

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета **«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (СКФУ)**

Дата подписания: 06.09.2023 11:38:57

**ПЯТИГОРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) СКФУ**

Уникальный программный ключ:

**Колледж Пятигорского института (филиал) СКФУ**

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

# Методические указания

по выполнению лабораторных работ

по дисциплине «**ХИМИЯ**»

для студентов направления подготовки /специальности

**08.02.01 СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

шифр и наименование направления подготовки/ специальности

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Методические указания для лабораторных работ по дисциплине «Химия» составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО, предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Рассмотрено на заседании ПЦК колледжа Пятигорского института (филиал) СКФУ

Протокол № 8 от «22» марта 2021 г.

## **Пояснительная записка**

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

#### **Общие правила:**

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

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

1. Необходимые для работы реактивы выставляют на полки лабораторных столов.
2. На всех банках, склянках и другой посуде, где хранятся реактивы, должны быть этикетки с указанием названия веществ.
3. Склянки с веществами и растворами необходимо брать одной рукой за горлышко, а другой снизу поддерживая за дно.
4. Во избежание выбрасывания жидкости из пробирки при нагревании необходимо:
  - использовать при работе с нерастворимыми в воде веществами сухие пробирки;
  - нагревая пробирку, надо направить её отверстие в сторону от себя и от соседа;
  - держать пробирку не в вертикальном, а в наклонном положении, непрерывно вращая её во избежание частичного перегрева.
5. При работе с газоотводной трубкой необходимо убирать горелку из-под пробирки со смесью только после того, как конец газоотводной трубки удалён из пробирки – приёмника с жидкостью.
6. Нюхать реактивы в лаборатории нужно, направляя к себе пары или газ движением руки
7. При растворении следует приливать серную кислоту к воде по каплям, всё время, перемешивая вещества.
8. Работу с эфирами, спиртами, бензолом проводить вдали от огня.
9. Все опыты с сильно пахнущими и ядовитыми веществами проводить в вытяжном шкафу.
10. О любом, самом незначительном несчастном случае следует немедленно сообщить преподавателю и принять меры первой помощи:
  - при термических ожогах поражённое место нужно смочить раствором танина в спирте или 2% раствором перманганата калия.

- при химических ожогах необходимо, прежде всего, удалить с кожи вещество, вызывающее ожог, и обработать соответствующим образом:
  - а) при ожогах кислотой или щёлочью промыть поражённое место сильной струёй воды, а затем нейтрализовать кислоту 1% раствором гидрокарбоната натрия, щёлочь – 1% раствором уксусной кислоты;
  - б) при ожогах бромом поражённое место обработать 10-20% раствором тиосульфата натрия, смыть большим количеством воды, а затем наложить тампон, смоченный 5% раствором мочевины;
  - в) при ожогах жидким фенолом побелевший участок кожи растереть глицерином до восстановления его нормального цвета и наложить марлевый тампон, смоченный глицерином.
- если кислота или щелочь попали в глаз, то следует тщательно промыть его водой, а затем 2% раствором борной кислоты (для нейтрализации щёлочи) или 2% раствором гидрокарбоната натрия (для нейтрализации кислоты).
- при порезе руки, если в рану попал кусочек стекла, прежде всего, необходимо пинцетом удалить его
- , затем смазать рану спиртовым раствором йода и наложить повязку. Если кровотечение сразу не прекращается, надо приложить к ране кусочек кровоостанавливающей ваты (гигроскопическая вата, пропитанная 1% раствором хлорида железа). При сильном кровотечении надо временно перетянуть руку жгутом из резиновой трубки. Как только кровотечение остановится, жгут следует немедленно снять.

## Лабораторная работа №1

### Тема 1.5 Классификация неорганических соединений и их свойства.

**Оборудование и реактивы:** сода, 1% растворы NaOH, HCl, хлорида алюминия, хлорида железа, сульфата меди, сульфата магния, порошок CaO, лакмус.

#### 2.1. Кислотно-основные свойства оксидов

Растворите в воде в одной пробирке оксид кальция, в другой - диоксид углерода. В первую пробирку добавьте щепотку порошка CaO, 2-3 мл дистиллированной воды и взболтайте. Во вторую пробирку с 3-5 мл дистиллированной воды пропустите ток CO<sub>2</sub> из баллона или аппарата Киппа. В каждую пробирку добавьте 2-3 капли лакмуса и по цвету индикатора определите характер полученного раствора. Сделайте вывод о кислотно-основных свойствах данных оксидов и полученных гидроксидов. Напишите уравнения реакций. Исследуйте взаимодействие растворённых гидроксидов друг с другом и с раствором серной кислоты.

#### 2.2. Получение и свойства амфотерного гидроксида

В пробирку налейте 2-3 мл раствора хлорида хрома или хлорида алюминия (по выбору) и по каплям прибавляйте раствор щёлочи (NaOH или KOH) до образования устойчивого осадка. Разделите осадок на две пробирки: в одну прилейте раствор щёлочи, в другую - раствор кислоты до растворения осадка.

Сделайте вывод, составьте уравнения реакций.

#### 2.3. Получение нерастворимых в воде оснований

В отдельные пробирки налейте по 2-3 мл растворов хлорида железа, сульфата меди и сульфата магния.

Прилейте в каждую пробирку по каплям раствор щёлочи. Составьте уравнения реакций в молекулярном и ионном виде, отметьте цвет выпавших осадков.

#### 2.4. Кислотно-основные свойства солей

##### Свойства кислой соли.

Для получения кислой соли используйте раствор гидроксида кальция диоксид углерода.

Какой из указанных реактивов следует взять в избытке? Обратите внимание на то, что при пропускании тока CO<sub>2</sub> через раствор гидроксида вначале образуется осадок средней соли, который при дальнейшем пропускании диоксида углерода растворяется и переходит в растворимый гидрокарбонат. Составьте уравнения реакций. Чем нужно подействовать на гидрокарбонат (раствором HCl или NaOH), чтобы перевести его снова в осадок средней соли?

Отчёт по лабораторной работе оформите на двух развёрнутых листах тетради (лабораторного журнала) по следующей форме:

## Классы неорганических соединений

| Наименование опыта                        | Условия опыта                                       | Наблюдения    | Химизм взаимодействия                                             | Вывод                |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1. Кислотно-основные свойства оксидов CaO | CaO растворяем в воде, к раствору прибавляем лакмус | Раствор синее | $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ | CaO - основной оксид |

В данном и последующих отчётах уравнения реакций писать в молекулярном и ионном виде.

**Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями**, позволяющие определить достижение студентом отдельных учебных задач, уровень сформированности компонентов компетенций при изучении учебной темы:

### **Темы докладов/рефератов:**

1. «Жизнь, как биологический круговорот веществ».
2. «Современные представления об эволюции жизни».
3. «Здоровье и работоспособность».
4. «Принципы современной биоэтики».
5. Чрезвычайные ситуации экологического характера.
6. Чрезвычайные ситуации, условно, без загрязнения окружающей среды.
7. Чрезвычайные ситуации с загрязнением окружающей среды.

### **Формы текущего контроля знаний:**

1. Проверка выполненного задания
2. Разбор доводов в пользу той или иной позиции.
3. Оценка степени аргументированности суждений.

### **Темы для самостоятельного изучения:**

1. Классификация оснований и кислот. Состав.
2. Химические свойства оснований и кислот.

**Лабораторная работа. Получение этилена и ацетилена. Изучение их свойств.**

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1. Аккуратно обращаться со стеклянной химической посудой. Остатки разбитой посуды убирать с помощью совка и щётки.
2. Все работы, связанные с выделением ядовитых, летучих и неприятнопахнущих веществ, проводить в вытяжном шкафу.
3. При определении запаха веществ отверстие сосуда держать на расстоянии 25-30 см от лица, направляя к себе струю газа поступательными движениями ладони

от отверстия к лицу.

4. При разбавлении концентрированных кислот вливать кислоту в воду, но не наоборот.

5. При нагревании пробирки не держать её отверстием к себе или в сторону соседа. Не наклоняться над нагреваемой жидкостью во избежание попадания её на лицо, руки или одежду.

6. Горячие предметы можно ставить только на асбестовый картон, асбестовую сетку или другую специальную подставку.

7. При ожоге раскаленным предметом обожжённое место смочить крепким раствором или протереть кристалликами перманганата калия до побурения кожи или же приложить ватку, смоченную жидкостью от ожогов из аптечки.

11. Запрещается принимать пищу в химической лаборатории и пить воду из лабораторной посуды. Категорически запрещается пробовать реактивы на вкус.

12. При попадании на лицо или руки брызг концентрированных кислот после смывания водой промыть слабым раствором соды. Щёлочь следует смывать до тех пор, пока участок кожи, на который она попала, не перестанет быть скользким; затем промыть слабым раствором уксусной кислоты и наложить повязку из ваты, смоченной 3%-ным раствором перманганата калия (из аптечки в лаборантской кафедры).

13. По окончании работы выключить из сети все электроприборы, перекрыть подачу газа и воды в лабораторию и убрать рабочее место.

14. Обо всех несчастных случаях немедленно сообщать преподавателю или лаборанту.

### **1. Получение этилена и его свойства.**

**Оборудование:** металлический штатив с лапкой; спиртовка (горелка); пробка с газоотводной трубкой; 3 пробирки; песок (прокаленный) или мелкие капилляры.

**Реактивы:** смесь этилового спирта и концентрированной серной кислоты (1:3); карбид кальция (кусочки), бромная вода (на 50 мл воды 2 капли брома); раствор перманганата калия (0,5%, подкисленный).

В пробирку налейте 1,5 мл смеси этилового спирта и серной кислоты и опустите в нее немного песка или несколько мелких капилляров. Это нужно сделать для равномерного кипения жидкости. К пробирке присоедините пробку с газоотводной трубкой и укрепите ее в лапке штатива.

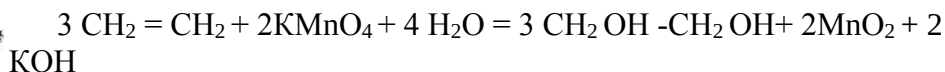
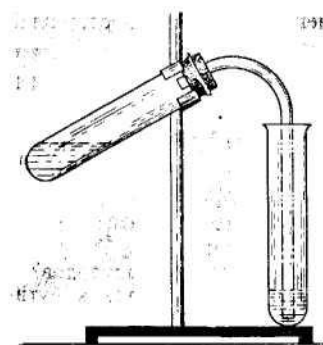
В 1-ю пробирку налейте 1 мл бромной воды, во 2-ю — столько же по объему раствора перманганата калия. Прежде чем начать опыт, проверьте прибор на герметичность, погрузив конец газоотводной трубки в 1-ю пробирку. Прогрейте всю пробирку со смесью и продолжайте не сильно нагревать то место, где находится жидкость (не нагревайте выше уровня жидкости, так как пробирка может лопнуть).

Что происходит с бромной водой? Не прекращая нагревания смеси, пропускайте выделяющейся этилен во 2-ю пробирку. Заметив обесцвечивание раствора, тотчас выньте газоотводную трубку из жидкости и поверните ее отверстием вверх. Подожгите выделяющийся газ и обратите внимание на характер пламени.

Прекратите нагревание и приступайте к разбору прибора после его остывания. Остывшую смесь разбавьте водой и вылейте в специальный слив.

На основании проведенных опытов укажите:

1. Какова роль серной кислоты в реакции получения этилена, проходящей по схеме:  $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$ ?
2. Каковы физические и химические свойства этилена? Рассмотрите их в своем отчете.



Напишите уравнение реакции присоединения брома к 2-метилбутену-2 и рассмотрите ее механизм ( $A_E$ ). Рассчитайте, сколько граммов 3%-ного раствора брома потребуется для бромирования 1 г 2-метилбутена-2.

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

## 2. Получение ацетилена и его свойства.

В пробирку помешают кусочек карбида кальция, приливают около 1 мл воды и сразу же закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой, имеющей оттянутый конец. Газоотводной трубкой закрывают пробирку, из которой выделяется ацетилен, поджигают ацетилен. Наблюдают характер пламени. Вносят в пламя крышку от тигля. На крышке образуется черное пятно сажи.

Вычислите процентное содержание углерода и водорода в ацетилене. Напишите уравнения реакций получения ацетилена карбидным способом и последующего его горения.

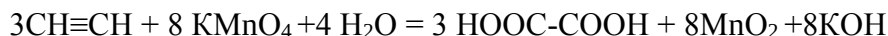
Затем пропускают ацетилен через бромную воду.

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

Напишите уравнение реакции ацетилена с бромом.

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

Напишите уравнение реакции окисления ацетилена перманганатом калия до щавелевой кислоты.



## Лабораторная работа № 2

### Тема 2.3 Этиленовые, диеновые, ацетиленовые углеводороды.

#### Качественные реакции на основные классы углеводородов

##### Цель работы:

1. Повторить классификацию, строение и свойства углеводородов.
2. Убедиться в том, что свойства определяются строением.



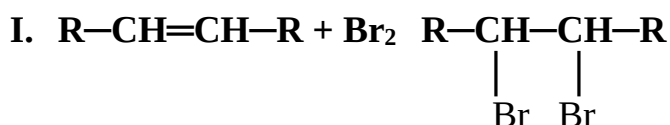
3. Познакомиться с лабораторными способами , распознавания основных классов углеводов

**Реактивы, оборудование:** раствор брома, 5% раствора соды, 1% раствор перманганата калия, аммиачный раствор хлорида меди, 1% раствор нитрата серебра, 5% раствор аммиака, нитрующая смесь, штатив с пробирками, горелка, газоотводная трубка, водяная баня.

### Ход работы

#### 1.Присоединение брома

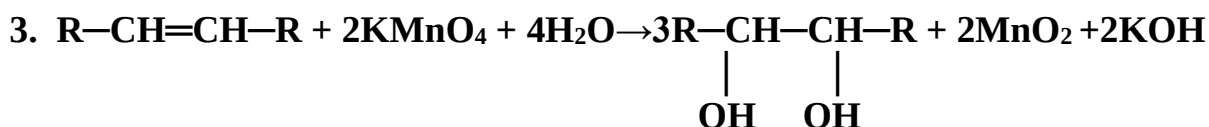
Углеводороды, содержащие кратные связи, легко присоединяют бром:



**методика:** в сухую пробирку помещают 1мл исследуемого вещества и добавляют по каплям, при легком встряхивании, раствор брома. Наблюдается исчезновение желтой окраски.

#### 2.Проба с перманганатом калия ( реакция Вагнера)

В слабощелочной среде при действии перманганата калия происходит окисление вещества с разрывом кратной связи.



**методика:**

К 1 мл исследуемого вещества добавляют 1 мл 5% раствора соды, затем по каплям, при встряхивании 1% раствор перманганата калия.

Наблюдается исчезновение малиновой окраски перманганата.

Ацетиленовые углеводороды также дают реакции с бромом и перманганатом калия, которые, однако, протекают с меньшей скоростью.

#### 3.Образование ацетиленидов

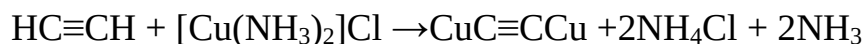
Атом водорода, находящийся при связанном тройной связью атомом углерода, способен замещаться на металл (качественная реакция на группу  $-\text{C}\equiv\text{CH}$ ).

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

**Методика:**

Опыт №1 Получение ацетиленида меди (1)

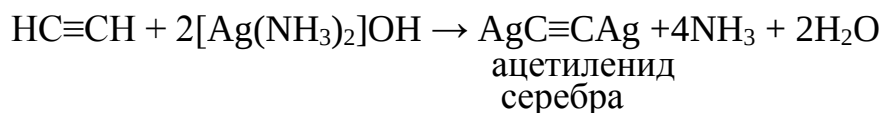
В пробирку наливают 2-3 мл бесцветного аммиачного раствора хлорида меди(1)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  и пропускают через раствор ацетилен. Раствор окрашивается в красно- бурый цвет, затем выпадает красно-бурый осадок ацетиленида меди.



Эту реакцию применяют для обнаружения даже следов ацетилена. Смачивают полоску фильтровальной бумаги аммиачным раствором хлорида меди (1) и вносят её в отверстие пробирки, из которой выделяется ацетилен. Появляется красно-бурое окрашивание.

#### Опыт №2: Получение ацетиленида серебра.

В пробирку наливают 2 мл 1% раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5% раствор аммиака до полного растворения образующегося осадка оксида серебра. Через полученный бесцветный раствор пропускают ацетилен. Выпадает желтовато-белый осадок ацетиленида серебра.

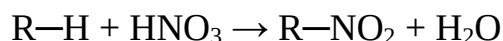


## **2.Обнаружение ароматических углеводородов.**

Ароматические соединения вступают в реакции замещения, образуя окрашенные соединения.

### **а) нитрование ароматических соединений (тяга!).**

Реакцию проводят азотной кислотой или нитрующей смесью:



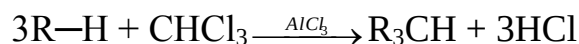
#### ***Методика:***

В пробирку помещают 0,1 г (или 0,1 мл) вещества и при непрерывном встряхивании постепенно прибавляют 3 мл нитрующей смеси (1 часть концентрированной азотной кислоты и 1 часть концентрированной серной кислоты). Пробирку закрывают пробкой с длинной стеклянной трубкой, которая служит обратным холодильником, и нагревают на водяной бане 5 мин. при 50°C. Смесь выливают в стакан с 10 г измельченного льда.

Если при этом выпадает твердый продукт или масло, нерастворимые в воде и отличающиеся от исходного вещества, то можно предположить присутствие ароматических соединений.

### б) алкилирование ароматических соединений.

Ароматические углеводороды и их галогенопроизводные дают при взаимодействии с хлороформом в присутствии хлорида алюминия продукты, окрашенные в яркие цвета (Оранжевый, пурпурный, синий, зеленый)



#### Методика:

В пробирку с 1-2 мл обезвоженного хлороформа прибавляют 0,1 г (или 0,1 мл) исследуемого вещества. Смесь перемешивают. Затем осторожно вносят 0,5 г порошкообразного безводного хлорида алюминия так, чтобы большая часть его осталась на стенках пробирки выше уровня жидкости. Наклоняя пробирку, слегка смачивают порошок хлорида алюминия. Появление яркой окраски на стенке пробирки, а также окрашивание и всего раствора указывает на присутствие ароматической системы.

#### Результаты оформить в виде таблицы:

| № п.п. | Исследуемое вещество | Уравнение реакции | Аналитический эффект |
|--------|----------------------|-------------------|----------------------|
|        |                      |                   |                      |

## Лабораторная работа № 3

### Тема 2.8 Углеводы

#### Цель работы:

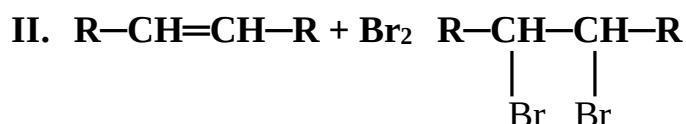
4. Повторить классификацию, строение и свойства углеводов.
5. Убедиться в том, что свойства определяются строением.
6. Познакомиться с лабораторными способами, распознавания основных классов углеводов

**Реактивы, оборудование:** раствор брома, 5% раствора соды, 1% раствор перманганата калия, аммиачный раствор хлорида меди, 1% раствор нитрата серебра, 5% раствор аммиака, нитрующая смесь, штатив с пробирками, горелка, газоотводная трубка, водяная баня.

#### Ход работы

##### 1.Присоединение брома

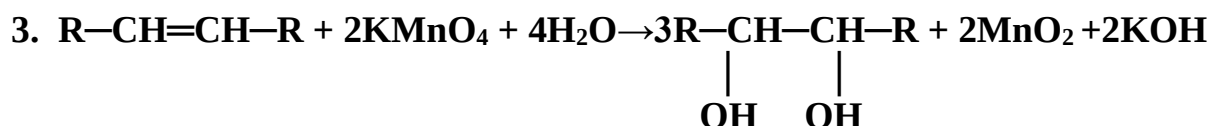
Углеводороды, содержащие кратные связи, легко присоединяют бром:



**методика:** в сухую пробирку помещают 1мл исследуемого вещества и добавляют по каплям, при легком встряхивании, раствор брома. Наблюдается исчезновение желтой окраски.

## 2.Проба с перманганатом калия ( реакция Вагнера)

В слабощелочной среде при действии перманганата калия происходит окисление вещества с разрывом кратной связи.



**методика:**

К1 мл исследуемого вещества добавляют 1 мл 5% раствора соды, затем по каплям, при встряхивании 1% раствор перманганата калия.

Наблюдается исчезновение малиновой окраски перманганата.

Ацетиленовые углеводороды также дают реакции с бромом и перманганатом калия, которые, однако, протекают с меньшей скоростью.

## 3.Образование ацетиленидов

Атом водорода, находящийся при связанном тройной связью атомом углерода, способен замещаться на металл (качественная реакция на группу  $-\text{C}\equiv\text{CH}$ ).

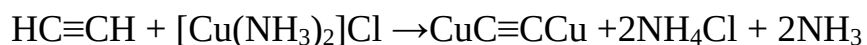
Работа с ацетиленидами требует соблюдения правил техники безопасности. В сухом виде, при слабом нагревании или при ударе, они взрываются с большой силой, поэтому нельзя полностью высушивать ацетилениды. Особенно опасен в сухом виде ацетиленид серебра.

**Методика:**

### Опыт№1 Получение ацетиленида меди (1)

В пробирку наливают 2-3 мл бесцветного аммиачного раствора хлорида меди(1)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  и пропускают через раствор ацетилен.

Раствор окрашивается в красно- бурый цвет, затем выпадает красно-бурый осадок ацетиленида меди.



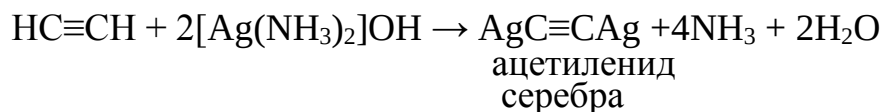
Эту реакцию применяют для обнаружения даже следов ацетилена.

Смачивают полоску фильтровальной бумаги аммиачным раствором хлорида меди (1) и вносят её в отверстие пробирки, из которой выделяется ацетилен. Появляется красно-бурое окрашивание.

### Опыт№2: Получение ацетиленида серебра.

В пробирку наливают 2 мл 1% раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5% раствор аммиака до полного растворения образующегося осадка оксида серебра.

Через полученный бесцветный раствор пропускают ацетилен. Выпадает желтовато-белый осадок ацетиленида серебра.

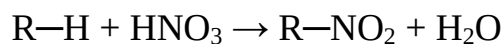


## 2.Обнаружение ароматических углеводородов.

Ароматические соединения вступают в реакции замещения, образуя окрашенные соединения.

### а) нитрование ароматических соединений (тяга!).

Реакцию проводят азотной кислотой или нитрующей смесью:



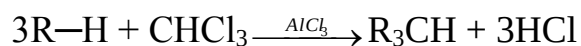
#### **Методика:**

В пробирку помещают 0,1 г (или 0,1 мл) вещества и при непрерывном встряхивании постепенно прибавляют 3 мл нитрующей смеси (1 часть концентрированной азотной кислоты и 1 часть концентрированной серной кислоты). Пробирку закрывают пробкой с длинной стеклянной трубкой, которая служит обратным холодильником, и нагревают на водяной бане 5 мин. при 50°С. Смесь выливают в стакан с 10 г измельченного льда.

Если при этом выпадает твердый продукт или масло, нерастворимые в воде и отличающиеся от исходного вещества, то можно предположить присутствие ароматических соединений.

### б) алкилирование ароматических соединений.

Ароматические углеводороды и их галогенопроизводные дают при взаимодействии с хлороформом в присутствии хлорида алюминия продукты, окрашенные в яркие цвета (Оранжевый, пурпурный, синий, зеленый)



#### **Методика:**

В пробирку с 1-2 мл обезвоженного хлороформа прибавляют 0,1 г (или 0,1 мл) исследуемого вещества. Смесь перемешивают. Затем осторожно вносят 0,5 г порошкообразного безводного хлорида алюминия так, чтобы большая часть его осталась на стенках пробирки выше уровня жидкости. Наклоняя пробирку, слегка смачивают порошок хлорида алюминия. Появление яркой окраски на стенке пробирки, а также окрашивание и всего раствора указывает на присутствие ароматической системы.

## Результаты оформить в виде таблицы:

| № п.п. | Исследуемое вещество | Уравнение реакции | Аналитический эффект |
|--------|----------------------|-------------------|----------------------|
|        |                      |                   |                      |

### . Свойства углеводов.

#### Опыт 1. Свойства моносахаридов: глюкозы и фруктозы

**Цель работы:** доказать наличие в молекуле глюкозы определенных функциональных групп.

**Оборудование:** спиртовка (горелка); пробиркодержатель; пробирки

**Реактивы:** 5% раствор сульфата меди (II); 3% раствор гидроксида натрия; конц. хлороводородная кислота ( $\rho=1,19$ ), 5% аммиак, 1% раствор нитрата серебра; реактив Селиванова; глюкоза, фруктоза, глицерин.

##### 1.1. Восстановление гидроксида меди (II) глюкозой.

В пробирку внесите 1 мл сульфата меди и несколько капель раствора гидроксида натрия, к полученному осадку добавьте 2 мл р-ра глюкозы, до образования светло-синего раствора. Такой же опыт проделайте с раствором глицерина. Что общего в его свойствах с глюкозой? Что доказывает опыт с глюкозой?

Полученный раствор глюкозы нагрейте. Что наблюдаете? Наличие какой функциональной группы в молекуле глюкозы подтверждает этот опыт? Может ли такую реакцию дать раствор глицерина при нагревании? Составьте уравнение реакции глюкозы с гидроксидом меди (II) при нагревании.

##### 1.2. Восстановление оксида серебра глюкозой (реакция «серебряного зеркала»)

Сначала готовят аммиачный раствор гидроксида серебра из 4—5 мл 1-% раствора нитрата серебра. Приливают 1,5 мл раствора глюкозы, нагревают 5—10 мин на водяной бане, нагретой до 70—80°C. Металлическое серебро выделяется на стенках в виде зеркального налета.

Во время нагревания пробирку нельзя встряхивать, иначе металлическое серебро выделится не на стенках пробирок, а в виде темного осадка. Чтобы получить хорошее зеркало, в пробирках предварительно кипятят раствор гидроксида натрия, затем их споласкивают дистиллированной водой.

Напишите уравнение реакции окисления D-глюкозы до D-глюконовой кислоты аммиачным раствором гидроксида серебра.

##### 1.3. Реакция Селиванова на фруктозу (отличие кетогексоз от альдогексоз).

В две пробирки наливают по 2 мл реактива Селиванова (раствор резорцина в разбавленной соляной кислоте), затем в одну пробирку прибавляют 2 капли раствора фруктозы, а в другую — 2 капли раствора глюкозы. Обе пробирки одновременно помещают в водяную баню с температурой воды 80°C и выдерживают при этой температуре в течение 8 мин (появляется красное окрашивание). Сравнивают окраску растворов в пробирках с глюкозой и с фруктозой. Объясните опыт.

##### 1.4. Обнаружение фруктозы в меде.

Повторяют опыт 1.3., но вместо раствора фруктозы используют раствор меда.

### Вопросы и задания для самоконтроля.

1. Напишите схему таутомерного равновесия для D-глюкозы, D-фруктозы.

2. Составьте формулы для:

а)  $\beta$ -D-галактопиранозы, б)  $\beta$ -D-фруктофуранозы.

3. Напишите уравнения реакций D-глюкозы с:

а) синильной кислотой, б) йодистым метилом,

в) этанолом (в присутствии соляной кислоты),

г) гидроксидом меди (при нагревании), д) аммиачным раствором окиси серебра.

## Опыт 2. Свойства дисахаридов

**Оборудование:** спиртовка (горелка); пробиркодержатель; пробирки

**Реактивы:** сахароза; мальтоза, лактоза (молочного сахара); 5% раствор сульфата меди (II); 10% раствор гидроксида натрия; реактив Селиванова, раствор серной кислоты (1:5); аммиачный раствор оксида серебра.

### 2.1. Реакция на гидроксильные группы дисахаридов: с гидроксидом меди (II).

В пробирке смешивают 1,5 мл раствора сахарозы и 1,5 мл раствора гидроксида натрия. В другой пробирке смешивают такие же количества раствора лактозы (или мальтозы) и раствора щелочи. Затем в каждую пробирку по каплям добавляют раствор сульфата меди. Образующийся вначале бледно-голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании растворяется, растворы приобретают синеватую окраску вследствие образования комплексных сахаратов меди (II).

Что доказывает эта реакция? Напишите уравнение реакции образования моносахарата меди (II), получающегося при взаимодействии сахарозы с гидроксидом меди (II).

**2.2. Реакция дисахаридов по карбонильным группам (сравнение свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов) с гидроксидом меди (II) в щелочном растворе при нагревании.**

**Реактивы:** 1-% растворы сахарозы, мальтозы, лактозы, 5% раствор сульфата меди (II), уксусная кислота, 10-% раствор гидроксида натрия, 40-% раствор гидроксида натрия.

**Оборудование:** химические стаканы (25 мл), химические воронки, фильтровальная бумага, индикаторная бумага, мерные цилиндры (10 мл)

В три пробирки наливают по 1,5—2 мл растворов сахарозы, мальтозы и лактозы. Затем в каждую пробирку добавляют равный объем раствора гидроксида натрия, жидкости перемешивают и нагревают в пламени горелки верхнюю часть растворов до начинающегося кипения. Нижняя часть растворов не должна нагреваться.

#### Вопросы:

1. Во всех ли пробирках появляется красный осадок оксида меди (I)? Объясните результаты опыта.

2. Напишите уравнения реакций с гидроксидом меди (II) при нагревании для тех дисахаридов, которые дают положительную реакцию со щелочью при нагревании.

### 2.3. Гидролиз (инверсия) сахарозы.

**Реактивы:** 1-% раствор сахарозы, 10-% раствор серной кислоты, 5% раствор сульфата меди (II); реактив Селиванова, гидрокарбонат натрия (сухой).

**Оборудование:** водяные бани, термометры (100 °C).

В пробирку наливают 3 мл раствора сахарозы и прибавляют 1 мл раствора серной кислоты. Полученный раствор кипятят в течение 1—2 мин, затем охлаждают и делят на две части. Половину раствора нейтрализуют и приливают равный объем 5% раствора сульфата меди (II) и нагревают верхнюю часть жидкости до начинающегося кипения. Изменяется ли окраска реакционной смеси?

В другой пробирке нагревают смесь 1,5 мл раствора сахарозы с равным объемом 5% раствора сульфата меди (II). Сравнивают результаты опыта — реакцию сахарозы с 5% раствором сульфата меди (II) до гидролиза и после гидролиза.

Объясните процесс. Напишите уравнение реакции прибавляют 1 мл раствора серной кислоты. Полученный раствор кипятят в течение 1—2 мин, затем охлаждают и делят на две части. Полови-

ну раствора нейтрализуют и приливают равный объем 5% раствора сульфата меди (II) и нагревают верхнюю часть жидкости до начинающегося кипения. Изменяется ли окраска реакционной смеси?

В другой пробирке нагревают смесь 1,5 мл раствора сахарозы с равным объемом 5% раствора сульфата меди (II). Сравнивают результаты опыта — реакцию сахарозы с 5% раствором сульфата меди (II) до гидролиза и после гидролизагидролиза сахарозы.

Вторую половину гидролизата сахарозы используют для обнаружения фруктозы (кетозы) реакцией Селиванова (см. опыт 1.3.). Параллельно проводят реакцию Селиванова с раствором негидролизованной сахарозы.

Что наблюдаете? Наличие какого вещества подтверждается проделанной реакцией?

Сделайте вывод о строении молекулы сахарозы.

#### **Экспериментальная задача.**

В трех пробирках находятся растворы: а) глюкозы, б) сахарозы, в) глицерина. Определите при помощи качественных реакций, какое вещество находится в каждой пробирке.

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

1. Напишите формулы: а)  $\alpha$  - D - глюкопиранозил - (1 $\rightarrow$  2) -  $\beta$  - D - фруктофуранозид, б)  $\alpha$ -D-глюкопиранозил - (1 $\rightarrow$  4) - $\alpha$ -D-глюкопиранозы, в)  $\beta$  -D-галактопиранозил - (1 $\rightarrow$  4) - $\alpha$ -D-глюкопиранозы.
2. Напишите таутомерные формы лактозы, мальтозы. Возможны ли таутомерные формы сахарозы.
3. Какие соединения образуются при гидролизе: мальтозы, сахарозы, лактозы.
4. Какие соединения образуются, если мальтозу и лактозу подвергнуть действию: а) воды (в присутствии серной кислоты), б) гидроксидом меди (при нагревании и без), в) этилового спирта (в присутствии соляной кислоты), г) избытка йодистого метила.
5. В чем сходство и различие химических свойств сахарозы и мальтозы в отношении к гидролизу, спиртам, гидроксиду меди (при нагревании).
6. Как определить порядок связи между остатками моносахаридов в молекуле мальтозы?

#### **Опыт 3. Свойства полисахаридов (крахмала)**

**Оборудование:** металлический штатив с кольцом; асбестированная сетка; спиртовка (горелка); пробиркодержатель, стакан вместимостью 50 мл, пробирки; стеклянная палочка; пипетка; стеклянная лопаточка.

**Реактивы:** крахмальный клейстер, спиртовой раствор йода; 5% раствор сульфата меди (II); 10% раствор гидроксида натрия; раствор серной кислоты (1 :5).

#### **Приготовление крахмального клейстера.**

Одну стеклянную лопаточку крахмала поместите в пробирку и прилейте 2 мл воды. Содержимое пробирки взболтайте. Что можно сказать о растворимости крахмала в воде при комнатных условиях? Теперь вылейте небольшими порциями содержимое пробирки (при помешивании) в стакан с 5— 6 мл горячей воды. Полученный крахмальный клейстер — коллоидный раствор - используйте для проведения последующих опытов.

Обычно для работы готовят 0,5% раствор крахмала.

#### **3.1. Качественная реакция на крахмал.**

К 1 мл крахмального клейстера в пробирке прибавьте каплю спиртового раствора йода. Какую окраску принимает раствор? Нагрейте раствор: постепенно окрашивание исчезает. При остывании раствора окрашивание снова восстанавливается. Отсюда вывод: при качественном определении крахмала не следует нагревать раствор (или твердый продукт, содержащий крахмал).

#### **3.2. Доказательство отсутствия восстанавливающей способности у крахмала.**

Внесите в пробирку 1 мл крахмального клейстера, 1 мл раствора сульфата меди (II) и 2 мл раствора гидроксида натрия. Смесь **нагрейте, не доводя ее до кипения.**



Происходит ли восстановление гидроксида меди (II) крахмалом? Почему образуется черный осадок? Каков его состав? Опыт убеждает в том, что в молекулах крахмала мизерное число восстанавливающих групп, не обнаруживаемых гидроксидом меди (II).

### 3.3. Кислотный гидролиз крахмала.

**Реактивы:** 1-% крахмальный клейстер, 10-% раствор серной кислоты, разбавленный раствор Люголя, 10-% раствор гидроксида натрия, 5% раствор сульфата меди (II).

**Оборудование:** конические колбы (50 мл), пипетки, мерные цилиндры (50 и 10 мл), фарфоровые чашки, индикаторная фенолфталеиновая бумага.

В коническую колбу емкостью 50 мл наливают 20—25 мл крахмального клейстера и 3—5 мл раствора серной кислоты. В 7—8 пробирок наливают по 1 мл очень разбавленного раствора йода в иодиде калия (светло-желтого цвета), пробирки ставят в штатив. В первую пробирку вносят 1—3 капли подготовленного для опыта раствора крахмала. Отмечают образовавшуюся окраску. Затем колбу нагревают на асбестовой сетке небольшим пламенем горелки. Через 30 с после начала кипения отбирают пипеткой вторую пробу раствора, которую вносят во вторую пробирку с раствором йода, после встряхивания отмечают цвет раствора. В дальнейшем отбирают пробы раствора через каждые 30 с и вносят их в последующие пробирки с раствором йода. Отмечают постепенное изменение окраски растворов при реакции с йодом. Изменение окраски происходит в следующем порядке:

| Номер пробы | Окраска с йодом     |
|-------------|---------------------|
| 1           | Синяя               |
| 2           | Сине – фиолетовая   |
| 3           | Красно - фиолетовая |
| 4           | Красновато-бурая    |
| 5           | Оранжевая           |
| 6           | Оранжево-желтая     |
| 7           | Желтая (цвет йода)  |

После того как реакционная смесь перестанет давать окраску с йодом, смесь кипятят еще 2—3 мин, после чего ее охлаждают и нейтрализуют раствором гидроксида натрия, добавляя его по каплям до щелочной реакции среды (появления розовой окраски на индикаторной бумаге).

Часть щелочного раствора переливают в пробирку, смешивают с равным объемом сульфата меди и нагревают верхнюю часть жидкости до начинающегося кипения.

#### Вопросы:

Выпадает ли красный осадок оксида меди (I)?

Напишите уравнение реакции гидролиза крахмала, укажите промежуточные и конечный продукты.

Объясните, почему в процессе гидролиза изменяется окраска гидролизата с йодом.

#### Экспериментальная задача.

В трех пробирках находятся: а) крахмал, б) сахароза, в) мальтоза. С помощью качественных реакций определите, в какой пробирке находится какое вещество.

#### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Напишите схемы образования крахмала и целлюлозы. Объясните различия в строении этих полисахаридов.

2. Напишите схемы образования амилозы и амилопектина. Как связываются между собой цепи в точке разветвления в молекуле амилопектина?
3. Почему крахмал и целлюлоза не окисляются слабыми окислителями?
4. Напишите схему образования инулина, построенного в основной части из остатков  $\alpha$ -фруктофуранозы, связанных в положении 1-2.
5. Напишите схемы образования полных эфиров целлюлозы: азотнокислого и уксуснокислого.

**Темы докладов/рефератов:**

1. «Корпускулярная концепция описания природы».
2. «Основные законы химии».
3. «Жизнь, как биологический круговорот веществ».
4. «Современные представления об эволюции жизни».
5. «Здоровье и работоспособность».
6. Химическое оружие и его поражающие факторы.
7. Биологическое оружие и его поражающие факторы.
8. О значении здоровья человека и здорового образа жизни.

## **Качественный анализ органических соединений по функциональным группам.**

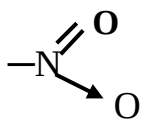
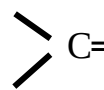
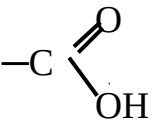
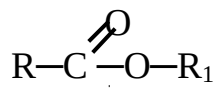
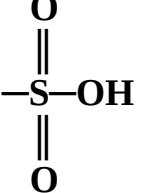
Функциональная группа – это атом или группа атомов неуглеводородного характера, которые определяют принадлежность соединения к определенному классу.

Функциональные группы обладают высокой реакционной способностью и легко взаимодействуют с различными реактивами с заметным аналитическим эффектом.

### ***Основные функциональные группы и классы***

#### ***органических соединений***

| функциональная<br>группа | название класса |
|--------------------------|-----------------|
|--------------------------|-----------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $-\text{F}, -\text{Cl}, -\text{Br}, -\text{I}(-\text{Hal})$ – галогены<br>$-\text{OH}$ – гидроксильная<br>$-\text{OR}$ – алкоксильная<br>$-\text{SH}$ – тиольная<br>$-\text{NH}$ – амина-<br> нитро-<br> карбонильная<br> карбоксильная<br><br> сульфо- | галогенопроизводные<br><br>спирты, фенолы<br>простые эфиры<br>тиолы<br>амины<br><br>нитросоединения<br><br>альдегиды<br>кетоны<br><br>карбоновые кислоты<br><br>сложные эфиры<br><br>сульфокислоты |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

В данных методических указаниях приводятся теоретические основы качественного анализа основных классов органических соединений, с приведением наиболее часто встречающихся в аналитической практике методик с указанием химических реакций.

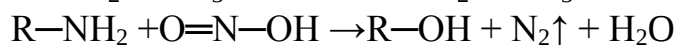
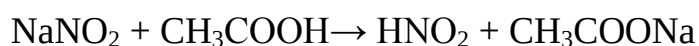
### 1. Реакции с азотистой кислотой.

**а) первичные алифатические амины**, при действии азотистой кислоты, реагируют с выделением азота.

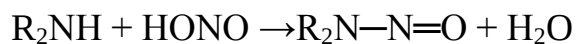
#### **Методика:**

В пробирку наливают 1 мл исследуемого вещества, затем приливают 1 мл 10% раствора нитрита натрия.

При добавлении к реакционной смеси нескольких капель ледяной уксусной кислоты выделяется азот в виде мелких пузырьков.



**б) вторичные алифатические амины** в данных условиях (опыта) образуют нитропроизводные.



Аналогично реагируют ароматические вторичные амины.

Нитрозоамины – жидкости бурого цвета, в ряде случаев возможно выпадение белого или желто-бурого хлопьевидного осадка.

**в) чисто алифатические (как и чисто ароматические) третичные амины** с азотистой кислотой не реагируют.

## 2.Изонитрильная проба. (тяга!)

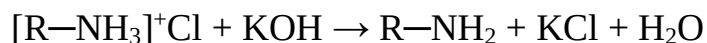
Является качественной реакцией на первичные амины.

### **Методика:**

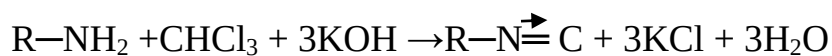
В пробирку вносят несколько кристалликов солянокислой соли амина, добавляют 2-3 капли хлороформа и 1 мл 15% спиртового раствора гидроксида калия. Смесь осторожно нагревают. Появляется характерный неприятный запах изонитрила.

Изонитрил ядовит, поэтому после окончания опыта его гидролизуют, приливая в охлажденную пробирку, содержащую изонитрил, 3-4 мл концентрированной соляной кислоты.

В щелочной среде из соли амина свободный амин:



Первичный амин реагирует с хлороформом и избытком щелочи с образованием изонитрила:



## 3.Открытие первичных и вторичных алифатических аминов пробой с нитропруссидом натрия $[Fe(CN)_5NO]$

Первичные алифатические амины с ацетоном и нитропруссидом натрия образуют соединения, окрашенные в красно-фиолетовый цвет.

Вторичные алифатические амины при взаимодействии с альдегидом и нитропруссидом натрия образуют соединения, окрашенные в сине-фиолетовый цвет.

### **Методика:**

а) смешивают 1 каплю ацетона с каплей свежеприготовленного 1% раствора нитропруссид натрия и прибавляют 1 каплю испытуемого вещества.

В случае присутствия первичного амина появляется красно-фиолетовая окраска.

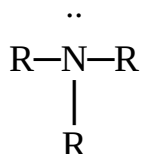
б) каплю исследуемого вещества смешивают с одной каплей свежеприготовленного 1% раствора нитропруссид натрия, содержащего 10% (по объему) уксусного альдегида.

Смесь подщелачивают, добавляя 2 капли 5% раствора карбоната натрия.

Появление сине-фиолетовой окраски свидетельствует о наличии вторичного алифатического амина.

#### 4.Открытие третичных аминов реакциями комплексообразования.

Третичные амины (как алифатические, так и ароматические) обладают резко выраженными свойствами из-за неподеленной пары электронов у атома азота.



Третичные амины легко образуют комплексные соли с металлами, выпадающие в осадок.

Реактивами являются так называемые «общеалкалоидные реактивы», т. к. впервые были предложены для идентификации алкалоидов.

Формулы некоторых реактивов и аналитические эффекты реакций приведены в таблице:

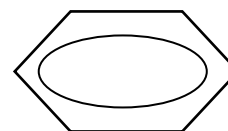
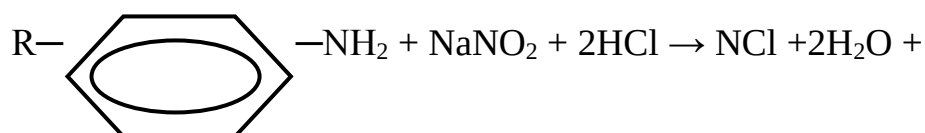
| формула и название реактива | пикриновая кислота (2,4,6 тринитрофенол) | реактив Майера $\text{K}_2\text{HgI}_4$ | реактив Бушарда $\text{KI}_3$ | реактив Драгендорфа $\text{KBiI}_4$ |
|-----------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| аналитический эффект        | желтый осадок                            | белый осадок                            | бурый осадок                  | оранжевый осадок                    |

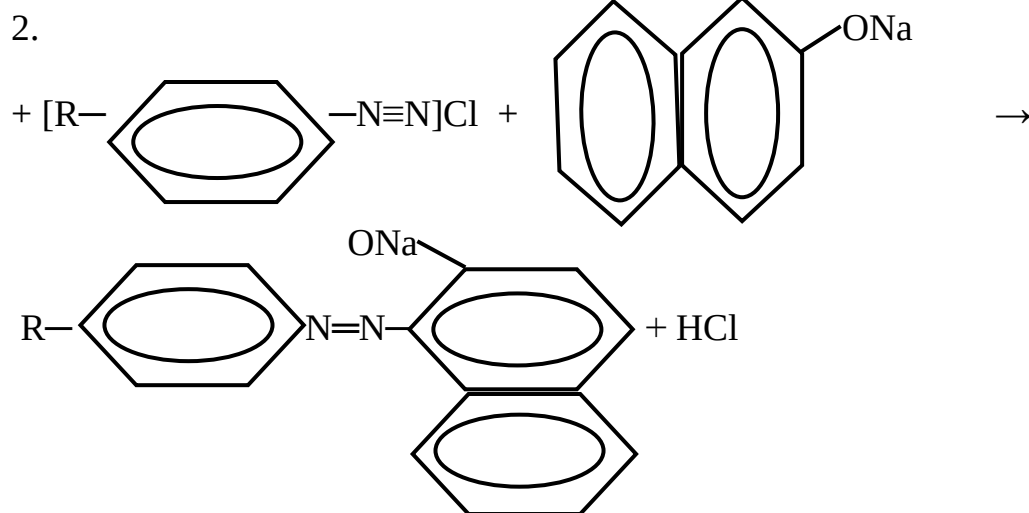
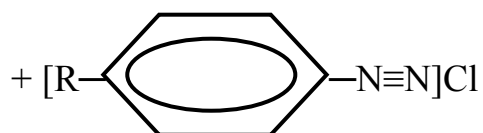
#### Методика:

К 0,5 мл раствора исследуемого вещества прибавляют 1-2 капли реактива.

Наблюдается выпадение осадка.

1.



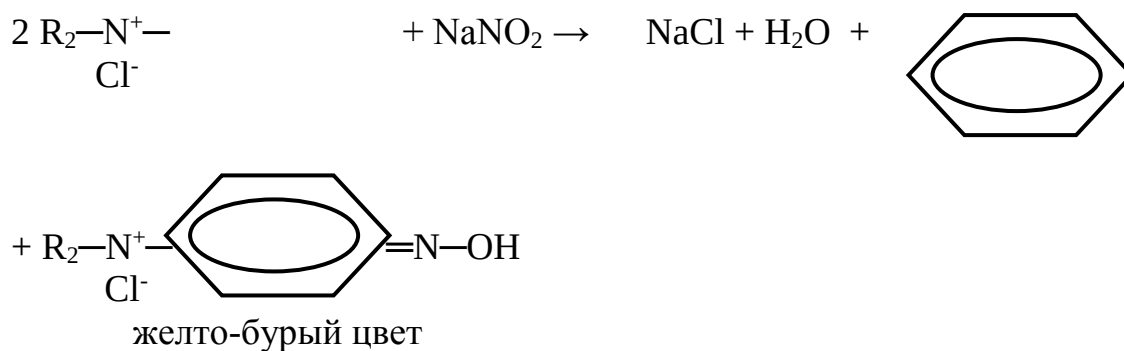


**Методика:**

Готовят раствор 0,2 г сульфаниловой кислоты в 0,5 мл 2Н раствора едкого натра (при нагревании) и каплю полученного раствора наносят на фильтровальную бумагу. На образовавшееся пятно каплю 10%-ного раствора нитрита натрия, каплю 1Н соляной кислоты, а затем каплю раствора β-нафтола в 2Н едком натре. Появляется оранжевое окрашивание.

**б) определение вторичной, третичной ароматической аминогруппы  
определение третичной жирноароматической аминогруппы.**

Жирноароматические амины при обработке азотистой кислотой образуют С-нитрозосоединения:



**Методика:**

В пробирку с пробкой добавляют 1 каплю исследуемого вещества (н-р диметиланилин) и 2 капли концентрированной серной кислоты.

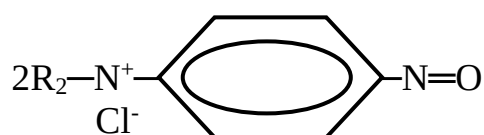
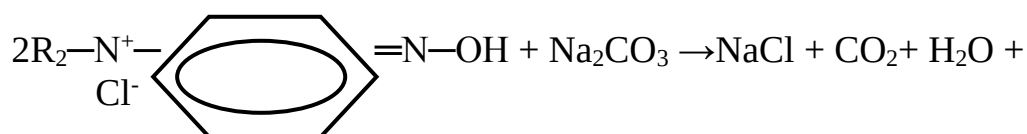
Содержимое пробирки охлаждают холодной водой. Затем добавляют 2 капли 30%-ного раствора  $\text{NaNO}_2$ .

После добавления каждой капли пробирку закрывают пробкой, сильно встряхивают и охлаждают холодной водой.

Смесь окрашивается в желто-бурый цвет, вследствие образования солянокислой соли п-нитрозодиметиланилина.

Для выделения свободного п-нитрозодиметиланилина, в пробирку прибавляют по каплям 5% раствор соды до образования зеленой окраски, а затем 2 мл эфира и встряхивают.

Эфирный слой приобретает изумрудно-зеленую окраску п-нитрозодиметиланилина.



п-нитрозодиметиланилин.

**Результаты оформить в виде таблицы:**

| №<br>п.п. | Исследуемое<br>вещество | Уравнение реакции | Аналитический<br>эффект |
|-----------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
|           |                         |                   |                         |

## Литература:

### Основная литература:

1. Дроздов, А. А. Химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / А. А. Дроздов, М. В. Дроздова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Научная книга, 2019. — 317 с. — 978-5-9758-1900-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87083.html>
2. Вайтнер В.В. Химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Вайтнер, Е.А. Никоненко. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016. — 132 с. — 978-5-7996-1780-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66217.html> ЭБСпочта;

### Дополнительная литература:

1. Химия [Электронный ресурс]: учебное пособие /. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 92 с. — 978-5-890040-579-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59133.html> ЭБС
2. Химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Даниленко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2016. — 261 с. — 978-5-7795-0775-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68898.html> ЭБС

---

### Интернет-ресурсы:

1. [www.elementy.ru](http://www.elementy.ru) – сайт «Элементы большой науки. Энциклопедия»
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki> - Интернет-энциклопедия testpilot.
3. <http://www.nkj.ru> – сайт журнала «Наука и жизнь».
4. <http://www.znanie-sila.ru> – сайт журнала «Знание – сила».
5. <http://technicamolodezhi.ru> – сайт журнала «Техника – молодежи».
6. <http://www.popmech.ru> – сайт журнала «Популярная механика».
7. <http://ihst.ru> – сайт Института истории химии и техники им. С.И. Вавилова РАН (ИИЕТ РАН)
8. [http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/VV\\_VIET.HTM](http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/VV_VIET.HTM) - сайт журнала «Вопросы истории химии и техники».
9. <http://naturalscience.ru> – сайт «Химия. Справочник естественных наук».