

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ**

**КАФЕДРА «ХИММОТОЛОГИЯ»**

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**  
**по предмету «Органическая химия и основы биохимии» для бакалавриата**  
**направления 5950100 «Охрана окружающей среды»**

ТАШКЕНТ – 2009 г.

## Лабораторная работа № 1

### Способы выделения, очистки и анализа органических веществ.

**Цель работы:** Ознакомление с методами выделения, очистки и анализа органических веществ.

**Реактивы и материалы.** Гидрохинон, диэтиловый эфир, бензойная кислота, активированный уголь, складчатый бумажный фильтр, глюкоза или глицерин, оксид меди, сульфат меди  $\text{CuSO}_4$ , гидроксид бария или кальция, вата, делительная воронка плоскодонная колба, прибор для перегонки, термометр, электроплитка, водяная баня, химический стакан, коническая воронка, воронка Бюхнера, пробирки, изогнутая стеклянная трубка, медная проволока, штатив.

#### Задания:

1. Изучить методы выделения органических веществ.
2. Разделение смеси органических веществ методом перегонки.
3. Перекристаллизация бензойной кислоты.
4. Определение углерода и водорода.

#### Порядок выполнения работы.

##### Опыт № 1. Выделение органических веществ.

###### *а) Выделение органических веществ методом экстракции.*

Наливают в колбу 20 мл воды и добавляют 2 г гидрохинона. Смесь помещают в горячую водяную баню и нагревают до полного растворения гидрохинона. Затем раствор гидрохинона охлаждают до комнатной температуры, наливают в делительную воронку емкостью 100 мл, добавляют 8-10 мл диэтилового эфира, воронку закрывают пробкой. В течение нескольких секунд перемешивают смесь в воронке, затем в положении «кончик сверху» открывают краник воронки и выпускают пары диэтилового эфира. Этот процесс повторяют несколько раз, затем воронку укрепляют в штатив. Гидрохинон хорошо растворяется в эфире, чем в воде. Поэтому он переходит из водного слоя в эфирный слой. Через несколько минут отделяют эфирный слой от водного слоя. Для этого сливают в отдельную колбу сначала водный слой, а затем и эфирный. Эфирный слой помещают в небольшую плоскодонную колбу и сохраняют для следующего опыта. Вышеописанный процесс называют экстракцией.

###### *б) Разделение смеси органических веществ методом перегонки.*

Соберите прибор для обычной перегонки. Прибор состоит из колбы Вюрца, термометра, холодильника Либиха, аллонжа и приемной колбы. В колбу Вюрца помещают раствор гидрохинона в эфире. Колбу подсоединяют к холодильнику Либиха и аллонжу. Для предохранения жидкости от переброса в колбу бросают 2-3 кусочка измельченного фарфора. Колбу закрывают пробкой снабженной термометром. Холодильник Либиха соединяют при помощи шланга к водопроводу и пропускают через холодильник Либиха холодную воду. Колбу нагревают на электроплитке. Диэтиловый эфир перегоняется при  $34-36^{\circ}\text{C}$  и конденсируясь на холодильнике, собирается в приемной колбе. Гидрохинон остается в колбе Вюрца. Перегонку нужно регулировать так, чтобы эфирные капли, стекающие с холодильника можно было считать. Во время перегонки строго следят за пока-

заниями термометра. При появлении первых капель диэтилового эфира на кончике холодильника фиксируют показания термометра. Показания термометра определяет температуру кипения диэтилового эфира. Таким образом, определяют температуру кипения жидких органических веществ.

### **Опыт № 2. Перекристаллизация бензойной кислоты.**

В колбу или стакан емкостью 100 мл помещают 1 г бензойной кислоты, 0,1 г активированного угля и нагревают на водяной бане. Смесь кипятят в течение 10-15 мин и затем быстро отфильтровывают через складчатый фильтр. При охлаждении фильтрата холодной водой и при перемешивании начинают выпадать кристаллы бензойной кислоты. Выпавшие кристаллы отсасывают на воронке Бюхнера и сушат в сушильном шкафу. После сушки определяют температуру плавления кристаллов. Температура плавления чистой бензойной кислоты  $121 - 122^{\circ} \text{C}$ .

### **Опыт № 3. Определение углерода и водорода.**

Содержание углерода и водорода в органическом веществе определяется различными качественными реакциями. Наиболее удобным и широко применяемым является прокалывание органического вещества в присутствии оксида меди. Для этого в абсолютно сухую пробирку помещают органическое вещество, например, глюкозу или глицерин, смешивают с оксидом меди и нагревают на горелке. При 3-4 см над смесью помещают гигроскопическую вату, сверху присыпают немного обезвоженного сульфата меди. и вновь накладывают кусочек гигроскопической ваты. Пробирку закрывают пробкой, снабженной изогнутой трубкой. Конец трубки опускают в пробирку с раствором гидроксида бария или кальция. Нагревают пробирку над пламенем горелки. В результате содержащийся в веществе углерод превращается в диоксид углерода, а водород в воду. Об образовании диоксида углерода и воды свидетельствует образование мути в пробирке с гидроксидом кальция и посинение бесцветного порошка безводного сульфата меди.

### **Опыт № 4. Определение галоидов.**

Медную проволоку прокалывают в пламени горелки до тех пор, пока пламя не перестанет окрашиваться в зеленый цвет. По охлаждении проволоки на конец её наносят капельку испытуемого вещества. При внесении в пламя горелки пламя окрашивается в зеленый цвет за счет образования галоидного соединения меди

### **Контрольные вопросы.**

1. Назовите основные методы очистки органических веществ.
2. Как определяют присутствие углерода и водорода в составе органических соединений?
3. Что такое экстракция?
4. Какие типы хроматографического анализа применяются в лаборатории органического синтеза?

## Лабораторная работа № 2

### Получение и свойства предельных углеводородов и их производных

**Цель работы:** Ознакомление с методами получения предельных углеводородов и их производных. Изучение свойств полученных соединений.

**Реактивы и материалы.** Уксуснокислый натрий  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , натронная известь  $\text{NaOH}$ , бромная вода, раствор  $\text{KMnO}_4$ . Пробирки, пробка, снабженная газоотводной трубкой, кристаллизатор, штативы, нагревательный прибор.

#### Задания:

1. Получите метан.
2. Изучите свойства полученного углеводорода.
3. Получите этил бромистый.

#### Порядок выполнения работы.

##### Опыт № 1. Получение и свойства метана

В сухую пробирку насыпьте 0,5 г измельченного  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 1 г натронной извести и катализатор. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепите в штативе, как показано в рис. 1. Постепенно прогревайте пробирку со смесью начав около дна, а затем передвигая дальше, чтобы могли реагировать новые порции смеси. Получающийся метан пропустите в заранее приготовленные пробирки, в одной из которых раствор  $\text{KMnO}_4$ , а в другой – бромная вода. Изменится ли окраска этих растворов?

Подведите конец газоотводной трубки под отверстие пробирки с водой, помещенной в кристаллизатор наполненной водой. Когда вся вода из пробирки будет вытеснена, уберите трубку из кристаллизатора и прекратите нагревание. Под водой закройте пробирку с газом пробкой, выньте её из кристаллизатора и быстро подожгите газ. Метан горит голубоватым несветящимся пламенем. Можно поджечь метан и у конца газоотводной трубки.

Дайте прибору остыть, а затем разберите его. Напишите уравнения реакции получения и горения метана. Сделайте вывод о физических и химических свойствах метана.

##### Опыт № 2. Получение бромистого этила.

**Цель работы.** Ознакомление с методами органического синтеза.

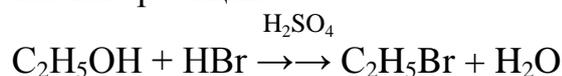
**Реактивы материалы.** Этиловый спирт  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , Калий бромистый  $\text{KBr}$ , концентрированная серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , колба Вюрца, холодильник Либиха, аллонж и насадка, термометр, приемная колба на 250 мл, нагревательный прибор.

#### Задания:

1. Изучить механизм реакции и написать уравнение реакции.
2. Осуществить синтез бромистого этила.
3. Рассчитать выход продукта.

#### Порядок выполнения работы.

1. Уравнение реакции:



Механизм реакции:

- $C_2H_5OH + HOSO_3H \rightarrow C_2H_5-O-SO_2H + H_2O$
- $KBr + H_2SO_4 \rightarrow HBr + KHSO_4$
- $C_2H_5-O-SO_2H + HBr \rightarrow C_2H_5Br + H_2SO_4$

Побочные реакции:

- $C_2H_5-O-SO_2H + C_2H_5OH \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5-O-C_2H_5 + H_2SO_4$
- $C_2H_5OH + C_2H_5OH \rightarrow C_2H_5-O-C_2H_5$

2. Налить в круглодонную колбу (емкость 250 мл) 40 мл этилового спирта и 35 мл воды. При перемешивании и охлаждении прилить к смеси маленькими порциями 75 мл конц.  $H_2SO_4$ . Охладить содержимое колбы до комнатной температуры добавить к нему измельченный бромистый калий.

Колбу подсоединить к холодильнику Либиха и алонжу. Колбу закрыть пробкой, снабженной термометром. Так как температура кипения бромистого эфира 38,4 во избежание испарения продукта его собирают в приемную колбу со льдом и водой. Колбу нагревают на электроплитке до прекращения выделения маслянистых капель.

После окончания реакции бромистый этил отделяют от воды при помощи делительной воронки. Для этого продукт реакции вместе с водой наливают в делительную воронку емкостью 100 мл, затем воронку укрепляют в штатив. Через несколько минут отделяют бромистый этил от водного слоя. Затем определяют объем полученного бромистого этила и рассчитывают выход продукта реакции в процентах.

### Некоторые физико-химические константы синтезированного бромистого этила

Соединение	Молекулярная масса	Плотность $d_4$	$T_{кип.}$ °C	Растворимость
$C_2H_5Br$	108,97	1,455	38,4	эт, эфир, хлф
$C_2H_5Br$ (продукт)	108,97	-		

3. Расчет теоретического выхода продукта реакции  $C_2H_5Br$ , при этом считается, что из 1 моля  $KBr$  получается 1 моль  $C_2H_5Br$ :

$$\begin{aligned}
 &KBr - C_2H_5Br \\
 &119,01г - 108,97 г \\
 X &= \frac{25 \cdot 108,97г}{119,01г} = 22,71г
 \end{aligned}$$

Допустим, что в результате проведения опыта получили 12,4 мл  $C_2H_5Br$

По формуле  $P = V \cdot d$  рассчитывают выход  $C_2H_5Br$  в г:

$$P = 12,4 \text{ мл} \cdot 1,455 \text{ г/см}^3 = 18,04 \text{ г.}$$

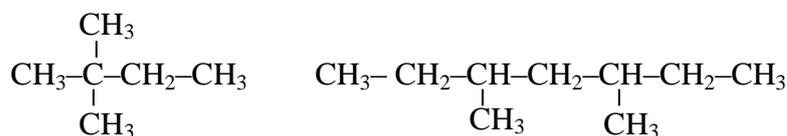
Теоретически выход продукта: 22,71 г — 100%  
18,04 г — X

$$X = \frac{18,04 \cdot 100\%}{22,71} = 79,44\%$$

Таким образом, выход продукта реакции составляет 79,44 % от теоретического выхода.

### Контрольные вопросы.

1. Какие вещества называются предельными углеводородами?
2. Какова общая формула представителе гомологического ряда метана?
3. Напишите структурные формулы всех изомеров гексана и назовите их по рациональной и женевской номенклатуре.
4. Назовите следующие углеводороды по женевской номенклатуре:



5. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:
  - а) 2,2,4-триметилпентан
  - б) 2-метил-3-этилгексан
  - с) диметилметан
  - д) метилэтилизопропилметан.

### Лабораторная работа № 3.

#### Получение и свойства непредельных углеводородов.

**Цель работы.** Ознакомление с методами получения непредельных углеводородов и изучение их свойств.

**Реактивы и материалы.** Спирт этиловый  $CH_3CH_2OH$ , концентрированная серная кислота  $H_2SO_4$ , карбид кальция, бромная вода, раствор  $KMnO_4$ . Пробирки, пробка, снабженная газоотводной трубкой, кристаллизатор, штативы, нагревательный прибор.

#### Задания:

1. Получить и изучить свойства этилена.
2. Синтезировать из карбида кальция ацетилен
3. Изучить свойства ацетилена.

#### Порядок выполнения работы.

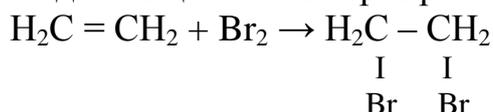
#### Опыт № 1. Получение и свойства этилена.

Смесь этилового спирта с серной кислотой (1:3), попадая на кожу, вызывает долго не заживающие ожоги, а попадая на одежду, разрушает её. Поэтому нагревание смеси нужно вести очень осторожно, а чтобы кипение смеси было

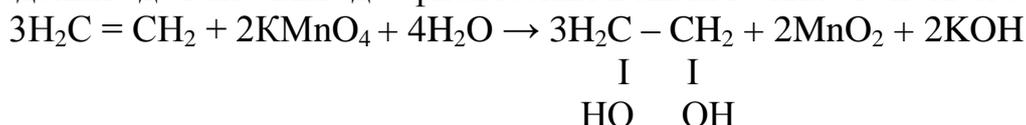
равномерным, обязательно добавляют в пробирку песок или битый фарфор. Не допускайте выброса смеси из пробирки.

Соберите прибор, как показано на рисунке 2, налейте в пробирку 2-3 мл смеси этилового спирта с концентрированной серной кислотой, для равномерного кипения жидкости добавьте в пробирку со смесью битый фарфор или песок.

Приготовьте две пробирки: с подкисленным раствором  $\text{KMnO}_4$  и с бромной водой. Осторожно нагрейте пробирку со смесью спирта и кислоты и пропускайте выделяющийся газ через раствор  $\text{KMnO}_4$  и бромную воду.



Что наблюдается? Объясните это явление. Не прекращая нагревания пробирки, со смесью спирта и кислоты, газоотводную трубку поверните вверх и зажгите выделяющийся газ. Обратите внимание на светимость пламени. После окончания опыта дайте пробирке со смесью спирта остыть, смесь вылейте в специальный сосуд. Напишите уравнение реакций получения этилена, горения этилена, отношения его к бромю, а также к марганцовокислому калию. На основании наблюдений сделайте вывод о физических и химических свойствах этилена.



### **Опыт № 2. Получение и свойства ацетилена.**

Приготовьте две пробирки: одну – с подкисленным раствором  $\text{KMnO}_4$ , другую – с бромной водой. В пробирку с газоотводной трубкой налейте 1-2 мл воды, поместите небольшой кусочек карбида кальция, вставьте неплотный комочек ваты и быстро закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся ацетилен пропустите через раствор  $\text{KMnO}_4$  и бромную воду.

Что наблюдается? Объясните происходящее явление. Поднимите газоотводную трубку вверх и подожгите ацетилен.

Опыт с ацетиленом проводите в вытяжном шкафу. Не выбрасывайте в раковину остатки непрореагировавшего карбида кальция. Напишите уравнение реакций получения ацетилена, горения ацетилена, отношения его к бромю, а также к марганцовокислому калию.

### **Контрольные вопросы.**

1. Как образуется  $\pi$ -связь в молекуле этилена?
2. По какими методами в лаборатории получают этилен?
3. Какой тип химических реакций свойственна для этиленовых углеводородов?
4. Напишите уравнение реакций присоединения к следующим углеводородам: а) к пропиону, б) к бутен – 1.
5. Напишите уравнение реакции получения изопрена из ацетилена.
6. Напишите уравнения реакций следующих превращений:  
 $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CHCl} \rightarrow (-\text{CH}_2 - \text{CHCl}-)_n$

## Лабораторная работа № 4.

### Химические свойства ароматических углеводов.

**Цель работы.** Изучение методов получения бензола. Изучение свойств ароматических углеводов.

**Реактивы и материалы.** Бензоат натрия  $C_6H_5COONa$ ,  $NaOH$ , бромная вода, бензол, толуол, нитрующая смесь ( $HNO_3 + H_2SO_4$ ), раствор  $KMnO_4$ , фарфоровая ступка, пробка с газоотводной трубкой, штатив, пробирки, черная лента, водяная баня, стаканы, воздушный холодильник.

#### Задания:

1. Получить бензол и изучить его свойства.
2. Изучить действие бензола на бромную воду.
3. Изучить действие бромной воды на толуол.
4. Изучить реакции нитрования бензола и толуола.
5. Реакции сульфирования бензола и толуола.

#### Порядок выполнения работы.

##### Опыт № 1. Получение бензола и изучение свойств.

В фарфоровой ступке измельчите 2 г бензоата натрия  $C_6H_5COONa$  и 2 г натронной извести (часть этой смеси помещаем в сухую пробирку). Пробирку закрывайте пробкой с газоотводной трубкой и закрепляйте в штатив. Постепенно прогревайте пробирку с реакционной смесью.



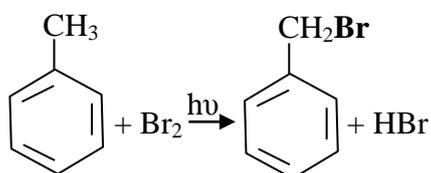
Подведите второй конец газоотводной трубки во вторую пробирку, наполовину наполненной водой. Выделяющийся бензол собирается во второй пробирке над водой. Бензольный слой отделяется от воды в делительной воронке.

##### Опыт № 2. Действие бензола на бромную воду.

В пробирку налейте 3-5 мл бромной воды и 10 мл бензола. В пробирку поместите кристаллик иода и закройте пробкой с газоотводной трубкой. Кончик газоотводной трубки опустите в пробирку с аммиачной водой. Пробирку с реакционной смесью слегка встряхивайте.. Происходит сильная реакция и выделяется бромистоводородная кислота  $HBr$ .  $HBr$  взаимодействует с аммиаком и образуется бромид аммония, которая в виде белого тумана заполняет пробирку с аммиачной водой.

Напишите уравнение реакции взаимодействия бензола с бромом.

**Действие бромной воды на толуол.** В штатив установите пробирку в вертикальном положении, налейте в пробирку 10-15 мл толуола и 2-3 мл бромной воды. Верхнюю половину пробирки обмотайте черной лентой. Нижнюю часть пробирки осветите лампочкой. Через несколько минут уберите лампочку и разматывайте черную ленту. В это время нижняя часть пробирки, освещенная лампочкой, осветляется. В закрытой части цвет реакционной смеси не изменяется. Уравнение реакции:



### Опыт № 2. Реакция нитрования бензола.

В пробирку налейте нитрующую смесь (2мл конц.  $\text{HNO}_3$ + 2 мл конц  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Пробирку охлаждайте проточной водопроводной водой и при охлаждении в пробирку налейте 1 мл бензол. Содержимое пробирки перемешивайте 2-3 минутк, затем реакцию смесь переносите во вторую пробирку с 5 мл дистиллированной воды. На дне пробирки образуется тяжелая маслянистая жидкость с запахом горького миндаля.

**Реакция нитрования толуола.** В пробирку налейте 5 капли конц.  $\text{HNO}_3$  и 5 капли конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (нитрующая смесь). К смеси добавьте 4-5 капли толуола. Перемешивайте содержимое пробирки в течение 1-2 минут, затем реакцию смесь перелейте в пробирку с дистиллированной водой. На дне пробирки образуется тяжелые маслянистые капли нитротолуола.

### Опыт № 3. Реакции сульфирования бензола и толуола.

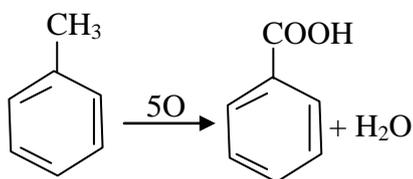
В две пробирки налейте по 3 мл  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и добавьте в одну 1 мл бензола, в другую 1 мл толуола, Пробирки закройте пробкой с газоотводной трубкой. Реакционную смесь перемешайте и в течение 5-6 минут нагрейте на водяной бане, затем охлаждайте реакционные смеси и содержимое пробирок налейте в 2 стакана с холодной водой. Образуются прозрачные растворы, так как образовавшиеся сульфокислоты хорошо растворяются в воде.

Напишите уравнение реакции сульфирования бензола и толуола.

### Опыт № 4. Окисление ароматических углеводов.

В пробирку налейте 5-6 капель бензола и 1-2 мл 1 % раствор перманганата калия  $\text{KMnO}_4$  и энергично перемешайте. Так как бензольное кольцо устойчиво к действию окислителей, при этом цвет реакционной смеси не изменяется.

В пробирку налейте 5-6 мл толуола, 1мл 10% раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 2-3 мл 1% раствора  $\text{KMnO}_4$ . Энергично перемешайте реакцию смесь и нагрейте на водяной бане, предварительно снабдив пробирку воздушным холодильником. Фиолетовая окраска смеси исчезает. При этом происходит окисление толуола с образованием бензойной кислоты в гомологах бензола. А связи с тем, что бензольное кольцо устойчиво к действию окислителей, окисление идет в боковую цепь:



### Фенолы.

**Цель работы.** Изучение свойств фенолов

**Реактивы и материалы.** Фенол кристаллический; фенол, 1% раствор; 3% и 5% растворы;  $\text{FeCl}_3$ , 1% раствор;  $\text{NaOH}$  10% раствор; серная кислота 10% раствор; бромная вода; концентрированная азотная кислота  $\text{HNO}_3$ ; этанол;  $\text{HCl}$

5% раствор; пробирки, водяная баня, нагревательный прибор, пробирки, стаканы.

### Задания:

1. Изучить его свойства фенола.
2. Изучить действие бромной воды на фенол
3. Изучить реакции нитрования фенола.
4. Реакции сульфирования фенола

### Порядок выполнения работы.

#### Опыт № 1. Получение фенолята натрия.

В пробирку налейте раствор 0,1 г фенола в 1 мл воды. В раствор добавьте 10% раствор едкого натра до полного растворения фенола. При этом образуется прозрачный раствор фенолята натрия в воде. Затем в эмульсию фенолята натрия добавьте по каплям 10 % раствор серной кислоты, образуется помутнение и выделение фенола.

Напишите уравнения реакций получения и разложения фенолята натрия.

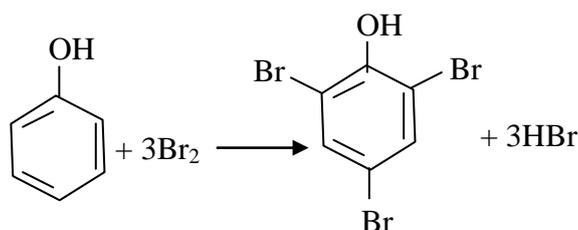
#### Опыт № 2. Взаимодействие фенола с $FeCl_3$ .

В три пробирки налейте по 2-3 мл 1% раствора фенола и добавьте в каждую по несколько капель 3% раствора хлорида железа. Образовавшийся в пробирке фиолетовый цвет характеризует образования фенолята железа. В одну пробирку добавляем 10 мл этилового спирта, во вторую- 10 мл 5%  $HCl$  и в третью – 10 мл  $NaOH$ . При взаимодействии этих веществ с фенолятом железа степень диссоциации фенолятов уменьшается и раствор становится бесцветным.

#### Опыт № 3. Бромирование фенола.

В пробирку налейте 1 мл 5% раствора фенола и добавьте, при постоянном перемешивании, насыщенный раствор бромной воды. При этом наблюдается обесцвечивание желтой окраски бромной воды, а при образовании три бромфенола раствор становится мутным и образуется белый осадок белого осадка. Гидроксильная группа является ориентантом 1 группы, поэтому при бромировании замещаются водороды о- и п- положения бензольного кольца.

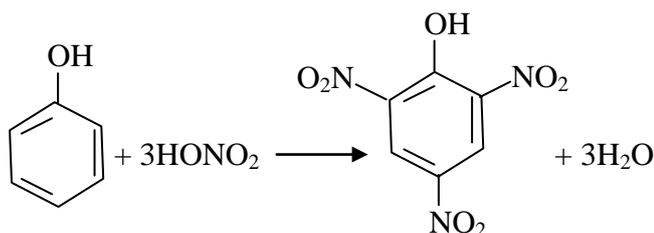
Напишите уравнение реакции бромирования фенола.



#### Опыт № 4. Реакция нитрования фенола.

В пробирку налейте 10 капель концентрированной азотной кислоты и добавьте при постоянном перемешивании 0,1 г расплавленный фенол. Реакцион-

ную смесь взбалтывают и доводят до кипения. При охлаждении реакционной смеси выпадают желтые кристаллы пикриновой кислоты:



### Контрольные вопросы и задачи.

1. Какие углеводороды называют ароматическими?
2. Какие ароматические углеводороды образуются при взаимодействии следующих алкилгалогенидов с металлическим натрием:
  - а) из смеси хлорбензола и хлористого этила.
  - б) из смеси бромбензола и изопропилбромида.
  - в) из смеси 1-этил-2-бромбензола и бромистого этила.
3. Почему ароматические соединения по химическим свойствам отличаются от непредельных соединений?
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия бензола с галгенами, азотной и серной кислотами.
5. Как влияет щелочь на фенолы и спирты. Почему водород гидроксильной группы фенола более подвижный, чем водород спиртового гидроксила?

### Лабораторная работа № 5.

#### Получение и свойства кислородсодержащих органических соединений. Спирты.

**Цель работы.** Изучение методов получения спиртов. Изучение свойств одноатомных спиртов.

**Реактивы и материалы.** Этиловый, пропиловый и бутиловый спирты; индикаторная бумага, металлический натрий; дистиллированная вода; сернокислая медь  $\text{CuSO}_4$  – 10 % раствор;  $\text{NaOH}$  – 10 % раствор; бихромат калия – 5 % раствор; серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 20 % раствор;  $\text{KMnO}_4$  – 0,1 н раствор;

Пробирки, водяная баня, нагревательный прибор.

#### Задания:

1. Изучите растворимость спиртов в воде.
2. Получите алкогольат натрия.
3. Изучите реакцию взаимодействия многоатомных спиртов с гидроксидами тяжелых металлов.
4. Изучите реакции окисления спиртов.

### Порядок выполнения работы

#### Опыт № 1. Растворимость спиртов в воде. Взаимодействие спиртов с индикаторами

В три пробирки налейте по 0,5 мл этилового, пропилового и бутилового

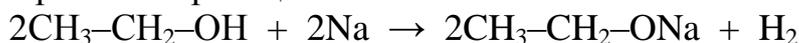
спиртов. Обратите внимание на запах спиртов. Во все три пробирки налейте по 2-3 мл воды и перемешайте. Низшие спирты – этиловый и пропиловые спирты хорошо растворяются в воде. Спирты, содержащие в своём составе четыре и больше углеродных атомов в воде не растворяются и образуют маслянистый слой под водой.

В пробирки опустите красную и синюю лакмусовую бумагу. Цве индикаторных бумаг не изменится. Объясните причину.

### **Опыт № 2. Получение алкоголята натрия.**

В сухую пробирку налейте 2-3 мл безводного спирта. Кусочек металлического натрия очистите от керосина фильтровальной бумагой, затем удалите оксидную пленку скальпелем. Очищенный таким образом кусочек натрия опустите в пробирку с безводным спиртом. Пробирку закройте пробкой, снабженной стеклянной трубочкой и установите на штативе в вертикальном положении.

Уравнение реакции:

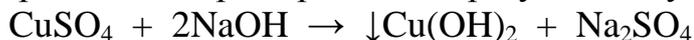


Зажгите водород, который выделяется в результате реакции. После окончания реакции в реакционную смесь добавьте дистиллированную воду и определите рН реакционной среды. Напишите уравнение реакции.

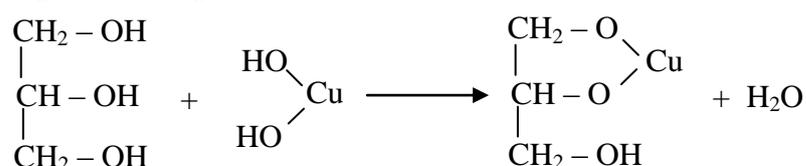
### **Опыт № 3. Получение глицерата меди.**

Многоатомные спирты замещают водород гидроксильной группы на металлы легче, чем одноатомные спирты. Многоатомный спирт глицерин образует глицерат как с металлами, так и с гидроксилами тяжелых металлов.

В пробирку налейте 2-3 капли 10 % раствора сульфата меди, добавьте 10% раствор едкого натра. При этом образуется голубой осадок гидроксида меди:

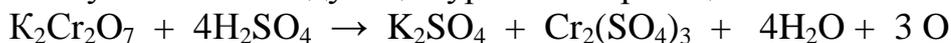


К полученному осадку добавьте 4-5 капли глицерина и перемешайте. Происходит растворение осадка  $\text{Cu(OH)}_2$  и образование прозрачного синего раствора глицерата меди. Уравнение реакции:

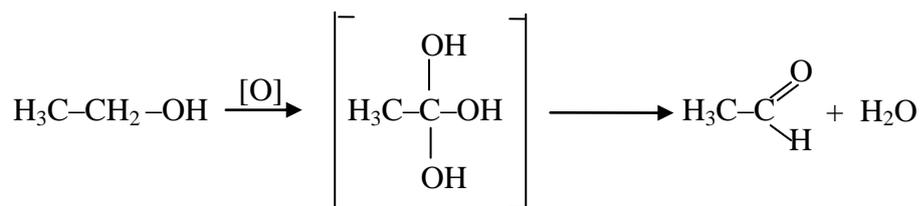


### **Опыт № 4. Реакции окисления спиртов.**

**а) окисление спиртов бихроматом калия.** В пробирку налейте 2мл 5% раствора бихромата калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , 1 мл 20 % раствора серной кислоты и 0,5 мл этилового спирта и перемешайте. Осторожно нагрейте реакционную смесь. Специфический неприятный запах указывает на образование в результате реакции уксусного альдегида. Бихроматы в кислой среде являются сильными окислителями, на что указывает следующее уравнение реакции:

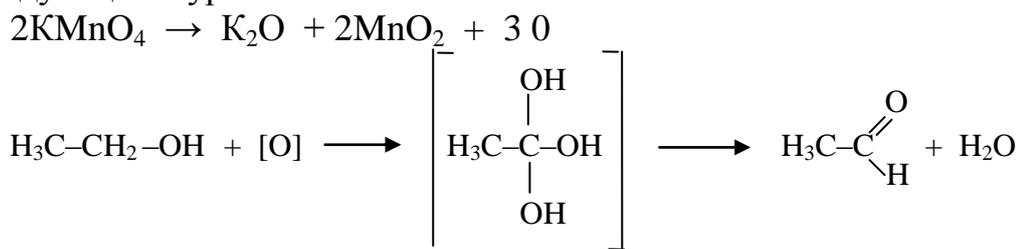


При взаимодействии атомарного кислорода, образованного в результате реакции, спирты окисляются до альдегидов или кетонов:



**б) Окисление спиртов перманганатом калия.**

В пробирку налейте 1 мл этанола, 2 мл 0,1 н раствора  $\text{KMnO}_4$  и 2 мл 5% раствора серной кислоты. При осторожном нагревании реакционной смеси в водяной бане или на пламени спиртовой лампы розовая окраска смеси исчезает и появляется специфический запах уксусного альдегида. Ход реакции можно объяснить следующими уравнениями:



**Контрольные вопросы.**

1. Какие вещества называются спиртами?
2. Назовите следующие спирты по женеvской номенклатуре:  
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$        $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$   
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}(\text{OH})-\text{CH}_3$
3. Напишите структурные формулы всех изомерных спиртов  $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$  и назовите их по рациональной и женеvской номенклатуре.
4. Какие виды изомерии свойственны для спиртов?
5. Какой спирт образуется в результате присоединения воды к пропену?
6. Как можно получить 1 – пропанол из пропана? Напишите уравнения соответствующих реакций.
7. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства спиртов.
8. Какие вещества образуются при полном окислении метанола?

**Лабораторная работа № 6.**

**Карбоновые кислоты и аминокислоты.**

**Цель работы.** Изучение методов получения карбоновых кислот. Изучение химических свойств карбоновых кислот и аминокислот.

**Реактивы и материалы.** Хлороформ;  $\text{NaOH}$ , 10 % раствор;  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 5% раствор;  $\text{KMnO}_4$ , 1% раствор; гидроксид кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 10% раствор; муравьиная кислота; соль муравьиной кислоты, концентрированная серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ацетат натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , магний металлический; уксусная кислота  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; спирты – этиловый и изоамиловый. Пробирки, стаканы, нагрева-

тельный прибор, лакмусовая бумага, стеклянная изогнутая трубка, шланг резиновый.

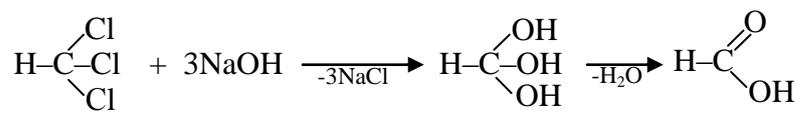
### Задания:

1. Изучите метод синтеза муравьиной кислоты.
2. Изучите реакцию разложения муравьиной кислоты и солей муравьиной кислоты.
3. Изучите реакцию получения уксусной кислоты.
4. Изучите реакцию взаимодействия уксусной кислоты с активными металлами.
5. Получите сложный эфир уксусной кислоты

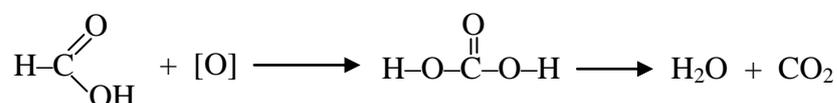
### Порядок проведения работы.

#### Опыт № 1. Получение муравьиной кислоты.

В пробирку налейте 3-5 капли хлороформа и 2 мл 10% раствора едкого натра NaOH. Реакционную смесь нагревают в водяной бане при непрерывном перемешивании. В результате гидролиза хлороформа в качестве промежуточного продукта образуется трехатомный спирт. Но спирты, содержащие несколько гидроксильных групп у одного углеродного атома являются непрочными и поэтому полученный трехатомный спирт разлагается с выделением воды и превращается в муравьиную кислоту:



К полученной муравьиной кислоте добавляют 1-2 мл разбавленный раствор серной кислоты (до образования слабокислой среды) и перманганата калия. При нагревании наблюдается обесцвечивание перманганата калия и выделение углекислого газа CO<sub>2</sub>. При пропускании CO<sub>2</sub> через раствор Ca(OH)<sub>2</sub> наблюдается помутнение раствора известковой воды. Эта реакция свойственна только для муравьиной кислоты из гомологического ряда карбоновых кислот, при этом реакция окисления идет за счет альдегидной группы муравьиной кислоты:



#### Опыт № 2. Разложение муравьиной кислоты и её солей.

В пробирку поместите 1 мл муравьиной кислоты или 1 г её соли добавьте 1 мл концентрированной серной кислоты. Пробирку закройте пробкой, снабженной газоотводной трубкой и осторожно нагрейте. Муравьиная кислота разлагается с образованием воды и угарного газа CO. Выделяющийся газ при сжигании горит давая голубое пламя.

При помощи этой реакции можно различить муравьиную кислоту от уксусной. При взаимодействии уксусной кислоты с концентрированной серной кислотой  $\text{CO}$  не выделяется.

### **Опыт № 3. Получение уксусной кислоты.**

В пробирку поместите 1 г ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и 2-3 мл концентрированной серной кислоты. Пробирку закройте пробкой, снабженной газоотводной трубкой и осторожно нагрейте содержимое пробирки. В результате реакции выделяются пар уксусной кислоты. Для определения уксусной кислоты к концу газоотводной трубки подведите синюю лакмусовую бумагу, смоченную в воде. Красная окраска лакмусовой бумаги указывает на образования уксусной кислоты. Напишите уравнение реакции взаимодействия ацетата натрия с концентрированной серной кислотой.

### **Опыт № 4. Взаимодействие уксусной кислоты с активными металлами.**

Активные металлы взаимодействуют с уксусной кислотой с выделением водорода.

Налейте в пробирку 2-3 мл уксусной кислоты и добавьте небольшое количество магниевых стружек. Пробирку закрывайте пробкой, снабженной газоотводной пробкой. Зажгите водород, который выделяется в результате реакции.

Напишите уравнение реакции.

### **Опыт № 5. Реакции взаимодействия уксусной кислоты с оксидами и основаниями.**

Налейте в пробирку 0,2 г оксида меди  $\text{CuO}$  и 2-3 мл уксусной кислоты. осторожно нагрейте пробирку. Изменение окраски раствора свидетельствует об образовании ацетата меди.

Напишите уравнение реакции.

### **Опыт № 6. Образование сложного эфира уксусной кислоты.**

а) В пробирку поместите 2 мл уксусной кислоты, 2 мл этанола и 1 мл концентрированной серной кислоты и перемешайте. Смесь нагрейте в водяной бане в течении 1-2 минут, затем поместите в стакан с холодной водой. При этом появляется приятный запах этилового эфира уксусной кислоты. Напишите уравнение реакции.

б) В пробирку налейте 2 мл изоамилового спирта, 2 мл уксусной кислоты и 1 мл концентрированной серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и нагрейте при перемешивании. Затем перелейте смесь в стакан с горячей водой. Изоамиловый спирт всплывает на поверхность воды в виде кольца и появляется приятный запах груши.

Напишите уравнение реакции.

### **Контрольные вопросы.**

1. Напишите структурные формулы изомеров масляной кислоты.
2. Сколько л водорода выделяется при взаимодействии 1,2 г магния с уксусной кислотой?
3. Напишите уравнения реакций получения этилового эфира уксусной кислоты при взаимодействия этанола с а) уксусной кислотой и б) с хлорангидридом уксусной кислоты.
4. Как изменяются свойства водорода гидроксильной группы одноатомных спиртов, фенолов и карбоновых кислот?

5. Почему муравьиная кислота обладает восстанавливающими свойствами?
6. Напишите уравнения реакций, характерные для карбоновых кислот на примере пропионовой кислоты.

### **Лабораторная работа № 7**

#### **Методы выделения белков. Приготовление растворов белка**

**Цель работы:** Изучение методов выделения белков и изучение химических свойств белков.

#### **Задания:**

1. Приготовление растворов яичного и растительных белков.
2. Приготовление раствора белка мяса.
3. Выделение белков высаливанием.
4. Изучить тепловую денатурацию белка.
5. Изучить цветные реакции белков.

#### **Порядок выполнения работы**

##### **Опыт № 1. Приготовление раствора яичного белка.**

**Реактивы и материалы.** Куриное яйцо, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, стеклянная воронка, плоскодонные колбы на 250 мл, кусок марли.

Белок одного куриного яйца отделяют от желтка, растворяют в 15-20-кратном объеме дистиллированной воды. Раствор фильтруют через марлю, сложенную в 3-4 слоя. Хранят в холодильнике.

##### **Опыт № 2. Приготовление растворов растительных белков.**

**Реактивы и материалы.** Пшеничная мука, куриное яйцо, хлористый натрий, 10%-ный раствор; дистиллированная вода, плоскодонные колбы на 250 мл, стеклянная воронка, гигроскопическая вата, фильтровальная бумага,

а) К 40 г пшеничной муки прибавляют 160 мл дистиллированной воды, перемешивают и колбу хранят в холодном месте (1 – 2°) в течении суток, затем снова перемешивают и фильтруют вначале через гигроскопическую вату, а потом через складчатый бумажный фильтр. Раствор содержит главным образом альбумины.

б) Белок одного куриного яйца отделяют от желтка, добавляют в 10-20 кратном объеме 10 % ный раствор хлористого натрия и перемешивают. При этом образуется разбавленный раствор белка, содержащий альбумины и глобулины

##### **Опыт № 3. Приготовление раствора белка мяса.**

**Реактивы и материалы.** 40-50 г мясной фарш, 100 мл 10 % ный раствор NaCl, складчатый бумажный фильтр, стаканы, коническая воронка, пробирки, стеклянная палочка.

**К 40-50** г мясному фаршу добавляют 80-100 мл 10 %- ного раствора NaCl, перемешивают и оставляют на 15-20 мин., после чего фильтруют через складчатый бумажный фильтр или через марлю, сложенную в 3-4 слоя. Раствор содержит альбумины и глобулины мясо.

##### **Опыт № 4. Выделение белков высаливанием.**

**Реактивы и материалы.** Раствор белка, насыщенный раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , фильтровальная бумага, стеклянные воронки и пробирки, стаканы, соль  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

**а)** Выделение белков из раствора при помощи солей называют высаливанием. Для этой цели применяют  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  и др. соли. Сущность действия солей заключается в приближении рН раствора к изоэлектрической точке белка. К 2-3 мл раствору белка, полученного в предыдущем опыте, добавляют в таком же количестве насыщенный раствор сульфата аммония. При этом происходит высаливание глобулинов мяса. Осадок фильтруют через складчатый бумажный фильтр.

К 1-2 мл фильтрата добавляют кристаллический  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  до насыщения. При этом выпадают в осадок и альбумины.

**б)** К 20 каплям разбавленного раствора белка, полученного в опыте 1 в добавляют равный объем насыщенного раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и перемешивают. При этом выпадает осадок глобулинов яичного белка. Альбумины остаются в растворе. Через 5 минут осадок фильтруют через складчатый бумажный фильтр. Фильтрат содержит альбумины.

К фильтрату добавляют тонко растертый порошок  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  до получения насыщенного раствора. Выпадает осадок альбуминов яичного белка, который также отфильтровывают.

#### **Опыт № 5. Тепловая денатурация белков.**

**Реактивы и материалы.** Раствор яичного белка или раствор растительных белков; уксусная кислота, 1 %-ный раствор; уксусная кислота, 10 %-ный раствор;  $\text{NaOH}$ , 10 %-ный раствор; водяная баня.

Свертывания большинства белков начинается уже при температуре 50-55°С. Воздействие высокой температуры ведет к тепловой денатурации белков, в результате которой происходят необратимые изменения физико-химических и биологических свойств макромолекул. Нагревание вызывает разрыв дисульфидных связей между полипептидными цепями, что приводит к их раскручиванию и изменению конформации макромолекул. Повышение температуры ведет к быстрому свертыванию белка.

На скорость и интенсивность процесса тепловой денатурации оказывает большое влияние рН раствора и добавление электролитов. Быстро и наиболее полно белки свертываются в изоэлектрической точке. Сдвиги рН в кислую и щелочную сторону затормаживают процесс осаждения белков. В сильноокислых и сильно щелочных растворах осаждение белков при кипячении практически не происходит. При добавлении кислот молекулы белка заряжаются положительно, в щелочных растворах они приобретают отрицательные заряды.

В четыре пробирки наливают по 1 – 2 мл раствора яичного или растительного белка. Белок в первой пробирке нагревают до кипения: происходит термическая денатурация белка и раствор мутнеет.

К раствору белка во второй пробирке добавляют одну каплю 1 %-ного раствора уксусной кислоты и нагревают: осадок белка выпадает быстро, поскольку заряд мицелл нейтрализован и белок близок к изоэлектрическому состоянию.

К раствору белка в третьей пробирке прибавляют 5-8 капель 10 %-ного раствора уксусной кислоты и нагревают до кипения: осадок не образуется, так как мицеллы белка приобрели положительные заряды, что является стабилизирующим фактором и препятствует коагуляции.

В четвертую пробирку добавляют 5-8 капель 10 %-ного раствора едкого натра и нагревают до кипения: осадок не выпадает, поскольку мицеллы заряжены отрицательно.

#### **Опыт № 6. Биуретовая реакция.**

**Реактивы и материалы.** Раствор яичного белка; едкий натр, 10 %-ный раствор; 5 %-ный раствор сернокислой меди, пробирки, раствор растительного белка.

В одну пробирку наливают 1-2 мл раствора яичного белка, в другую – столько же растительного, затем в каждую из них прибавляют равный объем 30 %-ного раствора едкого натра. Раствор перемешивают и добавляют по 1-2 капли раствора сернокислой меди. Появляется красно-фиолетовое или сине-фиолетовое окрашивание.

В щелочной среде белки, а также продукты их гидролиза-полипептиды дают фиолетовое или красно-фиолетовое окрашивание с солями меди. Реакция обусловлена наличием пептидных связей. Положительная биуретовая реакция проявляется у соединений, содержащих не менее двух пептидных групп. Интенсивность окраски зависит от длины пептида и варьирует от сине-фиолетовой до красно-фиолетовой и красной.

#### **Опыт № 5. Цветные реакции белков.**

**Реактивы и материалы.** Разбавленный раствор белка, реактив Милона, концентрированная азотная кислота, концентрированная серная кислота, концентрированная уксусная кислота, водяная баня, пробирки, нагревательный прибор.

а) **Реакция Милона.** Равный объем разбавленного раствора белка и реактива Милона\* перемешивают и нагревают. Образуется красное окрашивание. Это цветная реакция обусловлена присутствием белка, содержащего аминокислоту тирозин.

\*Реактив Милона готовится прибавлением к одной части ртути двух частей концентрированной азотной кислоты и разбавлением в два раза дистиллированной водой.

б) **Ксантопротеиновая реакция.** К 1 мл разбавленного раствора белка добавляют 5-6 капель концентрированной азотной кислоты (до образования осадка) и нагревают. Появляется желтое окрашивание. Положительная ксантопротеиновая реакция проявляется у соединений, содержащих аминокислоты с ароматическим кольцом. При этом происходит нитрование ароматического кольца.

в) Эта цветная реакция свойственна для белка, содержащего аминокислоту триптофан. В пробирку наливают 1 мл разбавленного раствора белка и прибавляют равный объем концентрированной уксусной кислоты. Содержимое про-

бирки нагревают и затем по стенке пробирки наливают 1 мл концентрированной серной кислоты (жидкости не должны перемешиваться) На границе жидкостей появляется красно-фиолетовое окрашивание.

### **Контрольные вопросы и задачи**

1. Какую роль играют аминокислоты при образовании молекулы белка?
2. Что образуется при взаимодействии этилового эфира гликокола с избыточным количеством соляной кислоты? Напишите уравнение реакции.
3. Какие вещества называются полипептидами? Напишите уравнение реакции получения дипептида.
4. Какие соединения образуются при гидролизе белков?
5. Напишите структурные формулы изомеров аминокислот состава  $C_3H_7O_2N$  и  $C_4H_9O_2N$ .
6. Приведите формулы строения следующих пептидов: глицилаланина, аланил-глицина, глицилаланилфенилаланина.
7. Что означает денатурация белка и как она происходит?

### **Лабораторная работа № 8.**

#### **Жиры. Изучение химических свойств жиров.**

**Цель работы.** Знакомство со структурой и свойствами жиров.

**Реактивы и материалы.** Четыреххлористый углерод  $CCl_4$ , растительное масло, животный жир, раствор брома в  $CCl_4$ , спирт этиловый, NaOH 30-40 % раствор, насыщенный раствор NaCl, дистиллированная вода, бисульфат калия  $K_2HSO_4$ , водяная баня, нагревательный прибор, пробирки, стаканы, стеклянная трубочка, стеклянная палочка

#### **Задания:**

1. Определить остатки ненасыщенных карбоновых кислот в составе жиров
2. Изучить качественные реакции жиров.
3. Провести реакцию омыления жиров.

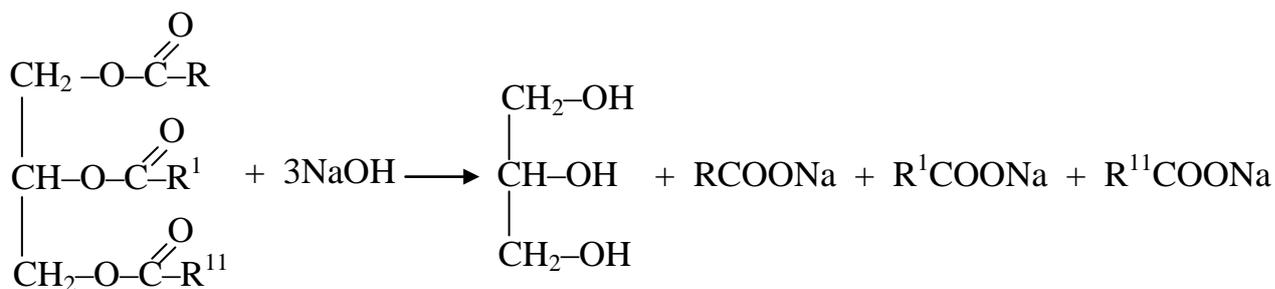
#### **Порядок выполнения работы.**

##### **Опыт № 1. Определение остатков ненасыщенных кислот в жирах.**

В пробирку наливают 1 мл растительного масла, растворяют его в 2-3 мл  $CCl_4$ . В полученный раствор прибавляют 1 – 2 капли раствора брома в  $CCl_4$  или бромной воды и взбалтывают. Буровато-желтая окраска бромного раствора исчезает, что указывает на присутствие в растительном масле ненасыщенных жирных кислот.

##### **Опыт № 2. Омыление жиров.**

В пробирку налейте 1 г растительного масла, 1 мл этилового спирта и 2мл 30-40 % раствора NaOH. Пробку закройте пробкой, снабженной стеклянной трубочкой, которая выполняет роль воздушного холодильника. Смесь перемешайте и нагрейте в водяной бане. Смесь быстро становится однородной и через 3-5 минут омыление заканчивается. Реакция омыления проходит по следующей схеме:

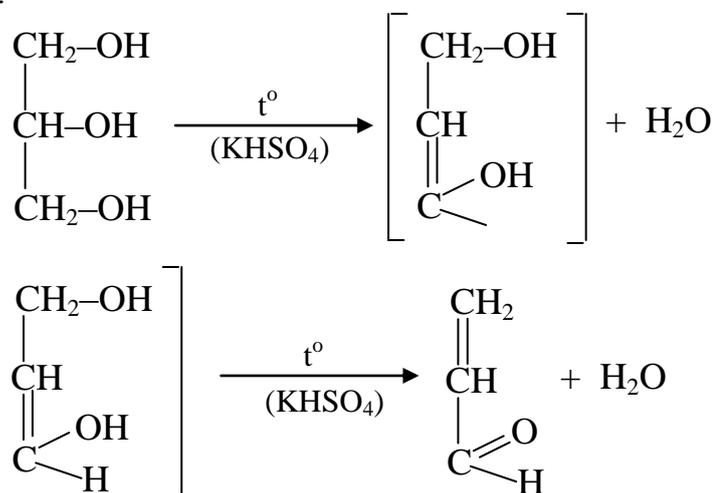


В реакционную смесь добавьте горячий насыщенный раствор хлорида натрия NaCl. Раствор становится мутным и мыло всплывает на поверхность жидкости. Реакционную смесь кипятят еще несколько минут в водяной бане и охлаждают холодной водой. При этом мыло становится твердым. Мыло отделяют при помощи шпателя или стеклянно палочки. Далее проверяется растворимость мыла в воде и его пенообразование. Для этого 0,1 – 0,2 г мыла растворяют в 6 – 7 мл дистиллированной воде и перемешивают. Отмечают качество появившегося мыльного пена.

### Опыт № 3. Качественные реакции на жиры

а) **Образование масляного пятна.** Каплю масла наносят стеклянной палочкой на кусочек бумаги. Образуется пятно, не исчезающее при нагревании.

б) Акролеиновая реакция. С помощью пробы на акролеин определяют наличие глицерина в жирах. При нагревании жира с кислым сернокислым калием (KHSO<sub>4</sub>), натрием (NaHSO<sub>4</sub>) происходит отщепление от молекулы глицерина двух молекул воды и образование акрилового альдегида или акролеина, обладающего резким раздражающим запахом. Реакция протекает по следующей схеме:

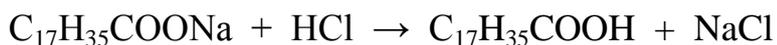


В сухую пробирку вносят несколько капель растительного масла или кусочек животного жира, добавляют немного порошка кислого сернокислого калия или натрия и осторожно подогревают. Появляются белые пары акролеина, обладающие резким запахом.

### Опыт № 4. Выделение свободных жирных кислот.

К 5 мл раствора мыла добавляют 1- 2 мл раствора соляной кислоты. При взаимодействии сильной кислоты с мылом выделяются свободные жирные кис-

лоты, которые всплывают на поверхность жидкости. Реакция идет по следующему уравнению:



#### **Опыт № 5. Растворимость жиров.**

Ставят два ряда пробирок по 4 в каждом, в пробирки первого ряда вносят по несколько капель растительного масла, в пробирки второго ряда – по кусочку твердого жира. в первую пробирку каждого ряда наливают 2 мл дистиллированной воды, во вторую – с только же диэтилового эфира, в третью – ацетона, четвертую – спирта. Все пробирки взбалтывают и наблюдают растворимость жиров в различных растворителях.

#### **Контрольные вопросы.**

1. Какие вещества называются жирами?
2. Чем отличаются твердые жиры от жидких жиров?
3. Напишите структурные формулы жирных кислот, входящих в состав растительных жиров.
4. Какие свойства характерны для жиров? Напишите уравнения реакций.
5. Какие вещества образуются при гидролизе жиров?
6. Объясните механизм прогоркания жиров.

#### **Лабораторная работа № 9.**

##### **Общие свойства ферментов.**

**Цель работы.** Изучение свойств ферментов.

**Реактивы и материалы.** Слюна, свежую слюну разводят в 10 раз дистиллированной водой; крахмал, 1 % раствор; раствор иода в иодистом калии (раствор Люголя): в нескольких миллилитрах воды растворяют 1 г иодистого калия, в концентрированном растворе соли растворяют 1 г иода и доливают водой до 300мл; едкий натр, 5% раствор; сернокислая медь  $\text{CuSO}_4$ , 5% раствор; сахароза 1 % раствор; реактивы для реакции Троммера, пробирки, водяная баня, нагревательный прибор.

##### **Задания:**

1. Проведите ферментативный гидролиз крахмала.
2. Изучить действие высокой температуры на ферментативную активность.
3. Изучить специфичность действия ферментов.

##### **Порядок выполнения работы.**

##### **Опыт № 1. Ферментативный гидролиз крахмала.**

Ферментативный гидролиз крахмала протекает под влиянием ферментов амилаз, которые содержатся в слюне, соке поджелудочной железы, печени, мозге. Источниками амилаз в промышленности служат проросшие зерна злаков (солод). Известны  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы. Под влиянием  $\alpha$ -амилазы гидролиз крахмала задерживается на стадии декстринов, тогда как под действием  $\beta$ -амилазы расщепление идет в сторону образования мальтозы. Мальтоза расщепляется на две молекулы глюкозы.

В две пробирки наливают по 2 мл 1 % раствора крахмала, в одну из них добавляют 1 мл разведенной слюны (1:10), в другую – 1 мл воды и ставят на 10 мин. в водяную баню, нагретую до 37 – 38° С, после чего охлаждают пробирки под проточной холодной водой. Проводят реакции Троммера и реакцию с иодом, для чего содержимое каждой пробирки делят на две части. Реакция Троммера дает положительный результат, так как при ферментативном гидролизе крахмала увеличивается количество свободных гликозидных гидроксильных групп, обуславливающих восстанавливающие свойства, и поэтому мальтоза и глюкоза способны восстанавливать окись меди до закиси.

### **Опыт № 2. Инактивация ферментов высокой температурой.**

Являясь белковыми веществами, ферменты чувствительны к температуре, при которой протекает реакция. Температурный оптимум действия ферментов теплокровных животных составляет 37 – 38° С. При повышении температуры до 70-80° приводит к потере каталитической активности ферментов вследствие денатурации их белковой части.

В две пробирки наливают по 1 мл разведенной слюны. Содержимое одной из них нагревают до кипения и кипятят 2-3 мин. Затем в обе пробирки добавляют по 1 мл раствора крахмала и ставят на 10 мин в водяную баню, нагретую до 38° С, после чего проводят реакцию Троммера и с иодом. Убеждаются, что в пробирке, в которой фермент был инактивирован кипячением, расщепление крахмала не произошло.

### **Опыт № 3. Специфичность действия ферментов.**

В две пробирки наливают по 1 мл разведенной слюны, затем в одну из них добавляют 1 мл раствора сахарозы, а в другую - столько же раствора крахмала. Обе пробирки оставляют на 10 мин в водяной бане при температуре 38° С, после чего охлаждают и с содержимым каждой из них проводят реакцию Троммера. Убеждаются, что амилаза катализировала лишь процесс гидролитического расщепления крахмала и не оказала действие на сахарозу.

### **Контрольные вопросы.**

1. Какие вещества являются ферментами?
2. Объясните механизм ферментативного катализа.
3. Какими свойствами обладают гидролитические ферменты?
4. Какова специфичность действия ферментов?
5. Какую роль выполняют активные центры при реакции ферментативного катализа?
6. Какие вещества выполняют роль кофермента?
7. Объясните субстратную специфичность ферментов.
8. Как действует высокая температура на активность ферментов?

### **Использованная литература**

1. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. М., 1981 г.
2. Стародубцев Д.С. Органическая химия. М. Высш.школа, 1991 г.
3. Под.ред. Н.К. Кочеткова. Общая органическая химия. М., т.9 1986 г.

4. Под.ред. Н.К. Кочеткова. Общая органическая химия. М., т . 10, 1986 г
5. Тўрақулов Е. «Биохимия», Т., 1995 г.
- 6.. Зупарова К.М., Собирова Д.К. “Органик кимё ва биокимё асослари” фаниан лаборатория ишлари ўтказиш бўйича методик кўрсатма. ТАЙИ 2007 й.
7. Юнусов Л., Рустамова Ш. Органик химиядан амалий машғулотлар. Т; Ўқитувчи, 1995