

**Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского**

**Национальный исследовательский университет**

**Учебно-научный и инновационный комплекс  
«Новые многофункциональные материалы и нанотехнологии»**

Малышева Ю.Б., Федоров А.Ю., Старостина Т.И.

# **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

Электронное учебное пособие

Мероприятие 1.2. Совершенствование образовательных технологий, укрепление материально-технической базы учебного процесса

Учебные дисциплины: «Органическая химия»

Специальности, направления: направление подготовки 020100 «Химия», специальности 020101 «Химия», 020801 «Экология», 240306 «Химическая технология монокристаллов, материалов и изделий электронной техники»

Нижний Новгород  
2010

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. Малышева Ю.Б., Федоров А.Ю., Старостина Т.И. Электронное учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. – 34с.

Мероприятие 1.2. Совершенствование образовательных технологий, укрепление материально-технической базы учебного процесса

В настоящем учебном пособии рассмотрены качественные реакции различных классов органических соединений и описаны методики определения важнейших функциональных групп, позволяющие идентифицировать неизвестное органическое вещество. Пособие содержит таблицы, обобщающие представленный материал.

Электронное учебное пособие предназначено для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 020100 «Химия» и специальностям 020101 «Химия», 020801 «Экология» и 240306 «Химическая технология монокристаллов, материалов и изделий электронной техники», изучающих курс «Органическая химия». Пособие также может быть полезно аспирантам кафедры органической химии.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ. ПЛАН ХИМИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ</b> .....	4
<b>1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ</b> .....	4
<i>1.1 Внешний вид</i> .....	4
<i>1.2 Отношение к нагреванию</i> .....	4
<i>1.3 Растворимость</i> .....	4
<b>2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП</b> .....	6
<b>3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ</b> .....	22
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	22
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b> .....	23
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b> .....	27

# ВВЕДЕНИЕ

## ПЛАН ХИМИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕИЗВЕСТНОГО ВЕЩЕСТВА

1. Предварительные испытания:
  - 1.1. Внешний вид (агрегатное состояние, цвет, запах)
  - 1.2. Отношение к нагреванию
  - 1.3. Растворимость (в воде, эфире, разбавленном растворе соды и щелочи)
2. Идентификация функциональных групп.
3. Определение физических констант (температура плавления, температура кипения, показатель преломления).

### 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

#### 1.1. Внешний вид

Прежде чем приступить к определению функциональных групп, входящих в состав исследуемого соединения, необходимо определить агрегатное состояние вещества, его цвет и запах. Эти данные помогут сделать предварительные выводы о составе анализируемого вещества и облегчат дальнейшие исследования.

#### 1.2. Отношение к нагреванию

Следующий этап в анализе состава органического соединения состоит в сжигании вещества в пламени горелки. Коптящее пламя наблюдается при сгорании высокомолекулярного или ароматического углеводорода. Если вещество горит без остатка, это означает, что в нем не содержится металла. При сжигании углеводов чувствуется запах жженого сахара.

#### *Опыт*

На кончике шпателя внесите в пламя горелки несколько кристалликов или 1-2 капли вещества.

#### 1.3. Растворимость

Определение растворимости вещества в воде и различных неводных растворителях поможет сделать заключение о том, к какому классу органических соединений относится данное вещество. По различной растворимости вещества в воде и эфире органические соединения могут быть разделены на 4 основные группы:

***а) растворимые в воде и эфире:***

низшие алифатические спирты, альдегиды и кетоны, низшие и средние карбоновые кислоты, алифатические амины, многоатомные фенолы, аминокфенолы.

***б) нерастворимые ни в воде, ни в эфире:***

алифатические и ароматические углеводороды, высшие амины и сульфамиды, сульфаниловая кислота.

**в) растворимые в воде, но нерастворимые в эфире:**

многоатомные спирты, многоосновные кислоты, карбоновые оксикислоты, алифатические аминокислоты, сульфокислоты, соли, углеводы.

**г) нерастворимые в воде, но растворимые в эфире:**

углеводороды, спирты ( $C_5$  и более), высшие альдегиды и кетоны, высшие и средние карбоновые кислоты, ангидриды кислот, галогенпроизводные углеводородов, простые и сложные эфиры, фенолы, высшие амины, нитросоединения.

### **Опыт**

Для исследования растворимости берут 0.01-0.10 г вещества, 3 мл растворителя, и содержимое пробирки хорошо перемешивают. Следует проводить пробу раствора на *pH среды*. Водные растворы карбоновых кислот и фенолов будут иметь кислую реакцию, а алифатических аминов – щелочную. При этом нужно учесть, что ароматические кислоты (бензойная, салициловая, фталевые) и фенолы хорошо растворяются только в *горячей* воде.

Хорошую подсказку в отнесении вещества к какому-либо классу органических соединений дает испытание растворимости в разбавленном растворе NaOH (5%) или NaHCO<sub>3</sub> (5%):

1) карбоновые кислоты и некоторые *кислые* фенолы (нитрофенолы) растворимы в обоих указанных растворах. Кроме того, при действии разбавленного раствора бикарбоната натрия на карбоновые кислоты наблюдается выделение CO<sub>2</sub>.

2) фенолы, первичные и вторичные алифатические нитросоединения растворимы только в растворе NaOH (но не NaHCO<sub>3</sub>). Фенолы растворяются в разбавленном растворе едкого натра вследствие образования растворимых в воде фенолятов. При подкислении фенолы выделяются вновь.

3) спирты со щелочью не реагируют, и поэтому нерастворимые в воде спирты не растворяются и в щелочи.

При нагревании водного раствора анализируемого вещества с 10-20% раствором NaOH в случае альдегидов, спиртов и восстанавливающих сахаров появляется желтое окрашивание, а многоатомные фенолы дают коричнево-черные растворы.

## 2. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП

Отнесение вещества к определенному классу соединений проводится с помощью *функционального анализа*, т.е. определения группировок атомов, обладающих характерной реакционной способностью, – так называемых функциональных групп.

**Предельные углеводороды** можно отличить от других классов органических соединений по их малой реакционной способности по отношению к большинству употребляемых в лаборатории реактивов. Их идентификацию проводят на основании физических констант (т. кип., т. пл., показатель преломления).

**Непредельные углеводороды этиленового ряда** имеют кратную  $C=C$  связь, которая обнаруживается по следующим реакциям:

1) *реакция присоединения брома*. Соединения, содержащие двойную связь, присоединяют бром. По мере прибавления брома происходит быстрое обесцвечивание раствора. Однако, некоторые алифатические углеводороды, имеющие третичный атом углерода, при повышенной температуре легко вступают с бромом в реакцию замещения. При действии брома на ароматические амины и фенолы также идет реакция замещения. Реакция замещения, как и реакция присоединения, протекает с обесцвечиванием брома.

### ***Опыт***

К раствору вещества в  $CCl_4$  или  $CH_3COOH$  добавляют по каплям раствор брома в указанном растворителе при перемешивании. Если вещество растворимо в воде, то бромирование можно вести «бромной водой» (насыщенный раствор брома в воде). Наблюдают исчезновение окраски брома.

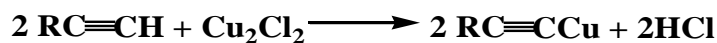
2) *реакция с перманганатом калия (реакция Вагнера)*. Качественной реакцией на наличие кратной связи является реакция с раствором перманганата калия. Быстрое исчезновение фиолетового окрашивания  $KMnO_4$  с одновременным выпадением бурого хлопьевидного осадка  $MnO_2$  указывает на присутствие соединения с двойной связью.

### ***Опыт***

Испытуемое вещество (0.1 г) растворяют в ацетоне или пиридине или уксусной кислоте, добавляют несколько капель раствора щелочи или соды и приливают 0.1%-ный раствор  $KMnO_4$ . Наблюдают исчезновение фиолетовой окраски перманганата и появление хлопьевидного осадка бурого цвета.

**Непредельные углеводороды ацетиленового ряда** имеют кратную  $C\equiv C$  связь и по свойствам близки к соединениям с двойной связью. Поэтому для их

обнаружения пригодны те же реакции присоединения брома и окисления перманганата калия, которые, протекают с меньшей скоростью. Однако атомы водорода у ацетилена и его моноалкилзамещенных производных, в отличие от этиленовых углеводородов, могут легко замещаться на металлы с образованием окрашенных ацетиленидов.

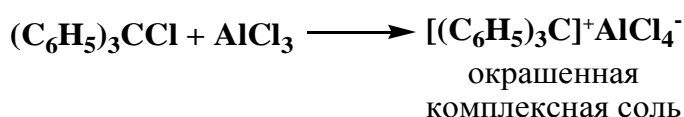
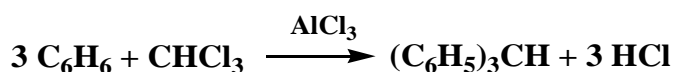


### ***Опыт***

Полоску фильтровальной бумаги смачивают аммиачным раствором хлорида меди (I), при соприкосновении с ацетиленовым углеводородом она дает красное окрашивание.

### **Ароматические углеводороды**

1) *Алкилирование хлороформом в присутствии хлорида алюминия*  
Чтобы отличить ароматические углеводороды от алифатических, можно использовать реакцию алкилирования аренов хлороформом в присутствии  $\text{AlCl}_3$ . Эта реакция сопровождается образованием окрашенных продуктов. Так при взаимодействии бензола с хлороформом в присутствии  $\text{AlCl}_3$ , кроме основного бесцветного продукта реакции – трифенилметана, образуется также окрашенная комплексная соль трифенилхлорметана:



### ***Опыт***

К 2 мл безводного хлороформа добавляют 2-3 капли вещества. Содержимое пробирки тщательно перемешивают. Затем осторожно вносят 0.5 г безводного хлористого алюминия, так, чтобы часть его осталась на стенках пробирки, смоченных реагирующими веществами. Появление окраски разнообразных оттенков в этой части пробирки говорит о наличии ароматической системы. При стоянии через некоторое время вся смесь окрашивается в коричневый цвет.

### 2) *Нитрование*

### ***Опыт***

Осторожно! Иногда реакция проходит очень бурно. К 0.1 г вещества (лучше в растворе  $\text{CCl}_4$ ) при непрерывном встряхивании добавляют 3 мл

нитрующей смеси (смесь концентрированной азотной и серной кислот в соотношении 1:2). Затем под тягой нагревают 5 минут на водяной бане при 45-50°C и выливают на ~ 10 г измельченного льда. Если при этом выпадает твердое вещество или образуется нерастворимое в воде масло, то можно судить о наличии ароматической системы.

### Галогенуглеводороды

*Проба Бельштейна.* Наличие галогенов в соединении легко обнаруживается по образованию летучих галогенидов меди, которые окрашивают пламя в зеленый или сине-зеленый цвет. Но надо помнить, что многие азотсодержащие вещества (хинолин, пиридин, мочевины) дают положительную пробу и при отсутствии галогена.

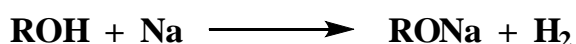
### **Опыт**

Медную проволоку прокаливают в пламени горелки до прекращения окрашивания пламени и образования на поверхности черного налета оксида меди (II). Остывшую проволоку смачивают несколькими каплями анализируемой жидкости, или помещают на нее кристаллик вещества, и вносят в бесцветное пламя горелки. Сначала пламя становится светящимся благодаря сгоранию углерода, а потом окрашивается в ярко-зеленый цвет.

### Гидроксилсодержащие соединения

К гидроксилсодержащим соединениям относятся алифатические спирты, фенолы, нафтолы и другие соединения.

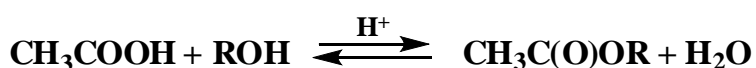
1) *Образование алколюатов и фенолятов.* Спирты и фенолы довольно легко взаимодействуют с металлическим натрием с выделением водорода и образованием алколюатов и фенолятов.



### **Опыт**

К исследуемому веществу, растворенному в эфире, прибавляют кусочек металлического натрия. Происходит выделение водорода.

2) *Получение сложного эфира*



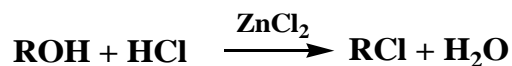
### **Опыт**

Эквимольные количества исследуемого спирта (не больше 1-2 мл) и ледяной уксусной кислоты с 0.5 мл конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> слегка нагревают при



встряхивании, а затем разбавляют водой – сложный эфир всплывает в верхнем слое.

3) *Проба Лукаса* позволяет отличить первичные, вторичные и третичные спирты по различной подвижности оксигруппы в реакции спиртов с раствором  $ZnCl_2$  в концентрированной соляной кислоте. Концентрированная соляная кислота при взаимодействии со спиртами способна замещать гидроксильную группу с образованием нерастворимых в воде хлористых алкилов:

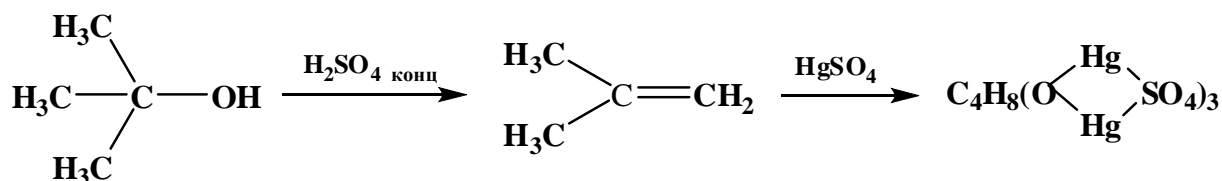


Однако в зависимости от строения спирта эта реакция протекает с различной скоростью. Третичные спирты взаимодействуют с этим реактивом с большой скоростью, давая нерастворимые галогеналкилы; первичные спирты реагируют только при продолжительном нагревании или стоянии, вторичные занимают промежуточное положение.

### Опыт

К 1 мл анализируемого спирта добавляют 6 мл реактива Лукаса (16 г безводного  $ZnCl_2$  в 10 мл конц.  $HCl$ ), смесь взбалтывают и оставляют на 1-2 минуты. Если спирт первичный, то раствор остается прозрачным, но может потемнеть, если вторичный – произойдет помутнение, а если третичный – на дне образуется маслянистый слой галоидного алкила. Иногда для прохождения реакции смесь необходимо погреть на водяной бане!

4) *Реакция Дениже (на третичные спирты)*. Третичные спирты легко дегидратируются концентрированной серной кислотой. Образующиеся при этом олефины дают желтые или красные осадки с ионами ртути.



### Опыт

К 3 мл реактива Дениже (5 г  $HgSO_4$  в 100 мл воды и 20 мл конц.  $H_2SO_4$ ) прибавляют несколько капель исследуемого вещества и кипятят 1-3 минуты. В случае третичных спиртов наблюдают выпадение желтых или красных осадков. Первичные и вторичные спирты образуют мутные растворы, в которых через некоторое время образуются кристаллы.

5) *Реакция с хромовой смесью* используется для распознавания первичных, вторичных и третичных спиртов. Первичные спирты окисляются

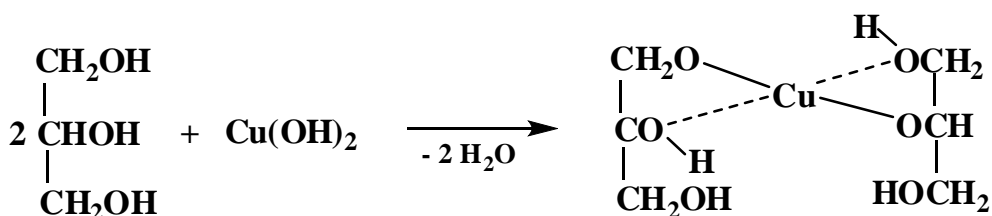
хромовой кислотой до альдегидов, вторичные до кетонов, при этом цвет смеси изменяется от оранжевого до зеленого. Третичные спирты хромовой кислотой не окисляются, но дают эфиры хромовой кислоты, окрашенные в желтый или винно-красный цвет.

### Опыт

1-2 мл испытуемого спирта обрабатывают при легком нагревании 5 мл смеси Бекмана – хромовой смесью (50 г  $K_2Cr_2O_7$  в 300 мл воды, 28 г конц.  $H_2SO_4$ ). Если раствор окрашивается в винно-красный цвет, то это значит, что спирт третичный. В случае легко окисляемых первичных и вторичных спиртов появляется зеленая окраска.

#### б) Реакция на многоатомные спирты с гидроксидом меди (II)

Свежеприготовленный раствор гидроксида меди (II) при взаимодействии с многоатомными спиртами образуют комплексные соли темно-синего цвета:



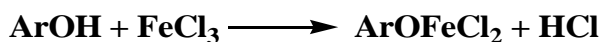
### Опыт

5-6 капль вещества растворяют в разбавленной щелочи и прибавляют несколько капль разбавленного раствора сульфата меди. Если осадок гидроксида меди не образуется, а раствор окрашивается в синий цвет, то вероятно наличие многоатомного спирта.

## РЕАКЦИИ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ ФЕНОЛОВ

#### 7) Реакция с раствором хлорида железа (III)

Большинство фенолов с хлоридом железа (III) образуют интенсивно окрашенные комплексные соли. Для *одноатомных фенолов* обычно появляется фиолетовая окраска; для *двухатомных фенолов* появляется зеленая, черно-фиолетовая и желтая окраска в случае пирокатехина, резорцина и гидрохинона соответственно.

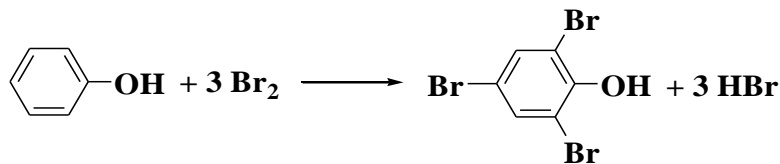


### Опыт

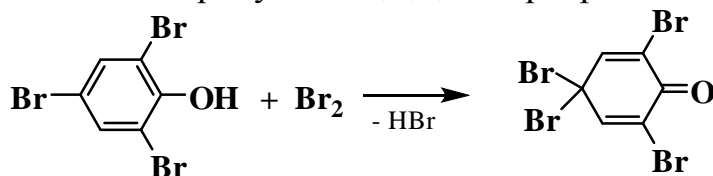
К 1-2 мл водного (а лучше хлороформенного) раствора исследуемого вещества прибавляют несколько капль 3%-ного раствора  $FeCl_3$ . Наблюдают появление окраски.

### 8) Реакция присоединения брома

При прибавлении «бромной воды» к водному раствору фенола наблюдается исчезновение окраски брома вследствие протекания реакции замещения:



При действии избытка бромной воды трибромфенол окисляется далее до окрашенного в желтый цвет продукта – 2,4,4,6-тетрабромциклогексадиенона:

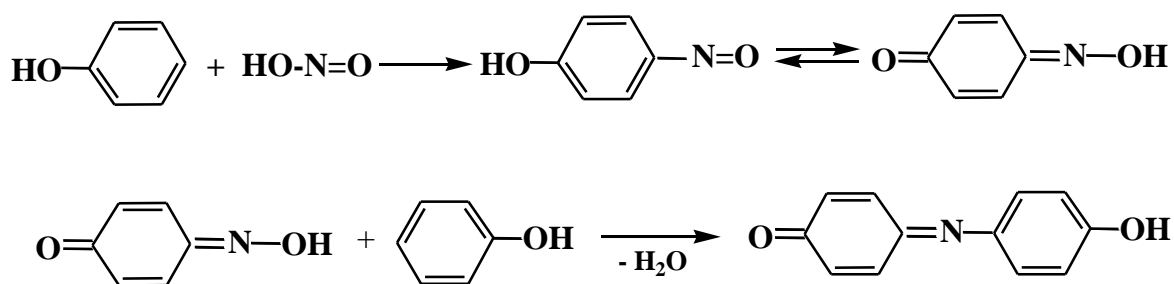


### Опыт

К 1 мл водного раствора фенола постепенно добавляют 1 мл бромной воды. Окраска брома исчезает и выпадают желтые кристаллы.

### 9) Реакция с азотистой кислотой

Большинство фенолов, не имеющих заместителей в *para*-положении, взаимодействуют с азотистой кислотой с образованием *p*-нитрозофенолов, которые в присутствии концентрированной серной кислоты конденсируются с избытком фенола и образуют интенсивно окрашенные продукты реакции. Фенол конденсируется с нитрозофенолом и дает окрашенное соединение – индофенол:



### Опыт

В пробирку наливают 0.5 мл концентрированной серной кислоты и добавляют при перемешивании несколько (2-3) капель раствора фенола. Смесь охлаждают в стакане с ледяной водой. К полученному раствору добавляют каплю раствора нитрита натрия. Появляется интенсивное розовое окрашивание, которое при добавлении щелочи (до щелочной реакции) переходит в синее-зеленое.

## РЕАКЦИИ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ НАФТОЛОВ

**Нафтолы ядовиты! Осторожно! Не допускать попадания на кожу!**

### 10) *Образование нафтолятов*

Нафтолы плохо растворимы в воде, зато растворяются в растворе щелочи, проявляя кислотные свойства.

#### ***Опыт***

К нескольким кристаллам нафтола приливают 1 мл воды, после тщательного перемешивания значительного растворения не происходит. Добавляют раствор гидроксида натрия и наблюдают растворение нафтола в щелочи.

### 11) *Реакция с раствором хлорида железа (III)*

#### ***Опыт***

В пробирку помещают несколько кристаллов нафтола, вносят 1 мл этилового спирта и 1-2 капли 1%-ного раствора хлорида железа (III). В реакционной смеси, содержащей  $\alpha$ -нафтол, образуется фиолетовое окрашивание, а затем выпадают хлопья темно-фиолетового цвета. В пробирке с  $\beta$ -нафтолом развивается желто-зеленое окрашивание и выпадает белый осадок.

### 12) *Окисление*

#### ***Опыт***

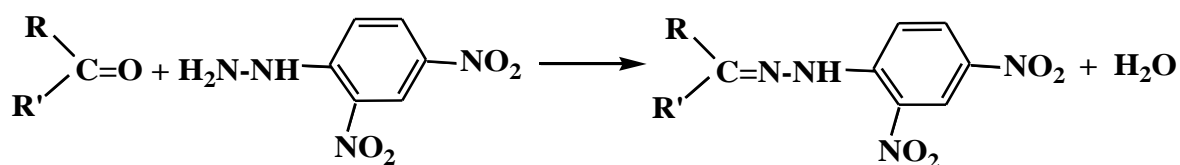
В пробирку помещают несколько кристаллов исследуемого вещества и добавляют 0.5 мл этанола. К полученному спиртовому раствору приливают 0.5 мл 5%-ного раствора карбоната натрия и перемешивают. Затем в пробирку постепенно добавляют раствор перманганата калия. Фиолетовая окраска исчезает, и выпадает осадок оксида марганца (IV).

## **Карбонильные соединения**

Качественные реакции карбонильных соединений связаны с их способностью вступать в различные реакции замещения и присоединения. Альдегиды и кетоны ведут себя в этих реакциях почти одинаково. В некоторых случаях, существует, однако, различие в скорости протекания реакций.

## РЕАКЦИИ, ОБЩИЕ ДЛЯ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ

1) *Реакция с 2,4-динитрофенилгидразином* используется для идентификации альдегидов и кетонов и их количественного анализа. Появление желтого или красного осадка указывает на присутствие карбонильной группы.



**R, R' = H, алкил, арил**

### ***Опыт***

Испытуемое вещество или его спиртовой раствор, взятый в небольшом количестве, встряхивают с несколькими миллилитрами реагента (0.4 г динитрофенилгидразина растворяют в 21 мл конц. HCl и разбавляют водой до 100 мл). По необходимости раствор охлаждают или, наоборот, нагревают. Наблюдают выделение желтого или красного осадка. Осадок отфильтровывают, промывают водой, высушивают при комнатной температуре, определяют т.пл. и сравнивают ее с табличными данными.

### **2) Реакция с нитропруссидом натрия**

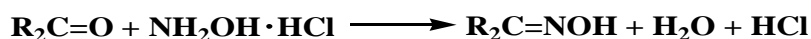
В реакцию с нитропруссидом натрия вступают все альдегиды и кетоны, имеющие рядом с карбонилем группу CH или CH<sub>2</sub>. При этом раствор окрашивается в красный цвет. Окрашивания не наблюдается, если у карбонила стоит Ar, а также в случае формальдегида.

### ***Опыт***

К раствору карбонильного соединения в воде, спирте или эфире прибавляют несколько капель 0.5%-ного свежеприготовленного раствора нитропруссиды натрия Na<sub>2</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>(NO)] и раствор слабо подщелачивают. Наблюдают красное окрашивание наиболее интенсивное у кетонов. Окраска исчезает при подкислении, а также при стоянии. В эфирном растворе карбонильного соединения окрашивается лишь водный слой.

### **3) Реакция с гидроксиламином**

При действии гидрохлорида гидроксиламина на карбонильное соединение образуется оксим и выделяется HCl:



Изменение pH среды можно обнаружить по изменению окраски индикатора, например, метилового оранжевого.

### ***Опыт***

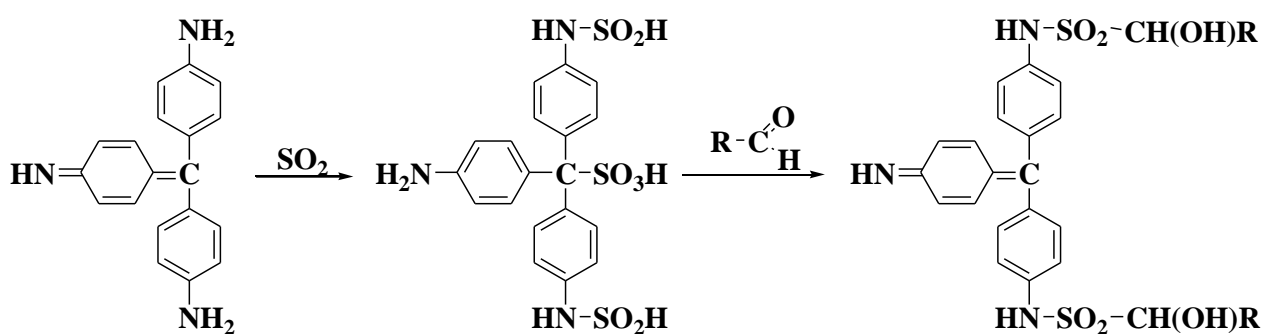
В пробирку вливают 1-2 мл 0.5н спиртового раствора NH<sub>2</sub>OH·HCl, добавляют несколько капель метилоранжа, нейтрализуют в случае необходимости 0.1н раствором щелочи и приливают растворенное в спирте испытуемое вещество. Появление розовой окраски на холоду или при нагревании указывает на присутствие карбонильного соединения. Но нужно

помнить, что реакция между карбонильным соединением и гидроксиламином обратима, и поэтому следует заботиться о том, чтобы оксимы по возможности не приходили в соприкосновение с сильнокислотными растворами, иначе оксим может перейти обратно в первоначальное состояние.

## РЕАКЦИИ, ХАРАКТЕРНЫЕ ТОЛЬКО ДЛЯ АЛЬДЕГИДОВ

### 4) Реакция с фуксинсернистой кислотой

Водный раствор фуксинсернистой к-ты (реактив Шиффа) служит для качественного обнаружения альдегидов. При добавлении к раствору *пара*-фуксина водного раствора оксида серы (IV) или пропускании газообразного SO<sub>2</sub> образуется фуксинсернистая кислота, не имеющая окраски. Эта кислота с альдегидами RCHO образует хиноидный краситель малинового цвета.



### Опыт

К 2 мл раствора фуксинсернистой кислоты приливают 2 капли вещества или его раствора. Появление малиновой окраски указывает на присутствие альдегида.

Некоторые кетоны и ненасыщенные соединения вызывают частичное восстановление первоначальной окраски фуксина, поэтому возникновение слабой розовой окраски не считается положительной реакцией. Не дают окраски некоторые ароматические оксиальдегиды и глиоксаль.

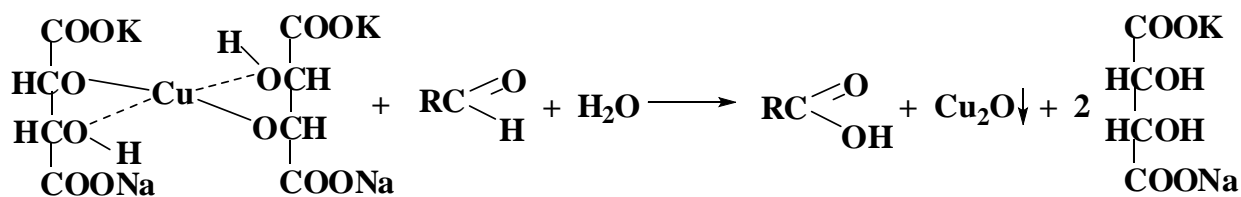
### 5) Реакция с фелинговой жидкостью

Альдегиды – сильные восстановители, восстанавливают соединения меди (II) до меди (I), сами при этом окисляются до соответствующих карбоновых кислот. В качестве реактива, содержащего ионы Cu<sup>2+</sup>, применяется реактив Фелинга.

### Опыт

Реактив Фелинга состоит из двух частей: I – раствор CuSO<sub>4</sub> в воде и II – щелочной раствор соли винной кислоты KO(O)C(CHOH)<sub>2</sub>C(O)ONa (сегнетова соль). Перед употреблением смешивают равные объемы обоих растворов приблизительно по 2 мл. Нагревают 0.05 г вещества с 2-3 мл Фелинговой жидкости в течение 5 минут на кипящей водяной бане. Изменение цвета

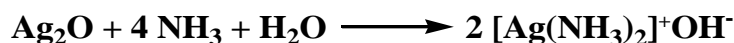
раствора фелинговой жидкости и выпадение желтого или красного осадка оксида меди (I) служит положительной реакцией.



Ароматические альдегиды этой реакции обычно не дают.

б) *Реакция с реактивом Толленса (реакция «серебряного зеркала»)*

Все альдегиды восстанавливают аммиачный раствор окиси серебра. Оксид серебра  $\text{Ag}_2\text{O}$  в присутствии избытка аммиака переходит в раствор в виде аммиачного комплекса:



Альдегиды, легко окисляясь, восстанавливают соединения серебра в щелочной среде до металлического серебра:



**Опыт**

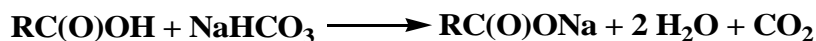
Смешивают в чистой пробирке 0.05 г вещества с 2-3 мл «аммиачного раствора серебра» (к 0.1н раствору  $\text{AgNO}_3$  добавляют по каплям аммиак до растворения первоначально образующегося осадка). Если серебряное зеркало не образуется на холоду, реакционную смесь, не взбалтывая, недолго греют на водяной бане при 60-70°C. В случае бензальдегида, ароматического альдегида можно к реакционной смеси добавить каплю разбавленной щелочи для ускорения реакции. Осторожно! Остатки раствора тотчас выливают, т.к. при стоянии образуется крайне взрывчатое гремучее серебро  $\text{Ag}_3\text{N}$  – нитрид серебра.

**Карбоксилсодержащие соединения**

Карбоновые кислоты легко определить по их растворимости в щелочах, карбонатах и бикарбонатах и по их кислотности (проба на лакмус). Но кислую реакцию дают и некоторые другие органические соединения, например, фенолы.

1) *Реакция с солями угольной кислоты.* Кислоты реагируют на холоду с  $\text{NaHCO}_3$  с выделением  $\text{CO}_2$ :

2)



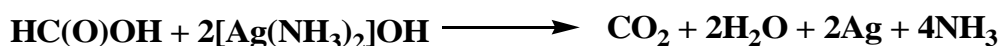
## Опыт

1 мл кислоты растворяют в 1 мл 50%-ного этилового спирта и добавляют равный объем 5%-ного раствора  $\text{NaHCO}_3$ , хорошо взбалтывают, но не нагревают. Наблюдается выделение пузырьков двуокиси углерода.

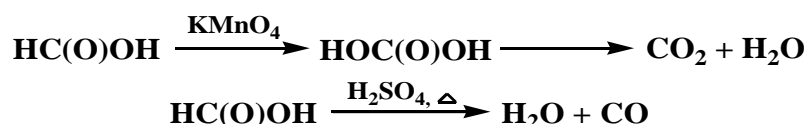
3) *Получение сложного эфира* (см. «Гидроксилсодержащие соединения»). В качестве спирта в этой реакции рекомендуется использовать изоамиловый спирт.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ НЕКОТОРЫХ ОТДЕЛЬНЫХ КИСЛОТ

Муравьиная кислота, первый представитель гомологического ряда кислот, обладает особыми свойствами. Муравьиная кислота и ее соли, подобно альдегидам легко вступают в реакции окисления. Обнаружить муравьиную кислоту можно при помощи реакций, характерных для альдегидов, в частности реакции «серебряного зеркала». Муравьиная кислота выделяет из аммиачного раствора оксида серебра металлическое серебро, сама при этом окисляется до угольной кислоты, которая распадается на воду и углекислый газ.



Муравьиная кислота также обесцвечивает раствор  $\text{KMnO}_4$ , а при нагревании с конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  образует  $\text{CO}$ .

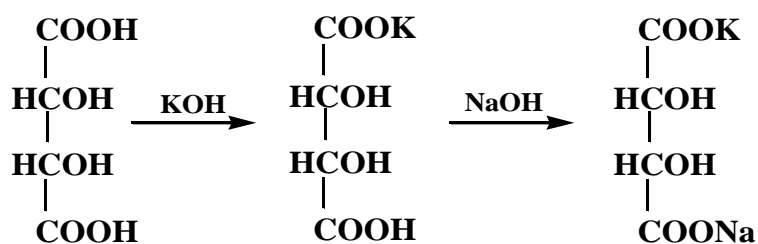


Уксусная кислота. К раствору, содержащему уксусную кислоту, прибавляют 2 капли раствора  $\text{FeCl}_3$  и 1 мл изоамилового спирта. Пробирку сильно встряхивают, дают смеси расслоиться. Слой изоамилового спирта должен остаться бесцветным; он окрашивается в красно-бурый цвет в присутствии других кислот, например, пропионовой.

Щавелевая кислота. К водному раствору прибавляют немного ацетата натрия, а затем раствор  $\text{CaCl}_2$  – выпадает белый мелко кристаллический осадок щавелевокислого кальция. Щавелевая кислота окисляется перманганатом калия в кислой среде с выделением  $\text{CO}_2$  (проба с баритовой водой).

Винная кислота. К раствору кислоты прибавляют 0.5н раствор  $\text{KOH}$  – при потирании палочкой выпадает белый осадок кислой соли винной кислоты; при добавлении 10%-ного раствора  $\text{NaOH}$  осадок исчезает – образуется средняя соль, которая хорошо растворяется в воде:

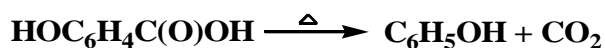




При добавлении раствора  $\text{CuSO}_4$  к средней калиево-натриевой соли винной кислоты (сегнетова соль) получается фелингова жидкость – синее окрашивание.

Бензойная кислота растворяется в горячей воде, возгоняется.

Салициловая кислота дает с раствором  $\text{FeCl}_3$  фиолетовое окрашивание, окисляется перманганатом калия, обесцвечивает бром, растворенный в  $\text{CCl}_4$ . При термораспаде наблюдается образование фенола и  $\text{CO}_2$ :

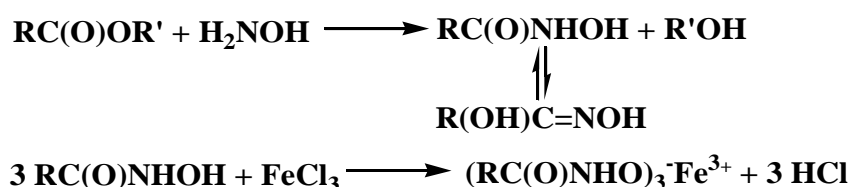


Сульфаниловая кислота диазотируется при взаимодействии с азотистой кислотой, давая соль диазония, которая в растворе сочетается с  $\beta$ -нафтолом с образованием красно-оранжевого окрашивания (для растворения сульфаниловой кислоты в воде следует добавлять несколько капель раствора соды или щелочи). При прибавлении раствора брома к раствору сульфаниловой кислоты в горячей воде образуется осадок триброманилина.

### Сложные эфиры

Сложные эфиры – соединения, имеющие фруктовый запах, как правило, жидкости трудно растворимые в воде. В анализе сложных эфиров используется их способность к гидролизу и замещению алкоксильной группы другими остатками.

*Образование гидроксамовых кислот.* При действии гидроксиламина в сильно щелочных средах сложные эфиры дают гидроксамовые кислоты, которые существуют в таутомерной форме и образуют с солями Fe (III) в кислой среде окрашенный комплекс:



### *Опыт*

1 каплю или кристаллик исследуемого вещества смешивают с 1 мл 0.5н спиртового раствора  $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$  и добавляют 0.2 мл 6н водного раствора  $\text{NaOH}$ , нагревают смесь до кипения и по охлаждению приливают 2 мл 1н

раствора HCl. При добавлении 1 капли 10%-ного раствора FeCl<sub>3</sub> появляется малиновая или красная (но не желтая) окраска после 5-минутного стояния.

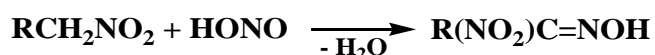
Применение этой качественной реакции ограничено, так как ее дают также галогенангидриды и ангидриды кислот и некоторые другие соединения.

### Нитросоединения

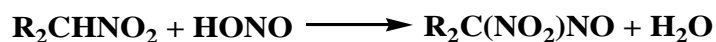
Качественные реакции нитросоединений основаны на различном отношении первичных, вторичных и третичных нитросоединений к азотистой кислоте или на способности первичных и вторичных нитросоединений образовывать аци-форму.

1) *Действие азотистой кислоты* является характерной качественной реакцией на первичные и вторичные нитросоединения.

*Первичные алифатические нитросоединения* дают с азотистой кислотой нитроловые кислоты, соли которых окрашены в кроваво-красный цвет:



*Вторичные алифатические нитросоединения* образует с HNO<sub>2</sub> нитрозонитросоединения, окрашенные в синий цвет:



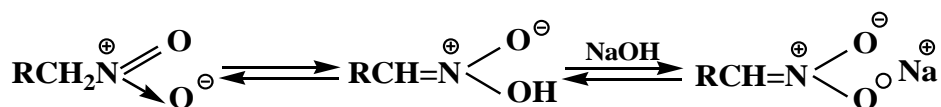
*Третичные алифатические нитросоединения* с азотистой кислотой не реагируют.

### **Опыт**

Несколько капель нитросоединения растворяют в конц. NaOH, добавляют NaNO<sub>2</sub> и смесь осторожно подкисляют разбавленной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. В случае первичной нитрогруппы образуется красная окраска, которая исчезает в избытке кислоты, а при подщелачивании появляется вновь. Если получается синее окрашивание, то это указывает на вторичную нитрогруппу.

2) *Реакция аци-нитросоединений с хлоридом железа (III)*

Первичные и вторичные алифатические нитросоединения при встряхивании с концентрированным раствором едкого натра при охлаждении превращаются в натриевые соли аци-формы нитросоединений.



### ***Опыт***

Вещество встряхивают с концентрированным раствором NaOH. Полученные соли растворяют в небольшом количестве воды, добавляют эфир и по каплям разбавленный раствор FeCl<sub>3</sub>. При встряхивании эфирный слой приобретает красную или коричнево-красную окраску. Третичные нитросоединения этой реакции не дают, т. к. для них аци-форма невозможна.

#### *3) Восстановление нитросоединений*

В реакцию восстановления вступают все нитросоединения. Алифатические нитросоединения проявляют основные свойства, которые можно обнаружить по изменению цвета лакмусовой бумажки. Открытие ароматических нитросоединений производится после восстановления их в амины при помощи реакций, присущих последним.

### ***Опыт***

Несколько капель исследуемого вещества добавляют в 1-2 мл 30%-ного раствора гидроксида натрия, вносят кусочек цинка и нагревают на водяной бане (реакцию проводят в тяге!). Кусочек влажной лакмусовой бумажки подносят к отверстию пробирки, полученный алифатический амин вызывает посинение индикаторной бумаги.

#### *4) Обнаружение ароматических нитросоединений*

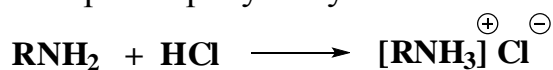
### ***Опыт***

Нагревают до кипения 2 капли фенола, 3 капли воды и кусочек КОН величиной с горошину; после прибавления ароматического нитросоединения появляется коричнево-красная окраска.

### **Амины**

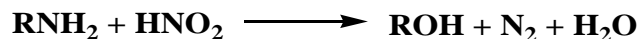
Амины – органические основания, амины жирного ряда имеют основную реакцию на лакмус. Почти все амины образуют соли с кислотами, особенно рекомендуется получать их в случае третичных аминов. По-разному относятся первичные, вторичные и третичные алифатические и ароматические амины к азотистой кислоте. С ацилирующими реагентами амины образуют кристаллические продукты.

1) *Образование солей.* Исследуемую пробу обрабатывают разбавленной HCl. Если при этом вещество, не растворимое в воде, перейдет в раствор, то в исследуемой пробе присутствует амин.

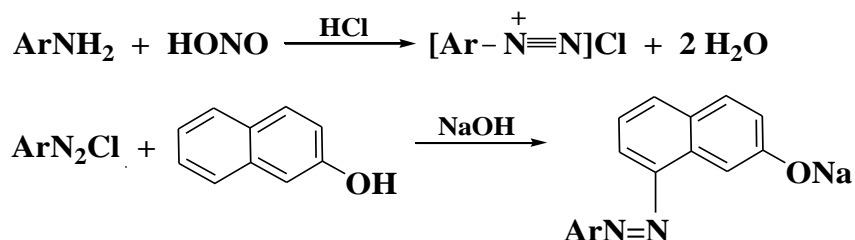


## 2) Реакция с азотистой кислотой

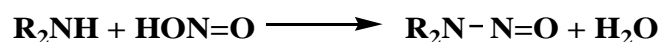
Первичные алифатические амины при действии азотистой кислоты выделяют азот (проба не вполне надежна, т.к.  $\text{HNO}_2$  разлагается с образованием  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ ).



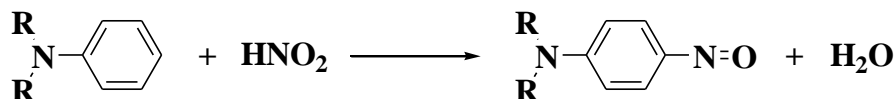
Первичные ароматические амины при действии  $\text{HNO}_2$  дают соли диазония, которые в растворе сочетаются с  $\beta$ -нафтолом. Появление оранжевого или оранжево-красного окрашивания доказывает присутствие ароматического амина:



Вторичные алифатические и ароматические амины с азотистой кислотой дают нитрозоамины:



Третичные жирно-ароматические амины при обработке азотистой кислотой образуют С-нитрозосоединения:



### Опыт

0.2-0.4 г исследуемого вещества растворяют в 3 мл конц.  $\text{HCl}$ . Этот раствор охлаждают до  $0^\circ\text{C}$  (в воде со льдом) и приливают к нему по каплям 10%-ный раствор  $\text{KNO}_2$  пока реакция с йодокрахмальной бумажкой не покажет присутствие свободной  $\text{HNO}_2$ . Реакцию проводить под тягой!

*первичные алифатические амины* – выделяется газ.

*первичные ароматические амины* – 1-2 капли полученного раствора диазосоединения помещают на кусочек фильтровальной бумаги и наносят рядом несколько капель щелочного раствора  $\beta$ -нафтола или фенола. На месте соприкосновения обеих капель появляется оранжевая окраска.

*вторичные алифатические и ароматические амины* – выделяется нитрозоамин в виде темного масла в верхнем слое. **Осторожно! Нитрозоамины очень ядовиты, они не должны попадать на кожу!**

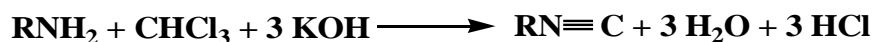
*третичные жирно-ароматические амины* – окрашивание раствора в желто-бурый цвет. В пробирку добавляют 5% раствор карбоната натрия до

появления зеленой окраски, а затем приливают эфир и встряхивают. Эфирный слой окрашивается в изумрудно-зеленый цвет.

*Полностью алифатические и полностью ароматические третичные амины* не реагируют с азотистой кислотой.

3) *Изонитрильная реакция* (на первичные амины).

Первичные амины при взаимодействии с хлороформом и щелочью образуют изонитрилы:



***Опыт***

Несколько капель амина или несколько кристалликов твердого вещества растворяют в 1 мл этанола, прибавляют 2 мл разбавленной щелочи и несколько капель хлороформа. Смесь быстро нагревают до кипения. Появление характерного неприятного запаха свидетельствует об образовании изонитрила. Реакция чрезвычайно чувствительна! **Осторожно! Изонитрилы очень ядовиты! Реакцию проводят под тягой!** По окончании работы остатки необходимо разлагать концентрированной соляной кислотой.

4) *Реакция на третичные амины*

***Опыт***

Каплю раствора лимонной кислоты (2 г лимонной кислоты в 100 мл уксусного ангидрида) смешивают с кристалликом или каплей вещества. Нагревают смесь на кипящей водяной бане. При наличии третичного амина возникает пурпурно-красная окраска.

**Углеводы – полифункциональные производные**

1) *Взаимодействие с концентрированной H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*

***Опыт***

Несколько крупинок сахара растворяют в 1-2 мл воды. К холодному раствору осторожно по стенкам пробирки добавляют равный объем серной кислоты, стараясь не взбалтывать смесь. Серная кислота образует нижний тяжелый слой под раствором сахара. На границе этих слоев постепенно появляется темно-бурое кольцо – это продукты расщепления сахара под действием H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

2) *Доказательство наличия OH-групп*

***Опыт***

Помещают в пробирку 0.5 мл 0.5%-ного водного раствора сахара и 3 мл 2н NaOH. К полученной смеси добавляют 0.5 мл 0.2н раствора CuSO<sub>4</sub>.

Образующийся вначале осадок гидроксида меди растворяется и получается прозрачный раствор сахара меди с синей окраской.

3) *Доказательство наличия карбонильной группы*

Можно воспользоваться реакцией с фелинговой жидкостью (см. «Карбонильные соединения»). Необходимо помнить, что сахароза с указанным реактивом положительной пробы не дает.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ

После проведения химического анализа необходимо определить физические константы исследуемого вещества (температуру плавления, температуру кипения, показатель преломления). Воспользовавшись справочной литературой, Вы сможете уверенно ответить на вопрос, какое соединение было выдано для анализа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г. Практикум по органической химии. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. 288с.
2. Лабораторные работы по органической химии / под ред. Гинзбурга О.Ф., Петрова А.А. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1982. 269с.
3. Беккер Х. Органикум. Практикум по органической химии. М.: Мир, Т. 2, 1979. 442с.
4. Шрайнер Р., Фьюзон Р., Кёртин Д., Моррилл Т. Идентификация органических соединений. М.: Мир, 1983. 704с.
5. Полюдек-Фабини Р., Бейрих Т. Органический анализ. Л.: Химия, Ленинградское отделение, 1981. 429с.
6. Рево А.Я. Практикум по органической химии. М.: Высшая школа, 1971. 208с.
7. Общий практикум по органической химии: Пер. с нем. / под ред. Коста А.Н. М.: Мир, 1965. 678с.
8. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: В 4-х частях. 3-е изд. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007.
9. Свойства органических соединений. Справочник / под ред. Потехина А.А. Л.: Химия, 1984. 520с.
10. Химические реактивы и препараты. Справочник / под ред. Кузнецова В. И. М: Госхимиздат, 1953. 669с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица 1

Идентификация углеводородов, галогенуглеводородов, кислот и сложных эфиров

<u>УГЛЕВОДОРОДЫ</u>				<u>ГАЛОГЕН-УГЛЕВОДОРОДЫ</u>	<u>КИСЛОТЫ</u>
Алканы	Алкены	Алкины	Арены		
<p>Не дают реакций ни с одним реагентом.</p> <p>Алканы идентифицируют по физическим константам.</p>	<b>KMnO<sub>4</sub></b> обесцвечивание раствора		<b>CHCl<sub>3</sub> + AlCl<sub>3</sub></b> появление коричневой окраски	<b>Проба Бельштейна</b> зеленый цвет пламени	<b>NaHCO<sub>3</sub></b> выделение CO <sub>2</sub>
	<b>Br<sub>2</sub></b> обесцвечивание раствора		<p><b>HNO<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> образование твердого вещества или масла</p>	<b>СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ</b>	<p><b>Изоамиловый спирт (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</b>  образование масла в верхнем слое</p>
	<b>Cu<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (NH<sub>3</sub>)</b> —	появление красной окраски		<b>NH<sub>2</sub>OH (OH<sup>-</sup>), 10% FeCl<sub>3</sub></b> появление малиновой окраски	

Таблица 2

Идентификация карбонильных соединений

<u>АЛЬДЕГИДЫ</u>	<u>КЕТОНЫ</u>
<b>2,4-динитрофенилгидразин</b> образование красного, оранжевого или желтого осадка	
<b>Нитропруссид натрия</b> появление красной окраски	
<b>NH<sub>2</sub>OH·HCl</b> выделение HCl (метилоранж дает розовое окрашивание)	
<b>Br<sub>2</sub></b> выделение HBr (только с соединениями, содержащими α-водороды!!!)	
<b>Фелингова жидкость</b> образование желтого или красного осадка	—
<b>Фуксинсернистая кислота</b> появление ярко-малиновой окраски	—
<b>Реактив Толленса</b> “серебряное зеркало”	—

Таблица 3

## Идентификация спиртов и фенолов

<u>СПИРТЫ</u>				<u>ФЕНОЛЫ</u>		
<b>Na</b> выделение $H_2\uparrow$				<b>Na</b> выделение $H_2\uparrow$		
<b><math>CH_3COOH (H_2SO_4)</math></b> образование масла в верхнем слое						
<b>первичные</b>	<b>вторичные</b>	<b>третичные</b>	<b>много- атомные</b>	<b><math>Br_2</math></b> обесцвечивание раствора, выпадение желтого осадка		
<b>Проба Лукаса</b>				<b>1% <math>FeCl_3</math></b> появление сине-фиолетовой окраски		
—	помутнение раствора	образование масла внизу	—			
<b><math>K_2Cr_2O_7 (H_2SO_4)</math></b>				<b><math>NaNO_2 (H_2SO_4)</math></b>  появление розовой окраски, которая переходит в сине- зеленую при добавлении щелочи		
изменение окраски от оранжевой до зеленой		изменение окраски от оранжевой до винно- красной	—			
<b>Реактив Дениже</b>				<b>двухатомные</b>		
—		образование желтого или красного осадка	—	<b>орто-</b>	<b>мета-</b>	<b>пара-</b>
<b><math>CuSO_4 (OH^-)</math></b>				<b>3% <math>FeCl_3</math></b> появление окраски		
—			появление синей окраски	зеленой	черно- фиолетовой	желтой



Таблица 4

## Идентификация нафтолов и углеводов

<b><u>НАФТОЛЫ</u></b>		<b><u>УГЛЕВОДЫ</u></b>
<b>Растворяются в щелочи, но не в воде</b>		<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>конц</b> “бурое кольцо”
<b>KMnO<sub>4</sub></b> исчезновение фиолетовой окраски, выпадение белого осадка		
<b>α-нафтолы</b>	<b>β-нафтолы</b>	<b>Фелингова жидкость</b> исчезновение синего цвета раствора и выпадение желтого или красного осадка
<b>1% FeCl<sub>3</sub></b>		<b>CuSO<sub>4</sub> (OH)</b> появление синей окраски
появление фиолетовой окраски, выпадение хлопьев темно-фиолетового цвета	появление желто-зеленой окраски, выпадение белого осадка	<b>Реактив Толленса</b> “серебряное зеркало”

Таблица 5

## Идентификация нитросоединений и аминов

<b><u>НИТРОСОЕДИНЕНИЯ</u></b>					
<b>Алифатические</b>			<b>Ароматические</b>		
<b>Zn (NaOH)</b> посинение лакмусовой бумажки			<b>Zn (NaOH)</b> проводят анализ полученных аминов		
<b>первичные</b>	<b>вторичные</b>	<b>третичные</b>	<b>КОН (PhOH)</b>  появление коричнево-красной окраски		
<b>NaNO<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</b>					
появление кроваво-красной окраски	появление синей окраски	—			
<b>NaOH<sub>конц</sub> (FeCl<sub>3</sub>)</b> появление красной окраски			—		
<b><u>АМИНЫ</u></b>					
<b>Алифатические</b>			<b>Ароматические</b>		
<b>первичные</b>	<b>вторичные</b>	<b>третичные</b>	<b>первичные</b>	<b>вторичные</b>	<b>третичные</b>
<b>NaNO<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)</b>					
выделение N <sub>2</sub>	образование темного масла в верхнем слое	—	образующиеся соли диазония с β-нафтолом, дают оранжевое окрашивание	образование темного масла в верхнем слое	—
(третичные жирно-ароматические амины с азотистой кислотой образуют нитрозосоединения, которые при добавлении раствора Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> дают зеленую окраску)					
<b>CHCl<sub>3</sub> + КОН</b>					
очень неприятный запах!	—		очень неприятный запах!	—	
<b>Лимонная кислота</b>					
—		появление пурпурно-красной окраски	—		появление пурпурно-красной окраски

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица 1

#### Свойства углеводородов

Углеводород	т. кип., °С	т. пл., °С	$n_D^{20}$
Пентан	36.0		1.3574
Циклопентан	50.0		1.4093
Гексан	68.8		1.3750
Циклогексан	80.0		1.4263
Гептан	98.4		1.3878
Изооктан	99.0		1.3914
Октан	125.6		1.3890
Нонан	150.7		1.4054
Декан	174.0		1.4120
Циклопентадиен	42.0		1.4470
Циклогексен	84.0		1.4492
Фенилацетилен	140.0		1.5524
Стирол	146.0		1.5485
Бензол	80.0	5.0	1.5017
Толуол	110.6		1.4965
Этилбензол	136.0		1.4959
<i>p</i> -Ксилол	138.4	13.3	1.4958
<i>m</i> -Ксилол	139.0		1.4984
<i>o</i> -Ксилол	144.0		
Кумол	151.0		1.4932
Нафталин	218.0	80.0	
Дифенил	255.3	71.0	
Антрацен	351.0	216.0	

Таблица 2

#### Свойства галогеналканов

Органический радикал	Хлорид т.кип., °С	Бромид т.кип., °С	Иодид т.кип., °С
Этил	12.0	38.0	72.0
Изопропил	36.0	60.0	89.0
<i>n</i> -Пропил	46.0	71.0	102.0
<i>трет</i> -Бутил	51.0	72.0	98.0
Изобутил	68.0	91.0	120.0
Бутил	77.0	100.0	130.0
Изоамил	100.0	118.0	148.0
Амил	107.0	129.0	156.0
Гексил	134.0	157.0	180.0

Таблица 3

## Свойства полигалогеналканов

Алкилгалогенид	т. кип., °С	$n_D^{20}$
Метилен хлористый	41.0	1.4237
Хлороформ	61.1	1.4459
Углерод четыреххлористый	76.5	1.4601
1,2-Дихлорэтан	84.0	1.4443
Трихлорэтилен	87.0	1.4773
Тетрахлорэтилен	121.0	1.5055
1,2-Дибромэтан	132.0	1.5379
Пентахлорэтан	161.0	1.5040
Гексахлорэтан	186.8 (т. пл.)	

Таблица 4

## Свойства галогенаренов

Галогенид	т. кип., °С	$n_D^{20}$	Продукт нитрования	
			Положение нитрогруппы	т.пл., °С
Хлорбензол	132.0	1.5601	2.4	52.0
Бромбензол	156.0		2.4	75.0
<i>o</i> -Бромтолуол	181.0		3.5	82.0
<i>m</i> -Бромтолуол	183.0		4.6	103.0
<i>p</i> -Бромтолуол	185.0		2	47.0
Иодбензол	188.0		4	174.0
<i>p</i> -Дибромбензол	220.4	86-89 (т.пл.)		
$\alpha$ -Бромнафталин	281.0			

Таблица 5

## Свойства фенолов

Фенол	т. кип., °С	т. пл., °С	т. пл. бензоата, °С
Фенол	180.0	42.0	68.0
<i>o</i> -Нитрофенол	216.0	45.0	59.0
Пирокатехин	240.0	105.0	84.0
Резорцин	276.0	110.0	117.0
$\alpha$ -Нафтол	288 (возг.)	96.0	56.0
$\beta$ -Нафтол	295.0	122.0	107.0
Пирогаллол	298.0	133.0	89.0
<i>m</i> -Нитрофенол		97.0	95.0
<i>p</i> -Нитрофенол		114.9	142.0
Пикриновая кислота		122.0	163.0
Гидрохинон	285	173.0	199.0
Салициловая кислота		170.0	

Таблица 6

## Свойства спиртов

Спирт	т. кип., °С	т. пл., °С	$n_D^{20}$
Метиловый	64.5		1.3288
Этиловый	78.0		1.3510
Изопропиловый	82.4		1.3776
<i>трет</i> -Бутиловый	82.5	25.0	1.3878
Пропиловый	97.0		1.3854
Аллиловый	97.0		1.4138
<i>втор</i> -Бутиловый	99.5		1.3924 (22°C)
Диметилэтилкарбинол	102.0		
Изобутиловый	108.0		1.3968 (17.5°C)
Бутиловый	117.7		1.3993
Диметилизопропилкарбинол	120.0		
Изоамиловый	130.5		1.4085 (15°C)
Амиловый	138.0		1.4101
Гексиловый	157.0		1.4205
Циклогексанол	161.1		1.4641
Гептиловый	176.3		1.4318
Октиловый	194.5		1.4304
Этиленгликоль	197.0		1.4318
Бензиловый	205.0		1.5396
Нониловый	213.5		1.4333
Диэтиленгликоль	245.0		1.4488 (15°C)
Глицерин	290.0		1.4729
Дифенилкарбинол	298.0	69.0	
Трифенилкарбинол	380.0	165.0	

Таблица 7

## Свойства карбонильных соединений

Альдегид	т. кип., °С	$n_D^{20}$	Т. пл. 2,4-динитрофенилгидразона, °С
Муравьиный	21.0		166.0
Уксусный	21.0	1.3392 (18°C)	168.0 (147)
Пропионовый	49.0	1.3636	155.0
Акролеин	52.0		165.0
Изомасляный	63.0	1.3730	182.0
<i>n</i> -Масляный	74.0	1.3843	122.0
<i>n</i> -Валериановый	103.0	1.3944	98.0
Кротоновый	104.0		190.0
Фурфурол	161.0	1.5261	213.0 (230.0)
Бензальдегид	179.0	1.5455	235.0
Салициловый	196.0	1.5740	248.0
<b>Кетон</b>			
Ацетон	56.2	1.3588	128.0
Метилэтилкетон	79.5	1.3785	115.0
Диэтилкетон	102.0	1.3939 (16°C)	156.0
Пинаколин	106.0	1.3956	125.0
Окись мезитила	130.0	1.4446	203.0
Циклогексанон	155.0	1.4498	162.0
Ацетофенон	202.0 (т. пл. 20.0)	1.5372	250.0 (237.0)
Бензофенон	306.0 (т. пл. 49.0)	1.6077 (19°C)	238.0

Таблица 8

## Свойства карбоновых кислот

Кислота	т. кип., °С	т. пл., °С	$n_D^{20}$	т. пл. анилидов, °С
Муравьиная	100.7	8.4	1.3714	50.0
Уксусная	118.0	16.0	1.3715 (23°C)	114.0
Акриловая	140.0		1.4224	105.0
Пропионовая	141.0		1.3874	106.0
Изомасляная	155.0		1.3930	105.0
Масляная	163.0		1.3991	96.0
Валериановая	176.0		1.4043	113.0
Молочная	119/12 мм			59.0
Олеиновая	223/10 мм	14.0		41.0
Коричная ( <i>транс</i> )	300.0	135.0		153.0
Пальмитиновая	222/16 мм	63.0		81.0
Стеариновая		71.0		95.0
		153.0		
Лимонная		(безв.) 100.0		199.0 (три)
		(водн.) 101.5		149.0
Щавелевая (водн.)		122.5		162.0
Бензойная		135.0		225.0 (ди)
Малоновая		159.5		136.0
Салициловая		152.0		240.0
Адипиновая		185.0		230.0
Янтарная	235 (разлаг.)	200-206		251.0
Фталевая		174.0		235.0
Винная		280-300		200.0
Сульфаниловая		145-147		131.0
Антралиловая		119-122		
Пикриновая				

Таблица 9

## Свойства аминов

Амин	т. кип., °С	т. пл., °С	$n_D^{20}$
Изопропиламин	33.0		1.3746
Третбутиламин	46.0		1.377
Пропиламин	49.0		1.389
Диэтиламин	56.0		1.385
<i>втор</i> -Бутиламин	63.0		1.393
Изобутиламин	69.0		1.397
Диизопропиламин	77.0		1.392
Изоамиламин	84.0		
Триэтиламин	89.0		1.401
Диизобутиламин	96.0		1.4081
Дибутиламин	139.0		1.417
Бензиламин	159.0		1.5441 (19°C)
Анилин	184.1		1.5863
<i>о</i> -Толуидин	200.0		1.5688
<i>р</i> -Толуидин	200.0	45.0	
<i>т</i> -Толуидин	203.0		1.5686
<i>о</i> -Анизидин	225.0	5.0	1.5754
<i>р</i> -Анизидин	240.0	58.0	
<i>т</i> -Анизидин	251.0		
<i>о</i> -Фенилендиамин	256.0	102.0	
<i>р</i> -Фенилендиамин	267.5	140.0	
<i>т</i> -Фенилендиамин	284.0	63.0	
Дифениламин	302.0	54.0	
<i>о</i> -Нафтиламин	290.0	50.0	
<i>т</i> -Нафтиламин	298.0	71.0	
<i>р</i> -Нафтиламин	380.0	112.0	
<i>т</i> -Нитроанилин		114.0	
<i>р</i> -Нитроанилин		147.0	
<i>о</i> -Аминофенол		174.0	
<i>т</i> -Аминофенол		122.0	
<i>р</i> -Аминофенол		184.0	
Бензидин		127.0	
Пиридин	116.0		
Хинолин	239.0		
Диметиланилин	193.0		
Диэтиланилин	218.0		



Таблица 10

Свойства различных классов органических соединений

Соединение	т. кип., °С	т. пл., °С	$n_D^{20}$
Этилацетат	77.1		1.3723
Изоамилацетат	142.0		1.4005
Метилбензоат	199.5		1.5170
Метилловый эфир <i>m</i> -нитробензойной к-ты		78.5	
Мочевина		133.0	
Тиомочевина		180.0	
Ацетанилид	304	114.3	
Азобензол		65-68	
<i>p</i> -Нитротолуол		52.0	
Фталевый ангидрид		131.0	
Ацетоуксусный эфир	180.8 (разлаг.)		1.4432
Нитробензол	211		1.5562
Глюкоза		146.0 (разлаг.)	
Галактоза		118-120	
Сахароза		185.0	

# **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

**Юлия Борисовна Малышева**  
**Алексей Юрьевич Федоров**  
**Татьяна Ивановна Старостина**

*Электронное учебное пособие*

Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования «Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского».  
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23