

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ульяновский государственный технический университет

Е. В. Бойко

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к лабораторным работам

для студентов, обучающихся по специальности 190201-«Автомобиле- и тракторостроение»

Ульяновск 2006

УДК 547 (076)
ББК 24.2 Я 7
Б 77

Рецензент доктор химических наук, профессор Е. С. Климов
(Ульяновский государственный университет)

Одобрено секцией методических пособий научно–методического совета
университета

Бойко, Е. В.

Б 77 Органическая химия: методические указания к лабораторным работам /
Е. В. Бойко.– Ульяновск: УлГТУ, 2006.–24 с.

Пособие представляет собой руководство к лабораторным занятиям. Практическая часть содержит материал об общих свойствах основных классов органических соединений и их важнейших представителях. Рассматриваются основные способы их получения и выделения в ходе опытов, сравнивается реакционная способность. Приведены основные правила номенклатуры органических соединений.

Пособие к лабораторным работам по органической химии предназначено для студентов машиностроительного факультета специальности 190201– «Автомобиле- и тракторостроение». Подготовлено на кафедре «Химия».

УДК 547(076)
ББК 24.2я7

© Е. В. Бойко, 2006
© Оформление. УлГТУ, 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ...	5
1. КАЧЕСТВЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ	6
2. ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ)	8
3. НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКЕНЫ)	10
4. НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКИНЫ)	11
5. ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ	12
6. СПИРТЫ	13
7. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ	13
8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ	15
Приложение А НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	17
Приложение Б	23
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	24

ВВЕДЕНИЕ

Современному специалисту в области двигателестроения и эксплуатации необходимо знание основ органической химии для грамотного восприятия состава, свойств современных топлив и смазочных материалов, понимания сути химических явлений, происходящих в двигателях. Задача практикума состоит в приобретении специалистами машиностроительного профиля навыков и умений в проведении химического эксперимента. Лабораторные работы по органической химии позволяют глубже проникнуть в суть прохождения химических процессов, овладеть специфическими приемами получения различных классов органических соединений, способам выделения их из реакционной системы и качественному элементному анализу.

Практикум составлен с целью общего знакомства с основными классами органических соединений и их важнейшими представителями (метан, этилен, ацетилен и т. д.). В ходе опытов изучаются способы их получения и сравниваются основные свойства. Закреплению учебного материала способствуют приводимые после каждой темы контрольные вопросы.

В конце практикума приведены правила номенклатуры органических соединений и другой справочный материал.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Все органические вещества в той или иной степени ядовиты, а многие из них - огнеопасны и взрывоопасны. Поэтому, работая в лаборатории органической химии, необходимо строго соблюдать перечисленные ниже основные правила техники безопасности.

1. Работать одному в лаборатории запрещается. Приступать к работе можно только в присутствии преподавателя или лаборанта.

2. Нельзя работать в лаборатории без халата. Он должен быть сшит только из хлопчатобумажной ткани.

3. Работать с ядовитыми, раздражающими органы дыхания и сильно пахнущими веществами необходимо только в вытяжном шкафу в резиновых перчатках. Нельзя брать химические вещества незащищенными руками. Сыпучие реактивы отбирайте только сухим шпателем или специальной ложкой.

4. Нельзя держать при нагревании пробирку или колбу отверстием к себе или в сторону стоящего рядом человека.

5. Запрещается нагревать летучие и легковоспламеняющиеся жидкости и вещества (эфир, петролейный эфир, бензин, спирт, ацетон, сероуглерод и др.) на открытом пламени. Для этого пользуйтесь водяной баней или электрической плиткой с закрытой спиралью. При перегонке таких веществ обязательно применяйте холодильники с водяным охлаждением. Нельзя перегонять жидкости досуха — это может привести к взрыву или пожару.

6. Запрещается выливать в раковины остатки кислот и щелочей, огнеопасных и ядовитых, плохо смываемых и сильно пахнущих жидкостей.

7. Запрещается пробовать химические вещества на вкус, всасывать ртом в пипетки любые жидкие вещества. При исследовании запаха жидкости следует осторожно направлять к себе ее пары легким движением руки.

8. Металлический натрий следует обязательно хранить под слоем керосина, толуола или ксилола, не содержащих следов воды.

9. Концентрированные кислоты, щелочи, ядовитые и сильно пахнущие вещества обязательно хранить в хорошо вентилируемом вытяжном шкафу. При разбавлении кислоты необходимо осторожно, небольшими порциями, при постоянном перемешивании прибавлять **кислоту к воде, а не наоборот!**

10. При попадании кислот на кожу нужно быстро промыть обожженное место струей воды, а затем 2—3%-ным раствором соды. При ожоге едкими щелочами надо также хорошо промыть обожженное место водой, а затем 2—3%-ным раствором уксусной кислоты. При случайном попадании кислоты или щелочи в глаза тотчас промыть их большим количеством воды, а затем обработать тампоном, смоченным в растворе соды или борной кислоты, и вновь промыть водой.

11. В случае воспламенения одежды необходимо немедленно набросить на пострадавшего халат, одеяло, пиджак и т. д. Ни в коем случае не давать

ему бежать, так как это усиливает пламя. При возникновении пожара нужно сразу отключить вентиляцию и электроэнергию и принять меры к ликвидации загорания. При необходимости вызвать пожарную команду. При воспламенении эфира, бензола, бензина нельзя применять для тушения воду. В этих случаях пламя тушат песком или асбестовым одеялом.

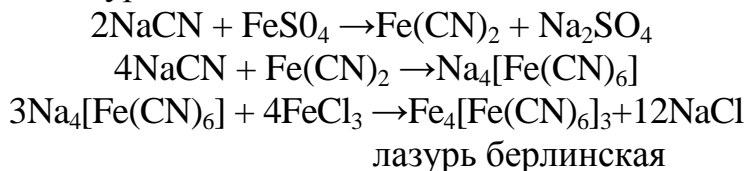
12. Следует бережно и аккуратно обращаться с посудой, приборами и предметами оборудования.

1. КАЧЕСТВЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

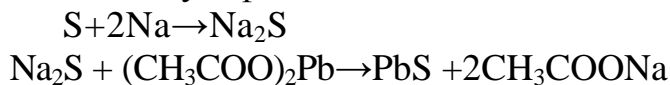
Качественный элементный анализ состоит в качественном определении элементов, входящих в состав органического соединения. Для этого сначала разрушают органическое вещество, затем превращают определяемые элементы в простые неорганические соединения, которые могут быть изучены известными аналитическими методами.

При сгорании органического соединения углерод, входящий в его состав, образует оксид углерода (IV), а водород — воду. CO_2 легко обнаруживается при пропускании его через известковую воду — образуется осадок CaCO_3 . Вода вызывает появление синего окрашивания сульфата меди вследствие образования кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Для обнаружения азота органическое вещество сплавляют с металлическим натрием. В результате образуется цианид натрия, который обнаруживают по окраске берлинской лазури:



Сера при сплавлении с металлическим натрием образует сульфид натрия, который легко определяют в виде сульфида свинца:



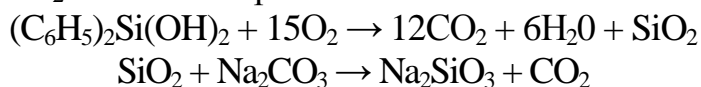
Галогены в органических соединениях можно открыть *пробой (реакцией) Бейльштейна*. Способ обнаружения основан на способности CuO при высокой температуре разлагать галогенсодержащие органические соединения с образованием галогенидов Cu (II):



Анализируемую пробу наносят на конец предварительно прокаленной медной проволоки (или в смеси с CuO на платиновую проволоку или шпатель) и нагревают в несветящемся пламени горелки. При наличии в пробе галогенов образующиеся CuHal_2 восстанавливаются до CuHal , которые, испаряясь, окрашивают пламя: CuCl и CuBr — в сине-зеленый цвет, CuI — в зеленый. Окраска пламени наблюдается 1–2 с. CuF нелетуч и пламя не окрашивает. Реакция избирательна (мешают нитрилы, мочевины,

производные пиридина и др.). При наличии щелочных и щелочноземельных металлов пламя рассматривают через синий светофильтр.

Определение кремния основано на разрушении вещества и выделении кремния в виде SiO_2 или солей кремниевой кислоты.



Опыт 1. Определение углерода и водорода в органическом веществе (крахмале или сахаре). Собирают прибор из пробирок, как указано на рисунке 1. Отвешивают около 0,1 г крахмала (или сахара) и 1 г оксида меди CuO . Смесь тщательно перемешивают и помещают в сухую пробирку 1. Сверху насыпают ещё 1 г оксида меди CuO . В пробирку 2 насыпают немного безводного сульфата меди, а в пробирку 3 наливают известковую воду. Пробирку 1 с веществом сначала всю осторожно прогревают легким пламенем горелки, а затем начинают нагревать нижнюю часть ее, где находится смесь оксида меди с веществом.

Отметьте, что произошло с известковой водой. Как изменился цвет сульфата меди? На основании чего можно сделать вывод о наличии углерода и водорода в исследуемом веществе?

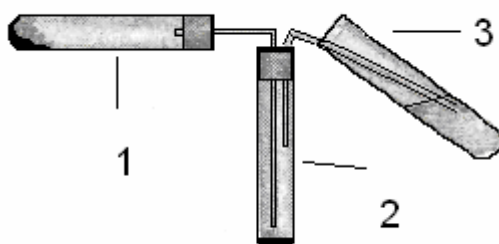


Рис. 1. Прибор для определения углерода и водорода

Опыт 2. Определение галогена в галогенсодержащем органическом соединении по Бейльштейну. Медную проволоку, укрепленную в корковой пробке, прокалывают в бесцветном пламени горелки до исчезновения посторонней окраски пламени. После охлаждения кончик проволоки смачивают исследуемым веществом (CHCl_3 , CCl_4 и т. д.) и вносят в пламя горелки. Что происходит?

Опыт 3. Определение азота в азотсодержащем органическом соединении. В сухую пробирку помещают около 0,2 г карбамида и кусочек металлического натрия (с горошину). Пробирку закрепляют в штативе и осторожно нагревают в пламени горелки (в вытяжном шкафу) в течение 2—3 мин. Происходит вспышка и обугливание вещества.

Охладив пробирку со сплавом, содержащим цианид натрия, в нее наливают смесь 2 мл этилового спирта в 10 мл дистиллированной воды. Полученный раствор фильтруют и наносят 1—2 капли на предметное стекло. Добавляют по 1 капле 0,5%-ного раствора сульфата железа (III) или хлорида железа (III). После

подкисления смеси одной каплей 10%-ного раствора соляной кислоты выпадает осадок берлинской лазури, что указывает на присутствие азота в веществе.

Опыт 4. Определение серы в органическом соединении. В сухой пробирке смешивают несколько кристаллов органического вещества, содержащего серу (например, сульфаниловую кислоту), с небольшим кусочком металлического натрия. Пробирку со смесью закрепляют в штативе и нагревают на горелке в вытяжном шкафу. Раскаленную пробирку охлаждают и добавляют 10—15 мл дистиллированной воды. После прибавления в раствор нескольких капель раствора ацетата свинца выпадает черный осадок сульфида свинца.

2. ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ)

Предельными углеводородами (алканами) называют соединения, состоящие только из атомов углерода и водорода, в которых все атомы связаны простыми (ординарными), то есть σ -связями. Общая формула для предельных углеводородов C_nH_{2n+2} . Для алканов наиболее характерны реакции замещения, протекающие по радикальному механизму (S_R). При высоких температурах они могут окисляться и претерпевать разложение (по радикальному механизму).

Метан и гомологи метана получают в лабораторных условиях прокаливанием солей соответствующих органических кислот со щелочами:



Другой способ получения – реакция Вюрца, нагревание моногалогенопроизводных с металлическим натрием:



Опыт 1. Получение метана. В фарфоровой ступке растирают 2—3 г безводного ацетата натрия с таким же количеством натронной извести (смесь NaOH и CaO). Смесь помещают в пробирку 1, закрытую пробкой с газоотводной изогнутой трубкой. Пробирку укрепляют в штативе. Свободный конец газоотводной трубки погружают в кристаллизатор с водой 2, а пробирку медленно, равномерно нагревают (рис. 2). Сначала выделяются пузырьки воздуха, а затем метан, который собирают в пробирку 3. Для этого ее наполняют до краев водой, закрывают пальцем отверстие, переворачивают вверх дном и вносят в кристаллизатор с водой. Подведя под пробирку в воде газоотводную трубку, собирают метан. Закончив наполнение пробирки метаном, сначала вынимают газоотводную трубку из кристаллизатора, а затем отставляют горелку (электроплитку), в противном случае вода войдет в пробирку со смесью и она лопнет.

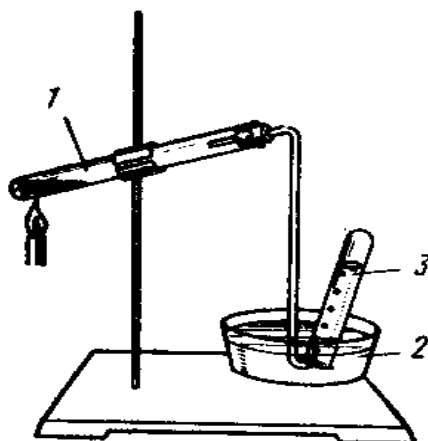


Рис. 2. Прибор для получения метана

Опыт 2. Горение метана. Метан в пробирке поджигают (по мере горения в пробирку приливают воду, которая вытесняет метан). Отмечают характер пламени (копящее, некопящее). По окончании горения в пробирку быстро приливают немного известковой воды. Что происходит?

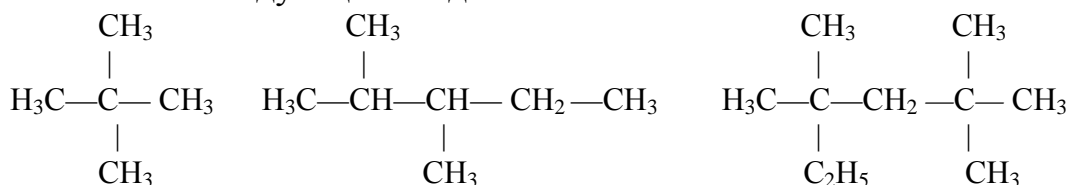
Опыт 3. Отношение алканов к бромной воде. К 1 мл гептана (или гексана) приливают около 1 мл бромной воды и взбалтывают, не закрывая пробирку. Происходит ли обесцвечивание бромной воды?

Опыт 4. Отношение алканов к окислителям. К гептану (или гексану) приливают небольшое количество раствора перманганата калия и взбалтывают. Происходит ли обесцвечивание раствора?

Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы изомеров гептана и назовите их по систематической номенклатуре.

2. Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре:



3. Из каких галогенопроизводных можно получить 2,5-диметилгексан по реакции Вюрца?

4. Какой объем оксида углерода (IV) образуется при сжигании 2 моль этана?

5. При сжигании 4,4 г углеводорода образовалось 13,2 г оксида углерода (IV) и 7,2 г воды. Плотность вещества по водороду равна 22. Найдите молекулярную формулу этого углеводорода.

6. Как изменяется агрегатное состояние алканов в гомологическом ряду?

7. Приведите примеры функционального окисления предельных углеводородов.

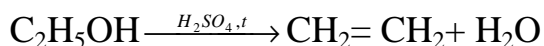
8. Приведите примеры радикального термораспада предельных углеводородов (крекинг при высоких температурах).

3. НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКЕНЫ)

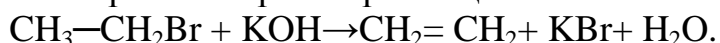
Алкены (олефины) – углеводороды, в молекуле которых имеется одна двойная углерод-углеродная связь —C=C— . Общая формула алкенов C_nH_{2n} .

Основные химические свойства алкенов обусловлены наличием в молекуле двойной связи. Основным типом реакций, в которые легко вступают алкены, являются разнообразные реакции присоединения, сопровождающиеся разрывом π -связи и образованием двух новых σ -связей. Характерна для алкенов и реакция полимеризации, также сопровождающаяся «раскрытием» двойных связей. Алкены могут реагировать и с разрывом σ - и π -связи, например в реакциях окисления.

В лабораторных условиях этилен получают при нагревании этилового спирта с водоотнимающими веществами (концентрированная серная кислота, оксид фосфора (V)).



Олефины также получают при нагревании галогенпроизводных с концентрированными спиртовыми растворами щелочи:



Опыт 1. Получение этилена. Этилен получают в приборе, изображенном на рис. 3. В пробирку 1, укрепленную в штативе, наливают 1 мл этилового спирта и осторожно приливают 3 мл концентрированной серной кислоты. Добавляют несколько крупинок оксида алюминия (катализатор) и закрывают пробирку пробкой, в которую вставлен узкий конец хлоркальциевой трубки 2, содержащей натронную известь (для улавливания диоксидов серы и углерода). Широкий конец хлоркальциевой трубки закрывают пробкой с газоотводной трубкой, на конец которой надет резиновый шланг. Содержимое пробирки осторожно нагревают. Выждав некоторое время, необходимое для вытеснения из пробирки воздуха, пропускают этилен в бромную воду, а затем — в водный раствор перманганата калия (см. опыты 2 и 3).

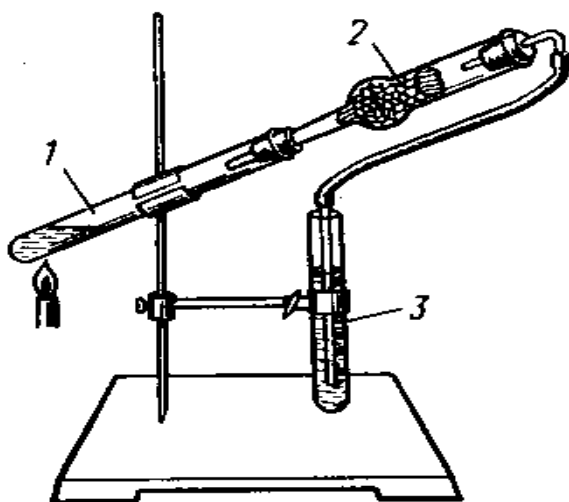


Рис. 3. Прибор для получения этилена: 1– пробирка со смесью спирта и серной кислоты; 2– хлоркальциевая трубка; 3– пробирка с бромной водой или перманганатом калия

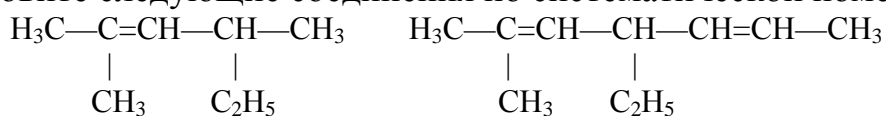
Опыт 2. Отношение этилена к бромной воде. В пробирку наливают 2—3 мл бромной воды и пропускают в нее этилен до обесцвечивания. Почему произошло обесцвечивание?

Опыт 3. Отношение этилена к окислителям. Этилен пропускают в 0,01%-ный раствор перманганата калия, подкисленный серной кислотой, до обесцвечивания раствора.

Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы изомеров гексена и назовите их по систематической номенклатуре.

2. Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре:



3. Напишите уравнения реакций взаимодействия изобутилена с бромом, бромоводородом.

4. Напишите уравнение реакции взаимодействия этилена с раствором перманганата калия.

5. Сформулируйте и объясните правило Марковникова. Приведите примеры реакций, протекающих против правила Марковникова.

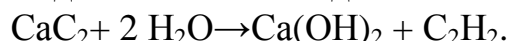
6. Приведите примеры радикальной полимеризации непредельных углеводородов. Каков механизм протекания этих процессов? Что такое катализатор Натта-Циглера?

7. Как используется этилен и его производные в промышленности. Приведите примеры.

4. НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКИНЫ)

Алкины (ацетилены) – это углеводороды, в молекуле которых имеется тройная углерод-углеродная связь $-\text{C}\equiv\text{C}-$. Общая формула алкинов $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Алкины, у которых у атома углерода, связанного тройной связью, имеется атом водорода («ацетиленовый» водород), способны замещать эти атомы водорода на другие атомы или группы атомов, а также проявляют слабые кислотные свойства.

В промышленности и в лабораторных условиях ацетилен получают из карбида кальция при взаимодействии его с водой:



Опыт 1. Получение ацетилена. Ацетилен можно получать в приборе для получения этилена. В пробирку наливают 3—5 мл воды и бросают несколько кусочков карбида кальция. Выделяющийся ацетилен используют для изучения его химических свойств.

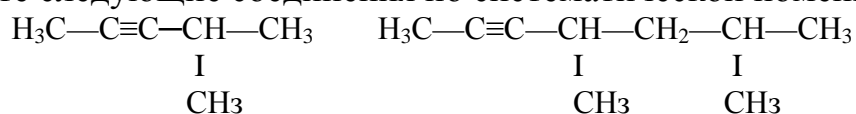
Опыт 2. Отношение ацетилен к окислителям. Ацетилен пропускают в пробирку, наполненную 0,01%-ным раствором перманганата калия (подкисленного серной кислотой), до обесцвечивания раствора.

Опыт 3. Отношение ацетилен к бромной воде. В пробирку с бромной водой пропускают ацетилен до полного обесцвечивания. Почему происходит обесцвечивание?

Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы изомеров пентина и назовите их по систематической номенклатуре.

2. Назовите следующие соединения по систематической номенклатуре:



3. Напишите последовательно уравнения реакций взаимодействия ацетилен с 2 молями хлороводорода. Какими свойствами обладает полученное вещество?

4. Напишите уравнение реакции взаимодействия ацетилен с подкисленным раствором перманганата калия. Какие продукты образуются, если брать замещенные ацетилены?

5. Напишите механизм реакции Кучерова для ацетилен и его производных.

6. Как используют ацетилен и его производные в промышленности? Напишите уравнения реакций.

5. ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

При замещении атомов водорода в углеводородах на атомы галогена образуются соединения, которые объединяют под названием галогенопроизводных. Для алкилгалогенидов характерны реакции нуклеофильного замещения галогена и реакции отщепления галогенводородов (реакция дегидрогалогенирования).

Опыт 1. Получение хлорэтана. Смесь из равных объемов 96%-ного этилового спирта и концентрированной серной кислоты (уд. вес =1,8) в количестве 6 мл помещают в пробирку с прямой газоотводной трубкой и прибавляют 1 г NaCl. Пробирку слабо нагревают в пламени спиртовки. Выделяющийся газ поджигают и наблюдают цвет пламени.

Опыт 2. Получение йодоформа из этилового спирта. Налить в пробирку 5 мл 30-40%-ного NaOH, прилить 1–2 мл спиртового раствора йода и нагреть. Затем раствор охладить. Что происходит с окраской раствора?

Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы соединений: а) 2-метил-3-хлорпентана; б) 2,2-диэтил-3-хлоргексан; в) тетрахлористого этилена;

г) 3-хлорпентена-1; д) 1-бром-4-метилгептена-3. Какие из них имеют *цис-транс*-изомеры?

2. Напишите уравнения реакций хлористого изобутила: а) с цианидом калия; б) с аммиаком; в) с этилатом натрия.

3. Напишите уравнения реакций галогенирования этилового спирта и получение йодоформа из этилового спирта.

4. Приведите примеры использования галогенпроизводных в промышленности.

6. СПИРТЫ

К спиртам относят соединения, которые содержат гидроксильную группу -ОН у атома углерода, не содержащего других функциональных групп. Наиболее известны и важны три типа реакций, которые характеризуют химические свойства спиртов: 1) реакции, в процессе которых разрывается связь О-Н (образование алкоголятов, сложных эфиров); 2) реакции, в процессе которых разрывается связь С-О (образование галогенидов, простых и сложных эфиров); 3) реакции с участием группы ОН и атома водорода, стоящего у соседнего атома углерода (дегидратация, окисление, дегидрирование).

Опыт 1. Окисление спиртов водным раствором перманганата калия. В пробирку налить 3–4 мл этилового спирта и 3 мл водного раствора перманганата калия. Пробирку нагреть. Обратите внимание на изменения окраски раствора и появления запаха.

Опыт 2. Окисление спиртов хромовой смесью. К 2–3 мл этилового спирта добавляют 1–2 капли хромовой смеси. Как меняется окраска раствора?

Опыт 3. Образование глицерата меди. В пробирку наливают 1 мл 2 н раствора сульфата меди и 1 мл 2 н раствора гидроксида натрия. К выпавшему осадку гидроксида меди (II) добавляют несколько капель глицерина. Почему происходит растворение осадка образовавшегося гидроксида меди (II)? В какой цвет окрашивается раствор?

Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы всех изомеров пентилового спирта.
2. Каким способом можно получить 2-метилпропанол-1 из ацетилена?
3. Напишите уравнение реакции взаимодействия глицерина с гидроксидом меди (II); реакции окисления этилового спирта водным раствором перманганата калия и хромовой смесью.
4. Приведите примеры использования спиртов в промышленности.

7. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

Альдегиды и кетоны – функциональные производные углеводородов, в молекулах которых имеется карбонильная группа -C=O. Если атом углерода

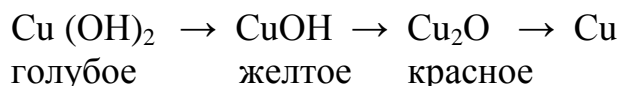
этой группы связан хотя бы с одним атомом водорода, то такие соединения называют *альдегидами*. Если атом углерода карбонильной группы связан с двумя углеводородными радикалами, то такие соединения называют кетонами. Наиболее характерными для альдегидов и кетонов являются реакции нуклеофильного присоединения.

Опыт 1. Окисление ацетальдегида аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»). В тщательно вымытую пробирку наливают аммиачный раствор оксида серебра и добавляют несколько капель ацетальдегида. Пробирку помещают в баню с горячей водой. Через некоторое время на стенках образуется слой серебра («серебряное зеркало»). Эта реакция является качественной на альдегиды. Попробуйте провести подобную реакцию с ацетоном. Объясните, почему ацетон не восстанавливает серебро.

Опыт 2. Окисление ацетальдегида гидроксидом меди (II).

В пробирку наливают 4 капли 2%-ного раствора сульфата меди и добавляют 6 капель 10%-ного раствора NaOH. К образовавшемуся осадку гидроксида меди приливают ацетальдегид и нагревают. Что происходит с окраской раствора?

Наблюдаемое изменение окраски объясняется различной степенью окисления меди:



Опыт 3. Взаимодействие ацетона с гидроксидом натрия и йодом (галоформная реакция) с образованием йодоформа. В пробирку с 2–3 мл ацетона приливают 1 мл 10%-ного раствора NaOH, добавляют 2 мл раствора йода в иодиде калия до обесцвечивания. Нагревают пробирку и наблюдают за выпадением желто-белого осадка йодоформа с характерным запахом.

Опыт 4. Реакция с солянокислым гидроксиламином. К 5 мл 5%-ного раствора солянокислого гидроксиламина прибавляют 0,5 мл ацетальдегида или ацетона. Смесь нагревают на водяной бане и добавляют 1 каплю метилового оранжевого. Отмечают изменение цвета индикатора.

Контрольные вопросы

1. Напишите все возможные изомеры альдегидов и кетонов, соответствующие молекулярной формуле $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$.
2. Напишите уравнения реакций гидролиза следующих галогенопроизводных: а) 1,1-дихлорпропана; б) 1,1-дихлор-2-метилбутана; в) 2,2-дибромбутана,
3. Какие спирты образуются при восстановлении водородом следующих соединений: а) пропаналя; б) бутанала; в) пропанона; г) 3-метилпентанона-2?
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия с водой (в присутствии катализатора) следующих соединений: а) пропиона; б) бутина-2.
5. Напишите уравнения реакций окисления: а) бутанала, б) 2-метилбутанала; в) пропан-2-она. Укажите условия проведения реакций.
6. Напишите уравнения реакций опытов 1–3.

7. Приведите примеры использования альдегидов и кетонов в промышленных синтезах.

8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

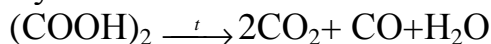
Карбоновые кислоты представляют собой функциональные производные углеводородов, в молекулах которых имеется карбоксильная группа $\begin{array}{l} \text{—C} = \text{O} \\ \quad \quad \quad \backslash \\ \quad \quad \quad \text{OH} \end{array}$.

Число карбоксильных групп определяет основность кислоты. Общая формула карбоновых кислот $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$. Карбоновые кислоты реагируют с металлами, их оксидами и гидроксидами, образуя соли. При действии различных реагентов образуют ряд производных (галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, сложные эфиры, мыла, жиры).

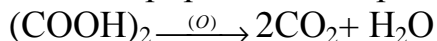
Опыт 1. Образование солей. К 0,5 мл 5%-ного раствора карбоната натрия приливают равное количество разбавленной уксусной кислоты. Раствор начинает пениться. Объясните это явление.

Опыт 2. Образование и гидролиз ацетата железа. В пробирку помещают несколько капель 20%-ного раствора ацетата натрия и добавляют столько же раствора хлорида железа (III). Появляется желтовато-красное окрашивание, свидетельствующее об образовании ацетата железа (III). После нагревания раствора до кипения выпадают хлопья красно-бурого цвета гидроксида диацетата железа (III).

Опыт 3. Разложение щавелевой кислоты. В пробирку с газоотводной трубкой помещают 1–1,5 г кристаллов щавелевой кислоты и 1–2 мл концентрированной серной кислоты. Нагревают до выделения газа. Сначала пропускают газ через известковую воду до выпадения белого осадка, а затем поджигают и наблюдают голубое пламя.



Опыт 4. Окисление щавелевой кислоты. В пробирку с газоотводной трубкой помещают 1–1,5 г кристаллов щавелевой кислоты, 2–3 мл 0,2%-ного раствора KMnO_4 и 1–2 капли концентрированной серной кислоты.



Опыт 5. Получение жирных кислот из мыла. В пробирку к 25 мл 1%-ного водного раствора мыла добавляют 5 мл 10%-ного раствора серной кислоты по каплям. Смесь нагреть до кипения. На поверхности выделяются свободные жирные кислоты (образуется жирная пленка). Раствор охладить.

Опыт 6. Образование нерастворимых солей высших жирных кислот. К 2 мл 1%-ного раствора мыла добавить 6–7 капель водного раствора CaCl_2 . Выпадает осадок нерастворимых кальциевых солей.

Опыт 7. Получение уксусноэтилового эфира. К 3 мл этилового спирта прилить 4 мл ледяной уксусной кислоты, 1 мл концентрированной серной кислоты и нагреть 3–5 минут. Полученный раствор охлаждают, добавляют 3–4 мл насыщенного раствора NaCl и отделяют эфир в делительной воронке.

Опыт 8. Получение бензойноэтилового эфира. К 2 мл этилового спирта добавить 1 г кристаллической бензойной кислоты, 1 мл концентрированной серной кислоты и нагреть 3–5 мин. Раствор вылить в пробирку с 8 мл воды. Полученный эфир отделить в делительной воронке.

Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) 3,3-диметилбутановая кислота; б) диметилпропановая кислота;
в) β -этилакриловая кислота; г) этилбутиловый эфир.
2. Напишите уравнение реакции получения из бутана масляной кислоты.
3. Напишите уравнения реакций, отличающих муравьиную кислоту от других карбоновых кислот.
4. Напишите полные уравнения реакций, протекающих в опытах 1–8.
5. Приведите примеры промышленного использования карбоновых кислот и их производных.

НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Для названия органических соединений применяются, в основном, две номенклатуры – рациональная и систематическая (ИЮПАК- International Union of the Pure and Applied Chemistry). Однако широко распространены и тривиальные названия органических соединений. В рациональной номенклатуре за основу названия органического вещества принимают название простейшего члена гомологического ряда конкретного класса углеводородов, а остальные рассматривают как его производные.

С ростом числа органических соединений возникла острая необходимость в создании универсальной номенклатуры. Так возникла официальная, или систематическая, номенклатура — номенклатура ИЮПАК.

Предельные углеводороды (алканы). Первые четыре члена гомологического ряда имеют тривиальные названия (метан, этан, пропан, бутан). Названия последующих алканов производят от греческих числительных с добавлением суффикса -ан: пентан (5), гексан (6), гептан (7), октан (8), нонан (9), декан (10).

При отрыве от молекулы алкана одного или нескольких атомов водорода образуются радикалы — алкилы, названия которых строятся из наименований соответствующих углеводородов с заменой суффикса -ан на -ил: CH_4 — метан, CH_3 — метил; C_2H_6 — этан, C_2H_5 — этил; C_3H_8 — пропан, C_3H_7 — пропил и т. д. В таблице приведены наиболее распространенные радикалы.

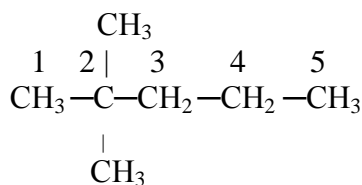
Таблица А 1

Названия некоторых радикалов

Радикал	Название	Радикал	Название
$\text{CH}_2 <$	Метилен	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2-$	Амил
$\text{CH} <-$	Метин	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2-$	Аллил
$\text{CH}_3 - \text{CH} <$	Этилиден	$-\text{C}_6\text{H}_4 -$	Фенилен
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} <$	Пропилиден	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-$	Бензил
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$	Изопропил	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH} <$	Бензилиден
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}-$	н-Бутил	$\text{H}-\text{CO}-$	Формил
$(\text{CH}_3)_2 \text{CH} - \text{CH}_2-$	Изо-бутил	$\text{C}_6\text{H}_5 -$	Фенил
$(\text{CH}_3)_3\text{C}-$	Трет-бутил	$\text{CH}_3 - \text{CO}-$	Ацетил
$\text{CH}_2 = \text{CH} -$	Винил	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}-$	Бензоил
$\text{CH}_2 = \text{C} <$	Винилиден	$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-$	Туроил

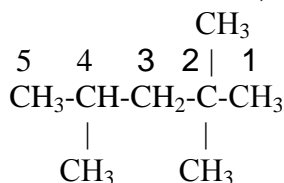
Для названия разветвленных алканов по номенклатуре ИЮПАК вначале выбирают самую длинную цепь углеродных атомов. Затем ее нумеруют,

начиная с того конца, к которому ближе расположен заместитель. Указав положение каждого радикала цифрами и назвав их, добавляют название главной цепи, например:



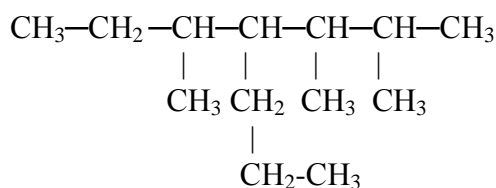
2,2-диметилпентан

Количество однородных радикалов обозначается приставками ди-, три-, тетра- и т. д. Атомы углерода в главной цепи нумеруются так, чтобы цифры, указывающие положение заместителей, были наименьшими:



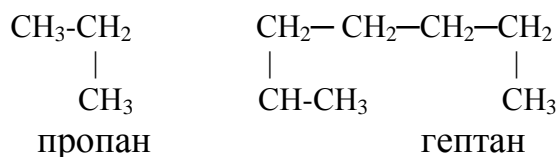
2,2,4-триметилпентан (но не 2,4,4-триметилпентан)

Если в разветвленном алкане имеются цепи равной длины, то в качестве главной цепи выбирают ту, у которой имеется наибольшее число разветвлений:

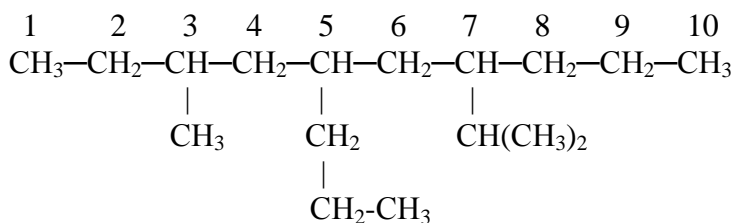


2,3,5-триметил-4-пропил гептан

Следует различать разветвление цепи от ее изгибов при графическом изображении:

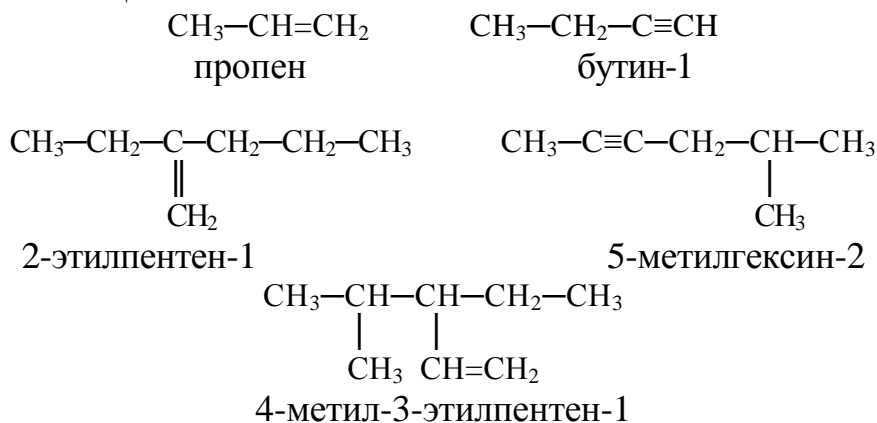


Заместители перечисляются в алфавитном порядке или в порядке возрастающей сложности. Более простыми считаются радикалы с меньшим числом углеродных атомов, а при равном их числе — менее разветвленные, ненасыщенные радикалы считаются более сложными, чем насыщенные. Например:

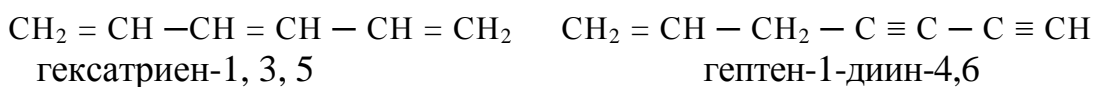


3-метил-5-пропил-7-изопропилдекан

Непредельные углеводороды. Ненасыщенные углеводороды с двойной связью называют *алкенами*, или *олефинами*, а с тройной — *алкинами*. Названия их по номенклатуре ИЮПАК образуют от названий соответствующих алканов с заменой суффикса -ан на -ен или -ин. Краткая связь обязательно включается в главную цепь. Нумерацию цепи начинают с того конца, к которому ближе двойная или тройная связь. В этом случае атомам углерода у кратной связи отдается предпочтение по сравнению с насыщенными атомами углерода, даже имеющими заместители:



Число кратных связей одного рода обозначают с помощью суффиксов -диен, -триен, -диин и т. д. Двойная связь имеет преимущество перед тройной при нумерации:



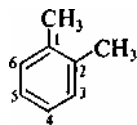
Правилами ИЮПАК допускается применение названий этилен, аллен, изопрен, ацетилен только для незамещенных соединений.

Этиленовые и ацетиленовые углеводороды по рациональной номенклатуре рассматриваются как производные этилена и ацетилена. При этом производные этилена с двумя заместителями у разных углеродных атомов называются *симметричными*, а у одного — *несимметричными* (независимо от истинной симметрии):

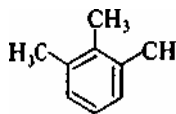


Ароматические углеводороды (арены) с одним бензольным ядром обычно рассматривают как производные бензола. Положение заместителей

можно указывать цифрами или, если заместителей только два, буквами: *o*- (*орто*-), *m*- (*мета*-), *p*- (*пара*), которые соответствуют положениям 1,2, 1,3 и 1,4:

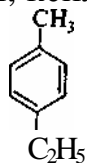


1,2- диметилбензол
(*o*-диметилбензол, *o*-ксилол)

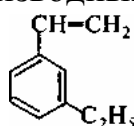


1,3-диметилбензол
(*m*-диметилбензол, *m*-ксилол)

Правилами ИЮПАК допускается употребление тривиальных названий — толуол, ксилол, стирол — и их производных:

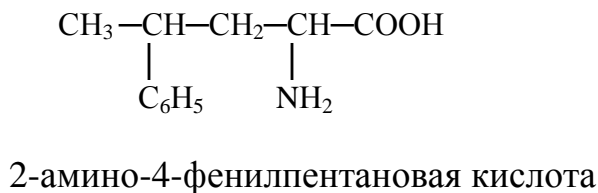
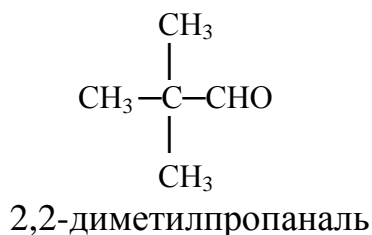
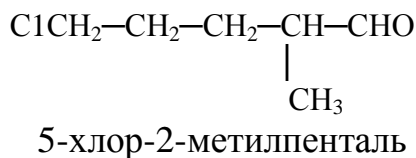
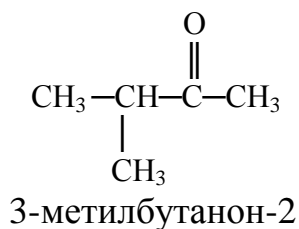
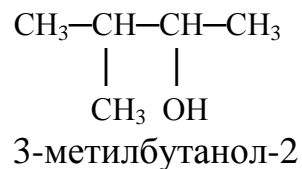
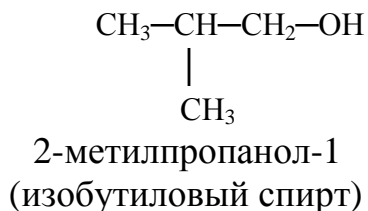
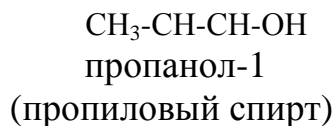


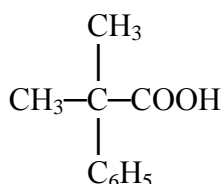
4-этилтолуол (*p*- этилтолуол)



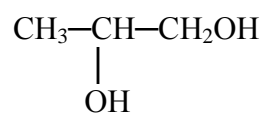
3-этилстирол(*m*-этилстирол)

Кислородсодержащие соединения. По систематической номенклатуре спирты имеют суффикс -ол(-ОН), альдегиды -ал (-аль)(- СНО), кетоны—он (-С=О), карбоновые кислоты —овая кислота (-СООН). Количество одинаковых функциональных групп указывается приставками ди-, три- и т. д. Кроме того, в рамках правил ИЮПАК имеется так называемая радикально-функциональная номенклатура, в соответствии с которой названия спиртов производят от названий соответствующих радикалов с добавлением суффикса -овый (спирт) (названия по этой номенклатуре приведены в круглых скобках).

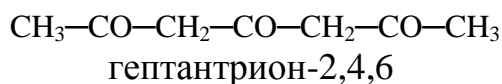




2-фенил-2-метилпропановая кислота



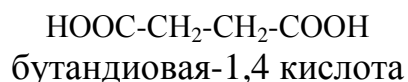
пропандиол-1,2



гептантрион-2,4,6



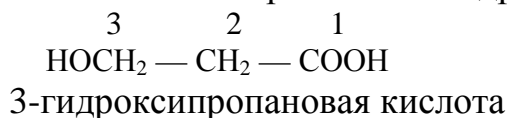
пропандиаль-1,3



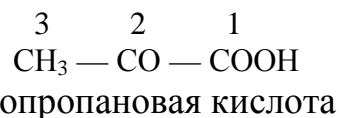
бутандиовая-1,4 кислота

Положение функциональной группы, как видно из приведенных примеров, обязательно должно указываться для спиртов и кетонов, но не для альдегидов и кислот, в молекулах которых функциональная группа всегда находится в начале цепи.

Если в молекуле имеются две функциональные группы — карбоксильная (или гидроксильная) и карбонильная, то приоритет в нумерации отдается карбоксильной. По правилам ИЮПАК гидроксильная группа обозначается приставкой гидрокси-, и карбонильная — оксо-:



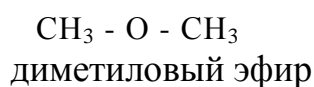
3-гидроксипропановая кислота



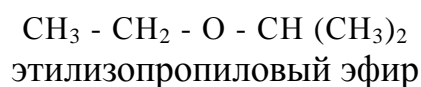
2-оксопропановая кислота

Для кислородсодержащих соединений правилами ИЮПАК допускается применение большого числа тривиальных названий.

Простые эфиры обычно называют по радикально-функциональной номенклатуре:

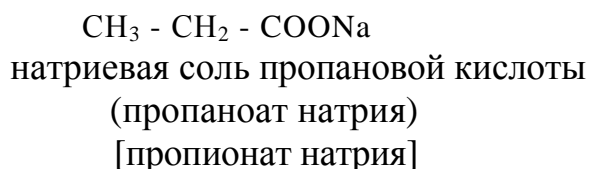


диметиловый эфир

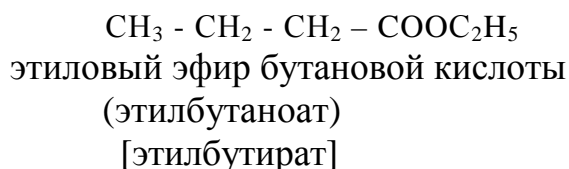


этилизопропиловый эфир

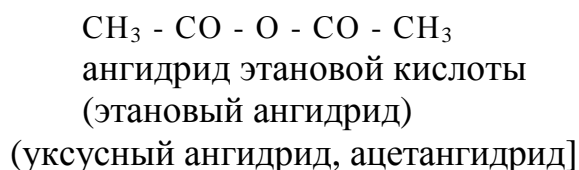
Производные карбоновых кислот могут быть названы двумя способами (названия, связанные с использованием тривиальных названий, приведены в квадратных скобках):



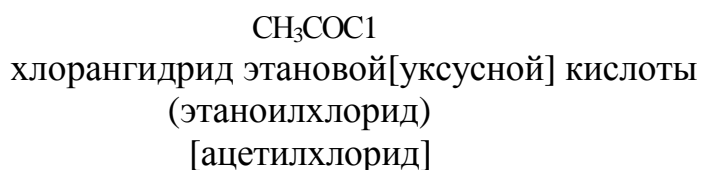
натриевая соль пропановой кислоты
(пропаноат натрия)
[пропионат натрия]



этиловый эфир бутановой кислоты
(этилбутаноат)
[этилбутират]



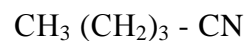
ангидрид этановой кислоты
(этановый ангидрид)
(уксусный ангидрид, ацетангидрид)



хлорангидрид этановой[уксусной] кислоты
(этанойлхлорид)
[ацетилхлорид]

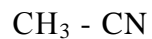


амид этановой [уксусной] кислоты
(этанамид) [ацетамид]

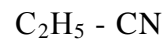


нитрил пентановой [валериановой]
кислоты (пентанонитрил)

Названия нитрилов по системе ИЮПАК образуют из наименований углеводородов с добавлением слова -нитрил в качестве окончания или из названия радикала и окончания -цианид:



этаннитрил,
метилцианид



пропаннитрил,
этилцианид.

Название некоторых кислот и их радикалов

Название кислоты		Название радикала	Формула радикала
Тривиальное	Систематическое		
Предельные алифатические монокарбоновые кислоты			
Метановая	Муравьиная	Формил	HCO-
Этановая	Уксусная	Ацетил	CH ₃ - CO-
Пропановая	Пропановая	Пропионил	CH ₃ -CH ₂ -CO-
Бутановая	Масляная	Бутирил	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -CO-
2-Метилпропановая	Изомасляная	Изобутирил	(CH ₃) ₂ CH-CO-
Пентановая	Валериановая	Валерил	CH ₃ (CH ₂) ₃ -CO-
3-Метилбутановая	Изовалериановая	Изовалерил	(CH ₃) ₂ CH-CH ₂ -CO-
Гептановая	Энантовая	Энантоил	CH ₃ (CH ₂) ₅ -CO-
Октодекановая	Стеариновая	Стероил	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ -CO-
Гексадекановая	Пальмитиновая	Пальмитоил	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ -CO-
Предельные алифатические дикарбоновые кислоты			
Этандиовая	Щавелевая	Оксалил	-OC-OC-
Пропандиовая	Малоновая	Малонил	-OC-CH ₂ -CO-
Бутандиовая	Янтарная	Сукцинил	-OC-(CH ₂) ₂ -CO-
Пентандиовая	Глутаровая	Глутарил	-OC-(CH ₂) ₃ -CO-
Гександиовая	Адипиновая	Адипоил	-OC-(CH ₂) ₄ -CO-
Непредельные алифатические кислоты			
Пропеновая	Акриловая	Акриоил	CH ₂ =CH-CO-
Пропиновая	Пропиоловая	Пропиоил	CH≡C-CO-
2-Метилпропеновая	Метакриоловая	Метакриоил	CH ₂ =C(CH ₃)-CO-
транс-Бутен-2-овая	Кротоновая	Кротоноил	CH ₃ CH=CHCO-
цис-Бутен-2-овая	Изокротоновая	Изокротоноил	
цис-Октадекацен-9-овая	Олеиновая	Олеоил	CH(CH ₂) ₇ CH ₃
цис-Бутен-2-диовая	Малеиновая	Малеоил	CH(CH ₂) ₇ CO-
транс-Бутен-2-диовая	Фумаровая	Фумароил	-CO-CH=CH-CO-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Артеменко, А. И. Органическая химия : учеб. для строит. спец. вузов / А. И. Артеменко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2000.
2. Артеменко, А. И. Практикум по органической химии: учеб. пособие для студентов строит. спец. вузов / А. И. Артеменко, И. В. Тикунова, Е. К. Ануфриев. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001.
3. Гитис, С.С. Практикум по органической химии: учеб. пособие для нехим. спец. вузов / С. С. Гитис, А. И. Глаз, А. В. Иванов. – М.: Высш. шк., 1991.
4. Грандберг, И. И. Органическая химия: учеб. для вузов / И. И. Грандберг.– 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2001.
5. Грандберг, И. И. Практические и семинарские занятия по органической химии: пособие для мед. вузов / И. И. Грандберг. — 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2001.
6. Коновалова, Т. В. Заместительная номенклатура органических соединений: методическое пособие для студентов фарм. и мед. колледжей / Т. В. Коновалова, Т. В. Томуль. – Ульяновск, 2001.
7. Швехгеймер, М.-Г.А. Органическая химия: учеб. для нехим. спец. вузов / М.-Г. А. Швехгеймер, К. И. Кобраков.– М.: Высш. шк., 1994.

Учебное издание

БОЙКО Елена Валериевна
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к лабораторным работам

Редактор Н. А. Евдокимова

Подписано в печать 26.02.2006. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Усл. печ. л. 1,40. Уч.–изд. л. 1,20. Тираж 100 экз. Заказ .

Ульяновский государственный технический университет
432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, д. 32.
Типография УлГТУ, 432027, г. Ульяновск, ул. Сев. Венец, д. 32.