенной в третью пробирку, сразу же становится золотистой вследствие восстановления оксида меди. При этом ощущается характерный запах уксусного альдегида (запах яблок).



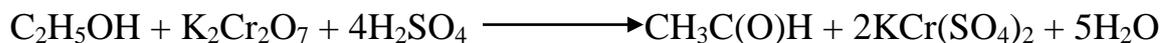
4. Первую и вторую пробирки нагревают над пламенем горелки. Ощущается запах уксусного альдегида.

5. В первой пробирке раствор обесцвечивается и выпадает бурый осадок

двуокиси марганца.



6. Во второй пробирке оранжевый цвет смеси быстро переходит в зеленый.



7. Для подтверждения образования уксусного альдегида во все три пробирки добавляют 2-3 капли фуксинсернистой кислоты.

8. Наблюдают появление розово-фиолетовой окраски растворов, подтверждающая образование уксусного альдегида.

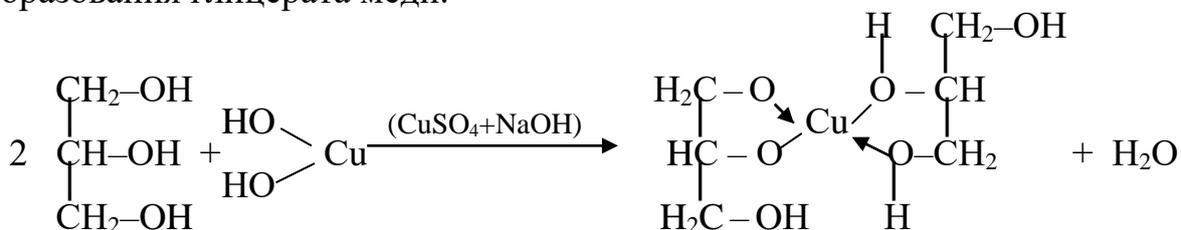
### Опыт 3. Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди (II)

*Реактивы:* глицерин, 5% раствор сульфата меди, 10% раствор гидроксида натрия

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку вливают 0,5 мл 5% раствора сульфата меди.
2. Добавляют 1 мл 10% раствора гидроксида натрия.
3. Выпадает голубой осадок гидроксида меди.
4. К полученной смеси добавляют несколько капель глицерина.
5. Смесь взбалтывают.
6. Осадок гидроксида меди растворяется.
7. Раствор приобретает интенсивно-синий цвет.
8. Растворение осадка и изменение цвета жидкости – результат образования глицерата меди.



Данная реакция является качественной на многоатомные спирты, содержащие в своей структуре  $\alpha$ -гликольный фрагмент. Образованный хелатный комплекс не разлагается при кипячении.

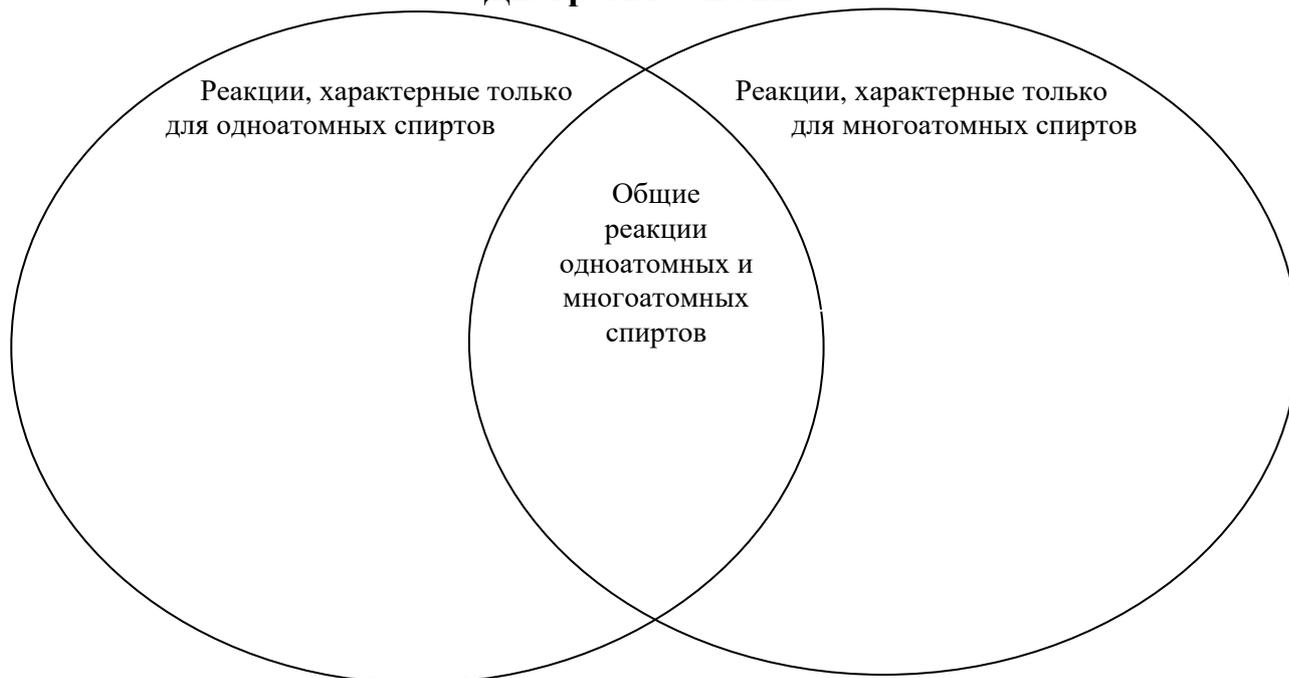
### Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются кислотами и основаниями Льюиса?
2. Сформулируйте положения теории Бренстеда-Льюиса.
3. Какие соединения называются спиртами?
4. На какие группы делятся спирты?
5. Какие виды изомерии характерны для одноатомных спиртов? Напишите изомеры для бутилового спирта и назовите их по всем возможным номенклатурам.
6. Какие способы получения одноатомных спиртов вы знаете?

7. Из каких соединений с помощью реактива Гриньяра можно получить этиловый, изопропиловый и трет.бутиловый спирты? Приведите соответствующие уравнения реакций.
8. Какие химические свойства характерны для одноатомных спиртов?
9. С помощью каких реакций можно доказать кислотно-основные свойства одноатомных спиртов? Приведите реакции.
10. Как изменяются кислотно-основные свойства в ряду первичных, вторичных и третичных спиртов?
11. Каким способом можно отличить первичные, вторичные и третичные спирты друг от друга?
12. Как меняется скорость реакции этерификации в ряду первичных, вторичных и третичных спиртов?
13. Какой механизм реакции замещения в одноатомных спиртах?
14. Какие соединения образуются при взаимодействии спиртов с оксидом меди (II), раствором перманганата калия и хромовой смесью? Какой процесс при этом наблюдается?
15. С помощью каких реагентов можно определить наличие двойной связи в непредельных спиртах?
16. Какие спирты называются многоатомными? Назовите соответствующие соединения.
17. Какие способы получения этиленгликоля и глицерина вы знаете? Приведите соответствующие уравнения реакций.
18. С помощью какой качественной реакции можно отличить многоатомный спирт от одноатомного?
19. Какие соединения образуются при дегидратации многоатомных спиртов?
20. Как меняются кислотные свойства в ряду следующих соединений: 1) этиловый спирт, 2) этиленгликоль, 3) глицерин?
21. Какие органические соединения называются простыми эфирами?
22. Как называют простые эфиры по заместительной номенклатуре?
23. При каких условиях из этилового спирта образуется диэтиловый эфир?
24. С помощью каких реагентов можно получить диэтиловый эфир по реакции Вильямсона?
25. Объясните кислотно-основные свойства простых эфиров.
26. Объясните, почему простые эфиры, обладая большей молекулярной массой, имеют низкую температуру кипения, чем соответствующие им спирты?
27. Какие химические свойства характерны для простых эфиров?
28. Какие продукты образуются при расщеплении простых эфиров йодоводородной кислотой на холоде и при нагревании?

**Задание:** Составить диаграмму «Венна» по химическим свойствам спиртов.

## Диаграмма «Венна»



### Задание к следующему занятию:

Фенолы. Свойства фенолов.

Упражнения №2,4,10,14 (стр.98).

Опыты №51, 54, 55, 56.

**Литература:** 1. стр.363-380.  
2. стр.89-111.

## ЗАНЯТИЕ №11

**Тема:** Фенолы. Свойства фенолов.

**Цель занятия:** Сформировать знания реакционной способности фенолов во взаимосвязи с их строением.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен уметь:

1. классификацию и номенклатуру фенолов;
2. писать реакции получения одно- и многоатомных, фенолов;
3. сравнивать кислотные свойства фенолов и спиртов;
4. писать уравнения реакций химических свойства фенолов;
5. выполнить качественные реакции, позволяющие определить наличие фенольного гидроксила;
6. проводить характерные реакции фенолов.

**Основные учебные вопросы.**

1. Классификация и номенклатура фенолов.
2. Способы получения фенолов.
3. Кислотные свойства фенолов, сравнение одно- и многоатомных фенолов.

4. Получение простых и сложных фениловых эфиров.
5. Качественные реакции на фенольный гидроксил.
6. Реакции электрофильного замещения фенолов (галогенирование, нитрование, сульфирование).
7. Реакция окисления фенолов.
8. Применение фенолов в синтезе лекарственных веществ.

**Лабораторная работа.** Свойства фенолов.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Способы получения фенолов. Пикриновая кислота.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Опыт 1. Образование фенолята натрия и разложение его кислотой

*Реактивы:* фенол кристаллический, 10% раствор гидроксида натрия, 10% раствор хлороводородной кислоты

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, шпатель, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку помещают около 0,5 г кристаллического фенола.
2. Прибавляют 5 мл 10% раствора гидроксида натрия.
3. Фенол полностью растворяется с образованием прозрачного раствора фенолята натрия.



Фенол является слабой кислотой, поэтому он легко растворяется в щелочах.

4. В пробирку с раствором фенолята натрия добавляют 1-2 капли 10%-ного раствора хлороводородной кислоты.

5. Наблюдают помутнение жидкости вследствие выделения свободного фенола:



Феноляты как соединения, образованные слабой кислотой, разлагаются более сильными кислотами.

### Опыт 2. Цветные реакции фенолов с хлоридом железа (III)

*Реактивы:* 1% водные растворы фенолов (фенол, резорцин, пирогаллол, крезолы, пирокатехин, гидрохинон), хлорид железа (III)

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В пробирки помещают по 2 мл водных растворов фенолов – фенол, резорцин, пирогаллол, крезолы, пирокатехин, гидрохинон.
2. Добавляют по несколько капель 1% раствора хлорида железа (III).
3. Наблюдают изменение окраски растворов. Растворы фенола и резорцина образуют интенсивное фиолетовое окрашивание, раствор пирогаллола – буровато-красное, раствор *o*-крезола – интенсивно-фиолетовое, быстро переходящее в грязно-желтое, *m*-крезол – фиолетовое, *p*-крезол – темно-синее.

Раствор пирокатехина дает интенсивное зеленое окрашивание, переходящее при сильном разбавлении водой в фиолетово-синее. Раствор гидрохинона сначала зеленеет, затем буреет.

Реакция с хлоридом железа является качественной реакцией на фенолы,

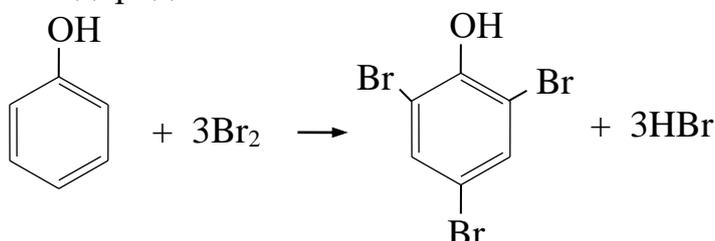
### Опыт 3. Взаимодействие фенола с бромом

*Реактивы:* фенол, бромная вода

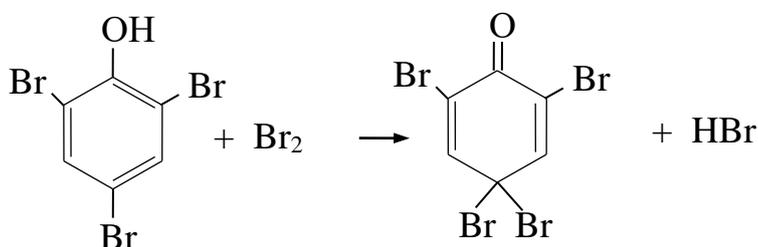
*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В сухую пробирку помещают несколько кристалликов фенола.
2. Добавляют по каплям раствор брома.
3. Наблюдается выделение белого осадка 2,4,6-трибромфенола, бром быстро обесцвечивается на холоду и в обильном количестве выделяется бромистый водород:



4. При последующем добавлении избытка бромной воды наблюдают превращение белого осадка в светло-желтый – 2,4,6-три-бромфенол окисляется до 2,4,4,6-тетрабромциклогексадиен-2,5-она-1.



Гидроксильная группа в молекуле фенола, оказывая сильное электронодонорное влияние, активирует бензольное кольцо в реакции бромирования и способствует одновременному замещению атомов водорода в положениях 2,4,6 в отсутствие катализатора. Данная реакция используется для идентификации фенолов со свободными *орто*- и *пара*-положениями.

### Опыт 4. Окисление фенолов кислородом воздуха в щелочной среде

*Реактивы:* 1%-ные водные растворы фенолов (пиракатехин, резорцин, пирогаллол, гидрохинон), 5% раствор гидроксида натрия

*Оборудование и химическая посуда:* полоски фильтровальной бумаги (20x4), пипетка

*Выполнение работы:*

1. На полоску фильтровальной бумаги наносят через равные промежутки по 1-2 капли растворов фенолов (пирокатехин, резорцин, пиригаллол, гидрохинон).

2. В центр полученных пятен добавляют по 1 капле раствора гидроксида натрия.

3. В центре каждого пятна появляется окрашивание: у пирокатехина – зеленое, у пиригаллола – темно-коричневое, у гидрохинона – желтое с зеленой каймой. Резорцин образует окрашенное пятно коричневого цвета спустя некоторое время.

Под влиянием кислорода воздуха фенолы способны окисляться с образованием очень сложной смеси окрашенных продуктов. Щелочная среда значительно облегчает и ускоряет этот процесс. Окислители действуют одновременно на функциональную группу и бензольное ядро фенолов, что приводит к глубоким изменениям молекулы фенола. Выделить определенные продукты невозможно.

### Контрольные вопросы

1. Какие органические соединения называются фенолами? Их классификация.
2. По каким номенклатурам называют фенолы?
3. Назовите основные способы получения фенолов?
4. Какая последовательность реакций позволяет получить фенол кумольным способом? Напишите уравнения реакций.
5. Сравните кислотные свойства фенолов со спиртами.
6. Какие реакции являются качественными на фенол?
7. Как влияет фенольный гидроксил в реакциях электрофильного замещения бензольного кольца?
8. Какие соединения образуются при нитровании фенола концентрированной и разбавленной азотной кислотой?
9. Назовите фенолы, которые относятся к многоатомным фенолам.
10. Сравните кислотные свойства следующих фенолов: 1) фенол, 2) п-крезол, 3) резорцин.
11. Приведите способы получения пирокатехина и резорцина из бензола.
12. Объясните ориентирующее действие гидроксильных групп гидрохинона и резорцина в реакциях электрофильного замещения.

**Задание:** Провести сравнительную характеристику фенолов и спиртов.

### Техника «Синквейн»

Соединение	Строение	Получение	Кислотно-основные свойства	Главный общий признак	Главное различие
этиловый спирт					
фенол					

**Задание к следующему занятию:**

Оксосоединения. Получение, окисление и свойства альдегидов.

Упражнения №3, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17 (стр.114-116).

Опыты №69, 70, 72, 74, 75, 77, 80, 83.

Литература: 1. стр.391-423.

2. стр.111-122.

**ЗАНЯТИЕ №12**

**Тема:** Оксосоединения. Получение, окисление и свойства альдегидов.

**Цель занятия:** Сформировать знания о реакционной способности оксосоединений в зависимости от их строения.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен уметь:

1. номенклатура и изомерию оксосоединений;
2. писать реакции получения альдегидов и кетонов;
3. объяснять механизм нуклеофильного присоединения оксосоединений;
4. сравнивать реакционную способность альдегидов и кетонов в реакциях нуклеофильного присоединения;
5. сравнивать реакционную способность альдегидов и кетонов в реакциях окисления, конденсации и полимеризации.
6. писать качественные реакции на альдегиды.

**Основные учебные вопросы.**

1. Классификация, номенклатура, изомерия оксосоединений.
2. Способы получения оксосоединений.
3. Электронное строение карбонильной группы.
4. Химические свойства альдегидов и кетонов (реакции нуклеофильного присоединения, присоединения-отщепления, реакции окисления).
5. Реакционная способность альдегидов и кетонов в реакциях окисления. Правило Попова.
6. Реакции полимеризации альдегидов на примере ацетальдегида и формальдегида.
7. Реакции, связанные с подвижностью водорода у  $\alpha$ -углерода (галоформная реакция, альдольная и кротоновая конденсация).
8. Реакция конденсации (реакция Канниццаро, сложноэфирная конденсация).
9. Непредельные альдегиды, реакции электрофильного присоединения.
10. Ароматические альдегиды, реакции электрофильного замещения. Ориентирующее и дезактивирующее влияние карбонильной группы в реакциях  $S_E$ .
11. Специфические свойства ароматических альдегидов.

**Лабораторная работа.** Получение, окисление и свойства альдегидов.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Способы получения альдегидов и кетонов. Непредельные альдегиды.  
Хиноны.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Опыт 1. Получение уксусного альдегида и превращение его в йодоформ

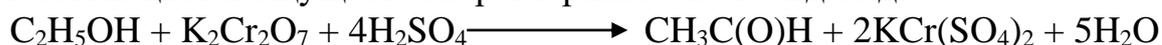
*Реактивы:* этиловый спирт, хромовая смесь, фуксинсернистая кислота, раствор йода в йодистом калии, 10% раствор гидроксида натрия

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки, мерный цилиндр, пипетка, газоотводная трубка

*Выполнение работы:*

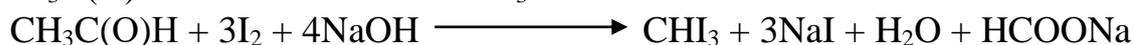
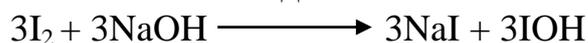
1. В пробирку наливают 2 мл хромовой смеси.
2. Прибавляют 1 мл этилового спирта.
3. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой, закрепляют в зажиме штатива и осторожно нагревают.

4. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку с фуксинсернистой кислотой: раствор фуксинсернистой кислоты окрашивается в красно-фиолетовый цвет и ощущается характерный запах альдегида.



5. Затем пары уксусного альдегида пропускают в пробирку с раствором йода в йодистом калии, обесцвеченным 10%-ным раствором гидроксида натрия.

6. Ощущается характерный запах йодоформа и наблюдается образование лимонно-желтого осадка.



### Опыт 2. Качественная реакция на формальдегид

*Реактивы:* формалин, 0,5% раствор резорцина, концентрированная серная кислота

*Оборудование и химическая посуда:* широкая пробирка, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В широкую пробирку наливают 1 мл свежеприготовленный 0,5%-ный водный раствор резорцина.

2. Добавляют 1 мл формалина.

3. Из пипетки, доходящей до дна пробирки, прикапывают 0,5-1 мл серной кислоты.

4. На границе соприкосновения жидкостей сразу же образуется малиновое кольцо.

### Опыт 3. Действие гидроксида меди (II) на альдегиды

*Реактивы:* формалин, уксусный альдегид, бензальдегид, 5% раствор сульфата меди (II), 10% раствор гидроксида натрия

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка, газовая горелка, штатив

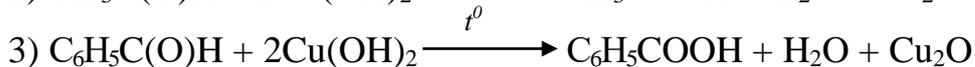
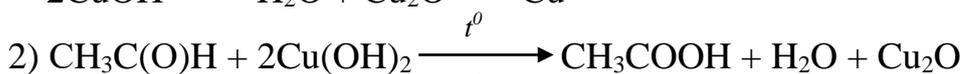
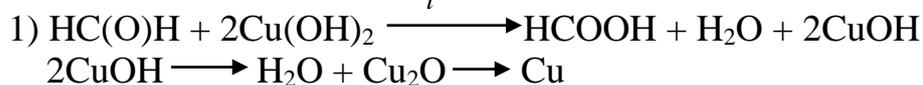
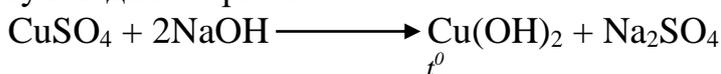
*Выполнение работы:*

1. В три пробирки наливают по 1 мл формалина, уксусного альдегида и бензальдегида.

2. Добавляют по 1 мл раствора гидроксида натрия и по капле раствор сульфата меди (II) до образования голубого осадка.

3. Осторожно нагревают верхнюю часть содержимого пробирок.

4. Вначале появляется желтый осадок гидроксида меди (I), затем красный осадок оксида меди (I), а в пробирке с формалином выделяется свободная медь, образуя медное зеркало.



### Опыт 4. Действие реактива Фелинга на альдегиды

*Реактивы:* реактив Фелинга (сегнетова соль, 10% раствор гидроксида натрия, 10% раствор сульфата меди), формалин

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка, газовая горелка, штатив

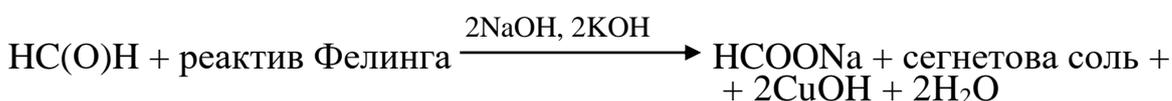
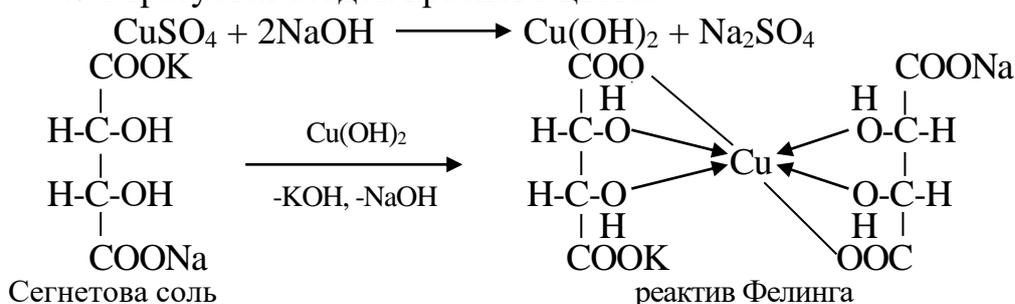
*Выполнение работы:*

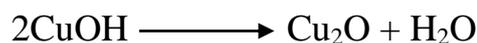
1. Для приготовления реактива Фелинга в раствор сегнетовой соли добавляют в равном количестве 10% раствор гидроксида натрия и 10% раствор сульфата меди.

2. В пробирку наливают 1 мл раствора Фелинга и 1 мл формалина.

3. Пробирку нагревают.

4. Образуется осадок красного цвета.





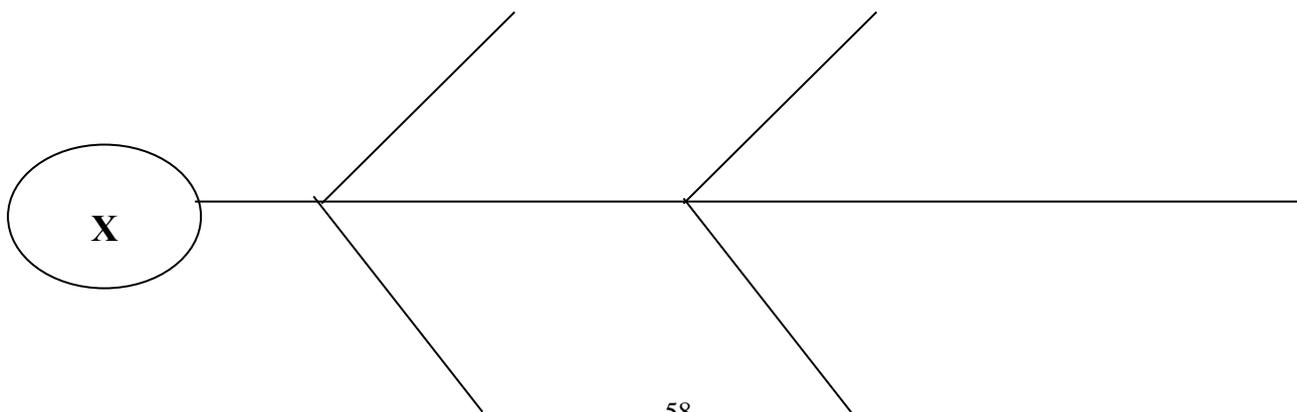
Если проводить этот опыт с бензальдегидом, изменений не наблюдается, бензальдегид не вступает в реакцию с реактивом Фелинга.

### Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются оксосоединениями?
2. Назовите виды изомерии, характерные для оксосоединений.
3. Как составляют названия оксосоединений по международной номенклатуре? Приведите все возможные оксосоединения общей формулы  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  и назовите их по всем возможным номенклатурам.
4. Назовите основные способы получения альдегидов и кетонов.
5. Какие реакции характерны для альдегидов и кетонов?
6. Объясните реакционную способность альдегидов и кетонов в реакциях нуклеофильного присоединения, во взаимосвязи с их строением.
7. Какие виды конденсаций, характерных для оксосоединений вы знаете? Приведите примеры.
8. Какие из приведенных соединений способны вступать в реакцию Канниццаро: 1) муравьиный альдегид, 2) уксусный альдегид, 3) бензальдегид, 4) ацетон?
9. С помощью каких реакций можно отличить альдегиды от кетонов?
10. Объясните окисление кетонов, правило Попова.
11. Какие продукты образуются в результате полимеризации а) формальдегида, б) ацетальдегида?
12. Что такое реакция поликонденсации? Какие продукты образуются в результате реакции поликонденсации формальдегида и фенола?
13. Объясните характер реакций по двойной связи в непредельных альдегидах, присоединение против правила Марковникова.
14. Напишите реакции, характеризующие специфические свойства ароматических альдегидов.
15. Объясните влияние карбонильной группы на реакционную способность бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения.

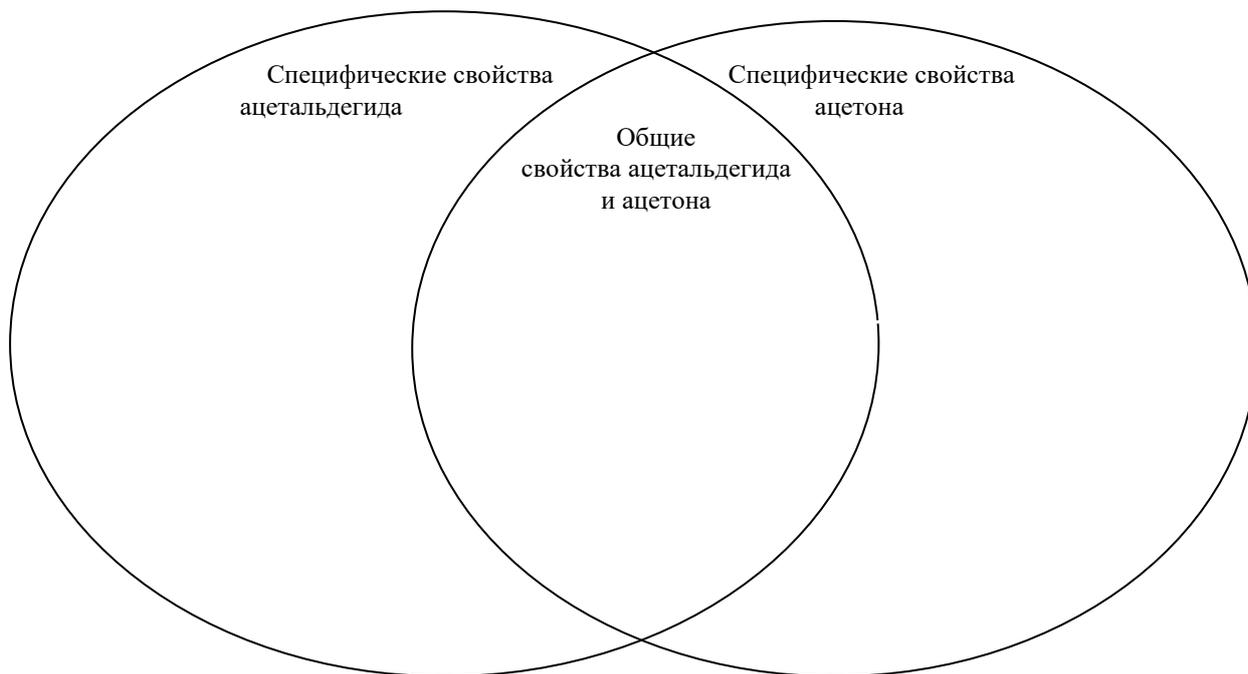
**Задание:** 1. Составить графический органайзер «Скелет рыбы».

X – формальдегид, ацетальдегид, бензальдегид



2. Дайте сравнительную характеристику ацетальдегида и ацетона.

### Диаграмма «Венна»



#### Задание к следующему занятию:

Органические галогенсодержащие соединения, спирты, фенолы, простые эфиры, оксосоединения.

**Литература:** 1. стр.332-420.  
2. стр.79-122.

## ЗАНЯТИЕ №13

**Тема:** Органические галогенсодержащие соединения, спирты, фенолы, простые эфиры, оксосоединения.

**Цель занятия:** Укрепить знания студентов о реакционной способности галогенсодержащих соединений, спиртов, фенолов, простых эфиров и оксосоединений во взаимосвязи с их строением, сформировать представление о механизмах нуклеофильного замещения ( $S_N$ ), нуклеофильного присоединения ( $A_N$ ).

**Целевые задачи:** студент должен знать:

1. классификацию, номенклатуру, изомерию галогенсодержащих соединений, спиртов, фенолов, простых эфиров и оксосоединений;
2. способы получения галогенсодержащих соединений, спиртов, фенолов, простых эфиров и оксосоединений;
3. реакционную способность галогенсодержащих соединений, спиртов, фенолов, простых эфиров и оксосоединений во взаимосвязи с их строением;

4. механизмы реакций, характерных для галогенсодержащих соединений, спиртов, фенолов, простых эфиров и оксосоединений.

### Основные учебные вопросы.

1. Галогенопроизводные углеводородов – строение, номенклатура, изомерия, способы получения, химические свойства.
2. Спирты – классификация, номенклатура, изомерия, способы получения, химические свойства.
3. Фенолы – классификация, номенклатура, изомерия, способы получения, химические свойства.
4. Простые эфиры – номенклатура, изомерия, способы получения, химические свойства.
5. Оксосоединения – классификация, номенклатура, изомерия, способы получения, химические свойства.

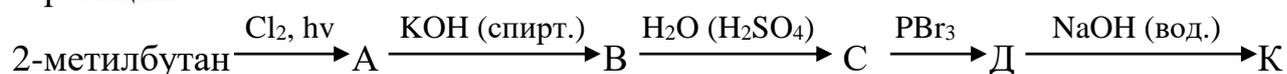
### Самостоятельная работа.

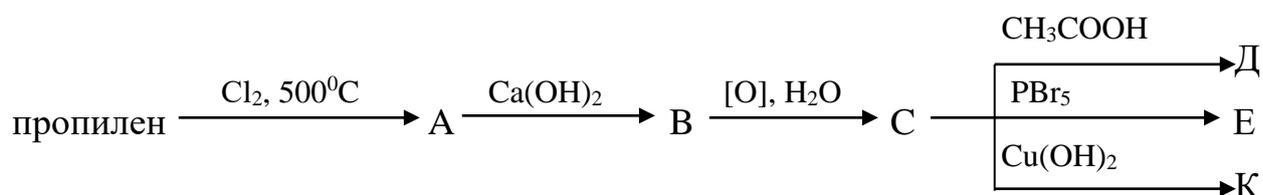
Сдается реферат и презентация по одной из тем, приведенных в главе «Функциональные производные углеводородов – галогенуглеводороды, спирты, фенолы, оксосоединения» учебно-методических указаний по выполнению самостоятельных работ по органической химии.

### Типовые задания

1. Напишите строение следующих соединений и назовите их по радикал-функциональной номенклатуре: а) 1-йод-3-метилбутан, б) 2-йод-2-метилбутан, в) 2-йодпентан, г) 1-йодпентан, д) 2-йод-3-метилбутан, е) 1-йод-2,2-диметилпропан. Какими соединениями они являются по отношению друг к другу?
2. Какие галогенпроизводные образуются при взаимодействии: а) пропена и HCl, б) бутадиена-1,3 и Cl<sub>2</sub>, в) изобутана и Cl<sub>2</sub>, г) пропина и HCl, приведите соответствующие уравнения реакций и назовите полученные продукты.
3. Приведите реакции получения 2-бромбутана из соответствующего: а) алкена, б) циклоалкана, в) алкана, г) спирта. Указать механизм протекания реакций.
4. Приведите реакции взаимодействия пропилбромиды и трет. пентилбромиды с водным и спиртовым раствором NaOH. Объясните механизм протекания реакций.
5. Напишите реакции взаимодействия 2-бромбутана со следующими реагентами: а) NaOH (вод.), б) NaOH (спирт.), в) Na, г) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>ONa, д) CH<sub>3</sub>COONa. Назовите все полученные соединения.
6. Напишите реакции взаимодействия толуола с а) Br<sub>2</sub> (FeBr<sub>3</sub>) и б) Br<sub>2</sub> (hν), назовите полученные продукты и сравните их реакционную способность в реакциях нуклеофильного замещения. Ответ поясните с помощью соответствующих уравнений реакций.
7. Сравните подвижность брома в бензилбромиде и п-бромтолуоле. Напишите реакции взаимодействия бензилбромиды со следующими реагентами: а) NaOH (H<sub>2</sub>O), б) NaCN, в) CH<sub>3</sub>ONa.

8. Приведите реакции получения геминального и вицинального дибромэтана, напишите реакции их взаимодействия с а) KOH (вод.), б) KOH (спирт.).
9. Приведите все возможные изомеры для изопентилового спирта и назовите их по международной, рациональной и радикал-функциональной номенклатурам.
10. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2-метилпентанол-3, б) 3-этилгександиол-2,3 в) пропантриол-1,2,3, г) изоамиловый спирт, д) диметилэтилкарбинол, ж) метилвинилкарбинол, з) аллиловый спирт, к) транс-бутен-2-ол-1. Сравните кислотные свойства одноатомных и двухатомных спиртов. Приведите соответствующие уравнения реакций.
11. Напишите реакции получения изобутилового спирта из соответствующих: а) алкена, б) галогенуглеводорода, в) альдегида и г) с помощью реактива Гриньяра.
12. Какие соединения образуются при взаимодействии следующих соединений: а) пропена и H<sub>2</sub>O, б) изопропилмагнийиодид и метанала, с последующим гидролизом, в) 2-хлорбутана и водным раствором NaOH, г) бензилхлорида и водным раствором NaOH. Приведите соответствующие уравнения реакции и назовите полученные продукты.
13. Из каких альдегидов с помощью реактива Гриньяра можно получить следующие спирты: а) пропиловый, б) втор.бутиловый, в) трет.пентиловый. Сравните кислотные свойства полученных спиртов, ответ поясните.
14. Напишите реакции взаимодействия пропилового спирта со следующими реагентами: а) HBr, б) Na, в) CH<sub>3</sub>COOH и приведите реакции дегидратации: г) t=140<sup>0</sup>C (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), д) t > 140<sup>0</sup>C (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Объясните механизм (а) реакции.
15. Приведите способы получения глицерина из: а) пропилена, б) тригалогенуглеводорода. Сравните кислотные свойства глицерина с пропанолом.
16. Приведите реакции взаимодействия глицерина со следующими реагентами: а) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH, б) HNO<sub>3</sub>, в) Na, г) HBr, д) Cu(OH)<sub>2</sub>.
17. Приведите три способа получения пропандиола-1,2 и сравните его кислотные свойства с пропиловым спиртом, ответ поясните с помощью соответствующих реакций.
18. Напишите реакции получения пропандиола-1,2 и реакции его взаимодействия с а) PCI<sub>5</sub>, б) этиловым спиртом, в) уксусной кислотой, г) Cu(OH)<sub>2</sub>.
19. Сравните кислотно-основные свойства этанола и фенола. Ответ поясните с помощью соответствующих реакций. Приведите реакции галогенирования, нитрования и сульфирования фенола.
20. Составьте уравнения реакций по схеме и назовите полученные продукты реакций:





21. Приведите способ получения фенола из бензола и напишите реакции взаимодействия фенола с а)  $\text{Br}_2$ , б)  $\text{NaOH}$ , в)  $\text{HNO}_3$  (конц.), г)  $\text{HNO}_3$  (разб.).
22. С помощью каких реакций из бензола можно получить п-нитрофенол, напишите реакции взаимодействия п-нитрофенола с а)  $\text{NaOH}$ , б)  $\text{FeCl}_3$ , в)  $\text{Br}_2$  ( $\text{FeBr}_3$ ).
23. Реакции электрофильного замещения на примере фенола (галогенирование, нитрование, ацилирование), механизм. Объясните влияние гидроксильной группы.
24. Получение фенола кумольным способом. Объясните влияние гидроксильной группы в реакциях электрофильного замещения. Напишите реакции взаимодействия с а)  $\text{Br}_2$ , б)  $\text{HNO}_3$  (конц.), в)  $\text{HNO}_3$  (разб.).
25. Приведите способ получения резорцина (1,3-диоксибензола) с помощью серной кислоты и напишите реакции его взаимодействия с а)  $\text{NaOH}$ , б)  $\text{Br}_2$ , в)  $\text{CH}_3\text{Cl}$ .
26. Приведите все возможные изомеры для диэтилового эфира, назовите их по международной и радикал-функциональной номенклатурам.
27. Приведите способ получения этилизопропилового эфира по реакции Вильямсона и напишите реакции его взаимодействия с а)  $\text{Na}$  (т), б)  $\text{HI}$  (т), в)  $\text{HI}$  (холод), г)  $\text{HCl}$ .
28. Приведите все возможные формулы оксосоединений, соответствующих общей формуле  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ . Назовите их по международной, рациональной и тривиальной номенклатурам.
29. Напишите структурные формулы приведенных соединений и назовите их по рациональной номенклатуре: а) 2-метилпентаналь, б) 2-метил-2-фенилбутаналь, в) 3,3-диметилбутанон, г) 2,5-диметилгексанон-3, д) 2-этоксибутан.
30. Какие соединения образуются при взаимодействии следующих соединений: а) 2,2-дихлопропана с водным раствором  $\text{NaOH}$ , б) бензола с  $\text{CH}_3\text{COCl}$  ( $\text{FeCl}_3$ ), в) 3-метилбутина-1 с  $\text{H}_2\text{O}$  ( $\text{Hg}^{2+}$ ), г) бутена-2 с  $\text{O}_3$ , с последующим гидролизом, д) при окислении изобутилового спирта. Напишите соответствующие уравнения реакций и назовите полученные продукты.
31. Приведите 2 способа получения метилэтилкетона и напишите реакции его взаимодействия с а)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , б)  $\text{NaHSO}_3$ , в)  $\text{NH}_2\text{NH}_2$ , г) окисление.
32. Приведите реакции получения пропионового альдегида из а) пропилового спирта, б) пропионовой кислоты и напишите реакции его взаимодействия с: 1)  $\text{NaHSO}_3$ , 2)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , 3)  $\text{NH}_2\text{NH}_2$ , 4)  $\text{CH}_3\text{CHO}$  ( $\text{OH}^-$ ).
33. На примере метилпропилкетона объясните окисление кетонов. Правило Попова. Напишите реакции взаимодействия метилпропилкетона с а)  $\text{HCN}$ , б)  $\text{NH}_2\text{OH}$ , в)  $\text{NH}_2\text{NH}_2$ .

34. Напишите строение метилуксусного и триметилуксусного альдегидов, назовите их по международной номенклатуре. Которое из этих соединений может вступать в реакцию альдольной конденсации? Ответ поясните с помощью реакций. Приведите реакции взаимодействия метилуксусного альдегида с а) HCN, б) H<sub>2</sub>.
35. Получите *m*-метилбензальдегид из соответствующего галогенуглеводорода и напишите реакции его взаимодействия с а) NH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, б) HCN, в) Cl<sub>2</sub> (FeCl<sub>3</sub>) и г) реакцию Канницаро. Объясните влияние заместителя в (в) реакции.
36. Напишите реакции взаимодействия диметилуксусного альдегида со следующими реагентами: а) HCN, б) NaHSO<sub>3</sub>, в) NH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, г) Cl<sub>2</sub> и д) приведите реакцию альдольной конденсации.
37. Приведите реакции взаимодействия *p*-метилбензальдегида со следующими реагентами: а) HCN, б) NaHSO<sub>3</sub>, в) NH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, г) Cl<sub>2</sub> (FeCl<sub>3</sub>), д) KOH (60%).

**Задание к следующему занятию:**

Монокарбоновые кислоты. Получение карбоновых кислот, образование солей.

*Упражнения №2, 5, 6, 8, 9, 16 (а-в) (стр. 143-144).*

*Опыты №101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110.*

**Литература:** 1. стр.424-443.  
2. стр.140-152.

## ЗАНЯТИЕ №14

**Тема:** Монокарбоновые кислоты. Получение карбоновых кислот, образование солей.

**Цель занятия:** Сформировать у студентов знания закономерностей и особенностей в химическом поведении монокарбоновых кислот во взаимосвязи с их строением.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен уметь:

1. знать классификацию, номенклатуру монокарбоновых кислот;
2. знать способы получения монокарбоновых кислот;
3. сравнивать кислотные свойства предельных, непредельных, ароматических монокарбоновых кислот;
4. уметь предсказывать реакционную способность монокарбоновых кислот в зависимости от их строения;
5. уметь проводить характерные и специфические качественные реакции на монокарбоновые кислоты.
6. демонстрировать знание  $\pi$ -диастереомерии на примере непредельных монокарбоновых кислот;

**Основные учебные вопросы.**

1. Классификация, номенклатура монокарбоновых кислот.

2. Способы получения монокарбоновых кислот.
3. Электронное строение карбоксильной группы.
4. Кислотные свойства алифатических и ароматических монокарбоновых кислот.
5. Реакция этерификация, механизм нуклеофильного замещения. Зависимость реакционной способности спиртов и кислот от строения радикала (пространственные затруднения).
6. Образование функциональных производных карбоновых кислот: солей, сложных эфиров, галогенангидридов, ангидридов, амидов, замещенных амидов, гидразидов.
7. СН-кислотность  $\alpha$ -углеродного атома предельных монокарбоновых кислот. Реакция Гелль-Фольгард-Зелинского.
8. Непредельные монокарбоновые кислоты –  $\pi$ -диастереомерия, химические свойства  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот, связанные с наличием двойной связи (реакции бромирования, дегидробромирования, мягкого окисления и восстановления водородом в момент его выделения).
9. Ароматические монокарбоновые кислоты – реакции электрофильного замещения. Ориентирующее и дезактивирующее влияние карбоксильной группы.

**Лабораторная работа.** Получение карбоновых кислот, образование солей.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Способы получения монокарбоновых кислот. Непредельные монокарбоновые кислоты.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Опыт 1. Разложение муравьиной кислоты

*Реактивы:* муравьиная кислота, концентрированная серная кислота

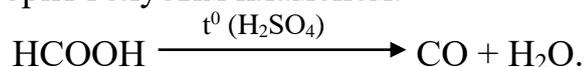
*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки, пипетка, газоотводная трубка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку, закрытую пробкой с газоотводной стеклянной трубкой, наливают 1 мл муравьиной кислоты и 1 мл серной кислоты.

2. Пробирку слабо нагревают.

3. Муравьиная кислота разлагается с выделением оксида углерода (II), который горит голубым пламенем.



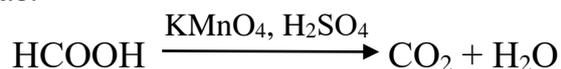
### Опыт 2. Действие окислителей на кислоты

*Реактивы:* муравьиная, уксусная кислоты, 1% раствор перманганата калия, 10% раствор серной кислоты, известковая вода

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки, пипетка, газоотводная трубка

*Выполнение работы:*

1. В пробирке наливают 1 мл муравьиной кислоты.
2. Приливают 1 мл 1%-ного раствора перманганата калия.
3. Закрывают пробкой с газоотводной трубкой.
4. Пробирку с реакционной смесью нагревают.
5. При нагревании происходит обесцвечивание раствора, выделяется углекислый газ.



6. Углекислый газ обнаруживают, пропуская выделяющиеся газообразные продукты в известковую воду.

7. В другую пробирку вносят по 2 мл уксусной кислоты, 10%-ный раствор серной кислоты и 1%-ный раствор перманганата калия. Раствор не обесцвечивается.

Монокарбоновые предельные карбоновые кислоты устойчивы по отношению к окислителям. Исключением является муравьиная кислота, легкая окисляемость которой объясняется отсутствием в ней радикала.

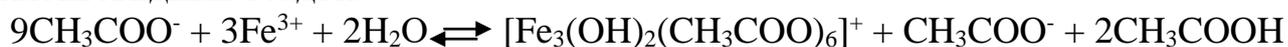
### **Опыт 3. Получение соли железа уксусной и бензойной кислот**

*Реактивы:* 5% раствор натрий ацетата, кристаллы натрий бензоата, 1% раствор хлорида железа (III)

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка, газовая горелка, штатив

*Выполнение работы:*

1. Берут две пробирки.
2. В первую пробирку наливают 2 мл 5%-ного раствора ацетата натрия, во вторую – насыпают кристаллики натрия бензоата.
3. В обе пробирки приливают по 2-3 капли раствора хлорида железа (III).
4. Раствор в первой пробирке окрашивается в тёмно-красный цвет. При нагревании цвет раствора изменяется до бурого, а затем выпадает хлопьевидный осадок.



5. Во второй пробирке раствор окрашивается в розово-желтый цвет.
- $$6\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + 2\text{Fe}^{3+} + 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{C}_6\text{H}_5\text{COO})_3\text{Fe} + \text{Fe}(\text{OH})_3 + 7\text{H}_2\text{O} + 3\text{C}_5\text{H}_3\text{COOH}$$

### **Опыт 4. Взаимодействие уксусной кислоты с гидрокарбонатом натрия**

*Реактивы:* уксусная кислота, гидрокарбонат натрия, баритова (известковая) вода

*Оборудование и химическая посуда:* пробирка, пипетка, штатив, газоотводная трубка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку вносят 1 мл разбавленной уксусной кислоты.
2. Добавляют несколько крупинок гидрокарбоната натрия.
3. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой.
4. После начала реакции к газоотводной трубке подносят зажженную спичку – она гаснет. Опускают конец газоотводной трубки в пробирку с баритовой водой - появляется белая муть (карбонат бария).



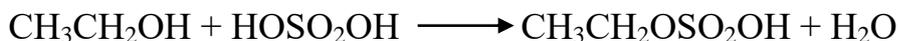
### **Опыт 5. Получение уксусноэтилового эфира**

*Реактивы:* натрий ацетат, этиловый спирт, концентрированная серная кислота

*Оборудование и химическая посуда:* пробирка, пипетка, штатив, газовая горелка

*Выполнение работы:*

1. В сухую пробирку вносят прокаленный ацетат натрия (столбик в 1 см).
2. Добавляют 0,5 мл этилового спирта и 3-4 капли концентрированной серной кислоты.
3. Реакционную смесь осторожно нагревают.
4. Вскоре появляется характерный приятный запах уксусноэтилового эфира.



### **Контрольные вопросы**

1. Какие органические соединения называют карбоновыми кислотами?
2. Как классифицируют карбоновые кислоты?
3. Каких представителей карбоновых кислот вы знаете? Назовите их.
4. Напишите структурные формулы пентановой кислоты и её изомеров, назовите их по систематической и тривиальной номенклатурам.
5. Каковы общие способы получения монокарбоновых кислот?
6. Как получить муравьиную и уксусную кислоты?
7. Укажите особенности строения муравьиной кислоты и ее свойств?
8. Какие производные карбоновых кислот вы знаете? Как их можно получить?
9. В чем отличие алифатических и ароматических монокарбоновых кислот по химическим свойствам?
10. С помощью которых реакций можно доказать непредельный характер ненасыщенных монокарбоновых кислот?
11. Объясните кислотные свойства в ряду следующих кислот: 1) муравьиная, 2) уксусная, 3) акриловая, 4) бензойная.
12. Какие реакции характерны для ароматических монокарбоновых кислот?

13. Как влияют заместители на кислотные свойства ароматических карбоновых кислот?
14. Какие соединения образуются при нагревании бензойной кислоты?
15. Объясните влияние карбоксильной группы на реакционную способность бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения.
16. Определите области применения монокарбоновых кислот.

**Задание:** Впишите продукты, которые образуются при взаимодействии соответствующих соединений.

### Тренинг «Вертушка»

Реагенты	Кислоты			
	муравьиная	уксусная	акриловая	бензойная
NaOH				
NaHCO <sub>3</sub>				
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH				
NH <sub>3</sub> (т)				
PCl <sub>5</sub>				
Br <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O)				
KMnO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O)				
HBr				
Br <sub>2</sub> (P)				
Cl <sub>2</sub> (FeCl <sub>3</sub> )				
Ag <sub>2</sub> O (NH <sub>3</sub> )				
t <sup>0</sup>				

#### Задание к следующему занятию:

Дикарбоновые кислоты. Получение фталевого ангидрида, фенолфталеина, солей щавелевой кислоты.

*Упражнения №13, 14, 15, 16(е), 18(б,в), 19 (стр.143-144).*

*Опыты №111, 112, 114, 115, 116.*

**Литература:** 1. стр.445-458.  
2. стр.140-152.

### ЗАНЯТИЕ №15

**Тема:** Дикарбоновые кислоты. Получение фталевого ангидрида, фенолфталеина, солей щавелевой кислоты.

**Цель занятия:** Сформировать у студентов знания закономерностей и особенностей в химическом поведении дикарбоновых кислот во взаимосвязи с их строением.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен уметь:

1. знать классификацию, номенклатуру дикарбоновых кислот;
2. знать способы получения дикарбоновых кислот;
3. сравнивать кислотные свойства предельных, непредельных, ароматических дикарбоновых кислот;
4. уметь предсказывать реакционную способность моно- и дикарбоновых кислот в зависимости от их строения;
5. уметь проводить характерные и специфические качественные реакции на дикарбоновые кислоты.
6. демонстрировать знание  $\pi$ -диастереомерии на примере непредельных дикарбоновых кислот;
7. объяснять реакционную способность дикарбоновых кислот, их общие и специфические свойства;
8. объяснять СН-кислотные свойства малонового эфира и синтеза на его основе.

### **Основные учебные вопросы.**

1. Классификация, номенклатура дикарбоновых кислот.
2. Способы получения дикарбоновых кислот.
3. Кислотные свойства алифатических и ароматических дикарбоновых кислот.
4. Образование функциональных производных дикарбоновых кислот: солей, сложных эфиров, галогенангидридов.
5. Специфические свойства дикарбоновых кислот (отношение к нагреванию, образование амидов).
6. Непредельные дикарбоновые кислоты –  $\pi$ -диастереомерия, химические свойства  $\alpha,\beta$ -непредельных карбоновых кислот, связанные с наличием двойной связи (реакции бромирования, дегидробромирования, мягкого окисления и восстановления водородом в момент его выделения).
7. Малоновый эфир. СН-кислотные свойства малонового эфира.
8. Синтезы моно- и дикарбоновых кислот из малонового эфира.
9. Получение малеинового ангидрида, малеиновый ангидрид в реакциях Дильса-Альдера.
10. Ароматические дикарбоновые кислоты – реакции электрофильного замещения. Ориентирующее и дезактивирующее влияние карбоксильной группы. Согласованная и несогласованная ориентация.
11. Образование фталевого ангидрида. Получение фенолфталеина, его индикаторные свойства.

**Лабораторная работа.** Получение фталевого ангидрида, фенолфталеина, солей щавелевой кислоты.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Способы получения дикарбоновых кислот. Фталевая кислота и ее производные – фталевый ангидрид, фталимид.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

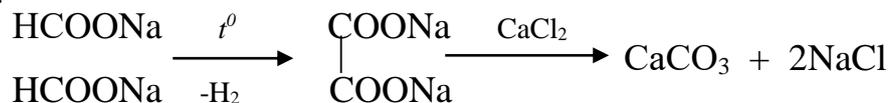
### Опыт 1. Получение солей щавелевой кислоты

*Реактивы:* натриевая соль муравьиной кислоты, 10% раствор хлорида кальция

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В сухую пробирку помещают небольшое количество натриевой соли муравьиной кислоты.
2. Пробирку нагревают в пламени горелки.
3. Вначале соль расплавляется, а затем разлагается с выделением водорода.
4. Пробирку охлаждают.
5. Плав растворяют в воде.
6. Если раствор не получается прозрачным, его нагревают.
7. К охлажденному раствору добавляют несколько капель раствора хлорида кальция.
8. Выпадает белый осадок нерастворимой кальциевой соли щавелевой кислоты.



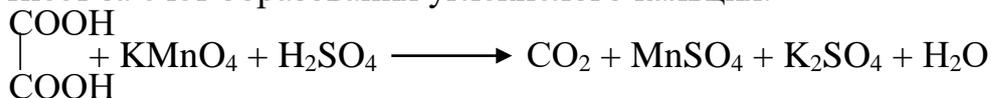
### Опыт 2. Окисление щавелевой кислоты

*Реактивы:* щавелевая кислота, 1% раствор перманганата калия, 10% раствор серной кислоты, известковая (баритовая) вода

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки, пипетка, газоотводная трубка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку, закрытую пробкой с газоотводной трубкой, помещают 2 мл раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой.
2. Приливают 1 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты.
3. Закрепив в зажиме штатива, пробирку осторожно нагревают.
4. Щавелевая кислота при этом окисляется до углекислого газа и воды.
5. При пропускании выделяющегося газа в известковую воду раствор мутнеет за счет образования углекислого кальция.



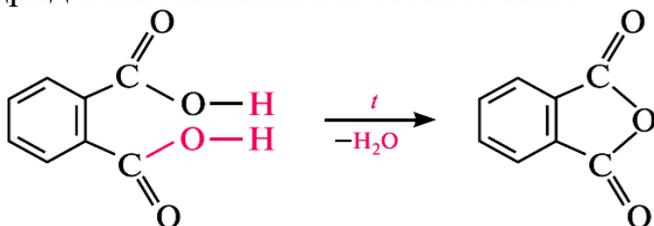
### Опыт 3. Получение фталевого ангидрида

*Реактивы:* фталевая кислота

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки

*Выполнение работы:*

1. В сухую пробирку помещают небольшое количество (0,1 г) фталевой кислоты.
2. Пробирку нагревают.
3. Кислота плавится, возгоняется.
4. В более холодной части пробирки появляется белый возгон.
5. Пробирку охлаждают.
6. Затем нагревают возгон, держа пробирку наклонно. Фталевый ангидрид легко плавится и стекает вниз.



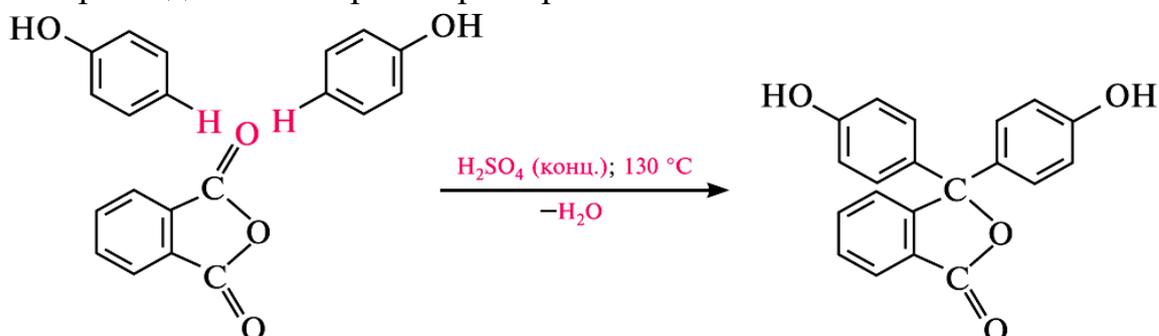
#### Опыт 4. Получение фенолфталеина

*Реактивы:* фталевый ангидрид, фенол, 10% раствор гидроксида натрия, конц. серная кислота, этиловый спирт

*Оборудование и химическая посуда:* газовая горелка, штатив, пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку помещают приблизительно 0,2 г фталевого ангидрида.
2. Добавляют 0,5 г фенола и 0,5 мл концентрированной серной кислоты.
3. Смесь слегка нагревают.
4. Затем пробирку охлаждают.
5. Прибавляют 2 мл спирта (для растворения фенолфталеина).
6. Несколько капель полученного спиртового раствора выливают в пробирку с раствором гидроксида натрия.
7. Раствор окрашивается в малиновый цвет.
8. При подкислении раствора окраска исчезает.



Фенолфталеин образуется в результате конденсации фталевого ангидрида с фенолом в присутствии серной кислоты.

#### Контрольные вопросы

1. Какие органические соединения называют дикарбоновыми кислотами?

2. Как классифицируют дикарбоновые кислоты?
3. Каких представителей дикарбоновых кислот вы знаете? Назовите их.
4. Напишите структурные формулы пентандиовой кислоты и её изомеров, назовите их по систематической и тривиальной номенклатурам.
5. Каковы общие способы получения дикарбоновых кислот?
6. Напишите структурные формулы следующих кислот: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, адипиновая и объясните их отношение к нагреванию.
7. Укажите особенности строения малонowego эфира и его свойств? Объясните СН-кислотные свойства малонowego эфира.
8. Последовательностью каких реакций из малонowego эфира можно получить моно- и дикарбоновые кислоты?
9. Объясните образование циклических амидов на примере янтарной, малеиновой и фталевой кислот.
10. В чем отличие алифатических и ароматических дикарбоновых кислот по химическим свойствам?
11. С помощью каких реакций можно доказать непредельный характер ненасыщенных дикарбоновых кислот?
12. С помощью какой реакции можно отличить малеиновую кислоту от фумаровой? Какими соединениями они являются по отношению друг к другу?
13. Объясните кислотные свойства дикарбоновых кислот.
14. Какие реакции характерны для ароматических дикарбоновых кислот?
15. С помощью какой реакции можно отличить фталевую кислоту от ее изомеров – изофталевой и терефталевой кислот? Сравните их кислотные свойства.
16. Объясните влияние двух карбоксильных групп на реакционную способность бензольного кольца в реакциях электрофильного замещения.
17. Последовательностью каких реакций можно получить из малонowego эфира янтарную кислоту?

**Задание 1.** Впишите продукты, которые образуются при взаимодействии соответствующих соединений.

### Тренинг «Вертушка»

Реагенты	Кислоты					
	щавелевая	янтарная	адипиновая	малеиновая	фталевая	терефталевая
NaOH						
NaHCO <sub>3</sub>						
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH						
NH <sub>3</sub> (t)						
PCl <sub>5</sub>						
Br <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O)						
KMnO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O)						
HBr						
Br <sub>2</sub> (P)						

Cl <sub>2</sub> (FeCl <sub>3</sub> )						
Ag <sub>2</sub> O (NH <sub>3</sub> )						
t <sup>0</sup>						

**Задание 2.** Указать правильную последовательность реагентов, с помощью которой можно получить из малонового эфира масляную кислоту.

### «Блиц-опрос»

#### Получение из малонового эфира масляной кислоты

Реагент	Ответ студента	Правильный ответ
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONa		
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH		
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl		
CH <sub>3</sub> Cl		
t <sup>0</sup> , H <sub>2</sub> O		
конц. NaOH		
H <sub>2</sub> O		
t <sup>0</sup>		

#### Задание к следующему занятию:

Алифатические и ароматические амины. Основные свойства аминов, свойства анилина.

*Упражнения №1, 3, 6, 8, 9, 12(а,б), 15 (стр.125-126).*

*Опыты №86, 87, 88, 91, 95.*

**Литература:** 1. стр.292-315.

2. стр.122-132.

## ЗАНЯТИЕ №16

**Тема:** Алифатические и ароматические амины. Основные свойства аминов, свойства анилина.

**Цель занятия:** Сформировать знания о реакционной способности алифатических и ароматических аминов, взаимного влияния аминогруппы и связанного с ней радикала.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен:

1. знать классификацию, номенклатуру аминов;
2. знать способы получения алифатических и ароматических аминов;
3. сравнивать основные свойства алифатических и ароматических аминов;
4. сравнивать нуклеофильные свойства алифатических и ароматических аминов;

5. проводить качественные реакции, позволяющие отличить первичные, вторичные и третичные алифатические и ароматические амины;

#### **Основные учебные вопросы.**

1. Классификация, номенклатура, изомерия аминов.
2. Способы получения аминов.
3. Основные свойства аминов. Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных алифатических и ароматических аминов.
4. Реакции алкилирования, ацилирования (способ защиты аминогруппы), получение оснований Шиффа. Сравнение нуклеофильных свойств алифатических и ароматических аминов.
5. Реакции первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой.
6. Изонитрильная реакция – качественная реакция на первичную аминогруппу.
7. Реакции электрофильного замещения ароматических аминов. Влияние аминогруппы на скорость и направление реакции электрофильного замещения.

#### **Лабораторная работа.**

Основность аминов и их свойства анилина.

#### **Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Способы получения аминов. Диамины – путресцин, кадаверин.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

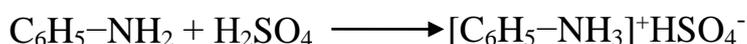
### **Опыт 1. Получение солей анилина**

*Реактивы:* анилин, концентрированные растворы серной и соляной кислот

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В пробирке смешивают 1 каплю анилина с 1 мл воды.
2. Смесь взбалтывают.
3. Красной лакмусовой бумажкой и раствором фенолфталеина проверяют реакцию среды в полученной эмульсии, растворение не происходит.
4. Содержимое пробирки делят на две части.
5. К первой части добавляют по каплям 0,5 мл раствора серной кислоты.
6. Образуется осадок трудно растворимой сернокислой соли анилина.
7. К другой части приливают по каплям концентрированную соляную кислоту до образования прозрачного раствора.
8. После чего к полученному раствору приливают по каплям концентрированный раствор гидроксида натрия.



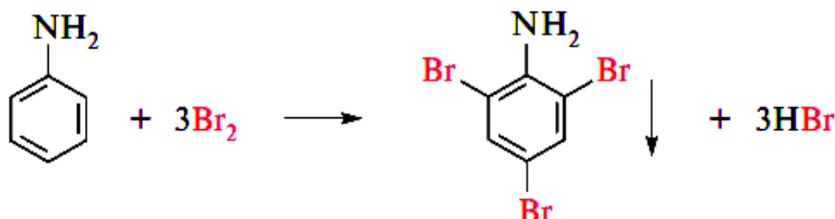
## Опыт 2. Бромирование анилина

*Реактивы:* водный раствор анилина, бромная вода

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку наливают 5 мл водного раствора анилина.
2. Прибавляют по каплям бромную воду.
3. Наблюдается обесцвечивание брома и выделение осадка труднорастворимого 2,4,6-триброманилина.



Бромирование первичных ароматических аминов используется в фармации при количественном анализе.

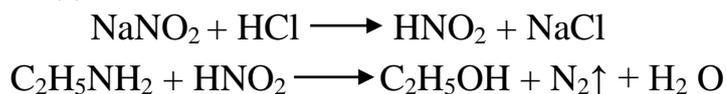
## Опыт 3. Взаимодействие этиламина с азотистой кислотой

*Реактивы:* этиламин, концентрированная соляная кислота, 5% и 30% растворы нитрита натрия

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, пипетка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку наливают 6 капель этиламина.
2. Добавляют 3 капли концентрированной соляной кислоты и 5 капель 5%-ного раствора нитрита натрия.
3. Наблюдают выделение газа.



## Опыт 4. Взаимодействие анилина с азотистой кислотой

*Реактивы:* анилин, 10% раствор нитрита натрия, разбавленная соляная кислота (1:2), лед

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, стеклянная палочка, йодкрахмальная бумага

*Выполнение работы:*

1. В пробирку вносят 1 мл анилина.
2. Прибавляют разбавленную (1:2) соляную кислоту до полного растворения анилина и несколько кусочков льда.
3. Раствор охлаждают до 0°.
4. По каплям добавляют 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия.
5. Температура смеси не должна подниматься выше 5°С (регулируют путем добавления в реакционную смесь кусочков льда):



6. Жидкость остается прозрачной.
7. Смесь тщательно перемешивают.
8. 1 каплю реакционной массы стеклянной палочкой помещают на йодкрахмальную бумагу (фильтровальная бумага, обработанная йодидом калия и крахмалом).
9. При нанесении пробы, содержащей азотистую кислоту, выделяется свободный йод, который с крахмалом образует комплекс сине-фиолетового цвета.
10. Появление окрашивания на йодкрахмальной бумаге свидетельствует о завершении реакции диазотирования:
 
$$2\text{NaNO}_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{HNO}_2 + \text{NaCl}$$

$$2\text{KI} + \text{HNO}_2 \longrightarrow 2\text{NO} + \text{I}_2 + 2\text{KOH}$$
11. Если окраска йодкрахмальной бумаги не изменяется, то в реакционную смесь дополнительно приливают несколько капель раствора нитрита натрия.
12. Смесь перемешивают и вновь берут пробу.
13. Диазотирование прекращают, когда в смеси появляется избыток азотистой кислоты, не исчезающий при встряхивании в течение нескольких минут.

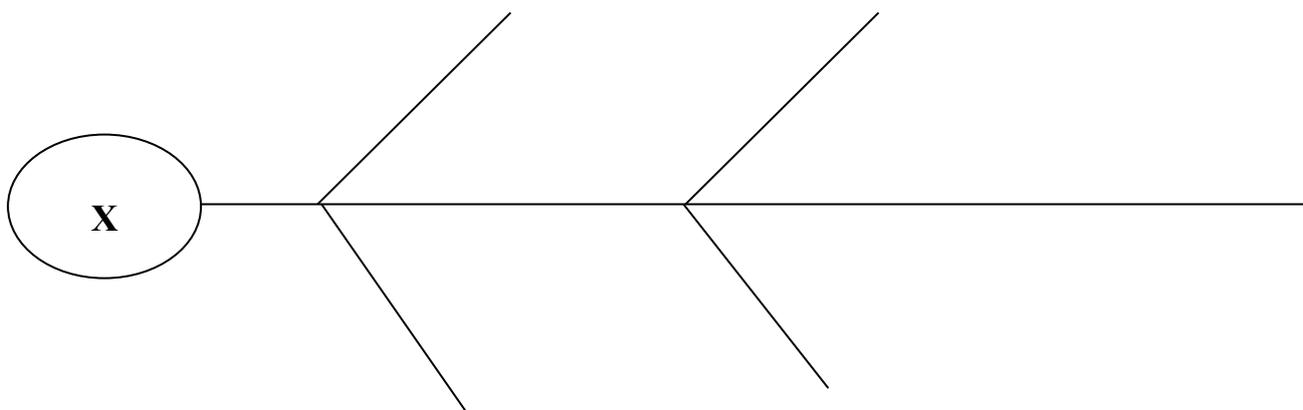
### Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются аминами? Какова их классификация?
2. Почему амины обладают основными свойствами? С помощью какой реакции можно доказать основные свойства аминов?
3. Что наблюдается при добавлении соляной и серной кислот к аминам?
4. Как меняются основные свойства в ряду первичные, вторичные, третичные амины?
5. Составьте структурные формулы всех аминов состава  $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$  и назовите их. Сколько среди них вторичных и третичных аминов?
6. Приведите основные способы получения аминов.
7. С помощью каких реакций можно отличить алифатические и ароматические первичные, вторичные и третичные амины? Приведите соответствующие уравнения реакций.
8. Какие соединения образуются при взаимодействии первичных, вторичных, третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой?
9. Какие реакции характерны только для первичных аминов?
10. Что такое изонитрильная реакция? С помощью каких реагентов она осуществляется?
11. Какую реакцию можно считать качественной на анилин?
12. Объясните влияние аминогруппы на реакционную способность ароматического кольца в реакциях электрофильного замещения.

13. Последовательностью каких реакций из анилина можно получить *n*-броманилин?
14. Как влияет ацилирование ароматической аминогруппы на ее основность, направление и скорость реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ) в бензольном ядре?
15. Сравните реакционную способность анилина и ацетанилида в реакциях галогенирования и нитрования. Напишите соответствующие уравнения реакций.

**Задание:** Составить графический органайзер «Скелет рыбы»

X – метиламин, анилин



**Задание к следующему занятию:**

Диазо-, азосоединения. Реакция диазотирования анилина, синтез метилоранжа.

Упражнения №1, 2, 6, 7, 10, 11, 12, 14 (стр.134-136).

Опыты №96, 97, 98, 99, 100.

**Литература:** 1. стр.317-328.  
2. стр.132-139.

## ЗАНЯТИЕ №17

**Тема:** Диазо-, азосоединения. Реакция диазотирования анилина, синтез метилоранжа.

**Цель занятия:** Сформировать знания о высокой химической активности диазо- и азосоединений.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен:

1. знать строение и номенклатуру диазо-, азосоединений;
2. писать методы получения диазо- и азосоединений;
3. применять знания реакционной способности диазосоединений для планирования синтезов различных классов ароматических соединений;
4. уметь проводить реакцию диазотирования и азосочетания.

## Основные учебные вопросы.

1. Классификация, номенклатура диазо- и азосоединений.
2. Получение солей диазония. Условия проведения реакции диазотирования. Механизм реакции.
3. Электронное строение катиона диазония. Ионно- и ковалентно-построенные (собственно диазосоединения) диазосоединения.
4. Кислотно-основные превращения диазосоединений.
5. Реакции диазосоединений, сопровождающиеся выделением азота (замещение диазогруппы на гидроксил, йод, бром, хлор, цианогруппу, водород, алкоксигруппу), получение металлоорганических соединений.
6. Реакции диазосоединений без выделения азота (восстановление, реакция азосочетания). Механизм реакции азосочетания.
7. Условия проведения реакции азосочетания с фенолами и аминами. Диазо- и азосоставляющие. Синтез азокрасителей.
8. Химические свойства азосоединений.

## Лабораторная работа.

Реакция диазотирования анилина, синтез метилоранжа.

**Самостоятельная работа** (выполняется при подготовке к занятию).

Азосоединения.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

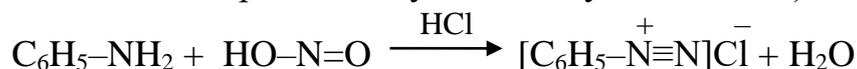
### Опыт 1. Взаимодействие анилина с азотистой кислотой (реакция диазотирования)

*Реактивы:* анилин, 10% раствор нитрита натрия, разбавленная соляная кислота (1:2), лед

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, стеклянная палочка, йодкрахмальная бумага

*Выполнение работы:*

1. В пробирку вносят 1 мл анилина.
2. Прибавляют разбавленную (1:2) соляную кислоту до полного растворения анилина и несколько кусочков льда.
3. Раствор охлаждают до 0°.
4. По каплям добавляют 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия.
5. Температура смеси не должна подниматься выше 5°С (регулируют путем добавления в реакционную смесь кусочков льда):

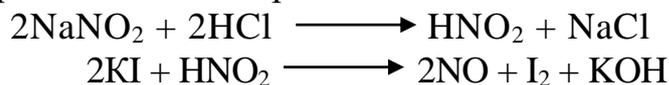


6. Жидкость остается прозрачной.
7. Смесь тщательно перемешивают.

8. 1 каплю реакционной массы стеклянной палочкой помещают на йодкрахмальную бумагу (фильтровальная бумага, обработанная йодидом калия и крахмалом).

9. При нанесении пробы, содержащей азотистую кислоту, выделяется свободный йод, который с крахмалом образует комплекс сине-фиолетового цвета.

10. Появление окрашивания на йодкрахмальной бумаге свидетельствует о завершении реакции диазотирования:



11. Если окраска йодкрахмальной бумаги не изменяется, то в реакционную смесь дополнительно приливают несколько капель раствора нитрита натрия.

12. Смесь перемешивают и вновь берут пробу.

13. Диазотирование прекращают, когда в смеси появляется избыток азотистой кислоты, не исчезающий при встряхивании в течение нескольких минут.

14. Пробирку с полученным раствором помещают в смесь льда и соли и сохраняют для последующих опытов.

## Опыт 2. Разложение соли диазония при нагревании

*Реактивы:* фенилдиазоний хлорид (из предыдущего опыта), хлорид железа (III)

*Оборудование и химическая посуда:* пробирки, газовая горелка, штатив, газоотводная трубка

*Выполнение работы:*

1. В пробирку помещают 1 мл раствора фенилдиазония хлорида, полученного в предыдущем опыте.

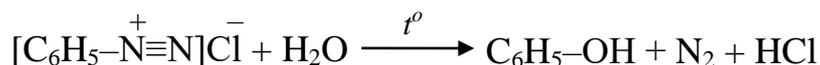
2. Пробирку слегка нагревают в пламени горелки.

3. Наблюдают бурное выделение пузырьков газа – азота, которое продолжается в дальнейшем и без нагревания.

4. По окончании реакции пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в сухую пробирку.

5. Раствор в пробирке нагревают.

6. Образующийся в процессе разложения соли диазония фенол перегоняется с водяным паром:



7. Ощущает характерный запах фенола.

8. При добавлении к раствору фенола 1 капли раствора хлорида железа (III) наблюдают появление фиолетового окрашивания.

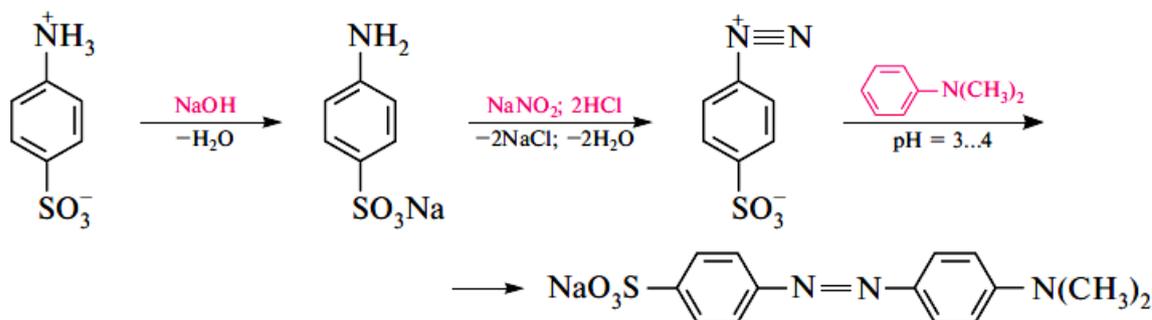
### Опыт 3. Получение метилоранжа

**Реактивы:** сульфаниловая кислота, диметиланилин, нитрит натрия, 10% раствор гидроксида натрия, 8% раствор соляной кислоты, 10% раствор серной кислоты

**Оборудование и химическая посуда:** пробирки, стеклянная палочка

**Выполнение работы:**

1. В пробирку помещают около 2 г сульфаниловой кислоты.
2. Добавляют 5 мл 10% раствора гидроксида натрия (раствор должен иметь щелочную реакцию на лакмус).
3. Раствор охлаждают льдом.
4. Добавляют 0,5 г нитрита натрия.
5. Приливают его в 10 мл 10% раствора серной кислоты с 10 г льда.
6. Полученную диазобензолсульфокислоту сочетают с диметиланилином следующим образом.
7. Свежеперегнаный диметиланилин растворяют в 3 мл 8% соляной кислоты, охлаждают льдом и приливают раствор диазобензолсульфокислоты.
8. К смеси прибавляют до ясно-щелочной реакции 8-10 мл 10% раствора гидроксида натрия.
9. При стоянии выделяются красивые оранжево-красные листочки натриевой соли красителя.
10. Их можно отфильтровать и перекристаллизовать из небольшого количества воды.



#### Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются диазосоединениями? Их классификация.
2. Объясните влияние pH раствора на строение диазосоединений.
3. Какая реакция называется реакцией диазотирования? Приведите примеры.
4. Какие типы химических превращений характерны для солей диазония? Напишите соответствующие уравнения реакций.
5. Объясните механизм реакций диазосоединений, протекающих с выделением азота.
6. Предложите схему синтеза 1,3,5-трибромбензола из анилина.
7. На примере *m*-метоксибензолдиазоний хлорида объясните, как можно осуществить замену диазогруппы на следующие группы а) -H, б) -OH, в) -Cl,

- г)  $-\text{OCH}_3$ , д)  $-\text{Br}$ , е)  $-\text{CN}$ , к)  $-\text{NO}_2$ . Напишите уравнения реакций и назовите продукты.
8. Какая реакция называется реакцией азосочетания? Приведите примеры.
9. Какие соединения называются азосоединениями?
10. Почему азосоединения окрашены?
11. Какие функциональные группы относят к ауксохромам и хромофорам?
12. Перечислите факторы, существенно влияющие на окраску соединений.  
Всегда ли окрашенное вещество является красителем? Ответ поясните.

**Задание:** Заполнить таблицу («Ассесмент»).

### Диазо-, азосоединения

ТЕСТ	ПРОБЛЕМНАЯ СИТУАЦИЯ
<p>1. Какое соединение образуется при действии азотистой кислоты на анилин?</p> <p>A. Неустойчивая соль B. Фенилдиазоний хлорид C. Нитрозамин D. Фенол</p> <p>2. Указать реакцию азосочетания.</p> <p>A. <math>\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow</math> B. <math>[\text{C}_6\text{H}_5\text{-N}\equiv\text{N}]^+\text{Cl}^- + \text{HOH} \rightarrow</math> C. <math>[\text{C}_6\text{H}_5\text{-N}\equiv\text{N}]^+\text{Cl}^- + \text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2 \rightarrow</math> D. <math>[\text{C}_6\text{H}_5\text{-N}\equiv\text{N}]^+\text{Cl}^- + \text{AgOH} \rightarrow</math></p>	<p>Из анилина через диазосоединение был получен <i>n</i>-бром-<i>n'</i>-гидроксиазобензол. Приведите последовательность реакций, с помощью которых возможно это превращение.</p>
ГЛОССАРИЙ	ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ
<p>1. <b>Диазосоединение</b> - ...</p> <p>2. <b>Азосоединение</b> - ...</p>	<p>С помощью каких из следующих реагентов можно отличить диазосоединения от азосоединений.</p> <p>1. HCl 2. H<sub>2</sub>O 3. NaOH 4. нагревание</p> <p>Что наблюдается при этом?</p>

**Задание к следующему занятию:**

Типы органических реакций, их механизм

**Литература:** 1. Черных В.П., Зименковский Б.С., Гриценко И.С. Органическая химия. – Х.: Оригинал, 2007.

## ЗАНЯТИЕ №18

**Тема:** Типы органических реакций, их механизм

**Цель занятия:** Сформировать знания о типах химических реакций, протекающий в органических соединениях и их механизме.

**Целевые задачи:** к концу занятия студент должен знать:

1. типы органических реакций;

2. реакции присоединения, их механизм;
3. реакции замещения, их механизм;
4. реакции расщепления, их механизм;
5. реакции окисления и восстановления.

#### **Основные учебные вопросы.**

1. Типы органических реакций.
2. Реакции присоединения в соединениях с кратной связью (электрофильное и радикальное присоединение), механизм.
3. Реакции присоединения в оксосоединениях (нуклеофильное присоединение), механизм.
4. Реакции замещения в алифатических (радикальное замещение) и ароматических углеводородах (электрофильное замещение), механизм.
5. Реакции окисления и восстановления спиртов, оксосоединений, фенолов, карбоновых кислот.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие реакции называются органическими? Их классификация.
2. По какому механизму идут реакции замещения в алифатических соединениях?
3. Какой тип органических реакций характерен для алкенов и алкинов? Каков их механизм.
4. При каких условиях в присоединение в алкенах протекает по электрофильному механизму или по радикальному механизму?
5. Каков механизм гидратации алкинов?
6. Объясните присоединение в альдегидах и кетонах. Каков их механизм?
7. Приведите примеры реакций окисления и восстановления органических соединений. Для каких классов они характерны?

Занятие является завершающим зачетным занятием, на котором подводятся итоги семестра. При наличии балла в пределах 55-100% студент получает зачет, если балл семестра составляет менее 55% – незачет.