ХИМИЯ

10

Учебник для 10-го класса
школ общего среднего образования

Рекомендовано к изданию
Министерством народного образования
Республики Узбекистан

Новое издание



Ташкент – 2022

скачано с сайта www.idum.uz

УДК 54(075.3)
ББК 24я72
Х 46

Составители:
И. Исматов, Д. Азаматова, М. Муминжонов, М. Муратов

Рецензенты:

А. Абдушукуров – профессор кафедры органической химии НУУз имени Мирзо Улугбека, доктор химических наук;

Р. Бердикулов – доцент кафедры «Химия и методика её преподавания» ТГПУ имени Низами;

И. Аликулов – учитель химии общеобразовательной школы №15 города Кувасай Ферганской области;

А. Абибуллаева – учитель химии общеобразовательной школы №89 Яккасарайского района города Ташкента.

Химия [Текст]: учебник для 10 класса /И.Ш. Исматов [и др.]. – Ташкент: Республиканский центр образования, 2022. – 192 с.

УДК 54(075.3)
ББК 24я72

ISBN 978-9943-8454-7-3

Издано за счёт средств Республиканского целевого книжного фонда.

Оригинальный макет и концепция дизайна разработаны Республиканским центром образования.

ISBN 978-9943-8454-7-3

© Республиканский центр образования, 2022

скачано с сайта www.idum.uz

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА I НАЧАЛЬНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1.1. История органической химии. Специфические свойства органических соединений 7
1.2. Теория строения органических соединений 12
1.3. Валентность и степени окисления углерода в органических соединениях . 15
1.4. Изомерия и её виды 18
1.5. Классификация органических соединений 22
1.6. Типы реакций, характерных для органических соединений 26
1.7. Номенклатура органических соединений 29
1.8. Решение задач и упражнений по номенклатуре и изомерии органических соединений 33
1.9. Практическое занятие. Знакомство с образцами органических соединений и их сравнение 35
1.10. Практическое занятие. Анализ состава органических соединений 37

ГЛАВА II УГЛЕВОДОРОДЫ

2.1. Алканы 39
2.2. Изомерия и названия алканов 43
2.3. Получение и физические свойства алканов 46
2.4. Химические свойства и применение алканов 48
2.5. Строение циклоалканов. Изомерия. Номенклатура 51
2.6. Получение, свойства и применение циклоалканов 54
2.7. Алкены. Номенклатура. Изомерия 56
2.8. Получение, свойства и применение алкенов 59
2.9. Практическое занятие. Получение и изучение свойств этилена 62
2.10. Алкадиены. Гомологический ряд. Изомерия. Наименование 63
2.11. Получение, свойства, применение алкадиенов 66
2.12. Каучук. Резина 69
2.13. Алкины. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура 72
2.14. Получение, свойства, применение алкинов 74
2.15. Ароматические углеводороды. Гомологический ряд. Изомерия 77
2.16. Получение, свойства, применение ароматических углеводородов 79
2.17. Стирол, его производство, свойства, применение 82
2.18. Природные источники углеводородов. Природный газ 84
2.19. Нефть и нефтепереработка 88
2.20. Каменный уголь 92
2.21. Практическое занятие. Изготовление шаростержневых моделей углеводородов 95
2.22. Эффективное использование природных источников углеводородов, продуктов их переработки 96
2.23. Решение задач и упражнений, связанных с основными классами углеводородов 100
2.24. Задачи, связанные с закреплением главы 103

скачано с сайта www.idum.uz

ГЛАВА III КИСЛОРОДНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

3.1. Насыщенные одноатомные спирты. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия 107
3.2. Получение, свойства и применение насыщенных одноатомных спиртов 110
3.3. Многоатомные спирты 115
3.4. Этиленгликоль. Свойства глицерина 119
3.5. Практическое занятие. Опыты с многоатомными спиртами 122
3.6. Фенолы и ароматические спирты 123
3.7. Фенолы и ароматические спирты. Получение. Применение 127
3.8. Простые эфиры. Получение и свойства 130
3.9. Оксосоединения. Альдегиды. Получение и свойства 133
3.10. Практическое занятие. Реакции, характерные для спиртов и альдегидов 136
3.11. Кетоны. Получение и свойства 137
3.12. Карбоновые кислоты. Получение и свойства 140
3.13. Решение задач по теме «Карбоновые кислоты» 144
3.14. Сложные эфиры 146
3.15. Практическое занятие. Сложные эфиры в составе растений 150
3.16. Жиры. Получение и свойства 152
3.17. Практическое занятие. Получение мыла из жиров 155
3.18. Углеводы. Моносахариды 156
3.19. Дисахариды. Мальтоза. Сахароза 160
3.20. Полисахариды. Крахмал. Целлюлоза 163
3.21. Практическое занятие. Опыты с углеводами 167
3.22. Природные и искусственные волокна 169
3.23. Практическое занятие. Определение органических соединений на основе характерных реакций 173
3.24. Решение задач и упражнений по теме (1) 175
3.25. Решение задач и упражнений по теме (2) 178

ГЛАВА IV ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1. Промышленность по переработке органических веществ 182
4.2. Органические отходы и технологии их переработки 185
4.3. Практическое занятие. Переработка бумаги 189

скачано с сайта www.idum.uz

ДОРОГОЙ УЧЕНИК!

В этом году вы будете изучать важнейший раздел химии – органическую химию. Органическая химия – быстро развивающаяся область химической науки и производства. В настоящее время насчитывается несколько миллионов органических соединений, среди которых есть вещества, не встречающиеся в живой природе. Получение этих веществ – результат научной деятельности химиков.

Органическое вещество является материальным носителем жизни на Земле. Каждый живой организм содержит десятки органических соединений: белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты, гормоны и витамины, постоянно изменяющиеся для обеспечения жизнедеятельности организма.

Органическая химия – это удивительный и бесконечный мир веществ, созданных природой и человеком. Важно иметь представление о свойствах органических соединений и их безопасном использовании. Для этого необходимо внимательно изучить темы, приведённые в учебнике.

Вы будете составлять уравнения реакций, которые позволяют превращать древесную целлюлозу в искусственный шёлк; вы узнаете, как некачественный бензин меняется на качественный; вы научитесь отличать натуральное волокно от искусственного.

Химия, как и любой другой предмет, содержит информацию, которую необходимо запомнить. Наиболее важные определения, правила и формулы законов приведены в тексте. В учебнике много рисунков, таблиц, схем, которые являются дополнением к основному тексту. Задания и упражнения – неотъемлемая часть учебника. Их дают не только для проверки полученных знаний, но и для их активного применения. Большинство экспериментов основано на исследованиях жизни.

Желаем вам удачи в изучении одного из самых интересных и важных для человека предметов – ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ!



ГЛАВА I

НАЧАЛЬНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

О ЧЁМ?

- История органической химии
- Характеристика органических соединений
- Теория строения органических соединений. Изомерия
- Валентность и степень окисления углерода в органических соединениях
- Классификация органических соединений, номенклатура и характерные для них виды реакций
- Анализ состава органических соединений, знакомство с примерами органических соединений и их сравнение

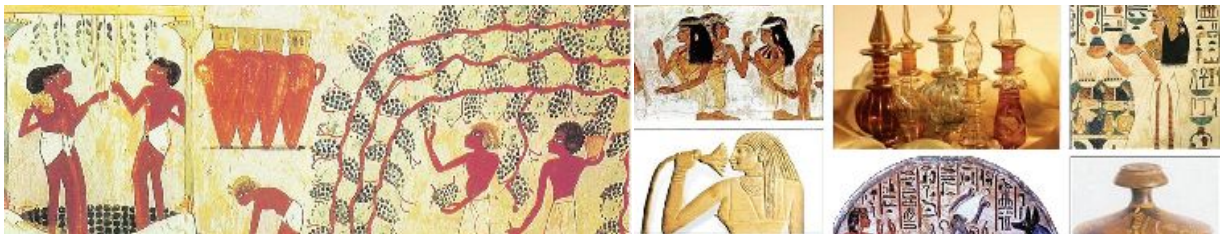


ТЕМА 1. ИСТОРИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Изучаемые понятия:

- различия между органическими и неорганическими веществами;
- органические вещества, впервые известные человеку;
- история органической химии.

Египтяне и римляне использовали красители индиго и ализарина, содержащиеся в растительных веществах. Многие народы знали секреты приготовления спиртных напитков и уксуса из сахаро-крахмального сырья. Растительные масла, животные жиры, сахар, смолы, ядовитые вещества – органические вещества, получаемые и используемые в то время.

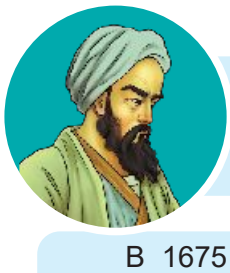


Что такое органическая химия и в чём её особенности?

Чтобы ответить на этот вопрос, давайте вспомним определение химии. Химия – это наука, изучающая состав, строение, свойства и изменения веществ, а также явления и процессы, происходящие при этих изменениях. Итак, органическая химия показывает, что это наука о составе, строении, свойствах и изменениях органических веществ.

Учёные изначально разделили природу на две группы, называемые «живой» и «неживой». Вещества, из которых состоят живые, то есть растительные и животные организмы, определяются как «органические», а все остальные вещества определяются как неорганические или минеральные вещества.

Эта интерпретация была выведена из «витальной теории» *(vita — жизнь)*. В истории химии ведущую роль сыграл витализм, различающий органические и неорганические вещества, т. е. минералы и мир животных и растений. Согласно виталистическим взглядам, органические вещества, в отличие от неорганических, обладают «жизненной силой». На основании этого предполагалось, что органические соединения не могут быть синтезированы из неорганических веществ.



Абу Бакр ар-Рази, арабский химик IX–X веков, делил вещества на 3 группы: растительные, животные и минеральные вещества.

В 1675 году **Никола Лемери** опубликовал свой знаменитый Cours de Chimie, в котором разделил природные соединения на три класса: минеральные, растительные и животные. Вскоре эта классификация была принята.





Прогресс в развитии начался в XVI–XVII веках. В 1807 году шведский учёный **Йёнс Якоб Берцелиус** предложил выделить изучение растительных и животных веществ в самостоятельную науку — органическую химию. Й.Я. Берцелиус считается основоположником органической химии.



Однако между 1824 и 1828 годами **Фридриху Вёлеру** впервые удалось синтезировать органические вещества из неорганических. Учёный случайно синтезировал мочевину.



Кольбе Адольф Вильгельм Германн синтезировал уксусную кислоту из простейших неорганических веществ (1845 г.), это изобретение помогло отвергнуть теорию витализма в органической химии.



Николай Николаевич Зинин впервые синтезировал анилин (1842 г.) и другие ароматические амины, заложил основы производства синтетических красителей, ароматических веществ и лекарственных.



В результате взаимодействия глицерина и жирных кислот **Марселин Бертло** (1853–1854 гг.) получил аналоги натуральных масел и тем самым доказал возможность их синтеза.

Он обнаружил, что глицерин представляет собой трёхатомный спирт.



1861 году **Александр Михайлович Бутлеров** синтезировал сахаристое вещество из формалина. Он же разработал основные положения теории химического строения органических соединений, актуальные и по сей день.



1930–1940-е годы **Александр Арбузов** обуславливает разработку фосфорорганических соединений, являющихся основой для производства пластмасс, лекарственных средств и инсектицидов.

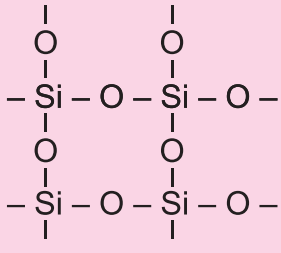
Благодаря этим изобретениям виталистские идеи о том, что все органические вещества должны образовываться «природным» образом, были отвергнуты.

РАЗНИЦА МЕЖДУ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ И ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ

1. Неорганические вещества – представляют собой химические соединения с простой молекулярной структурой и небольшой массой. Высокая температура плавления. При нагревании медленно разлагаются. Природа происхождения бывает как естественной, так и искусственной (в промышленности).

2. Не все соединения содержат атомы углерода С.

3. Разница в структурном строении





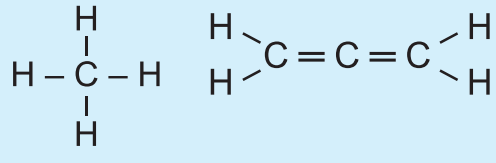
4. Неорганические вещества разнообразны, наиболее распространена вода. Эти вещества имеют небольшую молекулярную массу.

5. Явление изомерии не существует в неорганических веществах.

6. По современной классификации насчитывается несколько тысяч неорганических веществ. К неорганическим веществам относятся простые и сложные вещества: металлы, неметаллы оксиды, основания, кислоты, соли.

1. Органические вещества – представляют собой соединения со сложной молекулярной структурой. Они плавятся при низкой температуре, под действием высокой температуры распадаются на несколько простых компонентов. Реакция продолжается с выделением углекислого газа и воды. Молекулы содержат углерод и водород. Происхождение преимущественно природное.

2. Все соединения содержат атомы углерода.





4. Существует множество представителей различных органических веществ с большой молекулярной массой.

5. В органических веществах происходит процесс изомерии. Атомы в молекулах этих веществ расположены в разном порядке.

6. Существует несколько миллионов видов органических соединений. Углеводороды, углеводы, белки, ферменты и т. д. являются органическими веществами.

Почему углекислый газ не считается органическим соединением?

Углекислый газ образуется в природе в результате различных неорганических химических процессов. Он выделяется из вулканов, минералов и других неодушевлённых предметов. Несколько сложно провести чёткую грань между органическими и неорганическими веществами, например, углекислый газ образуется и при дыхании живых организмов. Органические соединения должны в основном содержать связи С–Н. Хотя в углекислом газе существует ковалентная связь между атомами углерода и кислорода, водород-Н отсутствует. На основании подобных выводов учёные отнесли углекислый газ к неорганическим веществам.

УЧЁНЫЕ, ВНЁСШИЕ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В УЗБЕКИСТАНЕ



Первые работы в области органической химии начались под руководством профессора **Сергея Николаевича Наумова** (1874–1933 гг.), одного из организаторов нынешнего Национального университета Узбекистана и химического факультета. Ученый и его ученики изучали минеральные ресурсы Узбекистана, состав проб угля, серы, нефти.

Исаак Платонович Цукерваник проводил научные исследования по получению различных гербицидов, дефолиантов и средств защиты растений на основе реакций каталитического алкилирования и ацилирования ароматических углеводородов, реакций карбонилирования органических соединений, синтезу препаратов против вредителей хлопчатника.





Обид Садыкович Садыков — узбекский химик-органик, академик (1947 г.) и президент АН Республики Узбекистан (1966–1984 гг.). Он проводил научные исследования в области соединений, содержащихся в дикорастущих растениях Средней Азии и культурных растениях – хлопчатнике. В результате из генеративных и вегетативных органов хлопчатника выделено более 100 индивидуальных соединений.

Под руководством **Хамдама Усмоновича Усмонова** разработан ряд технологических комплексов получения хлопковой целлюлозы, отвечающих требованиям мировых стандартов. Внедрена безусадочная технология производства ткани, медицинских полимеров, фторполимеров и др. Лауреат Государственной премии Республики Узбекистан имени Беруни (1977 г.).





Сайёра Шарафовна Рашидова (1943 г.) – академик АН РУз, доктор химических наук, профессор. В результате изучения кинетики и механизма модификации химии полимеров, образования комплексов полимер-металл, разработала методы синтеза новых биологически активных полимеров. Опубликовано более 1000 научных работ. Автор 4 монографий, более 50 изобретений. Под её руководством защищено более 20 кандидатских и 5 докторских диссертаций.

Задания

Ознакомьтесь с информацией в таблице. Объясните свои выводы.

Неорганические соединения	Органические соединения
Могут существовать в твёрдом, жидком или газообразном состоянии.	Могут существовать в твёрдом, жидком или газообразном состоянии.
Растворимость	
Они растворимы в воде, но нерастворимы в некоторых органических соединениях.	Они нерастворимы в воде, но растворимы в органических растворах.
Скорость реакции	
Эти соединения имеют высокую скорость реакции.	Эти соединения имеют низкую скорость реакции.
Сложность	
Неорганические соединения устроены проще.	Органические соединения имеют более сложную природу.
Проводимость	
Неорганические соединения в водном растворе хорошо проводят электричество и тепло.	В большинстве водных растворов органические соединения являются плохими проводниками электричества и тепла.
Температуры плавления и кипения	
Неорганические соединения плавятся и кипят при высоких температурах.	Органические соединения плавятся и кипят при низких температурах.
Плотность	
Эти соединения имеют плотную природу.	Плотность этих соединений невелика.
Углеродные и водородные связи	
Углеродные и водородные связи не существуют в неорганических соединениях.	Органические соединения имеют углеродные и водородные связи.
Тип связи	
Между атомами неорганических соединений существуют ковалентные, ионные, металлические связи.	Между атомами органических соединений существует ковалентная связь.
Образование солей	
Неорганические соединения могут образовывать соли.	Большинство органических веществ не образуют солей.
Вязкость	
Неорганические соединения имеют сильную межмолекулярную связь, поэтому они обладают высокой вязкостью.	Органические соединения обладают слабыми межмолекулярными силами. Это делает их менее вязкими.
Примеры	
Примерами неорганических соединений являются соли, металлы, кислоты, неметаллы и основания, вещества, состоящие из химических элементов одного типа.	Примерами органических соединений являются жиры, нуклеиновые кислоты, сахара, ферменты, бензол, белки и другие.

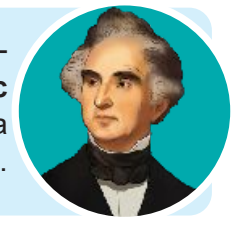
ТЕМА 2. ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Изучаемые понятия:

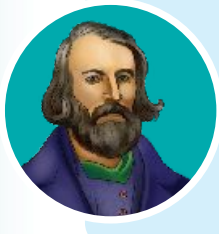
- возникновение теории строения органических соединений;
- правила структурной теории Бутлерова.

Возникновение теории строения органических соединений

В начале XIX века в органической химии царил хаос. Учёные смогли определить качественный и количественный состав веществ, но не имели представления о том, как атомы объединяются в молекулы. Химические реакции описывались не уравнениями реакций, а словами.



Химики того времени пытались обобщить и систематизировать знания об органических веществах. В 1830-х годах немецкие химики **Юстус фон Либих и Фридрих Веллер** предложили теорию радикалов, а в 1840-х годах важное место заняла теория типов французских химиков.



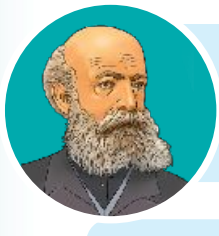
Теория типов **Огюста Лорана** и **Шарля Фредерика Жерара**. Одни предложенные теории не были подтверждены (или даже отвергнуты) экспериментом, другие объявили «внутреннее строение молекул» принципиально неизвестным и допускали множество «рациональных» формул для одного и того же вещества.





Следует отметить, что понятие валентности было введено в науку английским химиком **Эдвардом Франклендом.** Напомним одно из определений валентности:

валентность — это способность атома определённого элемента присоединять определённое количество атомов других элементов.



Концепция валентности была разработана немецким химиком **Фридрихом Августом Кекуле**. Именно он открыл, что углерод четырёхвалентен в органических соединениях и что атомы углерода могут соединяться друг с другом в цепи.



Шотландский химик **Арчибальд Скотт Купер** предложил вариант записи валентности в формулах с помощью тире, на основе которого позже был создан современный язык формул.



Постепенное накопление экспериментального материала и попытки осмысления его теоретически помогли создать первую научную теорию строения органических соединений, автором которой был известный русский химик **Александр Михайлович Бутлеров.**

В 1861 году в Германии на съезде естествоиспытателей А. М. Бутлеров в своей лекции «О химическом строении веществ» предложил использовать атомистическую теорию, основанную на атоме углерода и его особых свойствах. Он подчёркивал возможность образования химических связей между атомами углерода, способность образовывать цепочки различной длины и с определённым расположением атомов, а также различную степень длины химических связей, прочность этих связей в разных веществах, высказал свои выводы о бытие.

Бутлеровская теория химического строения органических соединений определяется следующим образом: «Химическая природа сложной частицы определяется природой материальных частиц, входящих в её состав, их количеством и химическим строением».

! ВЫВОДЫ ИЗ ТЕОРИИ А. БУТЛЕРОВА

1. Все атомы в молекулах органических соединений связаны друг с другом в определённой последовательности, при которой на их соединение друг с другом расходуется определённая часть химической склонности.

Последовательность комбинаций атомов в молекуле называется химической структурой, а структура представляется формулой. Последовательность соединения атомов углерода в молекуле органического вещества называется «углеродным скелетом». Химическая структура может быть представлена структурной формулой, в которой химические связи представлены черточками.

Для создания структурных формул можно использовать следующий алгоритм:

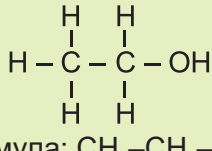
• построение углеродного скелета;

• следует учитывать, что атомы углерода четырёхвалентны, атомы водорода одновалентны, а атомы кислорода – двухвалентны;

• проставление символов водорода.

Структурные формулы, показывающие все химические связи между атомами, называются развёрнутыми формулами. Однако чаще используются сокращённые структурные формулы, в которых связи даже не показаны.

Например, развёрнутая структурная формула этанола:



Сокращённая структурная формула: $CH_3–CH_2–OH$.

Иногда в структурных формулах показаны только связи С–С без указания атомов водорода.

2. Свойства вещества зависят не только от числа атомов в его молекуле, но и от порядка их соединения.

Некоторые вещества имеют одинаковую молекулярную формулу, но обладают разными физическими и химическими свойствами. Такие вещества называются изомерами.

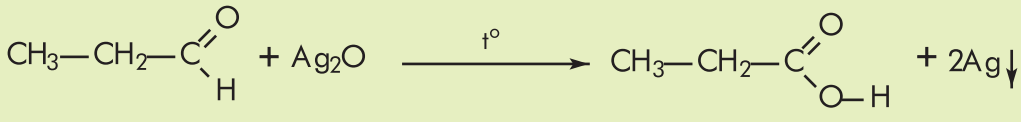
Например, формуле C_2H_6O соответствуют два соединения – этанол C_2H_5OH и диметиловый эфир $CH_3–O–CH_3$, их физико-химические свойства различны: этанол при нормальных условиях – жидкость, диметиловый эфир – газ; этанол неограниченно растворим в воде, растворимость диметилового эфира значительно ниже; этанол реагирует с натрием с выделением водорода, с диметиловым эфиром натрий не

взаимодействует. Причиной различия свойств этих веществ является различие в их химическом строении:

$CH_3–CH_2–OH$ $CH_3–O–CH_3$

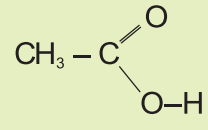
этанол *диметиловый эфир*

3. По свойствам данного вещества можно определить строение его молекулы, а по строению молекулы предвидеть свойства. До А. Бутлерова считалось, что структуру молекулы определить невозможно. А. Бутлеров доказал ошибочность этих мнений. Он практически показал, что, изучая свойства веществ, можно предсказать строение молекулы и, наоборот, некоторые его химические свойства можно предсказать по строению молекулы:



4. Атомы и группы атомов в молекуле вещества взаимодействуют друг с другом. Например, C_2H_5OH, $NaOH$, CH_3COOH имеют гидроксильные группы.

$C_2H_5–OH$ $Na–OH$



этиловый спирт *гидроксид натрия* *уксусная кислота*

Их свойства различны: C_2H_5OH – нейтральная, $NaOH$ – сильное основание, CH_3COOH – кислая. Причиной этого является взаимодействие атомов и групп атомов, связанных с этими веществами.

5. В химических реакциях участвуют не все атомы, входящие в состав молекулы вещества, а некоторые атомы или группа атомов.

$$2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2\uparrow$$

В этой реакции только водород в гидроксильной группе (-OH) обменивается с металлическим натрием, на остальные атомы водорода натрий не влияет.

Теория строения составляла научную основу органической химии и способствовала быстрому развитию науки. Все положения теории сохранили своё теоретическое и практическое значение, дальнейшее её развитие связано с теорией пространственного строения молекул и электронными теориями.

Задания

1. Напишите структурные формулы соединений: C_2H_5Cl, CH_4O, CH_5N, CH_4S.
2. Известно семь соединений с формулой $C_4H_{10}O$. Напишите их структурные формулы.

ТЕМА 3. ВАЛЕНТНОСТЬ И СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ

Изучаемые понятия:

- валентность углерода в органических соединениях;
- способность атомов углерода образовывать связи.

Углерод – уникальный элемент

Причина такого статуса в том, что:

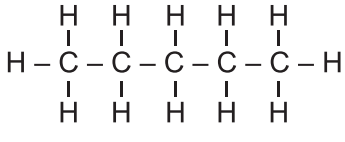
1) углерод образует полярную ковалентную связь с большинством элементов;

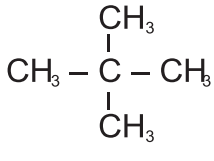
2) валентность в соединениях IV;

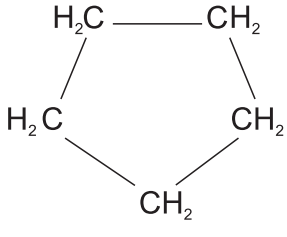
3) атомы углерода могут соединяться друг с другом в разные цепочки (открытые, закрытые, неразветвлённые, разветвлённые);

4) формы не только простые (первичные), но и сложные (вторичные, третичные);

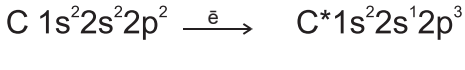
5) может образовывать прочные соединения практически с любыми другими элементами.

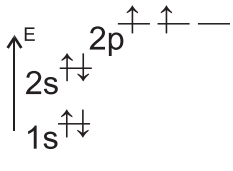


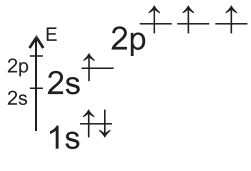




Четырёхвалентность атома углерода обусловлена переходом его атома в возбуждённое состояние, в котором имеется четыре неспаренных электрона:







Основное состояние *Возбуждённое состояние*

На переход в возбуждённое состояние расходуется энергия (около 360 kJ/mol), которая полностью компенсируется при образовании четырёх ковалентных связей. При образовании четырёх связей C–H выделяется 1640 kJ/mol энергии.

Являются ли реакции экзотермическими или эндотермическими, зависит от количества поглощённой и выделенной энергии.

Атом углерода имеет валентность IV в CH_4, CF_4, CO_2, H_2CO_3, CH_3OH и других соединениях (кроме угарного газа).

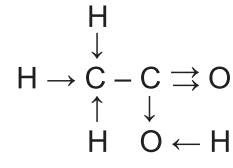
Степени окисления органических соединений

Если предполагается, что химическое соединение имеет полностью ионное строение, то условный заряд элемента в его составе называется степенью окисления этого элемента.

Атомы углерода в органических соединениях всегда тетравалентны, то есть образуют четыре ковалентные связи. В отличие от валентности степень окисления углерода в молекулах органических соединений может принимать различные значения в зависимости от относительной электроотрицательности атомов, непосредственно связанных с атомом углерода.

Определить степень окисления атомов углерода в молекулах органических веществ можно по структурной формуле вещества. Для этого необходимо составить структурную формулу соединения и показать смещение общих электронных пар.

Если электроотрицательность атома углерода выше, чем у атома, к которому он присоединён, электронная пара будет двигаться в сторону атома углерода. Наоборот, если электроотрицательность атома углерода ниже, чем у присоединённого к нему атома, электронная пара будет удаляться от атома углерода, например: смещение электронной пары в молекуле уксусной кислоты.



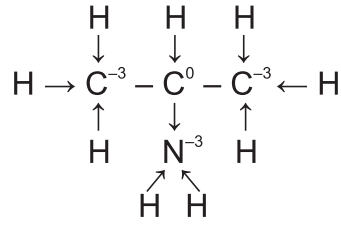
В случае неполярных связей смещения электронных пар не происходит. Степень окисления атома углерода определяется разностью между числом электронных пар, перешедших к атому углерода, и числом удалённых от него электронных пар. При этом следует иметь в виду следующее:

если число электронных пар, притягивающихся к атому углерода, больше числа удаляющихся от него, то степень окисления атома углерода будет иметь отрицательное значение, равное этой разности;

если число электронных пар, удаляющихся от атома углерода, больше, чем притягивающихся к нему, то степень окисления атома углерода будет иметь положительную величину, равную этой разности;

степень окисления углерода может быть нулевой, если число пар электронов, притянувшихся к атому углерода, равно числу пар электронов, удалённых от него.

Например:



Как видно из приведённых примеров, степень окисления атомов углерода в одной молекуле органического соединения может иметь разные значения.

Рассмотрим алгоритм определения степеней окисления атомов в молекуле метанола с помощью эмпирической формулы и алгебраического метода:

1. Структурная формула метанола CH_3-OH и эмпирическая формула CH_4O.

2. Обозначим степень окисления углерода как «x», запишем степени окисления водорода и кислорода: $C^{x}H_4^{+1}O^{-2}$

3. Находим степень окисления углерода, составив уравнение с одним неизвестным:

$x + (+1) \cdot 4 + (-2) \cdot 1 = 0$

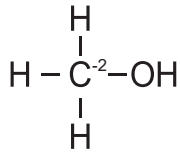
$x + 4 - 2 = 0$

$x + 2 = 0$

$x = 0 - 2$

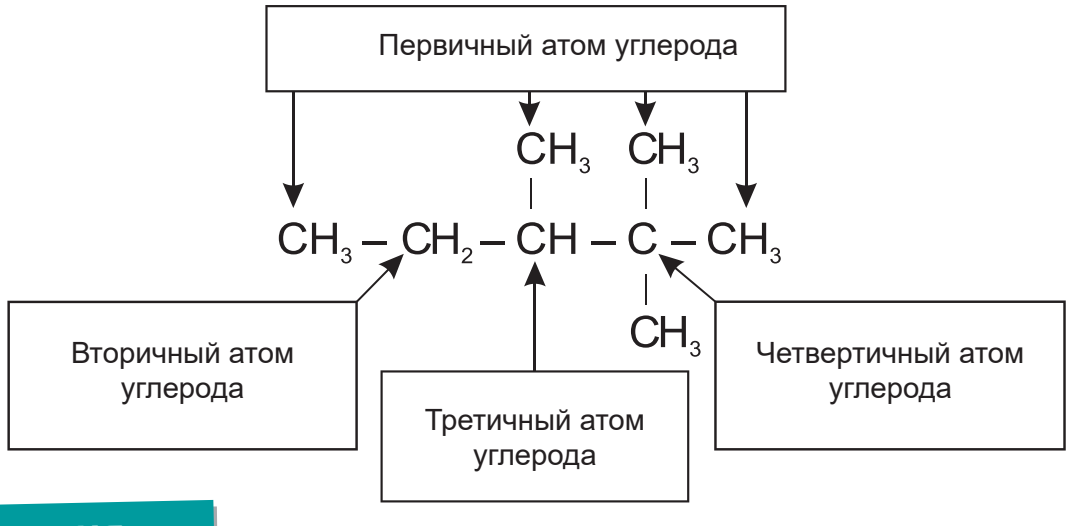
$x = -2$

Ответ: $C^{-2}H_4^{+1}O^{-2}$



Степени окисления атомов углерода в соединениях

–4	CH_4
–3	$CH_3–CH_3$; $R\text{-}CH_3$
–2	R_2CH_2; $H_2C=CH_2$; CH_3Cl; CH_3OH; $RCH_2–CH_2R$
–1	R_3CH; $HC\equiv CH$; $RHC=CHR$; $R_2CH–CHR_2$; C_6H_6; RCH_2OH
0	R_4C; $R_3C–CR_3$; $R_2C=CR_2$; $RC\equiv CR$; $H_2C=O$; CH_2Cl_2; R_2CHOH
+1	R_3COH; $RHC=O$
+2	$R_2C=O$; $HCOOH$; $CHCl_3$
+3	$RCOOH$
+4	CO_2; CCl_4; H_2CO_3



Задания

Определите степени окисления всех атомов углерода в молекулах органических веществ:

1. $CH_3 – CH_2 – CHO$
2. $CH_3 – CH_2 – OH$
3. $CH_3 – CH_2 – COOH$
4. $CH_3 – C(O) – CH_3$
5. $CH_2=CH_2$
6. $CH_2(OH) – CH_2(OH)$
7. $CH_3 – COO – C_2H_5$
8. $C_6H_5 – NH_2$

ТЕМА 4. ИЗОМЕРИЯ И ЕЁ ВИДЫ

Понятия, необходимые для изучения

- определение изомеров;
- изомерия предельных углеводородов.

? Почему вещества с одинаковым составом обладают разными свойствами?

Органические вещества обладают способностью образовывать изомеры. Эти соединения имеют одинаковое количество атомов, но различаются по структуре или положению в пространстве. Строение и расположение молекулы влияет на физические и химические свойства органических соединений. Понятие изомерии было введено в химию в 30-х годах XIX века шведским учёным Ю. Берцелиусом.

А. Бутлеров объяснил явление изомерии в теории химического строения органических веществ. Второй пункт теории показал, что свойства химических веществ зависят не только от количества атомов, но и от их положения в пространстве и молекул. Учёный первым объяснил сущность явления изомерии, синтезировал изобутилен и провёл реакцию его полимеризации, положив тем самым основу для синтеза высокомолекулярных соединений. Он синтезировал многие органические вещества.

! Вещества с одинаковой молекулярной формулой, но разными физическими и химическими свойствами называются изомерами.

Существует два типа изомерии:

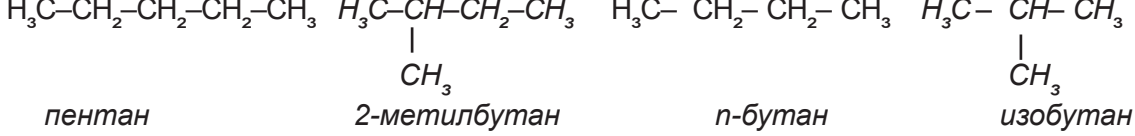
1) **структурная** – связана с расположением атомов или групп атомов в молекуле вещества, а также с состоянием нескольких связей;

2) **пространственная** – отражает положение молекулы в пространстве относительно условной плоскости.

1) Структурная изомерия

Различают структурные изомерии углеродного скелета, положения и межклассовую изомерию.

А) Изомерия углеродного скелета заключается в переносе метильной группы на $–CH_3$ любой атом углерода молекулы. Например, одна группа ($CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$) может быть отделена от пентана и присоединена ко второму атому с образованием 2-метилбутана.



пентан — *2-метилбутан* — *н-бутан* — *изобутан*

В) Различают три вида изомерии положения:

1) изомеры, образующиеся ообразующиеся за счёт движения двойных или тройных связей:

$CH_2=C=CH–CH_3$ (бутадиен-1,2) и $CH_2=CH–CH=CH_2$ (бутадиен-1,3);

2) изменение положения функциональной группы:

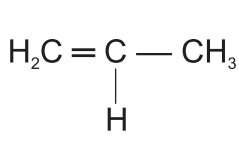
$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2OH$ (бутанол-1) и $CH_3–CH_2–CHOH–CH_3$ (бутанол-2);

3) изомерия в зависимости от положения заместителя (галогена) в молекуле:

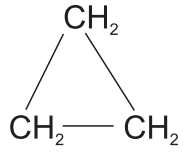
$CH_3–CHCl–CH_2–CH_3$ (2-хлорбутан) и $CH_2Cl–CH_2–CH_2–CH_3$ (1-хлорбутан).

Количество изомеров вещества зависит от количества атомов углерода в молекуле. Чем длиннее цепь, тем больше изомерных вариантов.

С) Изомерия различных классов органических соединений (межклассовая изомерия) обусловлена различным положением и сочетанием атомов в молекулах веществ, имеющих одинаковую молекулярную формулу, но принадлежащих разным классам. В некоторых случаях, например, при перемещении атома или группы атомов с конца молекулы на середину образуется вещество, принадлежащее другому классу. При этом молекулярная формула веществ остается прежней. Например, $CH_3–CH_2–OH$ этанол и $CH_3–O–CH_3$ представляют собой диметиловый эфир. Молекулярная формула обоих веществ C_2H_6O. Другой пример: пропилен и циклопропан с формулой C_3H_6.



пропилен

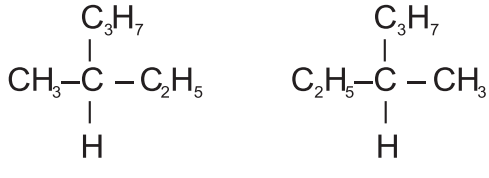


циклопропан

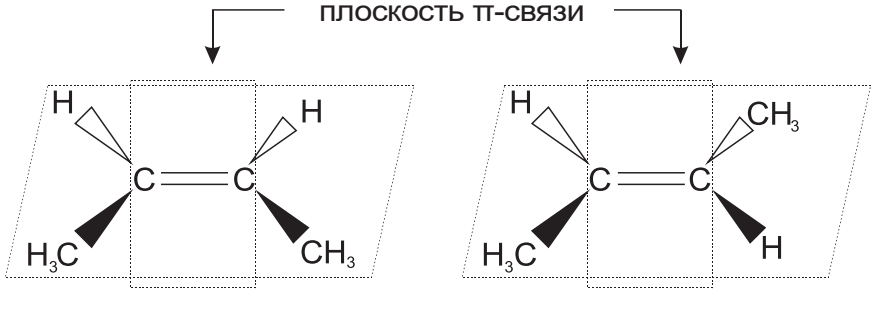
А. М. Бутлеров так описывает явление изомерии: «Подобно тому, как строители строят здания разной формы из одного и того же количества строительных материалов — дерева, кирпича и цемента, так и природа может создавать молекулы разной структуры из одного и того же количества «строительных материалов» — атомов углерода, водорода и кислорода».

2) Пространственная изомерия

Оптическая изомерия свойственна молекулам веществ с асимметричным атомом углерода. Молекулы оптических изомеров относятся друг к другу как объекты и несовместимые образы.

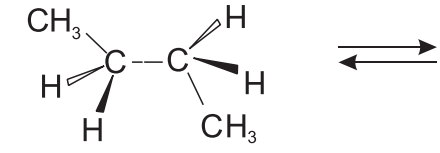


Геометрическая изомерия характерна для соединений, в которых положения заместителей различны относительно плоскости двойной связи или кольца. Например, для алкенов и циклоалканов. Двойные связи не могут свободно вращаться вокруг своей оси. Поэтому заместители атомов углерода в двойной связи могут располагаться по одну сторону от плоскости двойной связи (цис-изомер) или по разные стороны от плоскости двойной связи (транс-изомер). Например, бутен-2 имеет цис- и транс-изомеры.

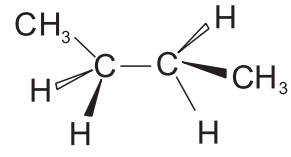


цис-бутен-2 транс-бутен-2

Конформационная (вращательная) изомерия зависит от вращения атомов или групп атомов вокруг одной или нескольких простых σ-связей. В результате вращения вокруг связей С—С молекулы могут иметь различные пространственные формы, которые называются конформациями.

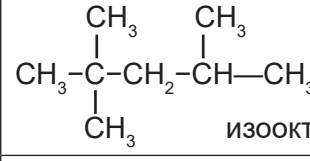
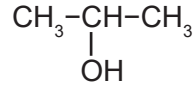


Антиконформация

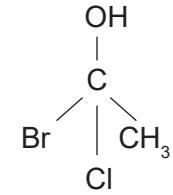
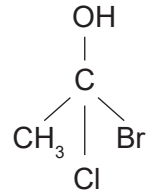
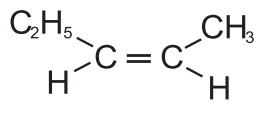
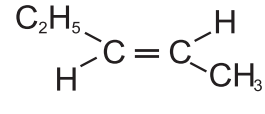
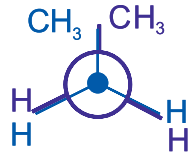


Кривая конформация

Структурная изомерия

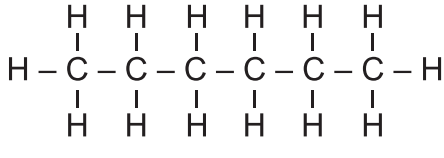
Изомерия углеродного скелета	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ n-октан	 изооктан
Изомерия по положению заместителей	$CH_3-CH_2-CH_2Cl$ 1-хлорпропан	$CH_3-CHCl-CH_3$ 2-хлорпропан
Изомерия по положению двойных или тройных связей	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$ бутен-1	$CH_3-CH=CH_2-CH_3$ бутен-2
Изомерия по расположению функциональных групп	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ пропанол -1	 пропанол -2
Межклассовая изомерия	$CH_2=CH-CH=CH_2$ бутадиен-1,3	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$ бутин-1

Пространственная изомерия

Оптическая изомерия (энантиомеры)	 1-бром 1-хлорэтанол	 1-бром 1-хлорэтанол
Геометрическая изомерия (цис-транс-изомерия)	 цис-пентен-2	 транс-пентен-2
Конформационная изомерия	 n-бутан	 конформация бутана

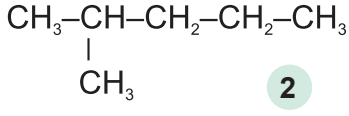
Порядок написания изомеров органического соединения, содержащего C_6H_{14}:

1. Изобразите молекулу линейного изомера (его углеродный скелет).
2. Расположите все 6 атомов углерода в одну цепь (изомер 1).



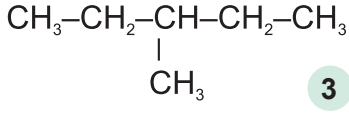
1

3. Укоротите углеродную цепь на один атом углерода, но на второй атом углерода добавьте метильный радикал (изомер 2).



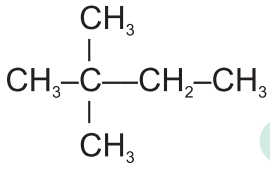
2

4. Перенесите метильную группу на третий атом углерода (изомер 3).



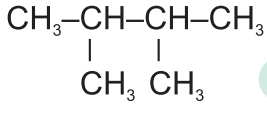
3

5. Снова укоротите углеродную цепь и поместите два метильных радикала на один и тот же атом углерода (изомер 4).



4

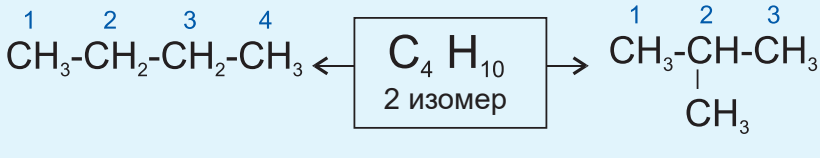
6. Расположите метильные радикалы на соседние атомы углерода (изомер 5).



5

Задания

1. Что такое изомеры?
2. Почему нет изомеров метана, этана и пропана?
3. Напишите структурные формулы всех углеводородов в C_7H_{16}.
4. Перечислите первичные, вторичные и третичные атомы углерода для изомерных углеводородов в C_4H_{10}.



ТЕМА 5. КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Изучаемые понятия:

- насыщенные и ненасыщенные углеводороды;
- углеводороды с открытой, замкнутой цепью;
- кислородсодержащие и азотсодержащие органические соединения.

Классификация органических веществ

Классификация органических соединений определяется строением углеродной цепи (углеродного скелета), наличием функциональных групп и структурными свойствами.

Последовательность атомов углерода в молекуле органического соединения называется **углеродным скелетом**.

Функциональная группа – это атом или группа атомов, определяющая принадлежность молекулы к определённому классу органических соединений, и химические свойства, соответствующие этому классу соединений.

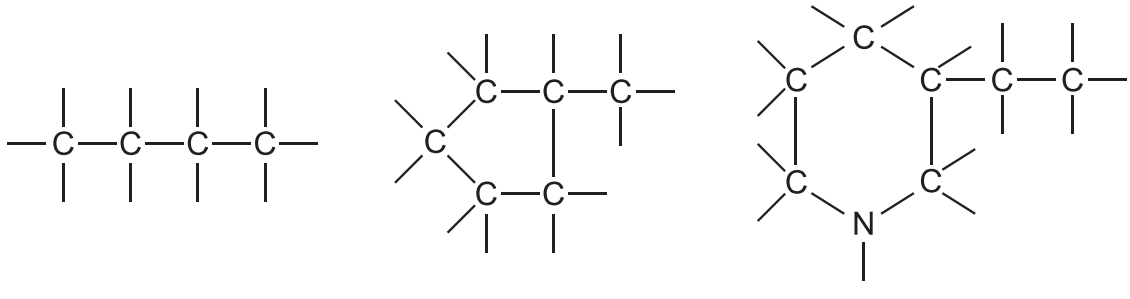
Классификация органических веществ по их составу		
Углеводороды	**Кислородсодержащие органические соединения**	**Азотсодержащие органические соединения**
Состоят из атомов углерода и водорода	Производные углеводородов, содержащие в своих молекулах кислород	Производные углеводородов, содержащие в своих молекулах азот

Состав углеводородов представлен формулой C_xH_y, то есть они содержат только атомы углерода и водорода.

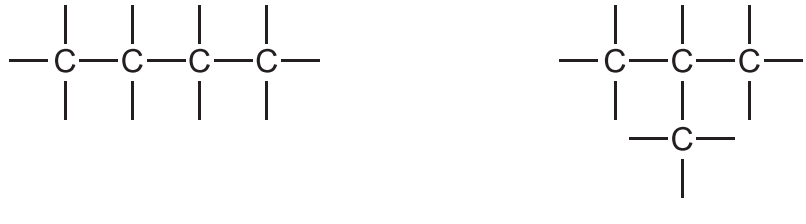
В зависимости от типа связи между атомами С они бывают насыщенными или ненасыщенными углеводородами.

Кроме того, углеводороды делятся на циклические (углеродная цепь образует кольцо) и ациклические или алифатические (углеродная цепь не замыкается в кольцо) типы.

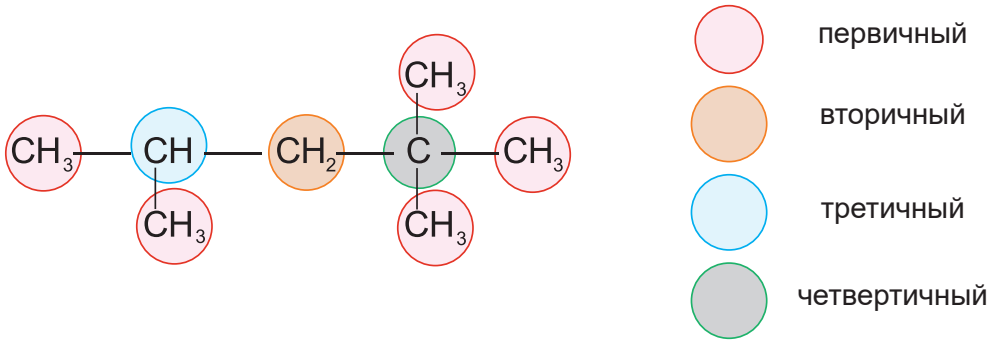
Типы углеродного скелета

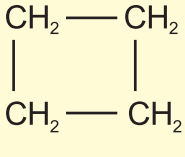
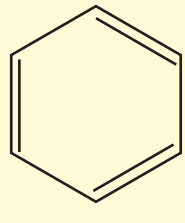
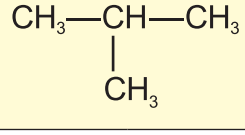


Типы ациклических углеродных скелетов



Внутри самого углеродного скелета отдельные атомы углерода должны быть классифицированы в соответствии с количеством атомов углерода, с которыми они химически связаны. Если данный атом углерода связан с одним атомом углерода, он называется первичным, с двумя — вторичным и так далее.



Углеводороды					
Насыщенный (содержит только одинарную связь)		**Ненасыщенный** (содержит двойные или тройные связи между атомами углерода)			
Алканы	**Циклоалканы**	**Алкены**	**Алкадиены**	**Алкины**	**Ароматические углеводороды**
Углеводороды с открытой углеродной цепью	Атомы углерода соединены замкнутым кольцом	Углеводороды с одной двойной связью	Углеводороды с двумя двойными связями	Углеводороды с одной тройной связью	Циклические углеводороды с тремя двойными связями (бензольное кольцо)
C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n-6}
Этан $CH_3–CH_3$	Циклобутан 	Этилен $CH_2=CH_2$	Дивинил $CH_2=CH–CH=CH_2$	Ацетилен $CH\equiv CH$	Бензол 
Ациклические углеводороды					
Линейная углеродная цепь			Разветвленная углеродная цепь		
н-бутан $CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$			Изобутан 		

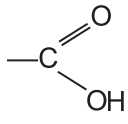
Кислородсодержащие органические соединения

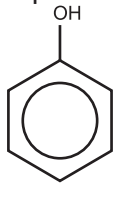
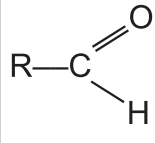
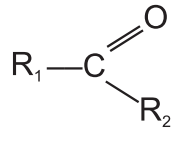
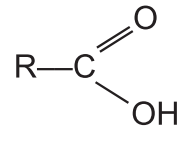
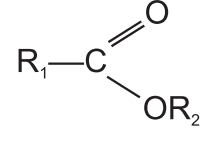
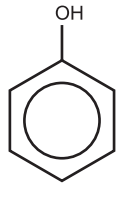
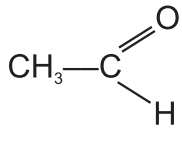
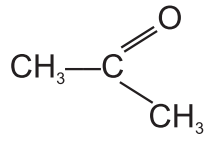
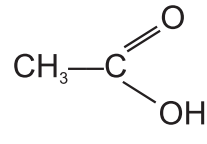
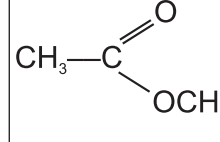
Поскольку кислород имеет валентность II, он может образовывать две первичные связи или одну двойную связь. Соответственно, он соединяется с водородом и углеродом в органическую молекулу.

Основные функциональные группы, содержащие кислород.

1) –OH гидроксильная группа;

2) >C=O карбонильная группа;

3)  карбоксильная группа.

Кислородсодержащие органические соединения					
OH группа		**C=O группа**		 **группа**	
гидроксильная		карбонильная		карбоксильная	
спирт R–OH	фенол 	альдегид 	кетон 	карбоновая кислота 	сложный эфир 
метанол CH_3–OH	фенол 	ацетальдегид 	пропанон 	уксусная кислота 	метилацетат 

Другой класс кислородсодержащих органических соединений – эфиры. В эфирах углеводородные радикалы соединяются с атомами кислорода. Например, диметиловый эфир: CH_3-O-CH_3.

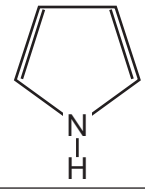
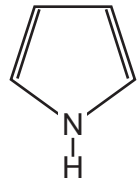
Азотсодержащие органические соединения

Азотистые вещества можно разделить на классы по наличию определённых функциональных групп:

- амины содержат – NH_2, –NHR или –NRR^1 группы,
- нитрилы (цианиды) (CN группа),
- азотсодержащие гетероциклические соединения.

Некоторые органические вещества содержат как азот, так и кислород. К ним относятся:

- нитросоединения –NO_2;
- амиды – NH_2;
- аминокислоты, представляющие собой многофункциональные соединения, содержащие карбоксильную группу –COOH и аминогруппу (–NH_2).

Азотсодержащие органические соединения					
Амины	**Нитриллы**	**Нитро-соединения**	**Амиды**	**Аминокислоты**	**Гетероциклические соединения**
$-NH_2$ $-NHR$ $-NRR^1$	$-C\equiv N$	$R-NO_2$	$R-C(NH_2)=O$	$-NH_2$, $-COOH$	
Метиламин CH_3-NH_2	Нитрилл уксусной кислоты $CH_3-C\equiv N$	Нитрометан CH_3-NO_2	Амид уксусной кислоты $CH_3-C(NH_2)=O$	Аминоуксусная кислота $CH_2(NH_2)-COOH$	Пиррол 

Органические соединения также могут содержать несколько одинаковых или разных функциональных групп.

Одним из важнейших понятий органической химии является гомология.

Гомологи – это соединения, принадлежащие к одному классу, имеющие сходные свойства, но отличающиеся одной или несколькими группами $-CH_2$.

Гомологи образуют гомологический ряд, состав которого можно представить одной общей формулой, например: алканы C_nH_{2n+2}, алкены C_nH_{2n} и т. д. Физические свойства гомологов закономерно изменяются: с увеличением числа атомов углерода повышаются температуры плавления и кипения веществ, уменьшается их растворимость в воде.

Задания

1. Объясните необходимость классификации органических соединений.
2. Как вы думаете, почему многие органические вещества обладают сходными свойствами?
3. Как классифицировать органические соединения со сходными свойствами?
4. Что такое углеродный скелет?
5. Что такое функциональная группа? Приведите примеры наиболее важных функциональных групп.
6. Может ли молекула органического соединения содержать несколько одинаковых или разных функциональных групп? Обоснуйте ответ.
7. Чем отличаются друг от друга соединения, принадлежащие к одному классу органических соединений?
8. Объясните, почему соединения, принадлежащие к одному и тому же гомологическому ряду, имеют сходные свойства, но при этом имеют ряд отличий.

ТЕМА 6. ТИПЫ РЕАКЦИЙ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Изучаемые понятия:

- субстрат, реагент;
- реакции в зависимости от характера химических превращений;
- механизмы химических реакций.

Реакции, свойственные органическим соединениям, классифицируют по характеру химических превращений и механизмам химических реакций. Основное органическое соединение, участвующее в реакции, называется субстратом, а другой компонент реакции условно считается реагентом, а образующееся вещество считается продуктом.

$$CH_2{=}\,CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl{-}CH_2Cl$$

субстрат реагент продукт

Субстрат – является основным органическим веществом, вступающим в реакцию.

Реагент – это вещество, которое воздействует на субстрат.

Классификация по характеру химических изменений:

- реакции присоединения;
- реакции замещения;
- реакции разложения;
- реакции изомеризации и перегруппировки.

Реакции замещения AB + C → AC + B

В реакциях замещения – один атом или группа атомов в исходной молекуле замещается другим атомом или группой атомов, образуя новую молекулу.

$$CH_3{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{(воздействие света)}} CH_3{-}CH_2Cl + HCl$$

$$CH_3{-}CH_2Cl + KOH \xrightarrow[\text{(водный раствор)}]{} CH_3{-}CH_2OH + KCl$$

Реакции присоединения A + B → C

В ходе реакций синтеза из молекул двух и более веществ образуется одна молекула нового соединения. Такие реакции особенно характерны для непредельных соединений. К реакциям присоединения относятся такие реакции, как гидрирование (восстановление), галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация, полимеризация:

1. *Гидрирование* – присоединение молекулы водорода:

$$\underset{\text{пропен}}{CH_3{-}CH = CH_2} + H_2 \rightarrow \underset{\text{пропан}}{CH_3{-}CH_2{-}CH_3}.$$

2. *Галогенирование* – присоединение молекулы галогена:

$$CH_2{=}CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl{-}CH_2Cl$$

этен *1,2-дихлорэтан*

3. *Гидрогалогенирование* представляет собой реакцию связывания галогена с водородом (например, гидрохлорирование):

$$CH_2{=}CH_2 + HCl \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}Cl$$

этен *хлорэтан*

Реакции разложения А→ В + С + . . .

В результате реакции разложения из молекулы сложного органического вещества образуется несколько менее сложных или простых веществ:

$$C_{10}H_{22} \rightarrow C_5H_{12} + C_5H_{10}$$

$$CH_4 \xrightarrow{t°>1000°C} C + 2H_2$$

Реакция элиминации (разложения) А→ В + С

Реакции, в которых из исходной молекулы соединения образуется несколько молекул новых веществ, называются реакциями разложения или элиминации:

$$CH_3{-}CH_2Cl \rightarrow CH_2{=}CH_2 + HCl$$
$$CH_3{-}CH_2OH \rightarrow CH_2{=}CH_2 + H_2O$$
$$CH_3{-}CH_3 \rightarrow CH_2{=}CH_2 + H_2$$

Реакции изомеризации и перегруппировки А→В

В органическом соединении переход (миграция) отдельных атомов или групп атомов из одной части молекулы в другую без изменения её качественного и количественного состава:

$$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow{AlCl_3,\ 450\ °C} CH_3{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}CH_3$$

н-пентан *2-метилбутан*

Кроме того, такие реакции, как полимеризация и поликонденсация, являются особыми типами реакций, характерными для органических соединений.

Реакции окисления

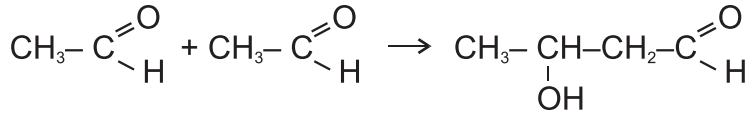
В органической химии реакции окисления, восстановления ограничиваются рассмотрением реакции потери или приобретения атомов водорода и кислорода: вещество теряет атомы Н либо окисляется за счёт присоединения атомов О. Окислитель обозначается символом [О]:

$$CH_3CHO \xrightarrow{[O]} CH_3COOH \qquad CH_3COCH_3 \xrightarrow{[H]} CH_3CH(OH)CH_3$$

Реакции конденсации и поликонденсации

Конденсация состоит во взаимодействии нескольких (двух и более) органических соединений с образованием новых С–С-связей и низкомолекулярных соединений.

Реакции конденсации – реакции присоединения нескольких молекул органических веществ, при которых выделяются вода, аммиак и другие простые вещества.



Реакция поликонденсации – это процесс образования более высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных веществ, при котором выделяется дополнительное вещество (вода, аммиак, хлороводород и др.):

$$nHOOC{-}C_6H_4{-}COOH + nHO{-}CH_2{-}CH_2{-}OH \rightarrow (-OC{-}C_6H_4{-}CO{-}O{-}CH_2{-}CH_2{-}O-)_n + 2nH_2O + Q$$

В гомолитических реакциях в результате разрыва ковалентных связей образуются радикалы, т. е. частицы с нечётными электронами. В таких реакциях новая ковалентная связь образуется за счёт как реагента, так и радикала субстрата. Гомолитические реакции протекают в газовой фазе или в среде неполярного растворителя под действием высокой температуры или высокоэнергетического света:

$$Cl_2 \rightarrow Cl^* + Cl^*$$

$$R{-}H + Cl^* \rightarrow R^* + HCl$$

$$R^* + HCl \rightarrow R{-}Cl + Cl^*$$

Гетеролитические реакции протекают с образованием ионных пар в результате поляризации ковалентной связи. Эти реакции в основном проводят в полярных растворителях, при умеренных температурах и в некоторых случаях в присутствии катализатора.

Задания

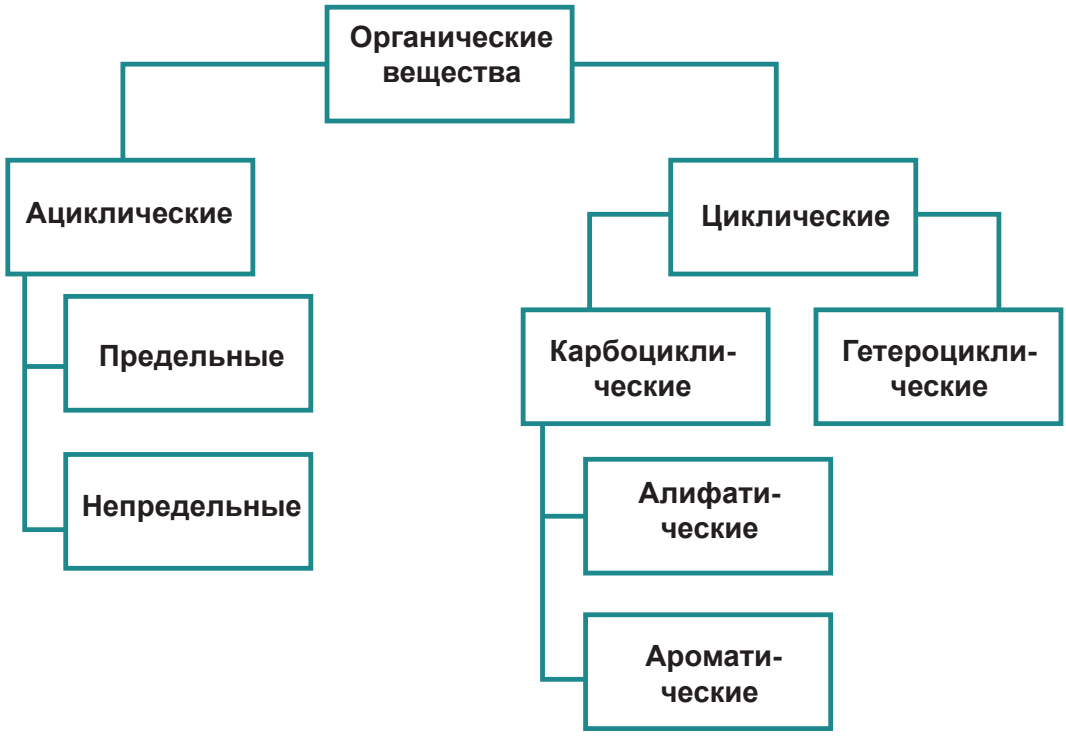
1. Приведите примеры реакций, изменяющих углеродный скелет.
2. Приведите примеры реакций, в которых углеродный скелет не изменяется.
3. В чём разница между неорганическими реакциями и органическими реакциями? Приведите примеры.

ТЕМА 7. НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Изучаемые понятия:
• тривиальная номенклатура; • рациональная номенклатура; •номенклатура IUPAC.

Химическая номенклатура

Химическая номенклатура – это названия отдельных химических веществ, их групп и классов, а также правила составления этих названий. Научная классификация и номенклатура органических соединений основана на принципах теории химического строения А.М. Бутлерова.



I. Ациклические соединения – алифатические или соединения ряда жиров. Этот класс включает соединения с прямой или разветвлённой цепью, состоящие из атомов углерода.

Ациклические соединения делятся на насыщенные и ненасыщенные соединения. В ненасыщенных соединениях атомы углерода связаны взаимными двойными и тройными связями.

II. Циклические соединения – это соединения, в которых цепь атомов замкнута кольцом. Циклические соединения включают:

1) карбоциклические соединения, кольцевая система которых содержит только атомы углерода: алициклические и ароматические соединения;

2) гетероциклические соединения с атомами других элементов – гетероатомами (кислорода, азота, серы и др.) в системе колец.

Все органические вещества называются по трём разным номенклатурам:

1. Историческая (тривиальная).
2. Рациональная.
3. Международная научная номенклатура.

При первоначальном развитии органической химии органические вещества назывались в основном по их исходным и внешним признакам. Например, муравьиная кислота, щавелевая кислота, винный спирт и др.

По мере развития науки появились рациональные методы именования. По критериям рациональной номенклатуры все предельные углеводороды считались производными метана, углеводороды – этиленового ряда этилена, а спирты – метилового спирта.

Увеличение количества органических веществ вызвало проблемы в их наименовании, основанном на правилах рациональной номенклатуры. В 1892 году на международном конгрессе химиков в Женеве были утверждены новые правила номенклатуры органических соединений. Эти правила известны как Женевская номенклатура или официальная номенклатура.

Следующая конференция, посвящённая номенклатуре, состоялась в 1930 году в Льеже. Здесь были внесены новые дополнения к номенклатуре.

В настоящее время совершенствованием номенклатуры органических соединений занимается международный союз теоретической и прикладной химии IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). На съездах этой организации в 1957, 1965, 1986 годах специальная комиссия рекомендовала номенклатуру IUPAC.

Информация IUPAC публикуется на английском языке. При переводе на другие языки он адаптируется к правилам соответствующего языка, но основные принципы международных правил должны быть сохранены.

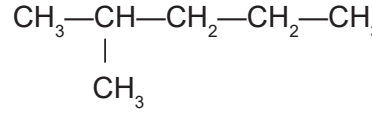
1. В качестве основной цепи выбирают наиболее разветвлённую и длинную цепь в молекуле углеводорода.

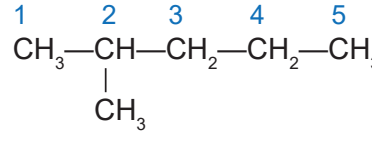
2. Атомы углерода в основной цепи нумеруются с той стороны, с которой ближе расположены радикалы, присоединённые к цепи.

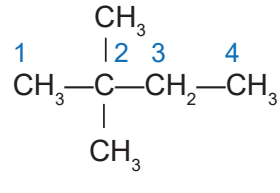
3. Записывают номер атома углерода, присоединённого к радикалу, и название присоединённого к нему радикала (например: 2-метил). Если к одному атому углероду присоединены два радикала, номер повторяется дважды и перед названием радикала добавляется суффикс ди-, три-, тетра- и т. д. Пример: 2,2-диметил.

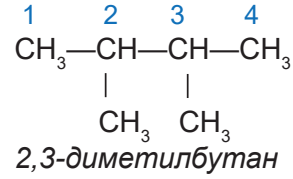
4. Если к основной цепи присоединяются различные радикалы, то их положение и название радикалов указывают в алфавитном порядке с учётом первой буквы радикалов, а в конце указывают название основной цепи.











2,3-диметилбутан

IUPAC предлагает несколько принципов для образования правил наименования:

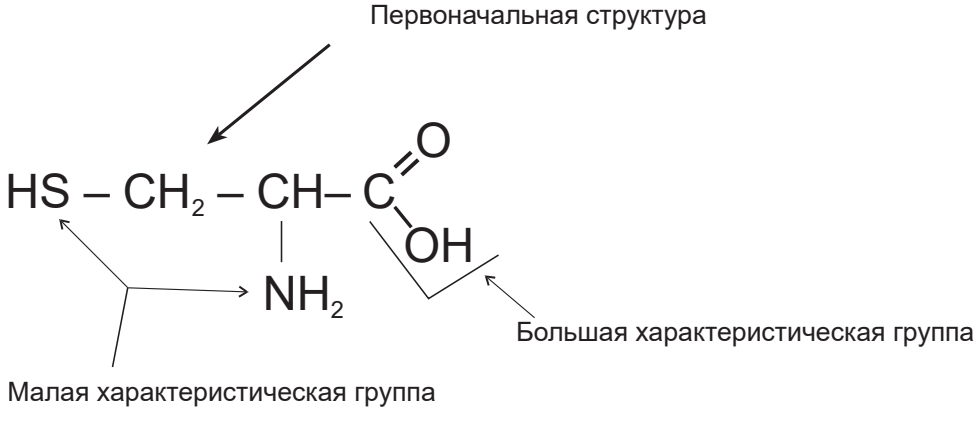
1. Принцип замещения, в соответствии с которым была разработана номенклатура заместителя.

2. Принцип характеристических групп и углеводородных остатков. По этому принципу была разработана радикально-функциональная номенклатура.

По номенклатуре IUPAC структурные элементы называются характеристической группой.

Заместитель — это любой атом или группа атомов, которые замещают атом водорода в исходной структуре.

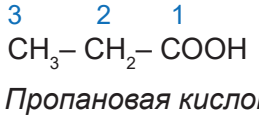
Функциональная группа — это атом или группа неуглеводородных атомов, которые идентифицируют соединение как принадлежащее к определённому классу.



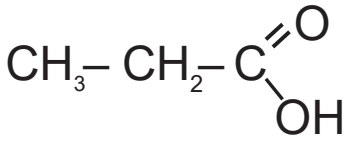
Правила составления названия органического соединения по номенклатуре IUPAC:

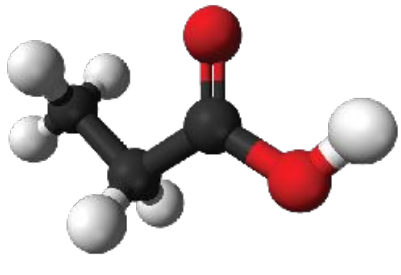
1. Определение больших характеристических групп.
2. Определение первоначальной структуры.
3. Нумерация первоначальной структуры, при которой атом углерода большой характеристической группы должен иметь малый номер.
4. Определение названий первоначальной структуры и большой характеристической группы. Степень насыщения первоначальчной структуры: указывает на наличие ненасыщенной, ен-двойной, ин-тройной связей.
5. Название заместителей. Например:

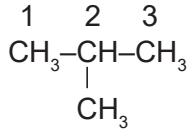
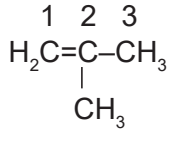
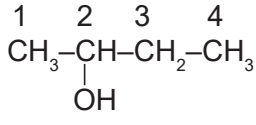
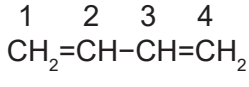
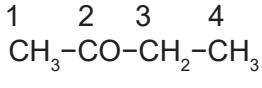
Три углеродные цепи являются первоначальной структурой. Первоначальная структура с характеристической группой даёт пропановую кислоту:



Пропановая кислота





Структурная формула соединения	IUPAC
	2-метилпропан
	2-метилпропен –1
	бутанол -2
	бутадиен -1,3
	бутанон-2

Задания

1. Каковы основные правила обозначения органических соединений?
2. На какие группы делятся органические вещества по строению углеродной цепи?
3. Что такое функциональная группа? Приведите примеры функциональных групп, объясните с помощью формул.

ТЕМА 8. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С НОМЕНКЛАТУРОЙ И ИЗОМЕРИЕЙ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Закрепляемые понятия:

- номенклатура органических соединений;
- изомерия органических соединений.

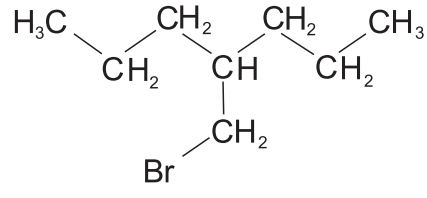
Химическая номенклатура

Шаг 1. Определение самой длинной цепочки. Самая длинная углеродная цепь в данном соединении состоит из 7 атомов углерода.

Шаг 2. Наименование самой длинной углеродной цепи. Для этого по таблице цифре 7 соответствует «гепт-». Название основы – это число атомов углерода в соединении.

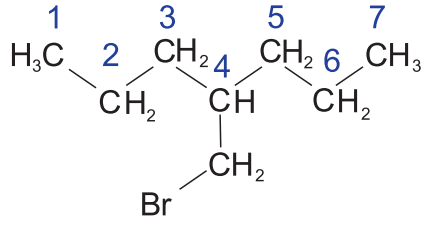
Шаг 3. Определение, каким должен быть суффикс. Если соединение содержит функциональную группу, нужно найти соответствующий суффикс и добавить его в конец названия. Функциональная группа – это определённая группа молекул, которую можно легко идентифицировать в соединении. Это соединение имеет функциональную группу алкана (атом С-Н), поэтому см. таблицу суффиксов. Как видите, окончание алкана соответствует суффиксу -ан. Добавление -ан к основному названию гепт- даёт название гептан.

Шаг 4. Нумерация атомов углерода. Во-первых, посмотрите на боковые группы, молекулы или атомы, присоединённые к самой длинной цепи. Теперь найдите два конца углеродной цепи. Начинайте нумеровать каждый атом углерода в длинной цепочке (1, 2 и т. д.) слева направо, а затем снова справа налево.

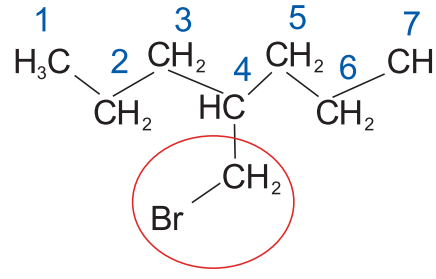


Количество атомов углерода	Название корня
1	Мет
2	Эт
3	Проп
4	Бут
5	Пент
6	Гекс
7	Гепт
8	Окт
9	Нон
10	Дек

Название функциональной группы	Суффикс	Строение функциональной группы
Алкан	-ан	С–Н
Спирт	-ол	–ОН
Алкен	-ен	С=С
Алкин	-ин	С≡С
Альдегид	-ал	
Амины	-амин	$–NH_2$
Эфир	- эфир	–О–
Кетон	-он	>С=О



Шаг 5. Наименование боковых групп. Его определяют путём нахождения концов, соединённых с самой длинной углеродной цепью. Это соединение имеет одну боковую цепь: атом брома присоединён к двум атомам углерода. Это особая молекула под названием 4-бромметил гептан.

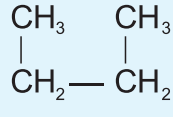


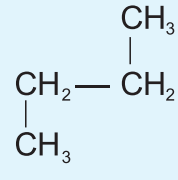
4-бромметил гептан

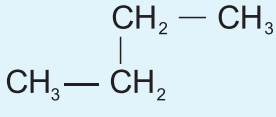
Задания

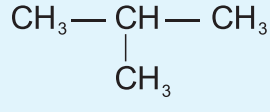
1. Какие из следующих веществ являются структурными изомерами, а какие представляют собой одно и то же соединение?

a) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$

b) 

c) 

d) 

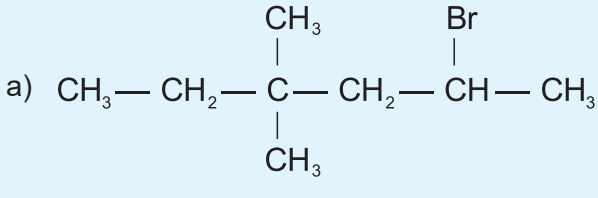
e) 

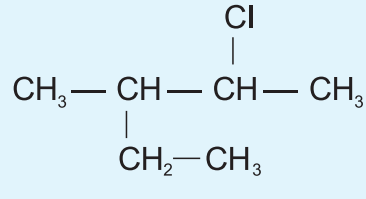
2. Нарисуйте структурные формулы C_6H_{14} и назовите все возможные структурные изомеры бутана.

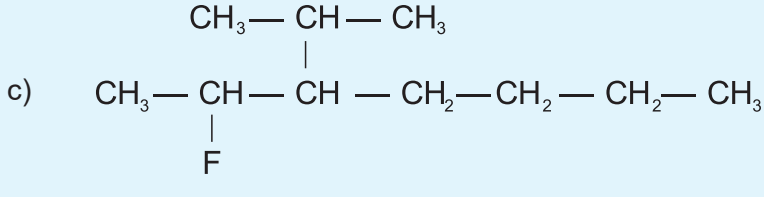
3. Почему важна номенклатура?

4. Что означает номенклатура в химии?

5. Назовите вещества по номенклатуре IUPAC.

a) 

b) 

c) 

ТЕМА 9. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. ЗНАКОМСТВО С ОБРАЗЦАМИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ СРАВНЕНИЕ

Изучаемые понятия:

- наблюдение за физическими свойствами;
- определение температуры затвердевания;
- сравнение скорости испарения.

Цель: познакомиться с некоторыми органическими соединениями и научиться их сравнивать.

Оборудование: штатив для пробирок, спиртовая лампа, держатель пробирок, стакан, пробирки.

Реактивы: вода, пробы органических веществ – спирт, уксусная кислота, масло, мыло, крахмал, пластик, ацетон, парафин.

1. Исследование физических свойств образцов органических соединений

1.1. В отдельные пробирки положите по 2–3 g каждого вещества, если оно жидкое, то по 1–1,5 ml.

Наблюдайте за внешним видом. Запишите результаты наблюдения в таблицу.

1.2. В пробирки с органическими соединениями добавьте 1–2 ml воды и тщательно перемешайте. Наблюдайте за процессом и сделайте вывод о растворимости органических веществ в воде. На основании опыта сравните плотность органических соединений с плотностью воды.

Вещество	Агрегатное состояние (твердое, жидкое, газообразное)	Цвет	Запах	Растворимость в воде

2. Сравнение скорости испарения ацетона, этанола и воды

Оборудование: стеклянная пластинка.

Реактивы: ацетон, этанол, вода.

2.1. Накапайте на стеклянную пластинку ацетон, этанол и воду и рассчитайте время, за которое они полностью испарятся.

2.2. Запишите время их испарения в тетрадь и объясните полученные результаты.

3. Определение температуры застывания парафина

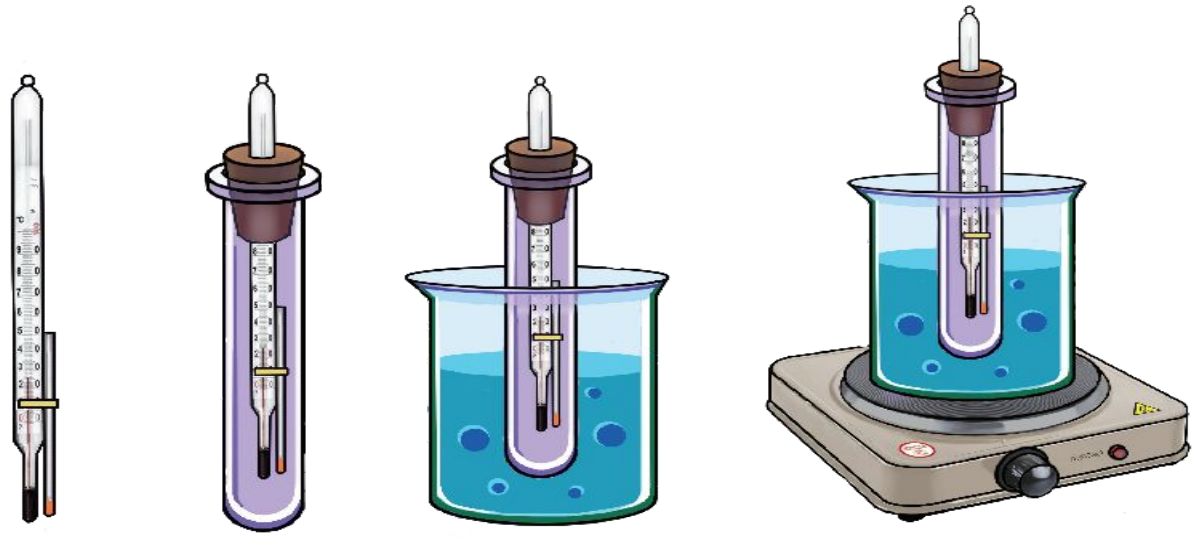
Оборудование: спиртовая лампа, пробирка, термометр.

Реактивы: парафин.

3.1. Поместите кусочки парафина в пробирку. Нагревайте в пламени спиртовой лампы до полного растворения парафина в пробирке.

3.2. Погасите пламя спиртовой лампы, погрузите термометр в расплавленный парафин и запишите показания.

3.3. На основании полученных данных постройте график изменения температуры плавления и затвердевания парафина при изменении температуры. При какой температуре затвердевает парафин?



Полезная информация

Парафин представляет собой воскообразную смесь насыщенных углеводородов (алканов) в диапазоне от $C_{18}H_{38}$ (октадекан) до $C_{35}H_{72}$ (пентатриоконтан). Парафин в основном получают из нефти.

Основные характеристики:

1. Он водонепроницаем, поэтому бумагу, пропитанную парафином, часто используют для упаковки пищевых продуктов. Бумага, пропитанная парафином, водостойкая и гидрофобная. Она не пропускает воду и не намокает. Вода легко удаляется тряпкой. Упаковка для молока изготовлена из парафинового картона.

2. Пожароопасность. При нагревании выше 90 °C парафин на воздухе начинает интенсивно испаряться без кипения. Густые пары парафина, нагретые до 120–150 °C, контактируют с воздухом и самовозгораются.

3. Он хороший электрический изолятор.

Ацетон

Одной из отличительных особенностей ацетона является его высокая летучесть. Он быстро испаряется из открытой ёмкости и наполняет воздух своими парами. Период его разложения под воздействием солнечных лучей составляет 22 дня. Некоторые отрасли промышленности, которые не могут существовать без ацетона: производство лакокрасочной продукции, производство лекарственных средств, производство чистящих средств.

ТЕМА 10. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. АНАЛИЗ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Изучаемые понятия:

- определение содержания водорода;
- определение содержания углерода.

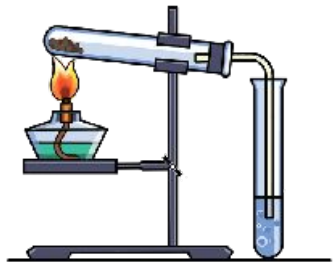
Цель: провести качественный анализ органического вещества.

Оборудование: лабораторный штатив, пробирки, пробка с газопроводной трубкой, спиртовая лампа.

Реактивы: CuO, (парафин), ($C_{23}H_{48}$), безводный $CuSO_4$, $Ca(OH)_2$, CCl_4, медная проволока.

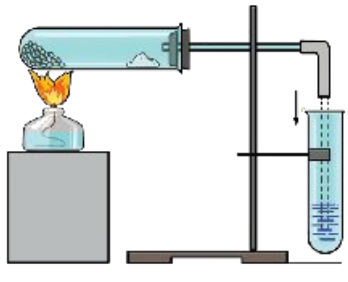
Определение углерода и водорода

1. В сухой пробирке смешивают 1 g оксида меди (II) CuO и около 0,5 g анализируемого органического вещества (парафина или крахмала). Причём пробирку закрывают с пробкой газоотводной трубкой, конец трубки погружают в другую пробирку с известково-водной смесью, объёмом около 4–5 ml.



2. Первую пробирку держат горизонтально и нагревают в спиртовой лампе.

3. В результате нагревания органическое вещество окисляется оксидом меди (II), выделяется газ CO_2, за счёт взаимодействия с ним известковая вода мутнеет. Эта реакция указывает на присутствие C в органическом веществе.



4. В результате реакции углерода на стенках пробирки 1 образуются капли воды. Эта реакция указывает на присутствие водорода в органическом веществе.

Метод определения углерода

1. Небольшое количество сахара помещают в фарфоровую чашу и ставят на кольцо штатива.
2. Содержимое чашки нагревают с помощью спиртовой лампы.
3. Сахар темнеет, выделяется углерод в виде простого вещества – угля.

Вопросы и задания

1. Прокомментируйте свои наблюдения.
2. В какое вещество превращается оксид меди (II)? Какие наблюдения подтверждают ваш ответ? Напишите уравнение реакции. Почему CuO используется в качестве окислителя для органических веществ, содержащих углерод и водород, а не оксид другого металла?
3. Почему медный купорос изменил цвет? Какой элемент содержит это испытуемое вещество? Напишите уравнение реакции.
4. Что происходит с известковой водой? Наличие какого элемента в испытуемом веществе доказывает этот процесс? Почему оксид углерода (IV) растворяет образовавшийся осадок при его длительном пропускании через известковую воду? Напишите уравнения реакций.

ГЛАВА II

УГЛЕВОДОРОДЫ

О ЧЁМ?

- Алканы. Циклоалканы
- Алкены. Алкины
- Ароматические углеводороды
- Природные источники углеводородов
- Генетическая связь между основными классами углеводородов



ТЕМА 1. АЛКАНЫ

Изучаемые понятия:

- общая формула алканов;
- гомологический ряд;
- строение молекулы.

Если в молекуле органического вещества атомы углерода связаны друг с другом σ-связями, а остальные валентные возможности насыщены связями с атомами водорода, такие соединения называют предельными углеводородами.

Алканы

В предельных углеводородах атомы углерода находятся в состоянии sp3-гибридизации. Атомы углерод-углерод, углерод-водород образуют взаимную ковалентную связь, и их электронные облака располагаются на одной линии, соединяющей центры атомов. Этот тип связи представлен знаком σ-сигма. Поскольку основная масса электронной плотности расположена на небольшом расстоянии между атомными ядрами, σ-связь очень прочная. Первым представителем предельных углеводородов является *метан*.

Если заменить один из четырёх атомов водорода в молекуле метана на группу — CH_3, образуется *этан*, второй представитель алканов. Если продолжить замену атомов водорода на метильную группу, то будут образовываться гомологические соединения, близкие по химическому строению, но различающиеся по составу на группы CH_2. Группа гомологов называется гомологическим рядом, а групповое различие CH_2 между ними называется различием гомологического ряда. Общая формула гомологического ряда алканов: C_nH_{2n+2}.






В новой литературе нашей страны и зарубежной литературе гомологический ряд алканов даётся следующим образом

№	Название	Формула	
1	Метан	CH_4	CH_4
2	Этан	$CH_3–CH_3$	/
3	Пропан	$CH_3–CH_2–CH_3$	/\
4	Бутан	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$	/\/
5	Пентан	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$	/\/\
6	Гексан	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$	/\/\/
7	Гептан	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$	/\/\/\
8	Октан	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$	/\/\/\/
9	Нонан	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$	/\/\/\/\
10	Декан	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$	/\/\/\/\/

При удалении одного атома водорода из молекулы насыщенного углеводорода образуется одновалентный радикал. Сложные органические вещества называются радикалами. Название радикала образуется путём добавления суффикса «-ил» вместо суффикса «-ан» в названии предельных углеводородов:

CH_4 – метан – CH_3– метил

C_2H_6 – этанан – C_2H_5 – этил

C_3H_8 – пропан – C_3H_7 – пропил

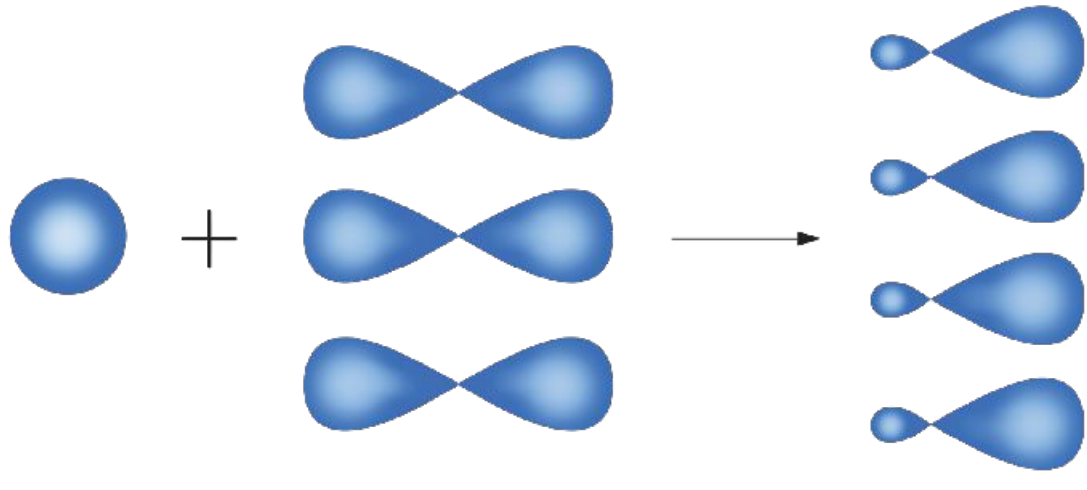
C_4H_{10} – бутан – C_4H_9 – бутил

Строение алканов

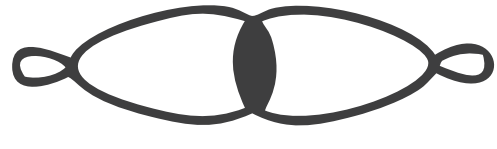
В атоме углерода четыре неспаренных электрона расположены на разных орбиталях. Исходя из этого электронного строения атома углерода, можно предположить, что химические связи, образованные электронами, отличаются друг от друга. Американский химик Лайнус Полинг ввёл в науку понятие гибридизации орбиталей.

Образование орбиталей одинаковой формы и энергии из атомных орбиталей разной формы и энергии называется гибридизацией.

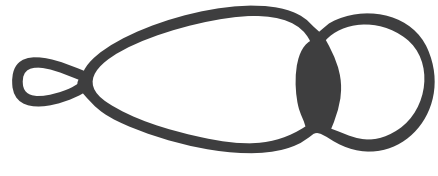
Алканы имеют химические связи C–H и C–C: связь C–H ковалентная слабополярная, ковалентная связь C–C неполярная. Это одиночные σ-связи. Атомы углерода в алканах образуют четыре гибридные орбитали. Следовательно, гибридизация атомов углерода в молекулах алканов имеет вид – sp^3.



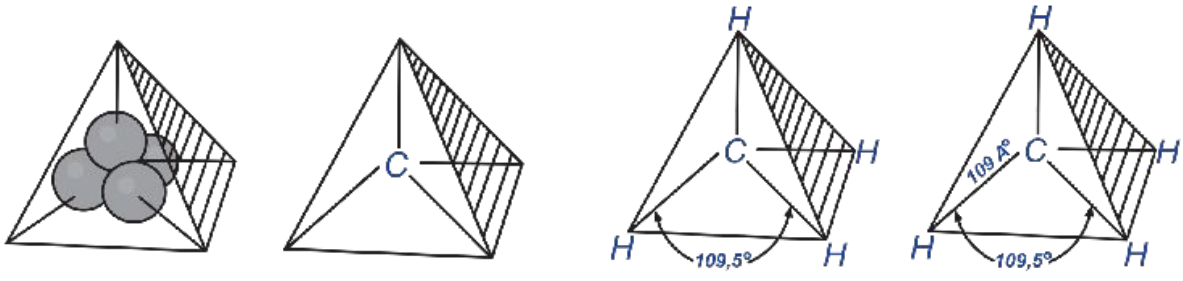
При образовании связи C–C перекрываются sp^3-гибридные орбитали атомов углерода.



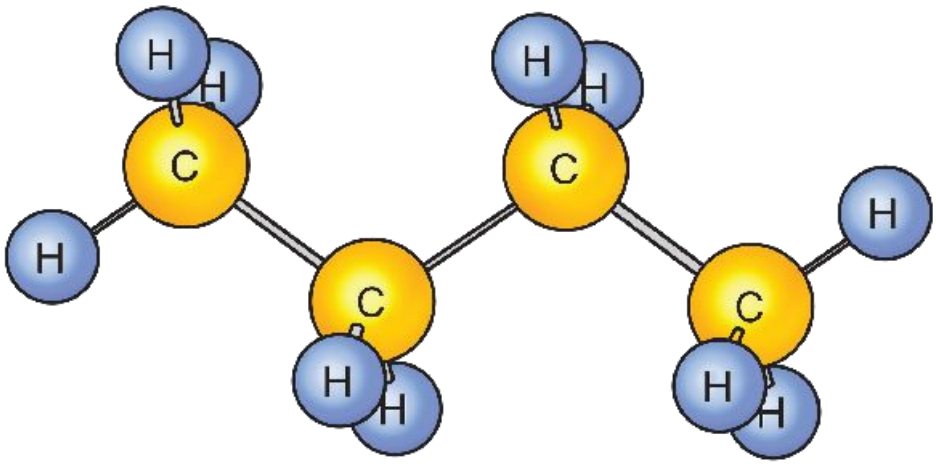
При образовании связи C–H перекрываются гибридная sp^3-орбиталь атома углерода и s-орбиталь атома водорода.



Четыре атома водорода в молекуле метана образуют ковалентные связи с атомом углерода через общие электронные пары. Атом углерода связывается с атомами водорода, а его связывающие орбитали (sp^3) образуются в результате гибридизации одной s- и трёх p-орбиталей, направленных к углам тетраэдра.



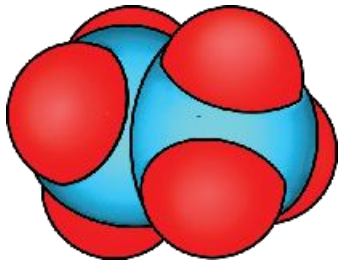
Линейные молекулы алканов с большим числом атомов углерода имеют зигзагообразное расположение атомов углерода.



Характеристика химической связи

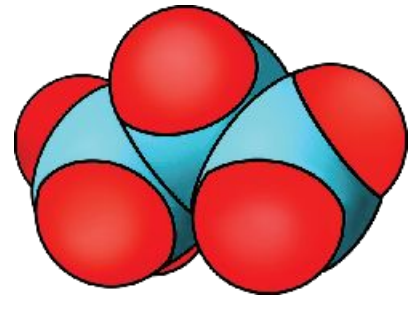
Характеристика химической связи	Тип гибридизации		
	sp^3	sp^2	sp
Пространственное строение	Тетраэдрическое	Плоское	Линейное
Угол связи	109,5°	120°	180°
Тип связи	4 σ	3 σ и 1 π	2 σ и 2 π

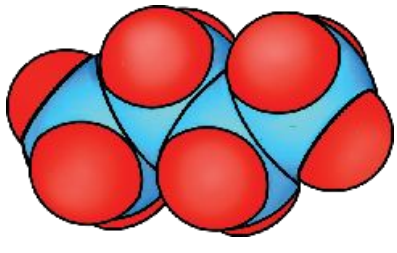
НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЫЕ АЛКАНЫ



Этан (C_2H_6) – бесцветный газ без запаха, нерастворимый в воде. Он содержится в природном газе (0,6–5%), в попутных газах нефти (3–19,5%). В промышленности используется как сырьё для синтеза производных хлора, этилена, окиси этилена, полиэтилена, этиленгликоля, этилбензола и т. д.

Пропан (C_3H_8) – бесцветный газ без запаха, мало растворим в воде. Температура кипения пропана 42,1 °C. С воздухом пропан широко используется в качестве топлива для различных нужд, является важным компонентом сжиженных углеводородных газов. Пропан используется в производстве растворителей и в пищевой промышленности (добавка E944).





Бутан (C_4H_{10}) – токсичное органическое соединение. Бутан – бесцветный легковоспламеняющийся газ. Легко сжижается при нормальном давлении и температуре ниже 0 °C. Это летучая жидкость при высоком давлении и нормальной температуре. Растворимость бутана в воде составляет 6,1 mg на 100 ml воды.

Задания

1. На основе общей формулы алканов выведите формулу нахождения σ (сигма) связи.
2. Расположите следующие алканы в порядке возрастания молекулярной массы:

а) тетраэтилметан; б) октан; в) диметилдибутилметан.

3. Сколько атомов водорода содержится в алкане с 32 атомами углерода?
4. Какие из перечисленных углеводородов относятся к алканам: C_3H_6, C_3H_8 C_4H_6, C_4H_8, C_4H_{10}, C_5H_8, C_5H_{12}, C_6H_{12}, C_8H_{10}?
5. Опишите свойства связи C–C.
6. Что такое гибридное состояние атома углерода в алканах?

ТЕМА 2. АЛКАНЫ. ИЗОМЕРИЯ И НОМЕНКЛАТУРА

Изучаемые понятия:

- изомерия;
- номенклатура.

В предельных углеводородах изомерия начинается с бутана.

1) $^{1}CH_3-^{2}CH_2-^{3}CH_2-^{4}CH_3$ — *н-бутан*

2) $^{1}CH_3-^{2}CH(CH_3)-^{3}CH_3$ — *изобутан*

Углеводороды с неразветвлённой структурой, в которой атомы углерода соединены, называются нормальными (n) углеводородами. Углеводороды с разветвлённой цепью относятся к веществам, в которых углеводородные радикалы замещают атомы водорода в углеводородах нормального строения.

Атомы углерода в неразветвлённой структуре, когда атомы углерода соединены, называются нормальными (н) углеводородами.

Пентан имеет 3 изомера:

1) $^{1}CH_3-^{2}CH_2-^{3}CH_2-^{4}CH_2-^{5}CH_3$ — *н-пентан*

2) $^{1}CH_3-^{2}CH(CH_3)-^{3}CH_2-^{4}CH_3$ — *2-метилбутан, изопентан*

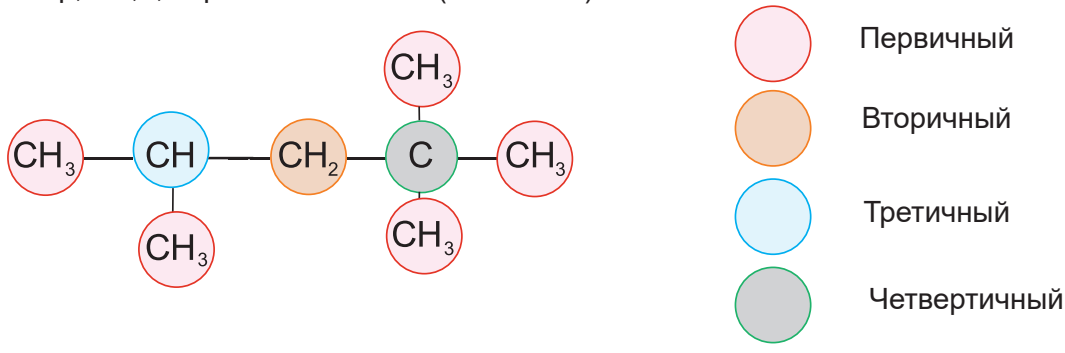
3) $^{1}CH_3-^{2}C(CH_3)_2-^{3}CH_3$ — *2,2-диметилпропан, неопентан*

Молекулярная формула	Число структурных изомеров
C_4H_{10}	2
C_5H_{12}	3
C_6H_{14}	5
C_7H_{16}	9
C_8H_{18}	18
C_9H_{20}	35
$C_{10}H_{22}$	75

Атомы углерода в пентане соединены и образуют прямую цепь. Соединения с таким строением называются нормальными соединениями и обозначаются буквой n. А углеродная цепь в изопентане разветвлена. Такие соединения называются изосоединениями. Вышеуказанные изомеры пентана отличаются друг от друга разным строением углеродной цепи. Такая изомерия является структурной изомерией или изомерией углеродного скелета. По мере увеличения числа атомов углерода в молекуле углеводорода очень быстро увеличивается и число изомеров.

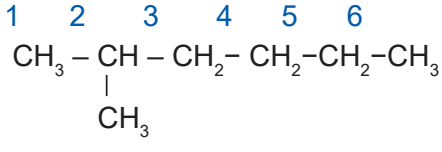
Атомы углерода в молекулах алканов делятся на первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы, в зависимости от количества других атомов углерода, непосредственно связанных с ним. Если атом углерода связан только с одним атомом углерода, то он первичен, если двумя вторичен; если он связан с тремя атомами углерода, он третичен, а если он связан с четырьмя атомами углерода, он четвертичен. Точно так же атомы водорода (в зависимости от того, сколько атомов углерода присоединено) делятся на первичные, вторичные и третичные атомы водорода.

Например, в 2,2,4-триметилпентане (изооктане):



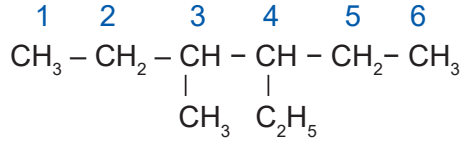
Номенклатура:

Для наименования предельных углеводородов по систематической номенклатуре сначала нумеруют основную цепь (углеродную цепь). Нумерация начинается со стороны, у которой радикал расположен ближе к краю молекулы.



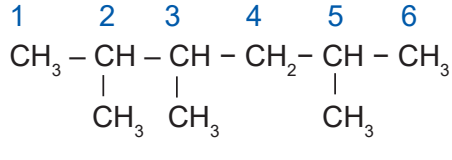
2-метилгексан

Если радикалы расположены в два раза дальше от двух концов основной цепи, нумерация начинается со стороны, где расположены простые радикалы:



3-метил-4-этилгексан

При наличии в цепи нескольких одинаковых радикалов нумерацию начинают со стороны, где расположено больше всего радикалов, а для обозначения их количества перед названием радикалов пишут слова ди-, три-, тетра-. Места присоединения радикала к атому углерода обозначены цифрами:



2, 3, 5-триметилгексан

Так, при наименовании веществ по систематической номенклатуре определяют основную цепь в молекуле и нумеруют её атомы углерода. Цифры, обозначающие простые и сложные радикалы, расположенные в атомах углерода, ставятся перед названием радикала через дефис и читаются дополнительно к названию углеводорода, соответствующего основной цепи.

Задача. Напишите структурные формулы всех алканов с пятью атомами углерода в основной цепи при плотности паров водорода 50.

Решение

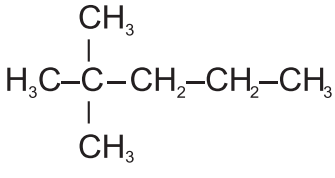
Молярная масса алканов: $M(C_nH_{2n+2}) = 2 \cdot 50 = 100$ g / моль,

$$12n + 2n + 2 = 100$$

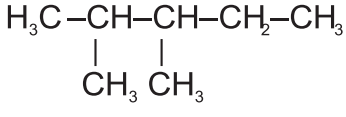
$$14n = 100 - 2$$

$$n = 98 : 14$$

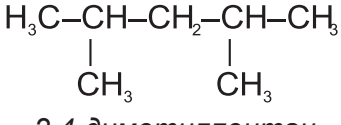
$$n = 7$$



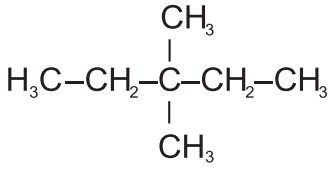
2,2-диметилпентан



2,3-диметилпентан

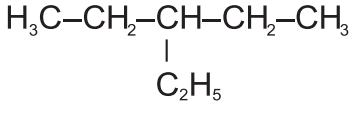


2,4-диметилпентан



3,3-диметилпентан

Одна группа $-C_2H_5$ может находиться только в третьем положении. В противном случае он становится частью основной цепи, а длина последней превышает пять атомов углерода.



3-этилпентан

Ответ. Алкан состава C_7H_{16} имеет 5 изомеров.

Задания

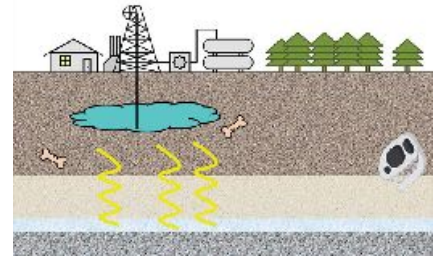
1. Какова общая формула алканов?
2. Какую форму имеют молекулы алканов? Что является причиной этого?
3. Как называются вещества с разным химическим строением, но одинаковым составом?
4. Какой тип изомерии характерен для алканов? Напишите формулы изомеров алканов C_6H_{14}.

ТЕМА 3. ПОЛУЧЕНИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКАНОВ

Изучаемые понятия:

- получение в промышленности;
- получение в лаборатории;
- физические свойства.

Простейшим представителем предельных углеводородов является метан. Метан образуется в результате анаэробного разложения растительных и животных остатков. Метан — бесцветный газ без запаха, малорастворимый в воде. В природе встречается в виде болотного и шахтного газа. Количество метана в природном газе колеблется от 60 до 99%. Метан также образуется при сжигании угля всухую и при гидрогенизации угля.



Получение в лаборатории

Существуют различные способы получения алканов. Например, к ним относится взаимодействие галогеналканов с металлическим натрием, то есть реакция Вюрца. Процесс протекает с удвоением углеродного скелета:

$$2CH_3–CH_2Br+2Na\rightarrow CH_3–CH_2–CH_2–CH_3+2NaBr$$

Если в реакцию ввести смесь двух галогеналканов, то одновременно образуются три продукта, например:

$$CH_3CH_2–Br + Br–CH_3 \xrightarrow{Na} \begin{cases} CH_3CH_2CH_3 \\ CH_3CH_3 \\ CH_3CH_2CH_2CH_3 \end{cases}$$

Синтез Дюма

Алкан образуется при взаимодействии соли карбоновой кислоты с щелочью.

$$R\text{-}COONa+NaOH \xrightarrow{t^\circ} R\text{-}H+Na_2CO_3$$

$$CH_3COONa+NaOH \xrightarrow{t^\circ} CH_4 + Na_2CO_3$$

$$C_2H_5COONa+NaOH \xrightarrow{t^\circ} C_2H_6 + Na_2CO_3$$

Водный или кислотный гидролиз карбида алюминия

$$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$$

$$Al_4C_3 + 12HCl \rightarrow 4AlCl_3 + 3CH_4$$

В результате этой реакции можно получить только метан.

Синтез Кольбе

Алканы образуются в результате электролиза солей карбоновых кислот:

$$2R–COONa + 2H_2O = R–R + 2CO_2 + 2NaOH + H_2$$

Получение в промышленности

1. Переработка нефти является основным промышленным способом получения алканов. В результате крекинга нефти образуются один алкан и один алкен:

$$C_8H_{18} \xrightarrow{кат, t^\circ} C_4H_8 + C_4H_{10}$$

$$C_{12}H_{26} \xrightarrow{p, t^\circ} C_6H_{12} + C_6H_{14}$$

2. Альтернативный вариант – гидрогенизация угля (торф, сланец):

$$C + 2H_2 \rightarrow CH_4$$

3. Гидрирование оксида углерода (II):

$$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$$

Первыми представителями предельных углеводородов являются газы, жидкости от C_5H_{12} до $C_{16}H_{34}$ и твёрдые вещества от $C_{16}H_{34}$. По мере увеличения молекулярной массы увеличиваются их температуры кипения и плавления, а также плотность.

Первые представители предельных углеводородов и некоторые их физические константы

Молекулярная формула	Наименование	Температура плавления, ˚С	Температура кипения, ˚С
CH_4	Метан	–184	–162
C_2H_6	Этан	–172	–88
C_3H_8	Пропан	–190	–42
C_4H_{10}	Бутан	–135	–0,5
C_5H_{12}	Пентан	–132	36
C_6H_{14}	Гексан	–95	69
C_7H_{16}	Гептан	–91	98
C_8H_{18}	Октан	–57	126
C_9H_{20}	Нонан	–54	151
$C_{10}H_{22}$	Декан	–30	174

Задания

1. Напишите структурную формулу 2-метилпропана (изобутана), 2,2-диметилбутана, 3-метилпентана, 2,3-диметилбутана.
2. Бутан можно получить с использованием метана и неорганических реагентов. Напишите уравнения протекающих реакций.

ТЕМА 4. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ АЛКАНОВ

Изучаемые понятия:

- горение алканов;
- каталитический и термический крекинг;
- реакция галогенирования;
- реакция дегидрирования;
- сферы применения метана;
- галогенпроизводные алканов.

Существует много видов алканов. Молекулы алканов имеют сходное строение: атомы углерода связаны друг с другом, а атомы водорода — одинарными ковалентными связями. Поэтому химические свойства алканов в основном схожи.

Все алканы характеризуются низкой химической активностью. Они не взаимодействуют с растворами кислот, оснований, солей. На них не действуют сильные окислители, такие как $KMnO_4$, и сильные восстановители, такие как щелочные металлы.

Как известно, щелочные металлы очень активны и реагируют со всеми веществами, в том числе легко окисляются кислородом воздуха. Чтобы предохранить щелочные металлы от окисления, их хранят под слоем парафина, состоящего в основном из предельных углеводородов. В то же время алканы, входящие в состав парафина, не реагируют с щелочными металлами.

Благодаря химической инертности алканов реакции с их участием протекают при создании необходимых условий (при нагревании или под действием ультрафиолетового излучения).

Горение алканов. Наиболее важным свойством алканов является горение. Уравнение реакции горения метана:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Вы хорошо знаете эту реакцию, вы наблюдали её при включении газа в кухонной газовой плите. Метан является основным компонентом природного газа. Если вы используете газовые баллоны, то эти баллоны заполняются смесью пропана и изомерных бутанов. Уравнения реакций горения этих алканов выглядят следующим образом:

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

$$2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$$

Последующие члены гомологического ряда алканов также горят при воспламенении. Общее уравнение реакции горения можно записать так:



Крекинг – это расщепление алкана с длинной цепью на алканы с короткой цепью и алкены.

Галогеналканы представляют собой алифатические насыщенные органические соединения, содержащие углерод-галогенные связи.



Горение в кислороде свойственно почти всем органическим соединениям. Поскольку все органические вещества содержат мало углерода, при их сгорании могут образовываться угарный газ и сажа.

Образование оксида углерода (II) CO при неполном сгорании органического вещества приводит к гибели из-за его высокой токсичности. Отравление оксидом углерода (II) может произойти при неправильном использовании плит и газовых плит.

$$C_nH_{2n+2} + \frac{(3n+1)}{2} O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$$

Видно, что при горении атомы водорода в молекуле алкана образуют молекулы воды, а атомы углерода – молекулы углекислого газа. Если горение алкана происходит в условиях недостатка кислорода, то наряду с углекислым газом (CO_2) может образовываться (II)-оксид углерода (CO) или углерод (C) в виде сажи.

$$C_nH_{2n+2} + \frac{(2n+1)}{2} O_2 \quad (\textit{при недостатке}) \quad \rightarrow nCO + (n+1)\,H_2O$$

$$C_nH_{2n+2} + \frac{n+1}{2} O_2 \quad (\textit{при недостатке}) \quad \rightarrow nC + (n+1)\,H_2O$$

Крекинг алканов. При температуре выше 1000 °C все предельные углеводороды разлагаются на углерод и водород. Этот процесс используется как способ получения дешёвого водорода и газового тела (кокса). Крекинг может быть термическим или каталитическим. Термический крекинг протекает при сильном нагреве без доступа воздуха. Начальная температура разложения предельных углеводородов зависит от их молекулярной массы и молекулярной структуры. Термическое разложение сложных углеводородов зависит от условий. Чем длиннее и разветвлённее цепь, тем легче происходит термическое разложение.

Например, в процессе крекинга н-пентана образуется смесь, содержащая этилен, пропан, метан, бутилен, пропилен, этан и другие углеводороды:

$$n\text{-}C_6H_{14} \xrightarrow{700–900\ ^\circ C} \underset{(15\%)}{CH_4} + \underset{(40\%)}{CH_2{=}\,CH_2} + \underset{(20\%)}{CH_3CH{=}\,CH_2} + \underset{(25\%)}{\text{другие углеводороды}}$$

Крекинг часто проводят с помощью катализаторов (обычно алюмосиликатов). Каталитический крекинг происходит при более низких температурах, чем термический крекинг. Наряду с разложением углеводородов при каталитическом крекинге происходит перестройка углеродного скелета путём изомеризации. В результате образуются углеводороды с более разветвлённым скелетом:

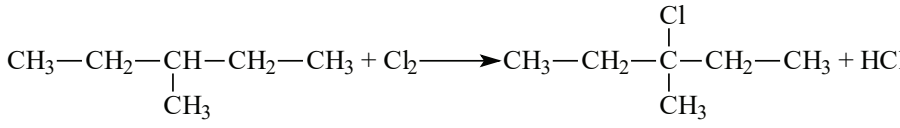
$$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow{кат,\ t^\circ} C_4H_{10} + \begin{matrix} CH_3 & & CH_3 \\ & C{=}C & \\ CH_3 & & CH_3 \end{matrix}$$

Галогенирование. Метан и хлор реагируют под действием света, атомы водорода в метане чередуются с атомами хлора.

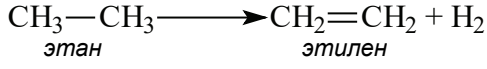
$$CH_4 + Cl_2 \longrightarrow \underset{\textit{метилхлорид}}{CH_3Cl} + HCl$$

$$CH_3Cl \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} \underset{\textit{метиленхлорид}}{CH_2Cl_2} \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} \underset{\textit{хлороформ}}{CHCl_3} \xrightarrow[-HCl]{+Cl_2} \underset{\textit{хлорид углерода (IV)}}{CCl_4}$$

При галогенировании разветвлённых углеводородов водород уступает место галогену сначала в третичных атомах углерода, затем во вторичных атомах углерода и, наконец, в первичных атомах углерода.



Дегидрирование. Эта реакция даёт соответствующие ненасыщенные углеводороды из алканов. Например,

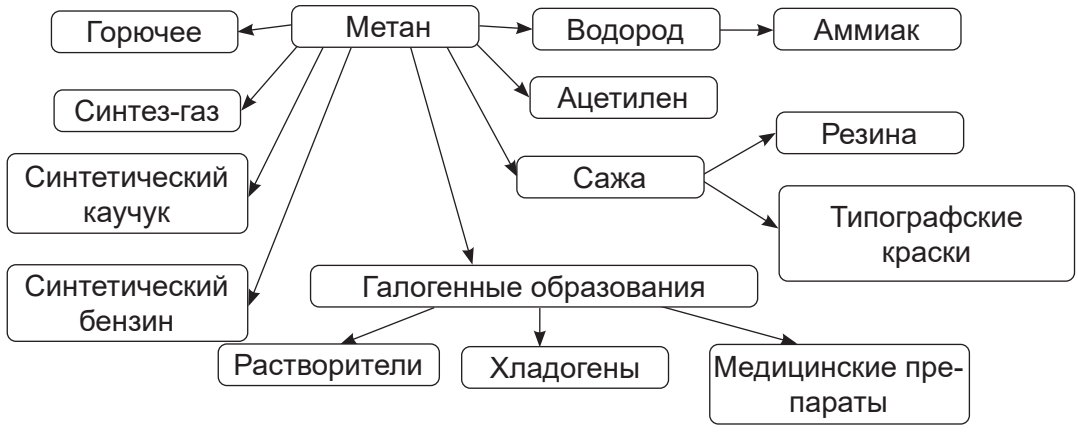


Применение

Насыщенные углеводороды являются дешёвым промышленным сырьём, широко используемым в химической промышленности для получения различных соединений. Примеры включают каучук, синтетические ткани, пластмассы и поверхностно-активные вещества. Этан, пропан, бутан и пентан используются в промышленности для получения этиленовых и диеновых углеводородов. Жидкие углеводороды используются в качестве моторного топлива. Среди них большое значение имеет изооктан – 2,2,4-триметилпентан. Алканы с большой молекулярной массой используются в технике как дизельное топливо и как смазочный материал.

Алканы применяются в медицине, косметологии, строительстве. В качестве топлива используются бензин, керосин и мазут, состоящие из жидких алканов. Газообразные алканы используются в быту и при производстве аэрозолей.

Применение метана



Задания

1. Назовите две причины, по которым алканы используются в качестве топлива.
2. Сколько грамм CO_2 образуется при сгорании 116 g бутана?
3. Напишите уравнения реакций термического и каталитического крекинга гептана.

ТЕМА 5. СТРОЕНИЕ ЦИКЛОАЛКАНОВ. ИЗОМЕРИЯ. НОМЕНКЛАТУРА

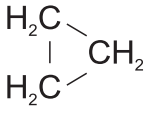
Изучаемые понятия:

- общая формула;
- гомологический ряд;
- номенклатура;
- изомерия.

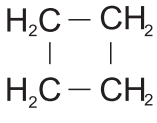
Соединения, образующие кольца различных размеров за счёт соединения атомов углерода или других атомов в молекуле, называются циклическими соединениями.

Общая формула циклоалканов $\mathbf{C_nH_{2n}}$.

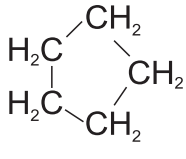
Циклоалканы имеют несколько названий: циклопарафины, нафтены, циклоны, полиметилены. Циклопарафины имеют структуру, аналогичную алканам.



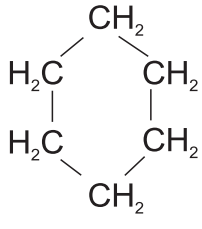
циклопропан



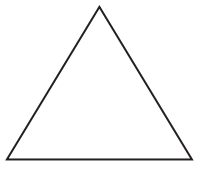
циклобутан

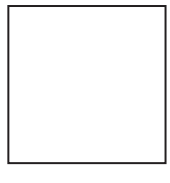


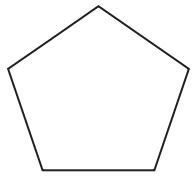
циклопентан



циклогексан

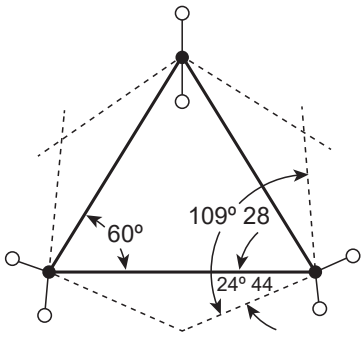


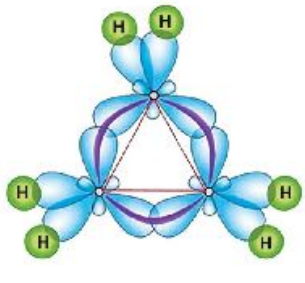




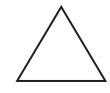
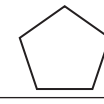
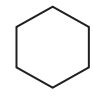


Атомы углерода в циклоалканах находятся в состоянии sp^3-гибридизации. Все атомы углерода связаны σ-связями. При образовании циклопропанового кольца тетраэдрические углы уменьшаются до 60°, в результате увеличивается натяжение валентных углов. А. Байер в 1885 году объяснил высокую реакционную способность циклопропана напряжением валентных углов. Частичное покрытие может происходить при образовании связи С–С за счёт перекрывания sp^3-гибридизированных орбиталей в циклопропане.



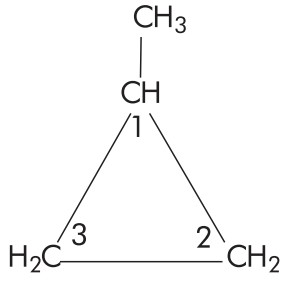


Название циклоалканов образуется путём добавления слова «цикло» к названию соответствующего предельного углеводорода по систематической номенклатуре.

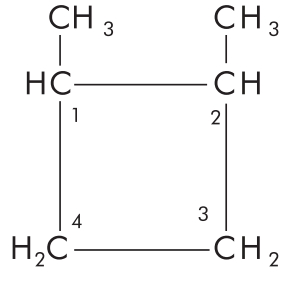
Формула алкана	Название алкана	Название циклоалкана	Формула циклоалкана	Структурная формула
C_3H_8	Пропан	Циклопропан	C_3H_6	
C_4H_{10}	Бутан	Циклобутан	C_4H_8	
C_5H_{12}	Пентан	Циклопентан	C_5H_{10}	
C_6H_{14}	Гексан	Циклогексан	C_6H_{12}	

При наименовании циклоалканов по систематической номенклатуре соблюдают следующие правила:

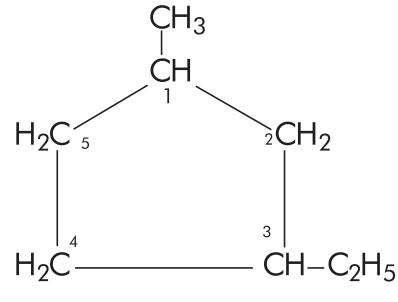
1. В качестве основной цепи берётся кольцо.
2. Атомы углерода, удерживающие радикал в кольце, пронумерованы.
3. Положение радикалов в цепи обозначено цифрой.
4. Сначала указывают название радикала, отмечая, сколько атомов углерода с ним связано, и называют вещество, указывая название основной цепи (углеводородного кольца).



метилциклопропан



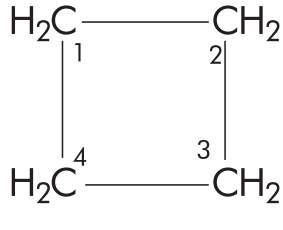
1,2- диметилциклобутан



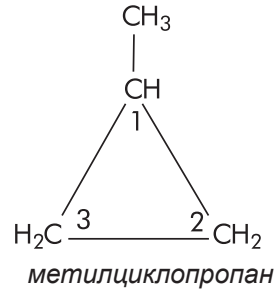
1-метил,3-этилциклопентан

Изомерия

Формируется в зависимости от количества атомов углерода в кольце и расположения радикалов. В циклоалканах изомерия начинается с циклобутана.

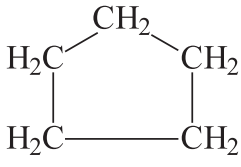


циклобутан

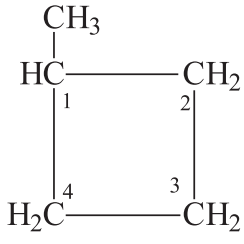


метилциклопропан

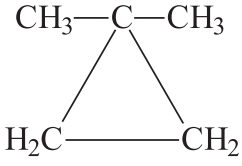
Циклопентан имеет 5 изомеров:



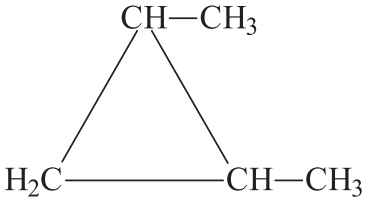
циклопентан



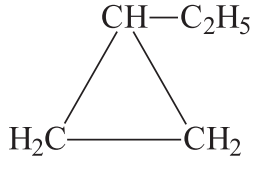
1- метилциклобутан



1,1-диметилциклопропан



1,2-диметилциклопропан



этилциклопропан

Циклоалканы и их производные в основном содержатся в составе нефти и растений. Первый русский учёный В.В. Марковников и его ученики выделили из нефти циклопентан, циклогексан и их производные. Большое количество циклоалканов (называемых в промышленности нафтенами) сохраняется в составе нефти; они включают метилциклопентан, 1,2-диметилциклопентан, циклогексан и метилциклогексаны.

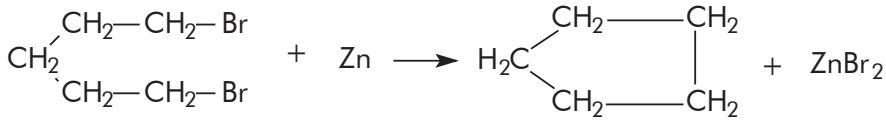
Задания

1. Напишите и назовите структурную формулу циклоалканов, соответствующую формуле C_6H_{12}.
2. Сколько изомеров вещества с 4 атомами С в основном кольце, состав которого C_6H_{12}?
3. Сколько орбиталей участвовало в образовании связи в 3 молекулах метилциклопропана?
4. Найдите общее число связей в 1,5 молях диметилциклопропана?
5. Какой объём (при н.у.) занимает циклобутан, содержащий 6 г Н?
6. Найдите массу атома С в 44,8 л (при н.у.) циклопропана?

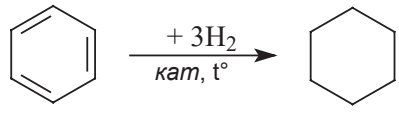
ТЕМА 6. ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИКЛОАЛКАНОВ

Изучаемые понятия:
- получение;
- физические свойства;
- химические свойства;
- применение.

Получение. 1) Циклоалканы получают в лаборатории взаимодействием металлов с дигалогенпроизводными предельных углеводородов.

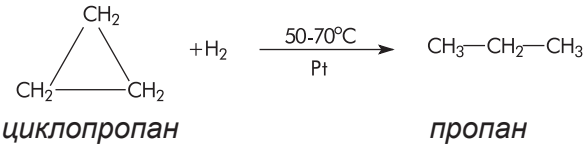


2) Циклогексан и его гомологи получают гидрированием бензола и его гомологов.

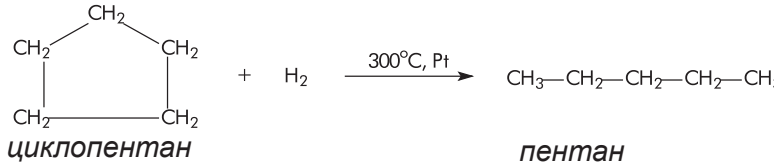


У циклоалканов, как и у алканов, все связи насыщенные, но они отличаются от алканов характером реакций присоединения. Это объясняется разрывом связи между атомами углерода в кольце.

В результате разрыва связи у атомов углерода появляются пустые валентности. Вещество обладает способностью связывать, связывает водород и галогены. Соединения с малым кольцом (циклопропан и циклобутан) легче вступают в реакции присоединения, чем их аналоги с большим кольцом (циклопентан и циклогексан). Причина в нестабильности маленьких колец по сравнению с большими кольцами. Например, реакция гидрирования (присоединения водорода) протекает при разных температурах в разных циклоалканах:

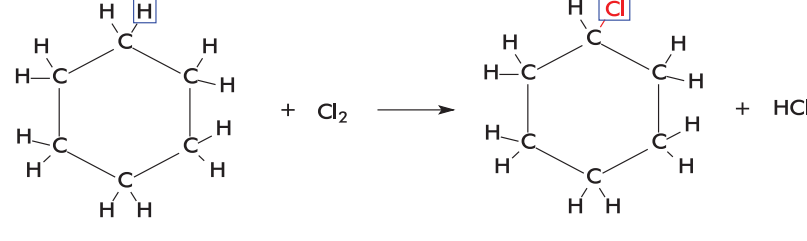


циклопропан *пропан*



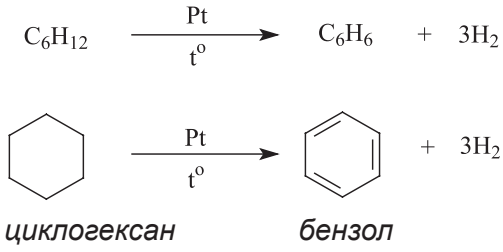
циклопентан *пентан*

Реакция замещения характерна для соединений с большим кольцом. В этом отношении они подобны алканам. Например, если циклогексан подвергается воздействию хлора, происходит следующая реакция:



циклогексан *хлорциклогексан*

$$C_6H_{12} + Cl_2 \longrightarrow C_6H_{11}Cl + HCl$$



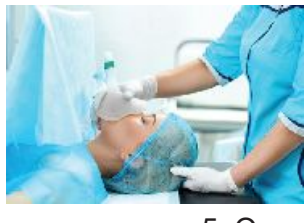
В нормальных условиях циклоалканы кипят и плавятся при более высоких температурах, чем соответствующие алканы. По мере увеличения размера кольца температуры кипения и плавления увеличиваются. Циклоалканы это C_3–C_4 газы, C_5–C_{16} жидкости, C_{17} и другие – твёрдые вещества. Растворимость циклических алканов в воде очень низкая.

Применение

Циклоалканы широко используются в различных отраслях народного хозяйства.

Циклопропан применяют в медицинской практике в качестве ингаляционного анестетика. Циклопентан используется в органическом синтезе и в качестве присадки к моторным топливам для улучшения качества. Циклогексан применяют для синтеза промежуточных продуктов при производстве синтетических волокон из нейлона и капрона, для получения циклогексанола, циклогексанона, адипиновой кислоты, а также в качестве растворителя. В нефтехимической промышленности циклоалканы используют для получения ароматических углеводородов каталитическим крекингом.






Задача. Плотность паров циклоалкана по азоту равна 5. Определите формулу циклоалкана и назовите её.

Решение. Обозначим формулу циклоалкана как C_xH_y. Мы рассчитываем молекулярную массу циклоалкана, используя значение плотности его паров относительно азота:

$$M(C_xH_y) = D(N_2) \cdot M(N_2) = 5 \cdot 28 = 140$$

Общая формула циклоалкана – C_nH_{2n}, молекулярная масса циклоалкана рассчитывается по общей формуле: $M(C_nH_{2n}) = 12n + 2n = 14n$.

Уравниваем полученные значения молекулярной массы:

$$14n = 140$$
$$n = 10$$

Ответ. Значит, формула циклоалкана – $C_{10}H_{20}$, это циклодекан.

Задания

1. При взаимодействии 226 g дихлорпроизводного насыщенного углеводорода с металлическим натрием образуется 234 g NaCl, как называется циклоалкан?
2. Сколько граммов и какой ароматический углеводород можно гидрировать, чтобы получить 29,4 g метилциклогексана?
3. При сгорании циклопропана образуется 132 g CO_2 и 108 g H_2O. Определите массу израсходованного кислорода.
4. Определите массу CO_2, образовавшегося при сгорании 5,6 g циклобутана.

ТЕМА 7. АЛКЕНЫ. НОМЕНКЛАТУРА. ИЗОМЕРИЯ

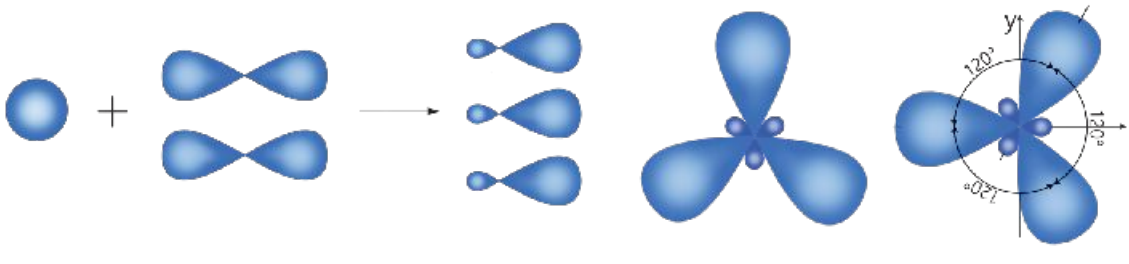
Изучаемые понятия:

- гомологи;
- наименование;
- строение молекулы;
- изомерия.

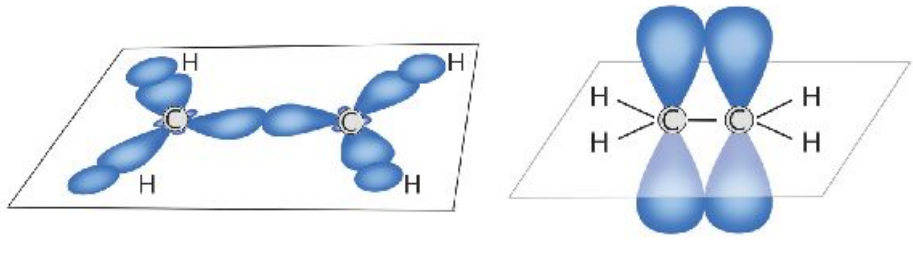
Алкены или олефины — алифатические ненасыщенные углеводороды, органические вещества с одинарными связями между атомами углерода. Латинское «olefiant» означает «масло», этот термин до сих пор широко используется в химической литературе. Причиной такого названия является хлористый этилен – жидкое маслянистое вещество, полученное в XVIII веке.

Общая формула алкенов C_nH_{2n}, а их первый представитель – этилен. Одновалентный радикал этилена (CH_2=CH–) называется **винильным радикалом**.

Атомы углерода с двойной связью в алкене находятся в состоянии sp^2-гибридизации. Это означает, что в гибридизации участвуют одна σ - и две p-орбитали, а одна p-орбиталь остается негибридизованной. Перекрытие гибридных орбиталей приводит к образованию σ-связи, а за счёт негибридизированных p-орбиталей образуется вторая, π-связь между соседними атомами углерода. Таким образом, двойная связь состоит из одной σ-связи и одной π-связи. Гибридные орбитали атомов, образующих двойную связь, лежат в одной плоскости, а орбитали, образующие π-связь, расположены перпендикулярно плоскости молекулы. Двойная связь (0,132 нм) короче одинарной и обладает большей энергией, потому что она прочнее. Наличие подвижной, легко поляризуемой π-связи позволяет алкенам быть более химически активными, чем алканы, и вступать в реакции присоединения.

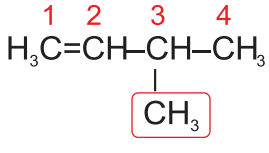


Атом углерода при sp^2-гибридизации образует три σ- и одну π-связь перпендикулярно плоскости σ-связей. Связь C=C представляет собой комбинацию σ- и π-связи; σ-связь прочнее π-связи. Длина связи C=C в молекулах алкенов составляет 0,134 nm. Простейшим углеводородом, содержащим двойную связь CH_2=CH_2 между атомами углерода, является этилен (этен).

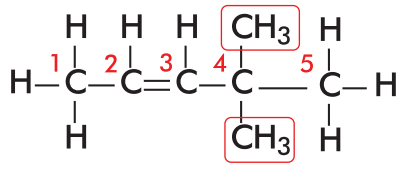


Гомологами этилена являются алкены, также называемые углеводородами этиленового ряда или олефинами. Неразветвлённые алкены образуют гомологический ряд этена (этилена): C_2H_4 – этен, C_3H_6 – пропен, C_4H_8 – бутен, C_5H_{10} – пентен, C_6H_{12} – гексен, C_7H_{14} – гептен и другие.

При наименовании алкенов по рациональной номенклатуре суффикс -ан в названии соответствующего алкана заменяется суффиксом -ен или -илен. Но наряду с такой номенклатурой в настоящее время широко используется и систематическая (международная) номенклатура. При наименовании алкенов по систематической номенклатуре в первую очередь выбирают основную цепь. Двойная связь должна быть в основной цепочке. Нумерация атомов углерода в основной цепи должна быть со стороны двойной связи или с той стороны, где ближе двойная связь. После того как основная цепь пронумерована, радикалы боковых цепей, как и алканы, называются в алфавитном порядке. В конце пишется название основной цепи и численным значением указывается место положения двойной связи. Например:



3-метилбутен-1



4,4-диметилпентен-2

Начиная с четвёртого члена гомологического ряда, C_4H_8 – алкены имеют изомеры. Алкены характеризуются прежде всего структурной изомерией углеродного скелета и изомерией положения углеродной связи. Например, алкен, содержащий 4 атома углерода, может образовывать следующие структурные изомеры:

1) $CH_2=CH-CH_2-CH_3$
бутен-1

2) $CH_2=C(CH_3)-CH_3$
2-метилпропен

1. Как и в насыщенных углеводородах, существует изомерия углеродного скелета.

1) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$ *пентен-1*

2) $CH_2=C(CH_3)-CH_2-CH_3$ *2-метилбутен-1*

3) $CH_2=CH-CH(CH_3)-CH_3$ *3-метилбутен-1*

2. У алкенов также обнаружена изомерия положения двойной связи в углеродной цепи.

1) $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ *бутен-1*

2) $CH_3-CH=CH-CH_3$ *бутен-2*

1) $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$ *пентен-1*

2) $CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$ *пентен-2*

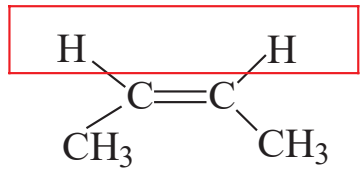
3. Пространственная изомерия или стереоизомерия

В алкенах мы можем найти еще один уникальный тип изомерии. Мы знаем, что модель молекулы бутана может иметь различные прямые и изогнутые формы. Но эти модели представляют не разные вещества, а одно вещество, потому что в алканах атомы углерода вращаются свободно, и одна форма легко переходит в другую.

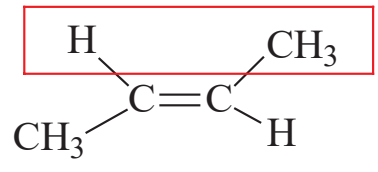
Мы можем описать модель молекулы бутена-2 двумя способами. Но здесь атомы углерода, соединенные двойной связью, не могут свободно вращаться. Следовательно, молекула одной конформации не может превратиться в молекулу другой конформации.

Этот вид изомерии отличается от известных нам явлений изомерии, и вызван он не тем, что атомы в молекуле соединены в иной последовательности, а иным их пространственным расположением. Это называется пространственной изомерией или стереоизомерией.

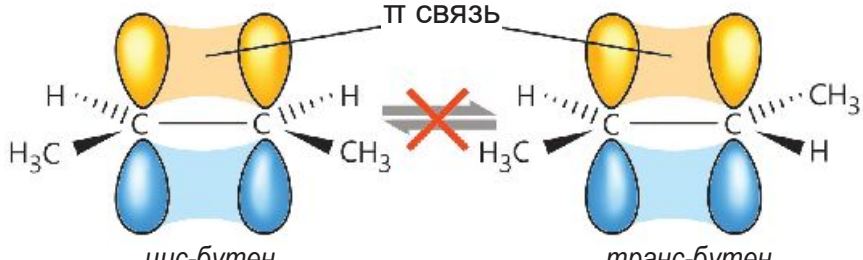
Если обменивающиеся группы (группы CH_3) в изомере находятся по одну сторону от двойной связи, это цис-изомер. Если они расположены по разные стороны от двойной связи, это транс-изомер.



цис-изомер



транс-изомер



цис-бутен *транс-бутен*

Задания

1. Найдите среди приведённых ниже формул ту, которая характерна для алкенов.
   A) C_2H_2; B) C_6H_6; C) C_3H_8; D) C_5H_{10}; E) C_3H_4; F) C_9H_{12}; J) C_4H_8; K) CH_4
2. Среди приведённых ниже формул найдите ту, которая не характерна для алкенов.
   A) C_3H_6 B) C_9H_{18} C) C_4H_{10} D) C_2H_4
3. Напишите формулы пентена-2, 2-метилбутена-2, 2,2-диметилгептен-3.
4. Исходя из общей формулы алкенов найдите:

а) количество атомов углерода в веществе с молекулярной массой 84 g;

б) число атомов водорода в веществе с молекулярной массой 28 g.

5. Найдите соотношение σ и π связей в молекулах бутена и гексена.

ТЕМА 8. СВОЙСТВА, ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ АЛКЕНОВ

Изучаемые понятия:

- физические свойства;
- химические свойства;
- получение;
- применение.

Этен, пропен и бутен являются газами. Алкены с числом атомов углерода в молекуле от 5 до 18 являются жидкостями. Если молекула алкена имеет более 19 атомов углерода, это твёрдое вещество. Алкены бесцветны, нерастворимы в воде и имеют характерный резкий запах.

Овощи и фрукты, выделяющие этилен

Собранные яблоки, груши, перец, помидоры при хранении выделяют этилен. Под влиянием этилена ускоряется созревание окружающих их овощей, а затем они теряют свои качества под воздействием этого вещества. Овощи более подвержены болезням, картофель, морковь и сельдерей быстрее прорастают при хранении. Текстура овощей меняется. Овощи хорошо хранятся при температуре 0 °С. Ускорение созревания и роста почти не наблюдается, но резко возрастает с повышением температуры. Поэтому овощи и фрукты, выделяющие этилен, следует хранить отдельно от других овощей.

Зная об этом свойстве растений, работники сельского хозяйства стали использовать этилен для сохранения фруктов. Эти фрукты и овощи собирают в недозрелом виде, обрабатывают этиленом и перевозят на большие расстояния.



При действии этилена *Без этилена*

Химические свойства. Основные химические свойства этилена и его гомологов связаны с их двойными связями. Они легко реагируют за счёт разрыва двойной связи. В частности, для алкенов характерны реакции присоединения.

1. Реакция гидрирования. Алкены вступают в реакцию гидрирования при высокой температуре в присутствии катализатора за счёт разрыва двойной связи:

$$CH_2=CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3-CH_3$$

2. Реакция галогенирования. Когда этилен подвергается воздействию бромной воды, он обесцвечивает бромную воду. В качестве продукта реакции образуются дибромные соединения алканов:

$$CH_2=CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br-CH_2Br$$

3. Этилен и его гомологи также могут связывать галогеноводороды:

$$CH_2=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3-CH_2Br$$

Начиная с пропилена, связывание галогеноводорода немного отличается. В этом случае реакция протекает по правилу Марковникова. Водород в HBr связан с более гидрированным атомом углерода, содержащим двойную связь, а бром связан с менее гидрированным:

$$CH_2=CH-CH_3 + HBr \rightarrow CH_3-CH(Br)-CH_3$$

4. Благодаря двойной связи в молекуле алкенов они легко вступают в реакцию окисления. При окислении этилена под действием перманганата калия образуется двухатомный спирт этиленгликоль:

$$3CH_2{=}CH_2 + 4H_2O + 2KMnO_4 \rightarrow 3CH_2OH\text{-}CH_2OH + 2MnO_2\downarrow + 2KOH$$

5. Этилен и пропилен вступают в реакции полимеризации. Полимеризация – это реакция соединения одних и тех же молекул мономеров с образованием более крупных молекул полимеров. Процесс полимеризации этилена можно записать следующим образом:

$$n\ CH_2{=}CH_2 \longrightarrow (\text{-}CH_2{-}CH_2{-})_n$$

полиэтилен

n – степень полимеризации. Здесь этилен – это мономер, а полиэтилен – это полимер.

Химические свойства алкенов связаны с разрывом двойных связей.

Полимеризация – это реакция соединения одних и тех же молекул с образованием более крупных молекул.

Алкены получают в промышленных масштабах в основном в результате крекинга нефти. Низшие алкены можно получить путём фракционной перегонки.

Получение

1. Этилен получают в лаборатории при нагревании смеси этилового спирта и концентрированной серной кислоты:

$$C_2H_5OH \xrightarrow{t^o} C_2H_4 + H_2O$$

2. Углеводороды этиленового ряда можно получить также дегидрированием предельных углеводородов (в присутствии катализатора, при высокой температуре):

$$2CH_4 \xrightarrow{t^o} C_2H_4 + 2H_2$$

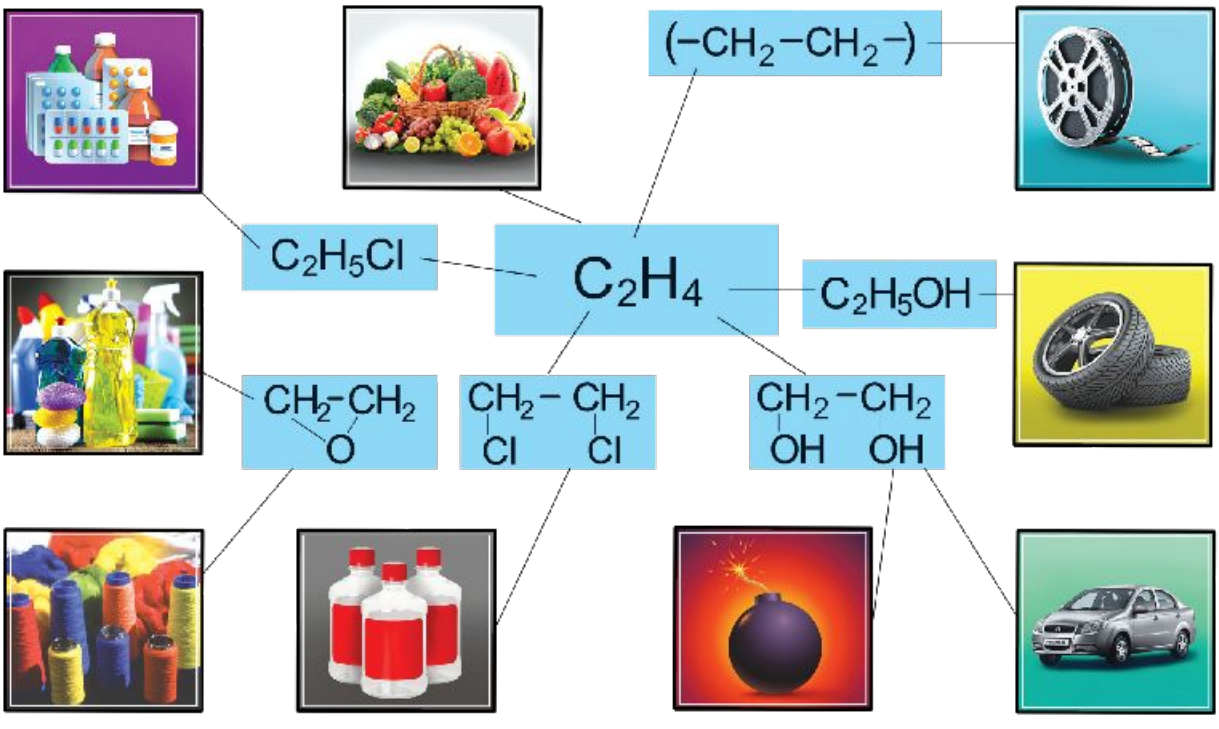
$$C_2H_6 \longrightarrow C_2H_4 + H_2$$

3. Углеводороды этиленового ряда могут быть получены взаимодействием дигалогенпроизводных предельных углеводородов с металлами:

$$CH_2(Br)\text{—}CH(Br)\text{—}CH_3 + Zn \longrightarrow CH_2{=}CH\text{—}CH_3 + ZnBr_2$$

4. При воздействии на моногалогенпроизводные раствором щелочи в спирте выделяется галогеноводород и образуется алкен:

$$C_3H_7Cl + KOH(спирт) \longrightarrow C_3H_6 + KCl + H_2O$$

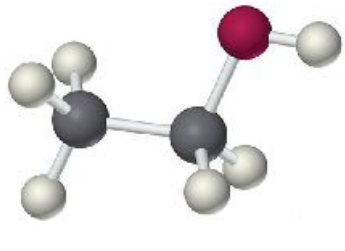


Задания

1. Сравните реакционную способность алкенов и алканов.
2. В чём основное отличие химических свойств алкенов от свойств алканов?
3. Какие типы реакций характерны для алкенов?
4. Предложите способы, с помощью которых можно отличить этан от этена.
5. Как вы думаете, почему этен, в отличие от метана, ярко горит на воздухе?
6. Напишите общее уравнение реакции полного сгорания алкенов.





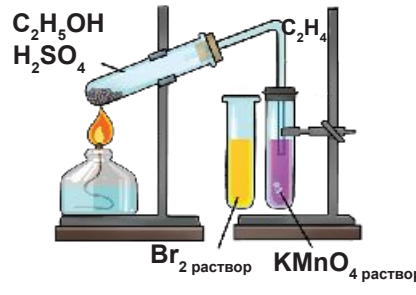
ТЕМА 9. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ: ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ЭТИЛЕНА

Изучаемые понятия:

• получение; • физические свойства; • химические свойства.

? Как можно получить алкены в лаборатории?

Необходимое оборудование и реактивы: лабораторный штатив, штатив для пробирок, спиртовая лампа, спички, газонепроницаемая пробка, фарфоровая посуда, зажимы для тиглей, чистый песок или керамические кусочки, этанол, концентрированная серная кислота, раствор перманганата калия, бромная вода.



Опыт 1. Получение этилена из этилового спирта

1. Насыпьте в пробирку немного песка (для предотвращения неравномерного нагревания и разбрызгивания жидкости).
2. Для получения этилена приготовьте смесь из 2–3 ml этилового спирта и 6–9 ml концентрированной серной кислоты.
3. Готовую смесь вылейте в пробирку, наполненную песком.
4. Пробирку установите на штатив.
5. Пробирку закройте газоотводной пробкой, а другой конец газопроводной трубки опустите в стакан с водой.
6. Пробирку нагрейте в соответствии с правилами техники безопасности. Продукт в пробирке темнеет и образуется газ этилен.

? Какова роль серной кислоты в производстве этилена?

Опыт 2. Свойства этилена. В другую пробирку наливают 2–3 ml бромной воды. В первой пробирке трубку с газопроводом опускают на дно пробирки с бромной водой и наблюдают, как она реагирует с выделяющимся газом.

При пропускании газа через бромную воду она обесцвечивается: $H_2C{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br - CH_2Br$. В ходе реакции этилен окисляется бромной водой за счёт двойной связи.

Опыт 3. Свойства этилена. В третью пробирку налить 2–3 ml раствора $KMnO_4$ с серной кислотой. Этилен пропускают через раствор $KMnO_4$.

Раствор $KMnO_4$ обесцвечивается под действием газа. В ходе реакции (в кислой среде) этилен окисляется:

$$5C_2H_4+12KMnO_4+18H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2+6K_2SO_4+12MnSO_4+28H_2O$$

? Как экспериментально отличить этилен от этана?

Задания

1. Сравните реакцию алканов и алкенов с бромной водой. Можно ли отличить этан от этилена с помощью бромной воды?
2. Объясните явления, наблюдаемые при производстве этилена.
3. Подготовьте творческую работу о значении этилена.

ТЕМА 10. АЛКАДИЕНЫ. ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД. ИЗОМЕРИЯ. НАИМЕНОВАНИЕ

Изучаемые понятия:

- общая формула;
- гомологический ряд;
- изомерия;
- наименование.

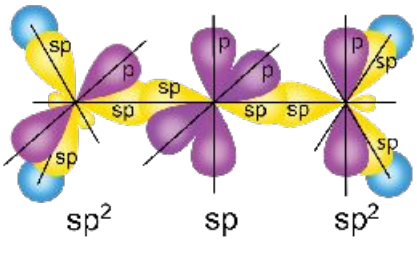
Углеводороды этиленового ряда имеют одну двойную связь, а диены – две двойные связи. Например: пропан C_3H_8 имеет 8 атомов водорода, а соответствующий пропадиен C_3H_4 имеет 4 атома водорода.

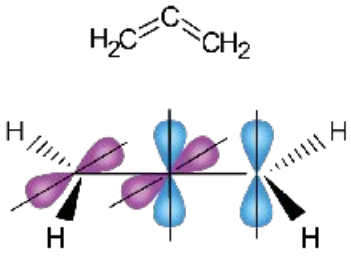
Алкадиены делятся на 3 типа:

1. Диены с двойными связями у соседних атомов углерода называются алленами или кумуленами. Они нестабильны и легко перегруппировываются в алкины. Первым представителем является пропадиен $CH_2=C=CH_2$.

2. Диены с более чем одной простой связью между их двойными связями называются изолированными диенами: $H_2C= CH – CH_2– CH_2 – CH = CH_2$.

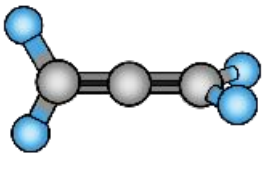
3. Диены, двойные связи которых находятся в 1-м, 3-м положении (C=C–C=C), называются двухсвязными (сопряженными) диенами, разделенными одной простой связью. Исходным представителем является $H_2C=CH – CH = CH_2$ бутадиен-1,3.

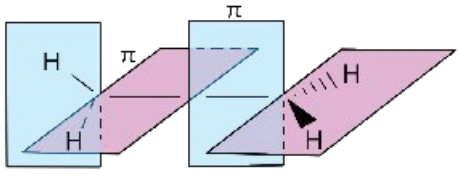


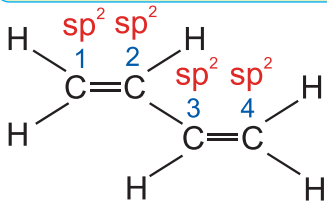


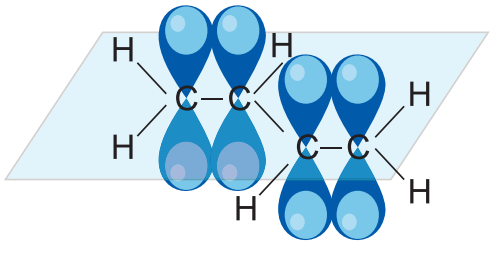
Общая формула алкадиенов C_nH_{2n-2}.

Для алкадиенов характерна структурная, пространственная цис- и транс-изомеризация углеродного скелета; существует межклассовая изомерия: алкадиены изомерны алкинам.

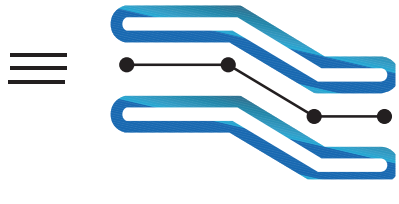








Электронное облако



Конъюгированная система

Гомологи алкадиенов и их номенклатура

Поскольку в формуле алкадиена две двойные связи, гомологический ряд начинается с соединения с тремя атомами углерода. Название диеновых углеводородов по систематической номенклатуре образуется путём добавления суффикса «диен» вместо буквы «н» в конце названия предельных углеводородов и указания атомов углерода, удерживающих двойную связь.

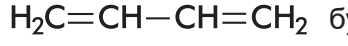
При названии углеводородов диенового ряда:

1. В качестве основной цепи выбирается самая длинная цепь, содержащая обе двойные связи.

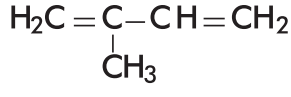
2. Двойные связи атомов углерода в основной цепи нумеруются со стороны, где ближе двойные связи.

3. После обозначения положения радикалов читается название вещества.

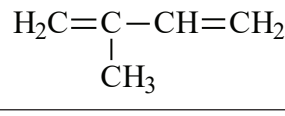
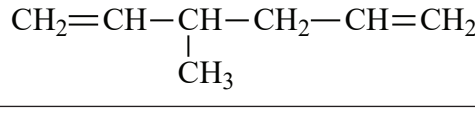
Например:

 бутадиен-1,3

Здесь он называется бутадиеном, потому что у него 4 атома углерода, 1 и 3, потому что двойные связи идут после 1-го и 3-го атомов углерода:

 2-метилбутадиен-1,3

Здесь двойные связи расположены одинаково с обеих сторон, поэтому возникает вопрос с какой стороны нумеровать. В таком случае нумерация производится с той стороны, где ближе радикал.

Формула		Наименование
Эмпирическая	**Структурная**	**Международное**
C_3H_4	$H_2C=C=CH_2$	Пропадиен
C_4H_6	$H_2C=C=CH-CH_3$	Бутадиен – 1,2
C_4H_6	$H_2C=CH-CH=CH_2$	Бутадиен – 1,3
C_5H_8	$H_2C=C=CH-CH_2-CH_3$	Пентадиен – 1,2
C_5H_8	$H_2C=CH-CH=CH-CH_3$	Пентадиен – 1,3
C_5H_8	$H_2C=CH-CH_2-CH=CH_2$	Пентадиен – 1,4
C_5H_8		2–метилбутадиен – 1,3
C_7H_{14}		3-метилгексадиен – 1,5

Изомерия. Для алкадиенов характерны изомерии цепи и положения.

Изомерия цепи. Пентадиен-1,2 C_5H_8 имеет следующие изомеры:

$CH_2=CH–CH_2–CH=CH_2$ пентадиен-1,4;

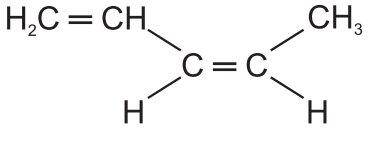
$CH_2=CH–CH=CH–CH_3$ пентадиен-1,3;

$CH_2=C=CH–CH_2–CH_3$ пентадиен-1,2;

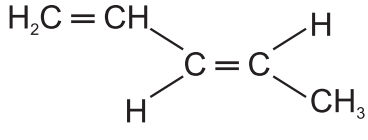
$CH_2=C(CH_3)–CH=CH_2$ 2-метилбутадиен-1,3;

$CH_2=C=C(CH_3)–CH_3$ 3-метилбутадиен-1,2.

Пространственная цис- и транс- изомерия, например:



цис-пентадиен-1,3

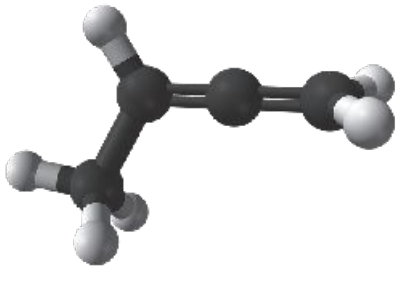


транс-пентадиен-1,3

Межклассовая изомерия. Алкадиены изомерны алкинам, например, бутадиен изомер бутину:

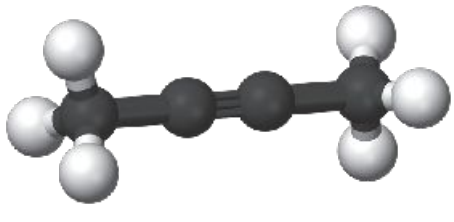
$CH_2=CH–CH=CH_2$

бутадиен-1,2



$CH_3–C\equiv C–CH_3$

бутин-2



Задания

1. Нарисуйте структурные формулы изомеров углеводородов состава C_4H_6.
2. Определите тип гибридизации углерода в бутадиене-1,2.
3. Возможна ли цис- и транс-изомерия бутадиена-1,3? Поясните свой ответ.
4. Сформулируйте цис- и транс-изомерию алкадиена C_6H_{10}.

ТЕМА 11. ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ АЛКАДИЕНОВ

Изучаемые понятия:
• свойства; • получение; • применение.

Физические свойства. Первые два представителя алкадиенов — бесцветные газы с характерным запахом. Алкадиены, содержащие до семнадцати атомов углерода в цепи, являются жидкостями. Физические свойства диеновых углеводородов изменяются в том же порядке, что и гомологические ряды насыщенных и ненасыщенных углеводородов.

Получение:

1. С. В. Лебедев синтезировал бутадиен-1,3 из этилового спирта при высокой температуре в присутствии катализатора:

$$2CH_3CH_2OH \xrightarrow{кат,\ t°C,} CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + H_2 + 2H_2O$$

2. Бутадиен-1,3 получают дегидрированием алканов в промышленности при высокой температуре и в присутствии катализатора.

$$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 \longrightarrow H_2C{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 2H_2$$

Основная область применения алкадиенов — синтез каучука. Дивинил и изопрен полимеризуются и сополимеризуются с другими ненасыщенными соединениями с образованием каучуков:

$CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$ →полибутадиен
Бутадиен-1,3

$CH_2{=}C(CH_3){-}CH{=}CH_2$ →полиизопрен
2-метилбутадиен-1,3

$CH_2{=}C(Cl){-}CH{=}CH_2$ →хлорпреновый каучук
2-хлорбутадиен-1,3

Основная область применения алкадиенов – синтез каучука.
Для алкадиенов характерны реакции присоединения и окисления.

Химические свойства. Алкадиены, как и алкены, обесцвечивают бромную воду и присоединяют галогеноводороды.

$$CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + Br{-}Br \longrightarrow CH_2Br{-}CH{=}CH{-}CH_2Br$$

1,4 - *присоединение*

1,4-дибромбутен- 2

$$CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + Br{-}Br \longrightarrow CH_2Br{-}CHBr{-}CH{=}CH_2$$

1,2 - *присоединение*

3,4-дибромбутен-1

Общее уравнение реакции горения алкадиенов:

$$C_nH_{2n-2} + 1{,}5n\text{-}0{,}5O_2 \longrightarrow nCO_2 + n\text{-}1H_2O$$

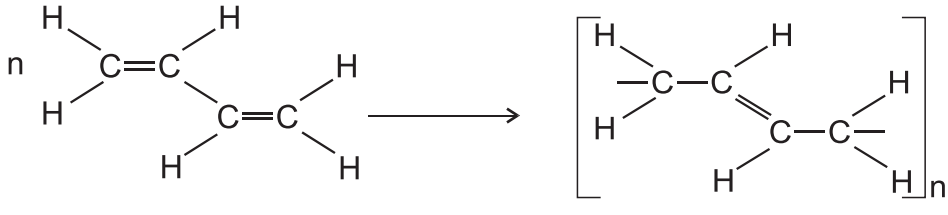
$$C_3H_4 + 4O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 2H_2O$$

Важнейшей особенностью алкадиенов является их способность к полимеризации, которая используется для получения синтетического каучука.

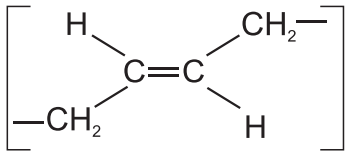
Полимеризация 1,3-диенов может протекать по 1,4-присоединению или смешанному 1,2- и 1,4-присоединению. Направление присоединения зависит от условий реакции. Бутадиеновый каучук (полибутадиен) получают при непрерывной полимеризации бутадиена-1,3 в виде добавки 1,4-присоединения. Выбранное 1,4-присоединение происходит при использовании металлоорганических катализаторов (например, бутиллитий C_4H_9Li, который не только инициирует полимеризацию, но и определённым образом пространственно координирует присоединённые молекулы диена):

$$nCH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{C_4H_9Li} (-CH_2-CH{=}CH-CH_2-)n$$

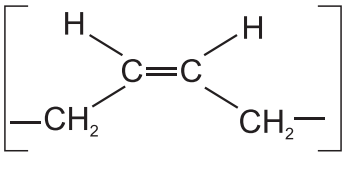
В упрощенном виде реакцию полимеризации бутадиена-1,3 по схеме присоединения 1,4 можно выразить следующим образом:



Элементарная ячейка полибутадиена выражается следующим образом:



Видно, что полученный полимер характеризуется трансконфигурацией элементарной ячейки полимера. Однако практически наиболее ценные продукты получаются при стереорегулярной (другими словами, пространственно упорядоченной) полимеризации диеновых углеводородов по схеме 1,4-присоединения с образованием цис-конфигурации полимерной цепи. Например, цис-полибутадиен:



Присоединение (гидрирование) водорода в мольном соотношении 1:2 приводит к образованию соответствующего алкана:

$$CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + 2H_2 \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$$

бутадиен-1,3 *бутан*

Углеводороды с двумя и более двойными связями в молекуле – терпены – широко распространены в растительных организмах и часто имеют приятный запах. Терпеновые соединения используются в производстве парфюмерно-ароматических отдушек, а также в медицине. β-каротин, который в организме превращается в витамин А, очень важен для человека, он содержится в красных и жёлтых плодах. Красный цвет β-каротина связан с длинной цепью сопряженных двойных связей.

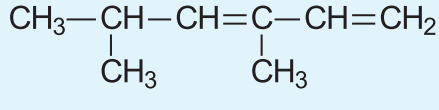







Задания

1. Напишите структурные формулы бутадиена-1,2; пентадиена-1,3; 2-метилбутадиена-1,3.
2. Напишите уравнение реакции получения бутадиена-1,3 по методу С.В. Лебедева.
3. Напишите структурную формулу пентадиена-1,2 и уравнение реакции между этим алкадиеном и бромом.
4. Напишите уравнение реакции горения пропадиена.
5. Назовите следующее вещество по систематической номенклатуре:



6. Из какой массы (g) н-бутана можно получить 29,7 g алкадиена при высокой температуре и в присутствии катализатора Al_2O_3?
7. Какую массу бутадиена-1,3 можно получить, используя 60 процентный раствор этилового спирта (p=0,8 g/ml) объёмом 600 ml?

ТЕМА 12. КАУЧУК. РЕЗИНА

Изучаемые понятия:
• природный каучук; • синтетический каучук; • резина.

Каучук был известен в Северной Америке в конце XV века. В то время индейцы использовали его для изготовления обуви, бьющихся предметов и посуды. Они получали каучук из млечного сока растения гевея, и называли «слёзами дерева».

Каучуки – продукты полимеризации диеновых углеводородов.

Вулканизация – процесс нагревания каучука с серой в безвоздушной среде.

Резина представляет собой высокоэластичный полимер, получаемый в результате полимеризации каучука.

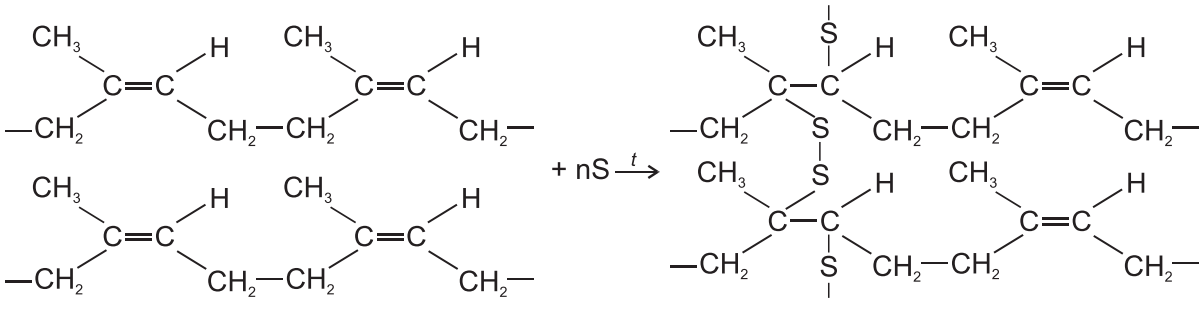
Каучук (на языке тупи-гуарини «kau» означает «дерево», а «uchu» — «течь, плакать») — эластичный материал, используемый в производстве резины и резинотехнических изделий. Каучуки – это натуральные или синтетические материалы, характеризующиеся эластичностью, водостойкостью и электроизоляционными свойствами.

Натуральный каучук получают из молочно-белой жидкости, называемой латексом, которая представляет собой млечный сок растения гевея. Основным компонентом каучука является полиизопрен (91–96%). Натуральный каучук содержится в различных растениях, не образующих отдельного семейства растений. В зависимости от скопившейся в корне и стебле ткани каучук подразделяют на:

– паренхиматозные,

– резиновые.

Суть вулканизации заключается в сшивании макромолекул каучука мостиками из атомов серы в двойные связи:

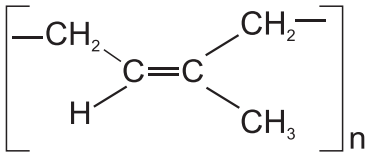


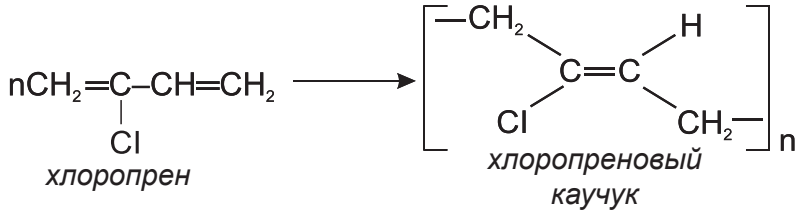
Вулканизированный каучук имеет разветвлённую сетчатую структуру, благодаря чему по сравнению с невулканизированным каучуком обладает меньшей эластичностью, но более высокой прочностью.

В промышленных масштабах синтетический каучук впервые был получен в 1931 году по методу русского учёного С.В. Лебедева. В 1932 году впервые в мире из дивинила было получено 260 килограммов синтетического каучука. Каучук был синтезирован в Германии в 1936–1937 годах, а в США в 1942 году. Полученный каучук представлял собой бутадиеновый каучук с нестабильной структурой, и хотя он был непроницаем для воды и газа, он

был менее эластичным, чем натуральный каучук. Синтетический бутадиеновый каучук с линейной стереорегулярной структурой называется дивинилом.

В 1950 году были получены металлоорганические катализаторы – соли титана, алкилпроизводные алюминия с добавлением циркония и других веществ. Таким же образом получают синтетические изопреновые и хлоропреновые каучуки со стереорегулярной структурой:



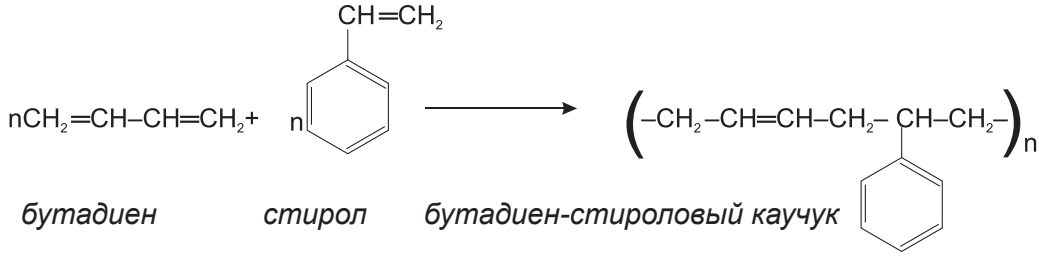


Каучуки, полученные из бутадиена и изопрена, используются для производства шин, различных резинотехнических изделий, обуви, бытовых, пищевых и медицинских изделий. Хлоропреновый каучук отличается горючестью, масло- и бензиностойкостью, стойкостью к кислотам и щелочам. Шланги, уплотнения, резинотканы, оболочки кабелей изготавливаются из хлоропренового каучука.

Структура невулканизированного (а) и вулканизированного (б) каучука.



Существует также метод сополимеризации, при котором для получения каучуков используется не один, а два разных мономера. Например, бутадиен-стирольный каучук получают сополимеризацией бутадиена со стиролом:



Изменяя соотношение мономеров, можно получать каучуки с разными свойствами. В настоящее время производство синтетического каучука превышает производство натурального каучука. Каучуки в основном используются в производстве резинотехнических изделий, шин, обуви и электроизоляции.

Резина, как упоминалось выше, является высокоэластичным полимером. Его структура состоит из беспорядочно расположенных длинных углеродных цепей. Такие цепочки соединены друг с другом с помощью атомов серы. Углеродные цепи обычно находятся в скрученном положении, но когда каучук растягивается, углеродные цепи снова скручены.

По структуре резина делится на монолитную и пористую. Непористая – монолитическая резина производится на основе бутадиенового каучука. Характеризуется высоким сопротивлением трению. Срок носки резиновых подошв в 2–3 раза больше, чем у кожаных. Прочность резины на разрыв меньше, чем у натуральной кожи, но её эластичность в несколько раз выше, чем у натуральной кожи. Резина не растворяется в воде и не набухает в ней. По морозостойкости и теплоотдаче резина уступает коже, что снижает теплозащитные свойства обуви, не пропускает воздух и пар. Монолитные каучуки используются в качестве подошв и платформ весенне-осенней и зимней обуви.

Опыт. Изучение видов и свойств каучука.

Оборудование: пробирки, зажим, линейка.

Реактивы: бромная вода, $KMnO_4$, бензол, образцы натурального и синтетического каучука.

1. Знакомство с образцами каучука

Бутадиеновый каучук представляет собой эластичную массу жёлто-коричневого цвета со слабым запахом. Изопреновый каучук представляет собой эластичную массу темно-серого цвета без характерного запаха.

Хлоропрен представляет собой эластичную светло-жёлтую массу.

Бутадиен-стирольный каучук – эластичный, светло-коричневого цвета с красноватым оттенком, имеет лёгкий запах стирола.

2. Сравнение эластичности резины и каучука

Растяните на одинаковую длину каучук и резину. Сравните, какой из них легче и насколько растягивается.

3. Сравнение растворимости каучука и резины в органических растворителях

Налейте бензин в 2 пробирки. К бензину в пробирке 1 добавить тонко нарезанный каучук, а к бензину в пробирке 2 – резину. Наблюдать и сравнивать растворение каучука и резины в бензине.

Задания

1. Считаете ли вы, что цис- и трансизомеры каучука различаются по своим физико-механическим свойствам?
2. Какова цель вулканизации каучука?
3. В чем суть процесса вулканизации? Как сера влияет на свойства каучука?
4. Какие свойства резины отличают её от каучука?

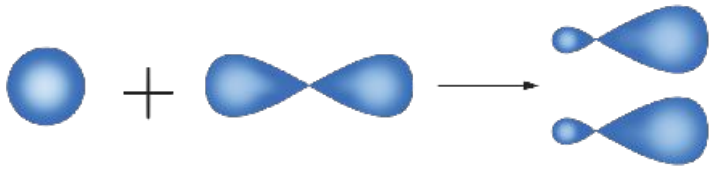
ТЕМА 13. АЛКИНЫ. ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД. ИЗОМЕРИЯ. НОМЕНКЛАТУРА

Изучаемые понятия:

- общая формула;
- гомологический ряд;
- изомерия;
- наименование.

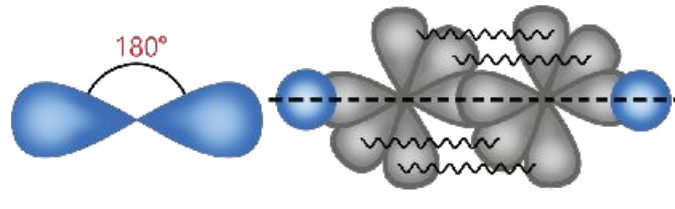
Алкины – это ненасыщенные углеводороды, в молекуле которых имеются тройные связи. Алкины имеют общую формулу $\mathbf{C_nH_{2n-2}}$ и их первый представитель — ацетилен $-C_2H_2$. Алкины также называют углеводородами ацетиленового ряда.

Алкины представляют собой ненасыщенные углеводороды с одинарной тройной связью между атомами углерода в их молекулах. Общая формула алкинов $\mathbf{C_nH_{2n-2}}$.



Атомы углерода, связанные тройной связью, находятся в sp-гибридном состоянии. В процессе гибридизации образуются одна s- и одна p-орбитальная смесь и две одинаковые гибридные орбитали.

sp-гибридные орбитали расположены под углом 180° друг к другу и лежат в линию. Атом углерода в sp-гибридном состоянии образует две s-связи и две p-связи, расположенные в двух перпендикулярных плоскостях. Тройная связь представляет собой комбинацию одной s- и двух p-связей, длина связи треугольника 0,0120 nm. Простейшим углеводородом, содержащим три связи между атомами углерода, является ацетилен (этин). Гомологами ацетилена являются алкины, которые наряду с ацетиленом также называют углеводородами.



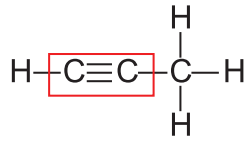
Номенклатура. При названии углеводородов ацетиленового ряда по рациональной номенклатуре к названию радикала добавляется слово ацетилен.

$HC{\equiv}CH$

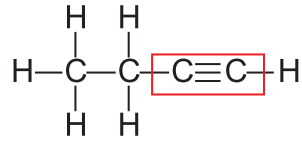
$HC{\equiv}C{-}CH_2CH_3$

$H_3C{-}C{\equiv}C{-}CH_3$

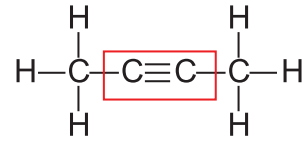
$HC{\equiv}C{-}(CH_2)_n{-}H$



метилацетилен

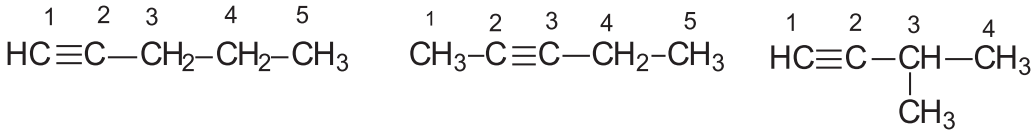


этилацетилен



диметилацетилен

По систематической номенклатуре название алкинов происходит от названия соответствующих предельных углеводородов и вместо -ан используется суффикс -ин. У алкинов тройная связь находится в основной цепи, и нумерация начинается со стороны, ближайшей к тройной связи.



пентин-1 *пентин-2* *3-метилбутин-1*

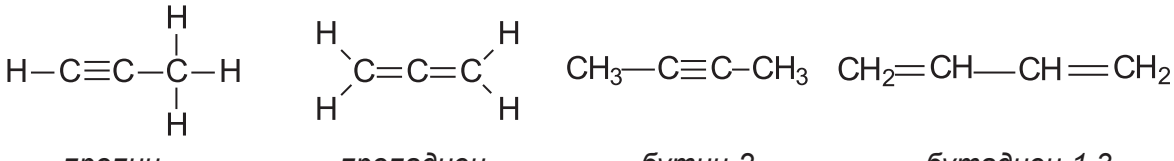
Формула		Наименование	
Эмпирическая	**Структурная**	**Рациональное**	**Международное**
C_2H_2	$HC\equiv CH$	Ацетилен	Этин
C_3H_4	$HC\equiv C-CH_3$	Метилацетилен	Пропин
C_4H_6	$H_3C-C\equiv C-CH_3$	Диметилацетилен	Бутин-2
C_5H_8	$HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$	Пропилацетилен	Пентин-1
C_6H_{10}	$HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	Бутилацетилен	Гексин-1

Изомерия. В углеводородах ацетиленового ряда наблюдается изомерия за счёт разветвления цепи и положения тройной связи. Например, мы можем написать два алкина общей формулой C_4H_6.



бутен-1 *бутен-2*

Поскольку алкины и алкадиены имеют одинаковую общую формулу, то есть $\mathbf{C_nH_{2n-2}}$, они являются межклассовыми изомерами. Мы можем наблюдать эту ситуацию, начиная с молекул пропина и пропадиена.



пропин *пропадиен* *бутин-2* *бутадиен-1,3*

Задания

1. Охарактеризуйте типы связей в молекулах алкинов.
2. Объясните, почему алкины не образуют пространственных цис- и транс-изомеров.
3. Напишите структурные формулы пяти изомеров углеводорода состава C_7H_{12}.

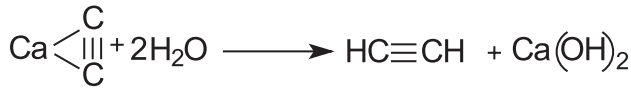
ТЕМА 14. ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ АЛКИНОВ

Изучаемые понятия:

▪ свойства; ▪ получение; ▪ применение.

Получение

1. Ацетилен получают в промышленности и лаборатории гидролизом карбида кальция.



В настоящее время этот метод используется только в лабораторных условиях.

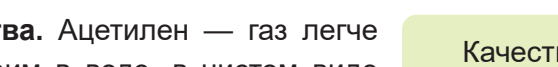
2. Ацетилен можно получить и нагреванием метана при высокой температуре (промышленный способ):



3. Крекинг природного газа (промышленный метод):

1. Электрокрекинг заключается в пропускании метана между двумя металлическими электродами на высокой скорости. Температура 1500–1600 °C.

2. Термоокислительный крекинг: метод использует частичное окисление метана за счёт тепла, выделяющегося при сгорании:

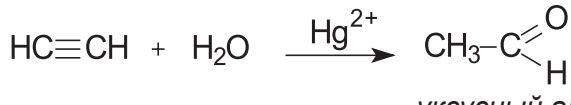


Физические свойства. Ацетилен — газ легче воздуха и малорастворим в воде, в чистом виде почти без запаха. С увеличением относительной молекулярной массы алкинов увеличивается и их температура кипения.

Качественная реакция на алкины – обесцвечивание бромной воды и раствора перманганата калия.

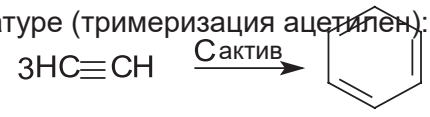
Химические свойства. По сравнению с алкенами алкины являются более ненасыщенными соединениями, поэтому реакции присоединения с ними могут протекать в две стадии. На первой стадии идет присоединение к тройной связи с образованием двойной связи, а на второй стадии – присоединение к двойной связи. Реакции сочетания алкинов протекают медленнее, чем алкенов. Это связано с более компактным расположением p-электронной плотности тройной связи по сравнению с алкенами, что менее благоприятно для взаимодействия с этими реагентами. Для алкинов наиболее характерны реакции сочетания и окисления, протекающие за счёт разрыва тройной связи.

1. Реакция гидратации. М. Г. Кучеров получил уксусный альдегид взаимодействием воды с ацетиленом в присутствии катализатора:



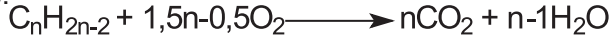
уксусный альдегид

2. Н. Д. Зелинский получил бензол пропусканием ацетилена над активированным углём при высокой температуре (тримеризация ацетилена):



бензол

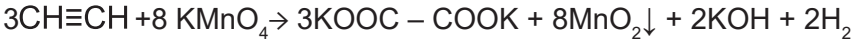
3. Алкины горят, как и все углеводороды. В качестве продуктов горения образуются вода и углекислый газ:





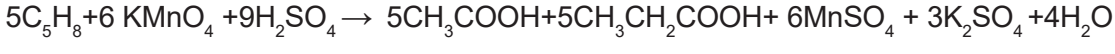


Алкины легко окисляются различными окислителями, в частности перманганатом калия. При этом раствор перманганата калия обесцвечивается, что является качественной реакцией на кратные связи. Например, в нейтральной или слабощелочной среде ацетилен обесцвечивает водный раствор $KMnO_4$.

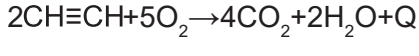


оксалат калия

Окисление в кислой среде обычно приводит к тройному расщеплению с образованием карбоновых кислот. Например, при окислении пентена-2 получается смесь этановой и пропановой кислоты:



Продуктами полного окисления алкинов в кислороде являются углекислый газ и вода, например:



При сжигании ацетилена в кислороде температура поднимается до 3000 °С. Эту реакцию используют для сварки и резки металлов.

Применение

Ацетилен используется в промышленном органическом синтезе для получения винилхлорида, акрилонитрила и винилацетилена, исходных материалов для производства общих полимеров.

Эксперимент

1. Получение ацетилена

В пробирку налейте около 1 ml воды и погрузите в неё кусочек карбида кальция размером со спичечную головку. Пробирку быстро закройте пробкой и выделившийся газ перенесите в другую пробирку, содержащую раствор перманганата калия.

Что вы заметили? О чем свидетельствует изменение окраски раствора? Напишите уравнения проведенных реакций.



2. Знакомство со свойствами ацетилена

Добавьте в пробирку 2–3 капли воды и опустите конец газоотводной трубки в пробирку с 5–8 каплями бромной воды. Что вы заметили? Напишите уравнения реакции ацетилена с бромной водой. По окончании реакции в горлышко пробирки поместите полоску фильтровальной бумаги, смоченную бесцветным аммиачным раствором CuCl. Что случается? Напишите уравнение реакции.

После образования ацетилена в пробирку добавить 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина. Что вы заметили? Почему происходит это изменение?

Задания

1. Какие реакции характерны для алкинов?
2. В чем сходство химических свойств ацетилена и этилена? Какая разница?
3. При взаимодействии ацетилена с горячим кислым раствором перманганата калия образуется углекислый газ. Напишите уравнение этой реакции.
4. Запишите уравнение реакции полного сгорания алкинов в кислороде в общем виде.
5. Как вы думаете, почему ацетилен горит коптящим пламенем на воздухе в отличие от этана и этилена?

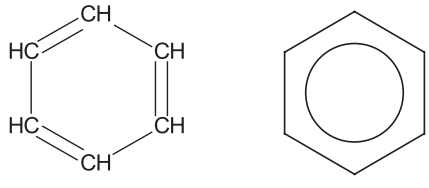
ТЕМА 15. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ. ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД. ИЗОМЕРИЯ

Изучаемые понятия:

- общая формула;
- гомологический ряд;
- изомерия;
- наименование.

Ароматические углеводороды – это соединения, в молекуле которых имеется специфическая связанная циклическая группа атомов – бензольное ядро.

Бензол был выделен М. Фарадеем в 1825 году из световой жидкости, использовавшейся в то время для уличного освещения. Первая структурная формула бензола – C_6H_6 была предложена в 1865 году. А. Кекуле предположил, что молекула бензола опирается на правильное шестиугольное основание, образованное шестью атомами углерода, соединенными между собой чередующимися одинарными и двойными связями:

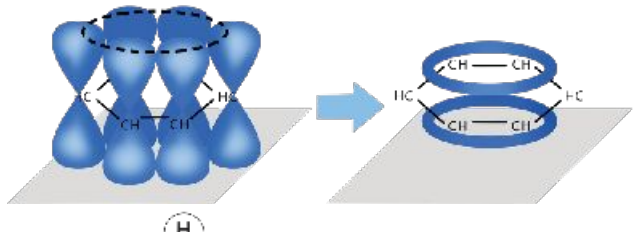


Согласно этой структуре бензол должен обесцвечивать водный раствор перманганата калия и брома, но этого не происходит. Противоречие можно объяснить наличием особого типа связи в молекуле бензола — ароматического кольца. Шесть атомов углерода образуют плоское шестичленное кольцо в состоянии sp^2-гибридизации, в котором каждый атом углерода образует три первичные σ-связи: две связи с соседними атомами углерода и одну связь с атомом водорода. Валентные углы между этими тремя σ-связями равны между собой. Каждый атом углерода имеет еще один негибридизованный p-электрон. Эти шесть электронов параллельны друг другу, перпендикулярны плоскому σ-скелету. При их взаимодействии образуется единое π-электронное облако, которое изображается в виде окружности внутри шестичленного кольца. Наибольшая плотность p-электронов в этой сопряженной системе выше и ниже плоскости σ-скелета.

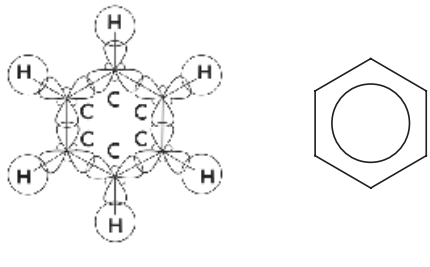
Ароматические углеводороды (арены) – это непредельные (ненасыщенные) циклические углеводороды, молекулы которых содержат устойчивые циклические группы атомов (бензольные ядра) с замкнутой системой сопряженных связей.

Общая формула: C_nH_{2n-6} ($n \geq 6$) содержащие бензольное кольцом. Бензольное кольцо представляет собой циклическую группу, состоящую из шести атомов углерода. Кольцеобразное строение было создано в 1865 году Ф. А. Кекуле.

Длина связи C–C в бензольном кольце составляет 0,139 nm, что является промежуточным между длиной одинарной связи в алканах (0,154 nm) и длиной двойной связи в алкенах (0,133 nm).



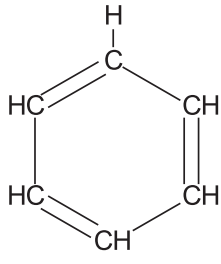
На наличие сопряжения в молекуле бензола указывает структурная формула с кружком в центре шестиугольника.



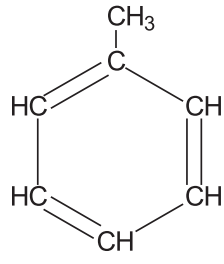
Номенклатура и изомерия. Название «ароматические углеводороды» происходит от того, что первые производные бензола имеют приятный запах. Из них выделяют ароматное натуральное масло, бальзам, ладан.

В зависимости от числа ароматических колец различают одноядерные и многоядерные углеводороды.

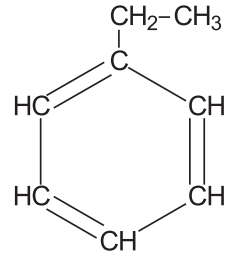
Одноядерные арены – это бензол и его производные, полиядерные – дифенил, дифенилметан, трифенилметан, нафталин, антрацен и др. Гомологи бензола образуются при замене атомов водорода в молекуле бензола на различные радикалы.



бензол

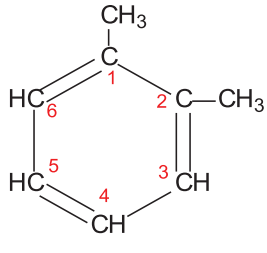


метилбензол

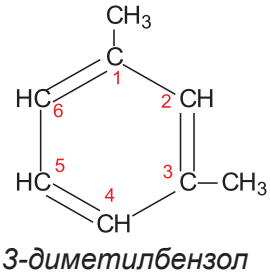


этилбензол

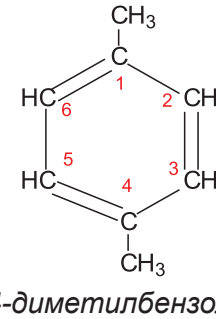
Если атомы водорода в молекуле бензола заменены несколькими радикалами, то для названия таких веществ по систематической номенклатуре атомы углерода в основной цепи нумеруют или кратко записывают орто-, мета- и пара-выражения.



1,2-диметилбензол (о-ксилол)



1,3-диметилбензол (м-ксилол)



1,4-диметилбензол (п-ксилол)

При удалении одного атома водорода из бензольного ядра образуется **фенильный (C_6H_5-) радикал,** при удалении одного атома водорода из метильного радикала в толуоле образуется **бензильный ($C_6H_5CH_2-$) радикал**.

Задания

1. Назовите критерии ароматичности органических веществ.
2. Как классифицируют ароматические углеводороды?
3. Какие виды изомерии характерны для гомологов бензола?
4. Нарисуйте структурные изомеры гомолога бензола с 10 атомами углерода.
5. Определите формулы таких препаратов, как аспирин, амидопирин, анальгин.

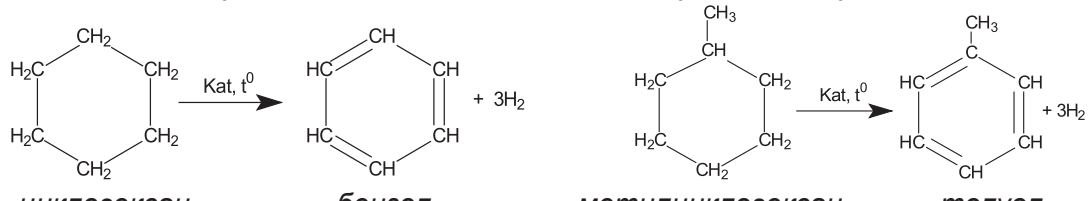
ТЕМА 16. ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Изучаемые понятия:
- получение;
- свойства;
- применение.

Получение. В лаборатории гомологи бензола получают синтезом солей бензойной кислоты с твёрдой щелочью из галогенпроизводных и алкилированием бензола.

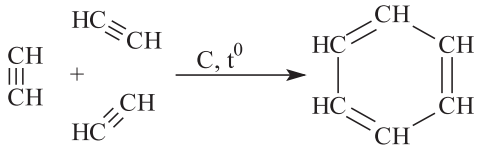
Получение в промышленности

1. Бензол получают дегидрированием циклогексана в присутствии катализатора под действием температуры. Гомологи бензола также могут быть получены этим методом:



циклогексан *бензол* *метилциклогексан* *толуол*

2. Когда ацетилен пропускают через активированный уголь при высокой температуре, он тримеризуется с образованием бензола.



ацетилен *бензол*

Физические свойства. Бензол — бесцветная нерастворимая в воде жидкость с характерным запахом. Температура кипения относительно низкая, при охлаждении легко затвердевает и превращается в белое кристаллическое вещество. С увеличением относительной молекулярной массы ароматических углеводородов увеличивается и их температура кипения.

Химические свойства. Бензольное ядро очень стабильно и при нормальных условиях не реагирует с другими веществами. При создании определённых условий он вступает в реакции обмена.

1. Бензолный катализатор вступает в реакцию обмена с галогенами в присутствии соли хлорида железа (III) и под действием температуры.

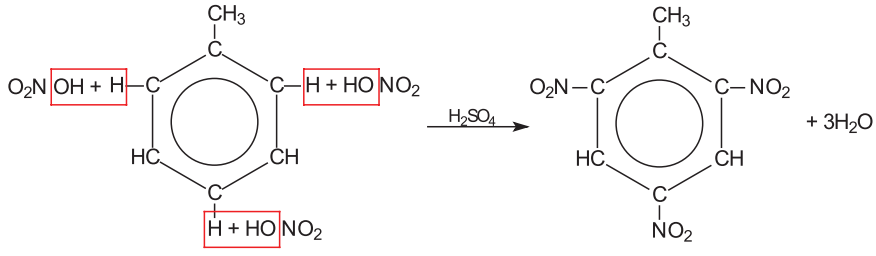
$$C_6H_6 + Br_2 \xrightarrow{FeCl_3, t} C_6H_5Br + HBr$$

2. Нитробензол образуется при взаимодействии бензола с азотной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты (реакцию проводят при нагревании).

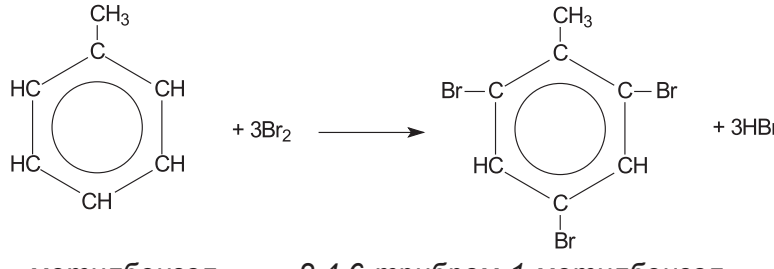
$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4, t} C_6H_5NO_2 + H_2O$$

Гомологи бензола легче вступают в реакции замещения.

Из-за того, что алкильные радикалы в боковой цепи смещают электронную плотность в сторону бензола, нарушается равномерное распределение электронных облаков в кольце, увеличивается электронная плотность у атомов углерода в положениях 2, 4, 6, и в результате связанные с ними атомы водорода повышаются в возбудимости и стремятся к обмену.

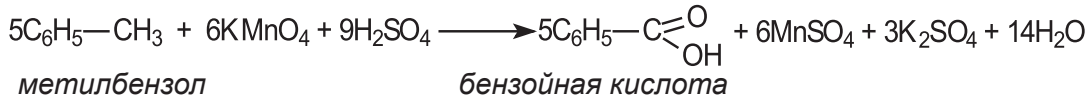


метилбензол *1-метил-2,4,6-тринитробензол*



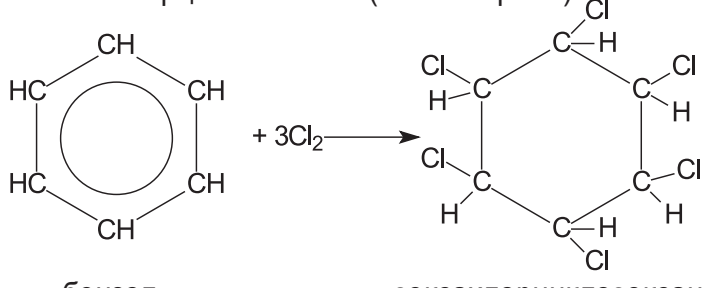
метилбензол *2,4,6-трибром-1-метилбензол*

Реакция окисления. Бензол очень устойчив к окислению. В отличие от него гомологи бензола легче окисляются. При воздействии на гомологи бензола сильных окислителей ($KMnO_4$), окисляется только боковая цепь.



метилбензол *бензойная кислота*

Реакция присоединения. Бензол реагирует при воздействии солнечного света или ультрафиолетового света. Бензол соединяется с хлором с образованием гексахлорциклогексана (гексахлорана).

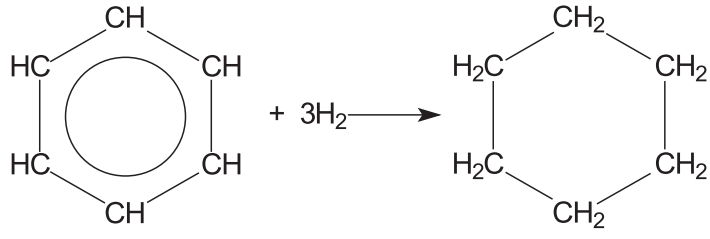


бензол *гексахлорциклогексан*

Поскольку бензольное ядро очень стабильно, в нормальных условиях оно не реагирует с другими веществами.

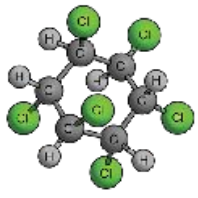
Бензол – очень ядовитое вещество. Бензол и толуол широко используются в качестве растворителей.

При гидрировании бензола образуется циклогексан.



бензол *циклогексан*

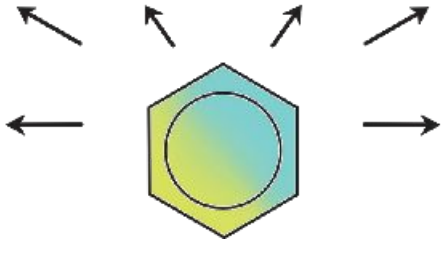
Бензол и его гомологи являются сырьём для производства различных органических веществ. Наиболее часто используемый представитель – бензол. Основными областями применения бензола являются производство этилбензола, кумола, циклогексана и анилина. Толуол (метилбензол) используется как в качестве исходного материала, так и в качестве растворителя для многих синтезов. Толуол является сырьём для производства взрывчатых веществ, бензойной кислоты, сахарина – заменителей сахара. Этилбензол используется для получения стирола, из которого производят полистирол и бутадиен-стирольный каучук. Ксилол и кумол используют как растворители при производстве лакокрасочных материалов. Соответствующие фталевые кислоты получают из изомеров ксилола. Кумол используется для производства фенола и ацетона.












Задания

1. Сравните арены с алканами и алкенами.

Сопоставимые аспекты	Схожесть с алканами	Схожесть с алкенами	Особенные свойства
Общая формула			
Тип гибридизации атомных орбиталей углерода			
Валентный угол			
Строение молекулы			
Расстояние между атомами углерода			
Изомерия			
Химические свойства			
Получение			

2. Объясните, чем арены похожи на насыщенные углеводороды?
3. Почему бензолу легче вступать в реакции обмена?
4. Объясните, чем арены похожи на ненасыщенные углеводороды.
5. Почему бензолу труднее вступать в реакцию присоединения?
6. Сделайте вывод о свойствах ароматических углеводородов.

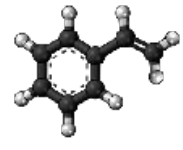
ТЕМА 17. СТИРОЛ, ЕГО ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

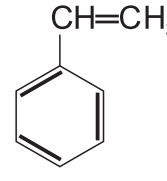
Изучаемые понятия:

• получение; • свойства; • применение.

Стирол является ненасыщенным углеводородом и при нормальных условиях представляет собой бесцветную жидкость с характерным запахом. В природе стирол содержится в очень значительных количествах в смоле или соке деревьев и кустарников, принадлежащих к семейству *styrax*. Он также выделяется в каменноугольных и буроугольных смолах, а также в смеси, полученной в результате термического разложения органических соединений, при крекинге или пиролизе природного газа, нефти и нефтепродуктов.

Физические свойства стирола:

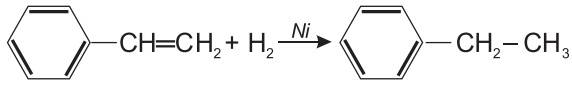




• $M_r(C_8H_8) = 104{,}151$;
• $t°_{плавления} = 30{,}6$ °C;
• $t°_{кипения} = 14\ 5$ °C;
• $t°_{воспламенения} = 490$ °C;
• хорошо растворяется во многих органических растворителях;
- растворимость в воде – 0,032% при 20 °C;
- растворитель многих органических соединений, в том числе высокомолекулярных веществ, например, полистирола и других полимеров.

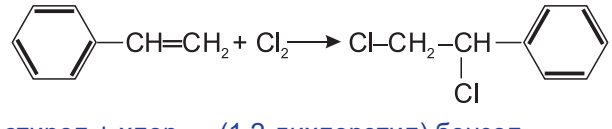
Стирол обладает свойствами ароматических веществ, с одной стороны, и свойствами ненасыщенных олефинов, с другой.

1. Гидрогенизация



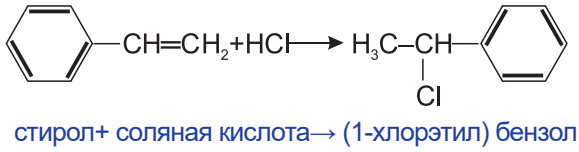
стирол + водород → (Ni) → этилбензол

2. Галогенирование



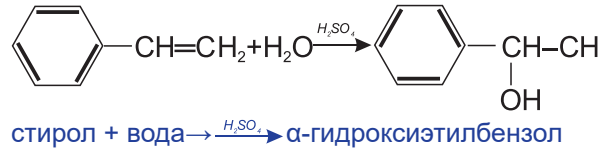
стирол + хлор → (1,2-дихлорэтил) бензол

3. Гидрогалогенирование



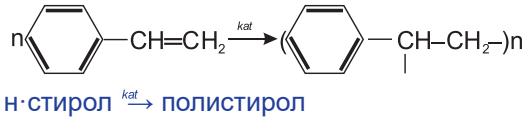
стирол+ соляная кислота→ (1-хлорэтил) бензол

4. Гидратация непредельных соединений



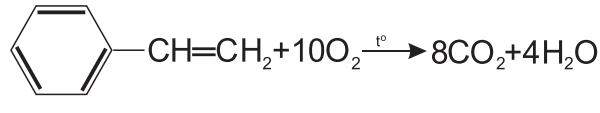
стирол + вода→ $\xrightarrow{H_2SO_4}$ α-гидроксиэтилбензол

5. Полимеризация непредельных углеводородов



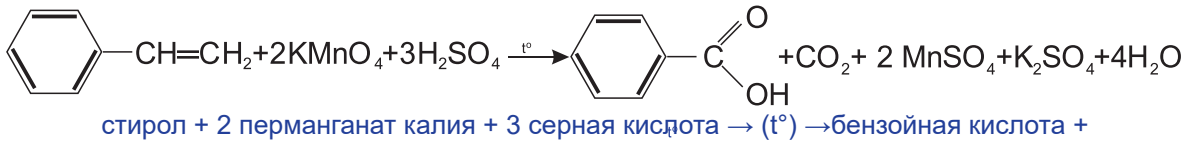
н·стирол $\xrightarrow{kat}$ полистирол

6. Горение



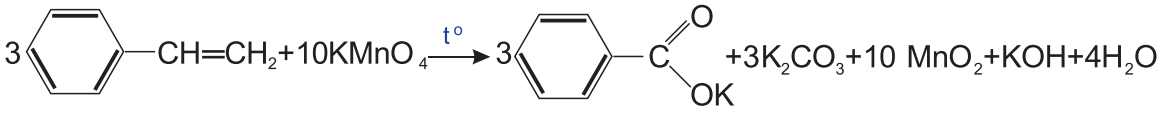
стирол+ 10 кислород→ (t°) → 8 углекислый газ + 4 вода

7. Окисление в кислой среде



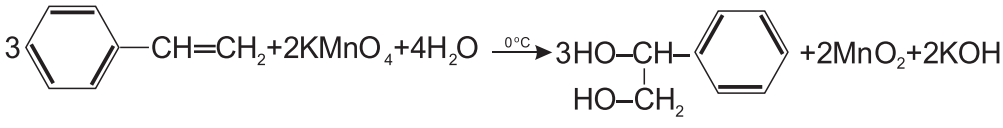
стирол + 2 перманганат калия + 3 серная кислота → (t°) →бензойная кислота + углекислый газ + 2 сульфат марганца(II) + сульфат калия + 4 вода

8. Окисление в нейтральной среде



3 стирол + 10 перманганат калия→ (t°) → 3 бензоат калия + 3 карбонат калия + 10 оксид марганца(IV) + гидроксид калия+ 4 вода

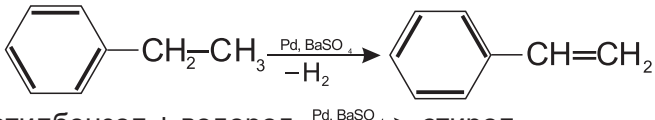
9. Лёгкое окисление алкенов с получением диолов



3 стирол+ 2 перманганат калия + 4 вода $\xrightarrow{t°=0°C}$ 3·1-фенилэтиленгликоль + 2 оксид марганца (IV)+ 2 гидроксид калия

Получение

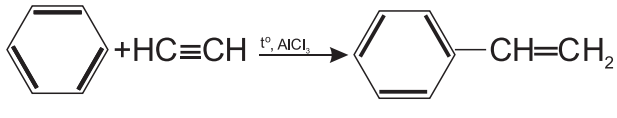
1. В промышленности стирол в основном получают гидрированием этилбензола в присутствии катализаторов:



этилбензол + водород $\xrightarrow{Pd,\ BaSO_4}$ стирол



2. Алкилирование бензола алкинами:



бензол + ацетилен $\xrightarrow{t°,\ AlCl_3}$ стирол



Стирол – стирольный мономер в производстве АБС-пластиков, стирол-бутадиенового каучука, термопластичных эластомеров, сополимеров с акрилонитрилом, винилхлоридом; сополимеры дивинилбензола – сырьё для ионообменных смол. Это реактивный растворитель для синтетических смол и модификатор для алкидных смол.

Задания

1. Представьте, что вы директор химического завода. Вам поручено наладить производство стирола. Какое сырьё вы предлагаете для этого? Напишите цепочку химических реакций, необходимых для получения стирола. Какие условия необходимы для протекания реакций?

2. Приведите примеры уравнений реакций, демонстрирующих различные свойства бензола и стирола. В чем причина этих различий? Дайте объяснение на основе электронного строения, напишите уравнения реакций.

ТЕМА 18. ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ. ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Изучаемые понятия:

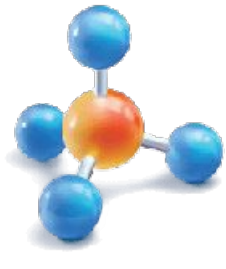
- основные источники;
- природный газ;
- значение природного газа.

Углеводороды – это органические соединения, состоящие из атомов водорода и углерода. Основными источниками этих веществ являются горючие полезные ископаемые – нефть, природный газ, уголь.

Энергия, выделяющаяся в виде света и тепла, определяется как теплотворная способность топлива или удельная теплота сгорания. Высвобождаемая энергия преобразуется в электроэнергию или используется для обогрева жилых зданий и промышленных процессов. Отдельные группы полезных ископаемых образуют разные виды топлива: торф, уголь, горючие сланцы, нефть и горючие газы.

Уголь	Торф	Нефть	Природный газ
Твёрдый	Твёрдый	Жидкий	Газообразный
Без запаха	Без запаха	Резкий запах	Без запаха
Однородный состав	Однородный состав	Смесь веществ	Смесь веществ
Горная порода темного цвета с большим количеством горючего материала, образовавшаяся в результате накопления различных растений в осадочных слоях	Накопление полуразложившейся массы от растений, произрастающих на дне болот и озёр	Горючая маслянистая жидкость природного происхождения, состоящая из смеси жидких и газообразных углеводородов	Смесь газов, образующаяся при анаэробном разложении органического вещества

Природный газ – это минеральное сырьё, находящееся в газообразном состоянии, из него выделяются компоненты природного газа для отдельного использования и используются в качестве топлива.

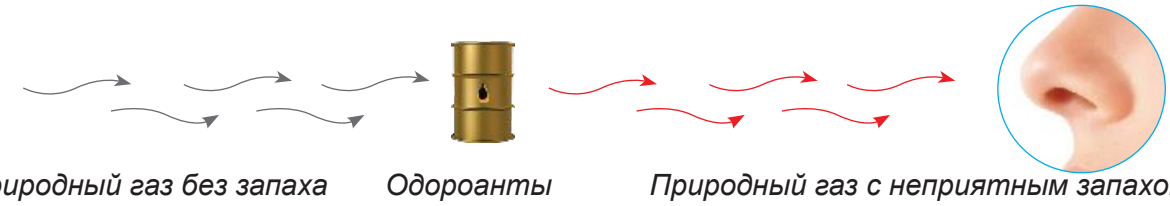


Из чего состоит природный газ?

98% природного газа составляет метан CH_4 – простейший углеводород. Природный газ обычно содержит более тяжёлые углеводороды, гомологи метана: этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}) и некоторые неуглеводородные соединения.

Природный газ может существовать в виде газовых залежей, расположенных в пластах определённых горных пород, в виде газовой шапки над нефтью, а также в расплавленном или кристаллическом виде.

Запах газа. Интересно, что ни один из этих газов не имеет ни цвета, ни запаха. Характерный неприятный запах, с которым в быту сталкивается практически каждый, искусственно придан газу и называется одоризацией. В качестве одорантов, т. е. веществ с неприятным запахом, обычно используют соединения, содержащие мало серы. Один из самых распространенных запахов, этантиол, может быть обнаружен человеком даже при концентрации в воздухе 50 частей на миллион. Благодаря одоризации помогает обнаруживать утечки газа в экстренных ситуациях.



Природный газ без запаха *Одоранты* *Природный газ с неприятным запахом*

Физические свойства природного газа

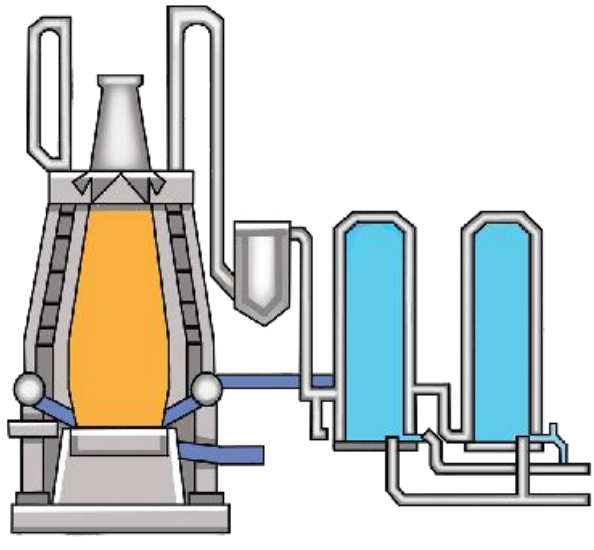
• Температура самовоспламенения 650 °C;

удельная теплота сгорания приблизительно 28–46 MJ/ m^3;

плотность в сухом газообразном состоянии 0,68 – 0,85 kg/m^3, в жидком состоянии – 400 kg/m^3.

Чистый газ горит голубым пламенем, но примеси могут менять цвет, что позволяет судить о качестве газа. В частности, жёлтый цвет появляется из-за недостатка кислорода и неполного сгорания газа, в результате чего образуются сажа и оксид углерода (II).

Природный газ и воздух. Природный газ в чистом виде представляет собой бесцветное вещество без запаха. Природный газ поднимается вверх при утечке, потому что он в 1,8 раза легче воздуха. При смешивании природного газа с воздухом образуется взрывоопасная смесь.

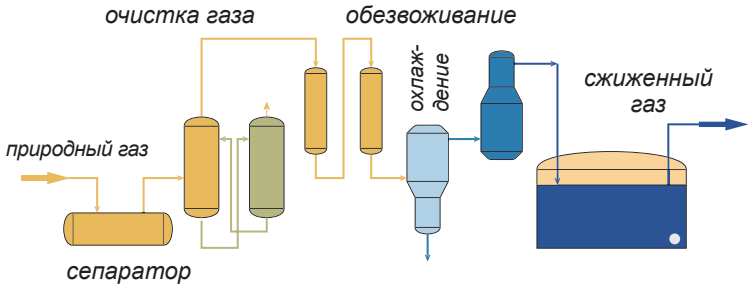


Металлургическая промышленность также использует большой объём газа

Природный газ – самое чистое углеводородное топливо. При его сжигании образуются только вода и углекислый газ, а при сжигании нефтепродуктов и угля образуются сажа и зола. Кроме того, в результате сжигания природного газа выделение углекислого газа, вызывающего парниковый эффект, невелико, поэтому природный газ называют зелёным топливом. Благодаря своим высоким экологическим показателям природный газ занимает лидирующие позиции в энергетике мегаполисов.

Природный газ – моторное топливо. В качестве моторного топлива используется природный газ. Сжатый (или сжиженный) метан стоит вдвое дешевле бензина с октановым числом 76, продлевает срок службы двигателя и менее вреден для городской среды. Газ можно использовать в традиционных автомобилях, сельском хозяйстве, водном, воздушном и железнодорожном транспорте.

Переработка газа. Первичная переработка газа осуществляется на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ). Помимо метана, природный газ обычно содержит различные примеси, которые необходимо отделять. Это азот, углекислый газ, сероводород, гелий, водяной пар. Поэтому в первую очередь газ в





ГПЗ проходит специальную обработку – очистку и осушку, газ сжимается до давления, необходимого для переработки. На нефтеперерабатывающих заводах газ разделяется на летучий природный газ и очищенный газ. Затем этот продукт закачивается в магистральные газопроводы. Этот же очищенный газ идёт на химические заводы, где из него производят метанол и аммиак.

После отделения от газа нестабильный природный бензин направляют на газофракционирующие установки, где из этой смеси выделяют лёгкие углеводороды: этан, пропан, бутан, пентан.

Эти продукты также становятся сырьём для дальнейшей переработки. Из них получают, например, полимеры и каучук. Смесь пропана и бутана является готовым продуктом – её закачивают в баллоны и используют в качестве бытового топлива.

Краска, клей и уксус. Метанол (CH_3OH), получаемый из природного газа, может быть сырьём для производства более сложных химических веществ: формальдегида, изоляционных материалов, лаков, красок, клеев, присадок к топливу, уксусной кислоты. Минеральные удобрения также получают из природного газа путём ряда химических превращений. Первый этап – аммиак. Процесс получения аммиака из газа аналогичен получению газа из жидкости, но с использованием других катализаторов, давления и температуры.

Как из природного газа получают аммиак?

Сначала природный газ очищается от серы, затем смешивается с нагретым водяным паром и поступает в реактор. Здесь он пробивает слои катализатора. Эта стадия называется первичной парогазовой обработкой. Из реактора выходит газовая смесь, состоящая из водорода, метана, углерода (IV) и (II)-оксида. Затем эту смесь направляют на вторичный паровоздушный риформинг. Воздух смешивается с кислородом, паром и азотом в необходимом соотношении. На следующем этапе производится очистка от смеси CO и CO_2. После этого смесь водорода и азота приводит к собственно синтезу аммиака.



Аммиак используется не только как удобрение, но и как хладагент в холодильном оборудовании. Используется как сырьё для призводства азотной кислоты, аммиачной селитры, карбамида.

Природные газы обычно сопутствуют в нефти и выделяются при её добыче. Попутные газы содержат меньше метана, но больше этана, пропана, бутана и высших углеводородов. Кроме того, они содержат добавки, аналогичные другим природным газам, не связанным с нефтяными месторождениями, такие как: сероводород, азот, инертные газы, водяной пар, углекислый газ.

Ранее попутные газы не использовались и сжигались факельным сжиганием при добыче нефти. В настоящее время предпринимаются усилия по их улавливанию и использованию как в качестве топлива, так и в качестве ценного химического сырья. Из попутных газов, а также из газов, полученных при крекинге нефти, извлекают отдельные углеводороды путём перегонки при низких температурах. Путём дегидрирования пропана и бутана получают ненасыщенные углеводороды: пропилен, бутилен и бутадиен, а затем из них синтезируют каучук и пластмассы.

Решение задач.

1. Определите массу (g) образованного углекислого газа, если для сжигания метана в природном газе было использовано 67,2 l (н.у.с.) кислорода.

Решение задачи. Сначала напишем реакцию горения метана.

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Из реакции известно, что при взаимодействии 2 молей кислорода выделяется 1 моль углекислого газа. Итак, находим моль кислорода и вычисляем пропорцию.

$$n = \frac{67,2}{22,4} = 3 \text{ mol}$$

Если при участии в реакции 2 молей кислорода образуется 1 моль углекислого газа, то какое количество газа образуется из 3 молей кислорода?

$$x = \frac{3 \cdot 1}{2} = 1,5 \text{ mol} \quad CO_2$$

Теперь найдем массу образовавшегося газа:

$m = M_r \cdot n$ $\qquad$ $m = 44 \cdot 1,5 = 66$ g

Ответ: 66 g.

2. Определите количество (моль) ацетилена, которое можно получить из 6 молей метана.

$$2CH_4 \longrightarrow HC \equiv CH + 3H_2$$

Решение задачи. Сначала напишем реакцию разложения метана:

$$x \text{ (mol)} = \frac{6 \cdot 1}{2} = 3 \text{mol} \quad C_2H_2$$

Из реакции известно, что при взаимодействии 2 молей метана выделяется 1 mol газообразного ацетилена. Итак, давайте сопоставим результаты.

Если в реакции участвует 2 моля метана, образуется 1 mol ацетилена, какое количество газа образуется из 6 молей метана?

Задания

1. Используя текст учебника:

а) напишите примерный состав природного газа;

б) нарисуйте схему, показывающую его применение.

2. Объясните преимущества природного газа.

3. Определите массу (g) воды, образовавшейся при сжигании метана в природном газе 22,4 l (н.у.) кислорода.

ТЕМА 19. НЕФТЬ И ПРОДУКТЫ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

Изучаемые понятия:

• фракции; • крекинг; • значение нефти.



Нефть представляет собой природную маслянистую горючую жидкость с характерным запахом. Цвет нефти преимущественно коричневый, тёмно-коричневый (до чёрного), реже жёлтый и зелёный. Почти бесцветное, так называемое «белое масло» встречается очень редко. Цвет нефти зависит от растворенных в них смол. Нефть представляет собой смесь жидких углеводородов (парафиновых, нафтеновых и ароматических), в которой растворены газообразные и твёрдые углеводороды. В небольших количествах присутствуют соединения серы и азота, органические кислоты и другие химические соединения.

Природная нефть, добываемая из-под земли, всегда содержит некоторое количество растворенных газов (спутниковых и природных), в основном метана и небольших количеств его гомологов.

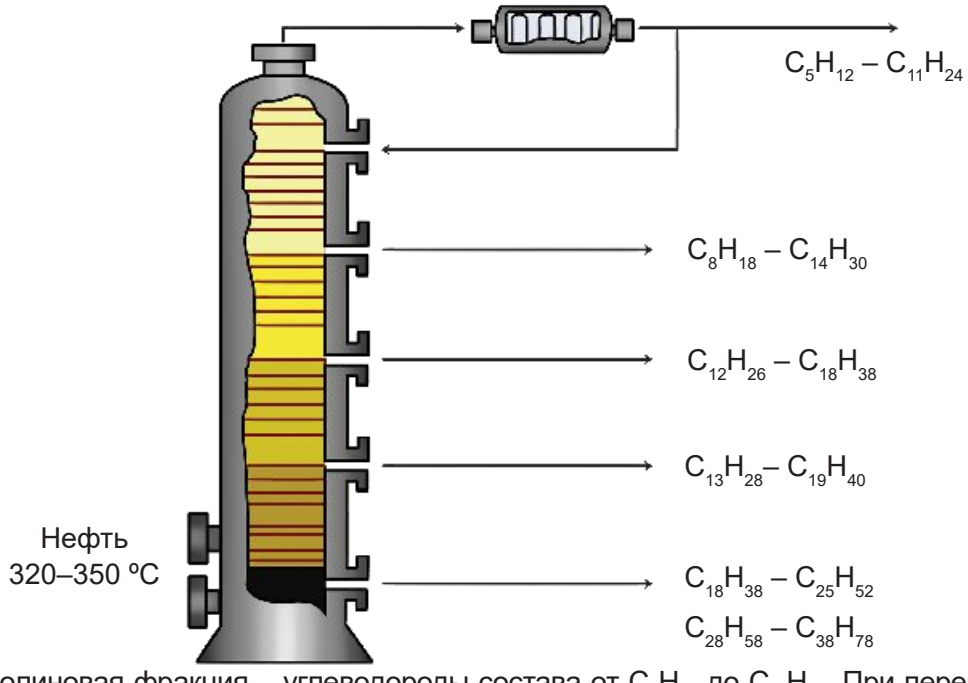
Основные химические элементы, входящие в состав нефти. Углерод – 83–87%, водород 12–14% и сера – до 7%. Водород и сера обычно находятся в форме сероводорода или меркаптанов, вызывающих коррозию оборудования. Нефть содержит до 1,7% азота и до 3,5% кислорода в различных сочетаниях. Редкие металлы (такие как V, Ni и др.) также присутствуют в очень небольших количествах. В зависимости от разрабатываемого месторождения характеристики и состав нефти могут сильно различаться. Его плотность от 0,77 до 1,1 g/cm³. Часто встречается нефть плотностью 0,82–0,92 g/m³. Температура кипения зависит от химического состава.

Она варьируется от 30 до 600 °C, и на этом свойстве основано фракционирование нефти. Вязкость сильно зависит от температуры. Поверхностное натяжение может быть разным, но всегда меньше, чем у воды: это свойство используется для выдавливания нефти из пор породы-коллектора водой.

Нефтепереработка – основа современной технологической цивилизации. Чтобы понять это, оглянитесь вокруг: большинство вещей вокруг нас получены из нефти или непосредственно связаны с ней. Ведь нефть – чрезвычайно сложная смесь углеводородов с разными свойствами. При переработке нефти её очищают от газов, воды и соединений серы, нафтеновых кислот и солей, после чего масло направляют на фракционирование. Получается ряд фракций.

Газы ректификации представляют собой смесь низкомолекулярных углеводородов (преимущественно пропан и бутан) с температурой кипения до 40 °C.





Газолиновая фракция – углеводороды состава от C_5H_{12} до $C_{11}H_{24}$. При переработке этой фракции получают бензин (температура кипения до 40–70 °С) и бензин (температура кипения до 70–120 °С).

Лигроиновая фракция – углеводороды состава от C_8H_{18} до $C_{14}H_{30}$ (температура кипения 150–250 °С).

Керосиновая фракция – углеводороды состава от $C_{12}H_{26}$ до $C_{18}H_{38}$ (температура кипения 180–300 °С).

Газоилевая фракция – углеводороды состава от $C_{13}H_{28}$ до $C_{19}H_{40}$ (температура кипения 200–350 °С).

Остаточный продукт бурения нефтяных скважин представляет собой смесь углеводородов с числом атомов углерода от 18 до 50 в молекуле мазута. Дизельное топливо ($C_{18}H_{38} – C_{25}H_{52}$) и соляровые масла ($C_{28}H_{58} – C_{38}H_{78}$) получают путём перегонки мазута под низким давлением.

При переработке мазута образуется твёрдый остаток, называемый гудроном (битумом), он используется при изготовлении битумных и асфальтовых дорожных покрытий.

Переработка нефти. Основной задачей нефтепереработки является получение необходимых фракций из сырой нефти. Все это происходит на приводных валах, самой выразительной детали экстерьера любого нефтеперерабатывающего завода. Перегонка на этих гигантских цилиндрах продолжается непрерывно.



Нефть можно разделить на два основных компонента: углерод (около 85%) и водород (около 15%). Бензин получают из нефти – путём платформинга, риформинга, гидрориформинга или известным методом термического и каталитического крекинга, который является самым оптимальным в химическом производстве в мире.

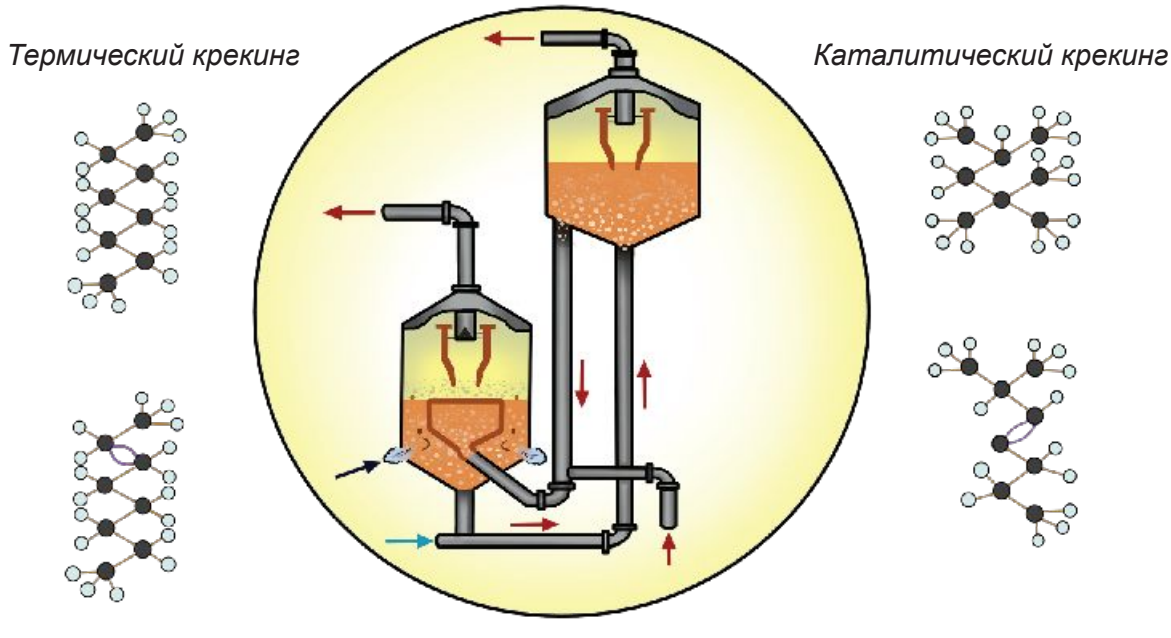
Крекинг нефти позволяет увеличить выход бензина. В результате этого процесса входящие в состав нефти высокомолекулярные углеводороды расщепляются и образуются низкомолекулярные углеводороды. В процессе крекинга наряду с разложением углеводородов в нефти протекают такие процессы, как **дегидрирование, циклизация, изомеризация, полимеризация**.

Термический крекинг. Он заключается в нагревании высокомолекулярных углеводородов мазутовой фракции при высоких температурах (470–550 °С) под давлением 20–70 атмосфер без доступа воздуха, и они превращаются в низкомолекулярные углеводороды. Таким способом получают автомобильный бензин.

Каталитический крекинг. Этот процесс проводят при температуре 460 °С и в присутствии катализатора (алюмосиликаты и $AlCl_3$). В основном этим способом получают авиационный бензин.

Крекинг нефти позволяет увеличить выход бензина до 65–70%. Газы, выделяющиеся при крекинге, также имеют большое значение. Они представляют собой ненасыщенные углеводороды, являющиеся сырьём для химической промышленности.

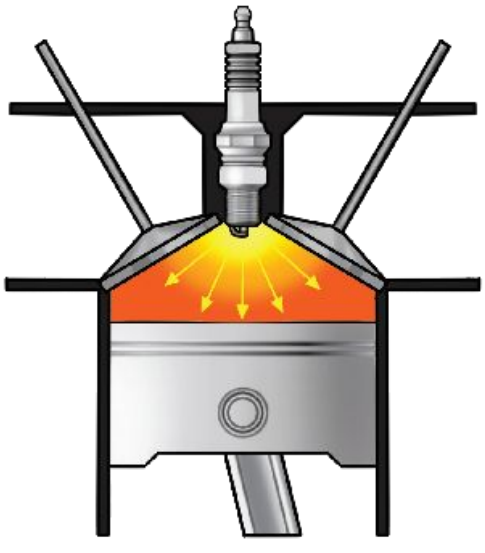
«Крекинг» — это английское слово, которое означает **«расщепление».**



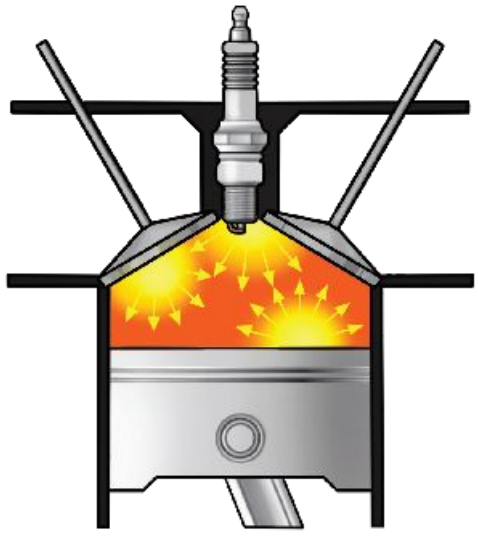
Октановое число. Мощность бензинового двигателя, его экономичность, надежность работы, расход топлива и масла, токсичность выхлопных газов во многом зависят от качества используемого топлива. Для обеспечения надежной работы двигателей автомобилей во всех режимах бензин должен соответствовать определённым требованиям.

Вначале в цилиндр двигателя поступает смесь бензина и воздуха, которая сжимается поршнем. При возврате поршня, смесь воспламеняется от электрической искры. В результате образуется большое количество газов и при высокой температуре под действием высокого давления поршень сильно движется.

Известно, что смесь углеводородов нормального строения с воздухом при сжатии поршнем не выдерживает высокого давления и самовозгорается раньше положенного времени. Это возгорание уменьшает полезное движение поршня, снижая мощность двигателя. Такое преждевременное сгорание бензина называется детонацией.



Правильный процесс сгорания



Неправильный процесс сгорания

Способность топлива противостоять детонации оценивается октановым числом. Поэтому для снижения детонации двигателя необходимо выбирать тип бензина с октановым числом, соответствующим конструкции двигателя.

Изооктан представляет собой углеводород с изомерной структурой – C_8H_{18}, а устойчивость к детонации принимается равной 100.

Нормальный гептан – C_7H_{16} – углеводород парафинового ряда, с линейной нормальной структурой. Гептан сильно детонирует, его стойкость к детонации равна 0. Октановое число смеси гептан-изооктан соответствует процентному содержанию изооктана в смеси.

Задания

1. От чего зависит качество бензина?
2. Какие существуют способы повышения октанового числа бензина?
3. Какие свойства будет иметь бензин после повышения октанового числа?
4. Посмотрите популярные марки бензина и определите октановое число.
5. Сравните методы каталитического и термического крекинга, почему авиационное топливо получают при каталитическом крекинге?

ТЕМА 20. КАМЕННЫЙ УГОЛЬ

Изучаемые понятия:

- фракции;
- коксование;
- значение каменного угля.

Каменный уголь – горная порода тёмного цвета с большим количеством горючих веществ, образовавшаяся в результате накопления остатков различных растений в осадочных слоях.

В состав каменного угля в основном входят углерод, различные смеси углеводородов, небольшое количество летучих веществ и вода. Ценность угля зависит от количества энергии, выделяемой при сгорании, и образующейся золы.





Во всем мире разновидности угля различного состава используются в качестве топлива для производства электроэнергии и стали.

Ангренский угольный разрез — один из крупнейших рудников в Центральной Азии. Этому руднику принадлежит 85% добываемого в нашей стране твёрдого топлива. В процессе добычи угля за счёт дробления выделяется около 30 % твёрдого топлива. Это сырьё перерабатывается и производится новый вид продукции – угольные брикеты. Компактная форма угольного брикета делает его удобным в транспортировке, хранении и использовании. Кроме того, обычный уголь долго горит по сравнению с другими видами твёрдого топлива, содержит меньше вредных веществ и не теряет своей первоначальной формы даже после сжигания.

Значение угольного бассейна зависит от количества и качества ресурсов, степени его подготовленности к промышленному использованию, объёма добываемого угля, особенностей географического положения. Угольный бассейн местного значения снабжает топливом определённый район.

Химический состав угля

C	H	O	N	S
75–92%	2,5–5,7%	1,5–15%	до 2,7%	0–4%

Одним из основных способов переработки угля является коксование – нагревание угля без доступа воздуха при температуре 1000 °C.

Коксование – нагревание угля 1000 °C без доступа воздуха. В результате коксования получают более 250 видов продукции. Виды угля – каменный уголь, бурый уголь, антрацит. Угольные фракции отличаются друг от друга температурой.

Коксование угля имеет большое промышленное значение. Процесс коксования осуществляется на коксохимических заводах. Здесь перерабатывается уголь (выделение летучих веществ 35–40%). Процесс проводят в герметичных камерных (трубчатых) печах вместимостью до 30–40 тонн. Внутренние стены печи облицованы жаростойким силикатным кирпичом.

Основные продукты коксования угля:

• **Коксовый газ** – из него получают технический бензол (смесь легкокипящих аренов).

• **Каменноугольная смола** – разделяется на арены, фенолы и производные пиридина путём её возгонки. Это ценное сырьё, из которого производят краски, растворители, взрывчатые вещества, лекарственные и парфюмерные препараты, пестициды.

• **Каменноугольная зола** – используется при приготовлении асфальта и в качестве наполнителя.

• **Кокс** используется в металлургии, а кокс, полученный из газового угля, используется в производстве синтез-газа и карбида кальция.

Стадии коксования:

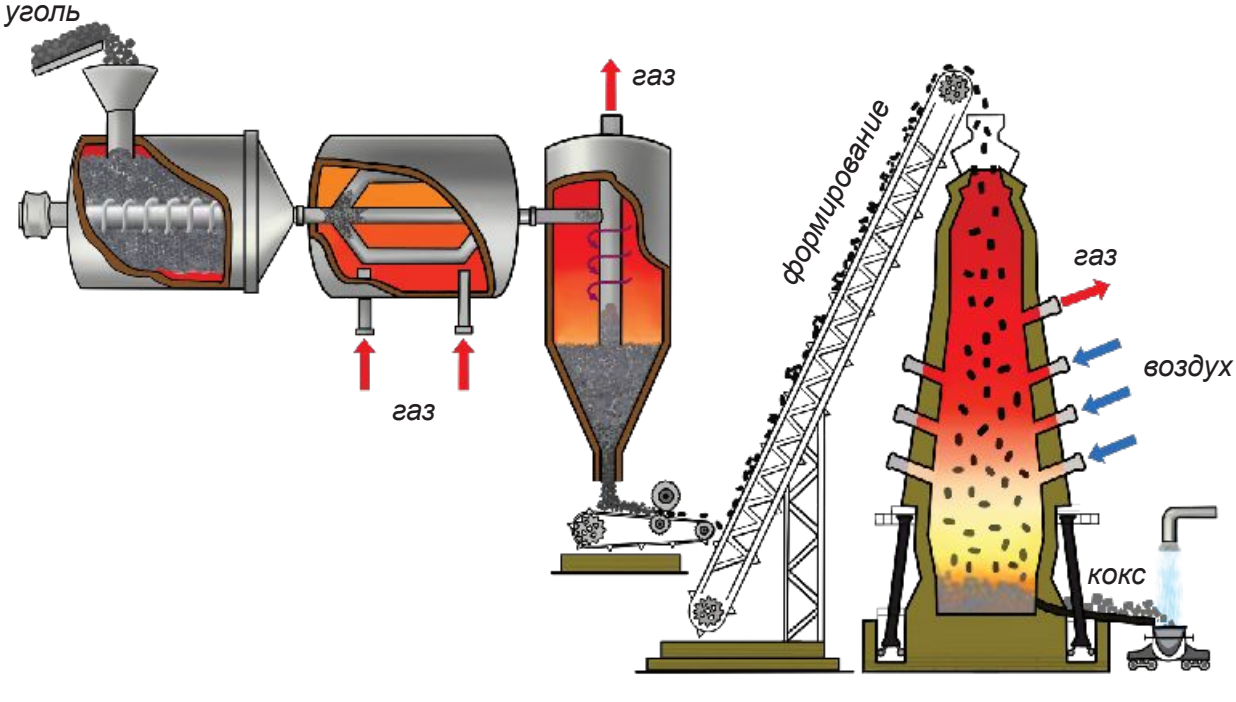
• сушка угля при температуре 100–120 °C;

• подогрев угля при температуре 300–350 °C;

• размягчение и плавление угля при температуре 350–500 °C;

• застывание раствора и образование полукокса при температуре 500–600 °C;

• горение кокса при температуре 600–1100 °C в течение нескольких часов. На этом этапе из смеси удаляются все летучие вещества, а аморфный углерод превращается в кристаллический графит. При перекристаллизации и обжиге кокса его прочность и твёрдость увеличиваются в 30–40 раз. Коксование угля осуществляют в камерных коксовых печах высотой 4–6 m, длиной 12–15 m и шириной не более 0,5 m.



Путём сухой возгонки каменного угля получают смолу. Каменноугольная смола содержит ароматические и гетероциклические соединения. Органические соединения в ней разделены на фракции. Эти фракции отличаются друг от друга по температуре:

- 170 °C – лёгкая фракция нефти;
- 170 °C – 230 °C – фенольная фракция;
- 230 °C – 270 °C – нафталиновая фракция;
- 270 °C – 350 °C – антраценовая фракция.

Пековая фракция.

При охлаждении каменноугольного кокса до 25–79 °C получают каменноугольную смолу, аммиачную воду и коксовый газ.

Аммиачная вода представляет собой водный раствор, состоящий из аммиака и хлористого аммония, который используется в производстве азотных удобрений. В состав коксового газа входят бензол, толуол, ксилолы, фенол, аммиак, сероводород и другие вещества.

После выделения из коксового газа аммиака и сероводорода получают бензол и другие ценные вещества.



Задания

1. Перечислите основные продукты, получаемые при коксовании.
2. Чем различаются фракции угля?
3. Приготовьте проектную работу на одну из этих тем: «Хозяйственное значение нефтяной, газовой, угольной промышленности», «Проблема добычи полезных ископаемых», «Загрязнение воды и воздуха нефтегазовой, угольной промышленностью», «Последствия загрязнения биосферы», «Биотопливо».

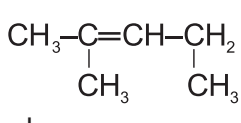
ТЕМА 21. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАРО-СТЕРЖНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

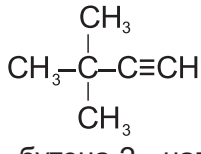
Изучаемые понятия:
- модели молекул органических веществ;
- номенклатура органических веществ.

Оборудование: набор шаро-стержневых моделей молекул, пластилин разных цветов, спички, периодическая таблица предельных углеводородов.

I вариант. 1. Составьте модели молекул: а) бутана, б) циклопропана. Нарисуйте молекулярные модели в тетради. Напишите структурные формулы этих веществ. Найдите их молекулярные массы.

2. Назовите вещества:

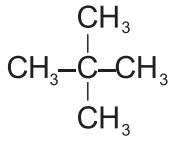


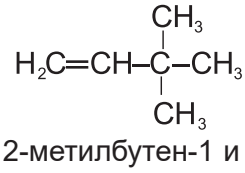


3. Напишите структурные формулы веществ: а) бутена-2, напишите его изомер; б) 3,3-диметилпентен-1.

II вариант. 1. Составьте модели молекул: а) 2-метилпропана, б) циклобутана. Нарисуйте молекулярные модели в тетради. Напишите структурные формулы этих веществ. Найдите их молекулярные массы.

2. Назовите вещества:

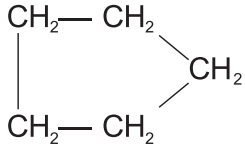


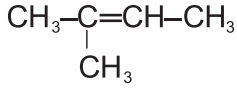


3. Напишите структурные формулы веществ: а) 2-метилбутен-1 и его изомер; б) пропин.

III вариант. 1. Создайте модели молекул: а) 1,2-дихлорэтана; б) 2,3-диметилгексана. Нарисуйте в тетради молекулярные модели. Напишите структурные формулы этих веществ. Во сколько раз дихлорэтан тяжелее воздуха?

2. Назовите вещества:





3. Напишите структурные формулы веществ: а) 2-метилбутен-2 и его изомер; б) 3,4-диметилпентен-1.

Задания

1. Найдите молекулярную формулу вещества, содержащего 92,3% углерода и 7,7% водорода, с относительной плотностью 39 по отношению к водороду.
2. Какой объём углекислого газа выделяется при полном сгорании 72 g моторного топлива, состоящего из пропана?
3. Напишите формулы пространственного строения следующих веществ по формуле органического соединения: A) нонан; B) декан; C) гексан; D) октан.

ТЕМА 22. ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ, ПРОДУКТЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ И ИХ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

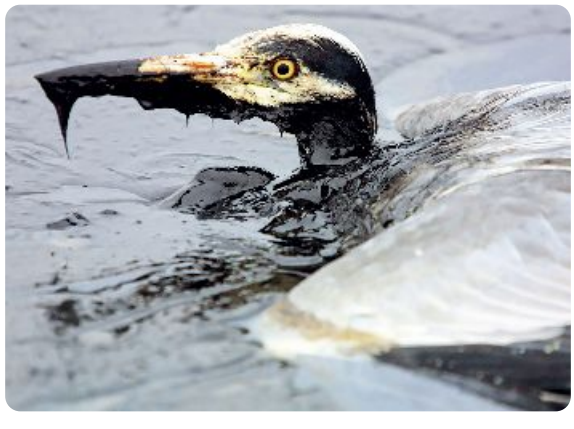
Изучаемые понятия:
• экономика и экологические проблемы.



Современная мировая экономика требует большого количества энергии, основную часть которой составляют нефть и природный газ, а состояние окружающей среды часто ставится на второе место. Геологические и биологические условия нашей планеты давно меняются, что приводит к глобальным проблемам.

Эти изменения происходят при добыче нефти, газа и угля, их первичной переработке и последующей транспортировке, а также хранении и переработке получаемых продуктов.

Загрязняющие вещества изменяют состав воды, воздуха и почвы. Это вызывает множество глобальных экологических проблем, таких как изменение климата, кислотные дожди, вымирание многих видов растений и животных и нехватка чистой пресной воды.





Проблема добычи полезных ископаемых

Многие экологические проблемы начинаются еще при добыче полезных ископаемых. Например, взрывчатые вещества используются в процессе раскопок в угольных шахтах. Также при подземных работах проседают слои грунта, возникает опасность обрушения, возникают оползни. Во избежание этого пространство, где добывается уголь, необходимо заполнить другими материалами и камнями. В процессе добычи угля изменяются природные ландшафты, разрушается почвенный покров.

Загрязнение воды и воздуха

Нефтеперерабатывающие заводы в каждой стране мира ежедневно выбрасывают вредные вещества не только в атмосферу, но и в воду и почву. Процессы каталитического крекинга являются основным источником вредных веществ.



При добыче угля в воздух выбрасываются метан, токсичные соединения, твёрдые и газообразные вещества, загрязняющие атмосферу.

В районе расположения рудника происходит загрязнение водных ресурсов: токсичные микроэлементы, твёрдые вещества и кислоты попадают в подземные воды, реки и озёра. Они изменяют химический состав воды, делая её непригодной для питья, купания и бытового использования. Не следует забывать, что из-за загрязнения акваторий флора и фауна реки гибнут, а их уникальные виды находятся на грани исчезновения.

Последствия загрязнения биосферы. Негативные последствия нефтегазовой и угольной промышленности заключаются не только в загрязнении природы, но и негативно влияет на людей:

• сокращение продолжительности жизни людей, проживающих в районах ведения нефте- и угледобычи;

• увеличение аномалий и патологий;

• рост неврологических и онкологических заболеваний.

Какие новые технологии вы бы порекомендовали?

Есть ли в вашем районе нефть, природный газ, угольные шахты или нефтеперерабатывающие заводы? Каково положительное влияние этих предприятий на развитие нашей страны? Заметили ли вы экологический ущерб этого производственного предприятия? Как преодолеть эту порчу? Какие движения вы предприняли для этого?

Биотопливо. Кочевые племена начали использовать высушенный навоз животных в качестве топлива для огня тысячи лет назад. Выделяемого от этого вида топлива тепла хватало не только для приготовления пищи, но и для обогрева домов. Этот метод использования птичьего помета и навоза используется до сих пор. Зола, оставшаяся после сжигания этого топлива, является одним из калийно-фосфатных удобрений, а также прекрасным щелочным средством. Однако брикеты из навоза обеспечивают максимальную эффективность только при правильном их изготовлении. Подогреватель также нужно будет адаптировать для работы на этом топливе.

За счёт чего горят навозные брикеты?

Для ответа на этот вопрос необходимо учитывать условия, возникающие при кормле-

нии и пищеварении животных. Корм для домашних животных содержит белки, углеводы, жиры, траву или сено – клетчатку (целлюлозу). Все эти вещества объединяет одно: их химический состав состоит из углерода и водорода.

Пища, смешанная с желудочным соком, подвергается ферментации в желудочно-кишечном тракте, т. е. сложные вещества (биополимеры) расщепляются до простых веществ (мономеров). При этом часть веществ всасывается через стенки кишечника и становится соединениями, пригодными для питания клеток всех тканей животных или птиц.

Способы приготовления сухого топлива

Для производства топлива из навоза используются разные методы. Важнейшим процессом во всех них является тщательная сушка топливных брикетов. Одним из критериев готовности топлива является исчезновение неприятного запаха.

Современные методы



Сушка с использованием сепаратора



Сушка с использованием пресса

Поэтому брикеты из навоза являются хорошей альтернативой любому другому топливу. Несмотря на несколько более низкую теплотворную способность, чем у угля, этот вид сухого навоза очень подходит для любых твёрдотопливных отопительных приборов. Не оказывает отрицательного воздействия на окружающую среду. При использовании этого метода одной из обязательных задач 12-й цели Программы устойчивого развития «Обеспечить переход к рациональным моделям потребления и производства» является использование энергии без ущерба для природы.

Задания

1. Что такое альтернативное топливо?
2. Почему вы считаете этот вопрос актуальным сегодня?
3. Какой источник энергии используется для обогрева вашего дома?
4. Как решить существующие проблемы, связанные с нехваткой энергии для отопления и приготовления пищи?

Задача: создать проект мини-бизнеса по получению этилена крекингом нефти, оценив его рентабельность.

I этап. Ознакомьтесь с таблицей 1 по техническим характеристикам процесса производства этилена; ознакомьтесь с условными данными в таблице 2 о затратах и выгодах производства этилена.

Таблица 1. Технологическое описание процесса

1	Выделение этилена при перегонке бензина	30%
2	Выделение дополнительных продуктов	46%

Таблица 2. Описание расходов и доходов

	Наименование	**Цена**
1	Выделение этилена при перегонке бензина	350
2	Энергозатраты на переработку 1 тонны сырья (высокая t° крекинга)	100
3	Стоимость рабочей силы, оборудования и расходных материалов	130
4	Цена реализации 1 тонны этилена (сум)	500
5	Затраты на реализацию дополнительной продукции из 1 тонны бензина	800

II этап. Проект. Выполните экономические расчёты, используя условные данные в таблицах 1 и 2.

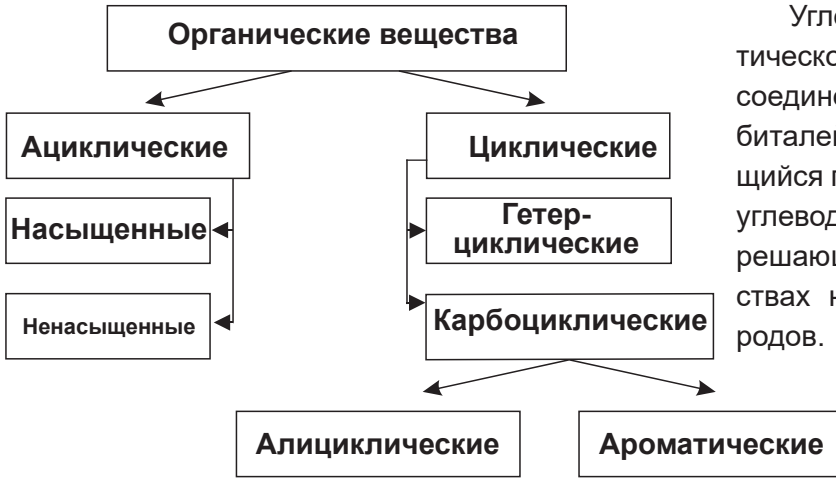
Расход бензина на производство 1 тонны этилена (t)	
Общие затраты на производство 1 тонны этилена (сум)	
Общий доход от реализации этилена и побочных продуктов (сум)	
Прибыль от производства этилена (сум)	

III этап. Сделайте вывод по итогам расчётов:

1. Является ли производство прибыльным?
2. Рост цен на нефть. Как влияет на рентабельность производства повышение цены этилена?

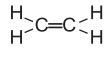
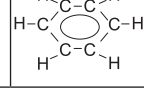
ТЕМА 23. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ ПО ОСНОВНЫМ КЛАССАМ УГЛЕВОДОРОДОВ

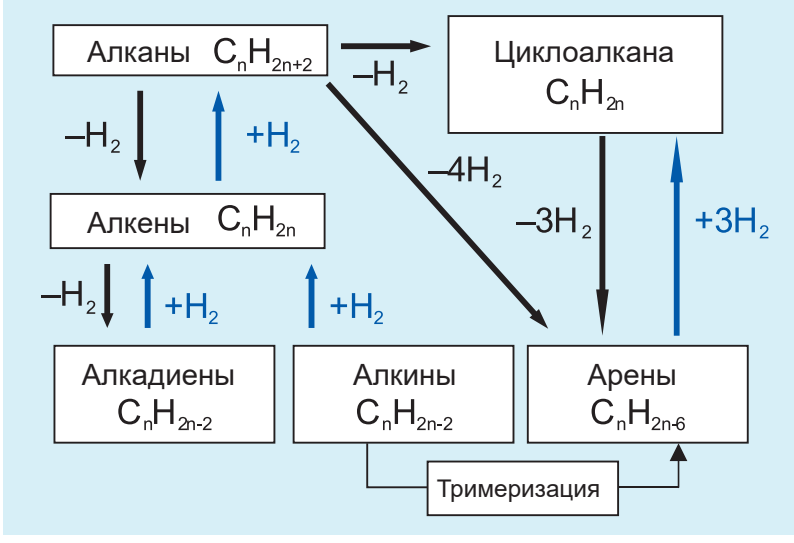
Закрепляемые понятия:
• соотношение между основными классами углеводородов



Углеводороды являются генетической основой органических соединений. Тип гибридизации орбиталей атомов углерода, меняющийся при переходе от одного вида углеводорода к другому, играет решающую роль в строении и свойствах некоторых видов углеводородов.

Изучение строения, химических свойств и способов получения углеводородов разных групп показывает, что все они генетически связаны друг с другом. Некоторые углеводы могут быть преобразованы в другие углеводы:

Знаки / классы	Общая формула	Гомологи	Тип гибридизации	Ковалентная связь	Длина связи С-С	Углы между связями	Особенные реакции
Алканы	C_nH_{2n+2}		sp^3	σ_{C-C} σ_{C-H}	0,154	109° 28	Обмена, разложения
Циклоалканы	C_nH_{2n}		sp^3	σ_{C-H} σ_{C-H}	0,154	C_3H_4 109°	Присоединения
						Алкены	Обмена
Алкины	C_nH_{2n}		sp^3 sp^2	σ_{C-C} σ_{C-H} π_{C-C}	0,134	120°	Присоединения
Арены	C_nH_{2n-2}		sp^3 sp	σ_{C-C} σ_{C-H} $2\pi_{C-C}$	0,120	180°	Присоединения
Арены	C_nH_{2n-6}		sp^3 sp	σ_{C-C} σ_{C-H} $6\pi-$	0,140	120°	Обмена



Эта особенность позволяет целенаправленно синтезировать нужные соединения с помощью ряда необходимых химических реакций (цепочек превращений).

Карбид кальция → этен → бензол → циклогексан → гексан → пропан.

Карбид алюминия → метан → этен → этен → этан → хлорэтан.

Пропановая кислота → этан → этен → этин → бензол → оксид углерода (IV).

Запишем необходимые уравнения реакции для осуществления следующих изменений:

$$\text{Пропан} \xrightarrow{+Br_2} X_1 \xrightarrow{+KOH,\,C_2H_5OH} X_2 \xrightarrow{+C_6H_6,\,AlCl_3} X_3 \xrightarrow{+KMnO_4,\,+H_2SO_4} X_4 \xrightarrow{+C_2H_3OH,\,H+} X_5$$

Галогенирование алканов является обменной реакцией, протекающей по свободнорадикальному механизму, поэтому условием проведения реакции является лёгкое или высокотемпературное. Замена атома водорода в молекуле пропана в основном происходит с образованием 2-бромпропана у вторичного атома углерода (X1):

$$CH_3-CH_2-CH_3+Br_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3-CH(Br)-CH_3+HBr$$

2. Условия реакции – спиртовый раствор щелочи при нагревании свидетельствуют о том, что это реакция дегидрогалогенирования, протекающая с образованием двойной связи. Продуктом реакции является пропен (X2):

$$CH_3–CH(Br)–CH_3+NaOH\ (\text{раствор}) \xrightarrow{C_2H_5OH} CH_3–CH=CH_2 + NaBr + H_2O$$

3. Каталитическое алкилирование бензола пропиленом в присутствии катализатора приводит к образованию изопропилбензола (X3):

$$CH_3–CH=CH_2+C_6H_6 \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5–CH–(CH_3)_2$$

4. Окисление боковой цепи ароматических соединений перманганатом в кислой среде продолжается с образованием бензойной кислоты (X4) и углекислого газа, в кислой среде марганец приобретает степень окисления (превращается в марганец (II)-сульфат). В реакции также образуются сульфат калия и вода. Эта реакция является окислительно-восстановительной:

$5C_6H_5\text{-}CH\text{-}(CH_3)_2+18KMnO_4+27H_2SO_4 \rightarrow 5C_6H_5COOH+10CO_2+9K_2SO_4+18MnSO_4+42H_2O$

5. Последняя реакция является реакцией разложения, так как в ней участвуют бензойная кислота и этиловый спирт. Продуктом реакции является этилбензоат (X5). Реакцию проводят в присутствии концентрированной серной кислоты при нагревании:

$$C_6H_5\text{–}COOH + C_2H_5\,OH \xrightarrow{H^+} C_6H_5\text{–}COO\text{–}C_2H_5 + H_2O$$

Задания

1. Напишите и сопоставьте реакции, необходимые для осуществления следующих изменений.

a) $CaCO_3 \longrightarrow CaC_2 \longrightarrow H-C\equiv C-H \longrightarrow CH_3-C(=O)-H$

b) $CH_4 \longrightarrow H-C\equiv C-H \longrightarrow CH_2=CHCl \longrightarrow (-CH_2-CH(Cl)-)_n$

c) $CH_3-CH_3 \longrightarrow CH_3-CH_2Cl \longrightarrow CH_2=CH_2 \longrightarrow CH_2Cl-CH_2Cl \longrightarrow H-C\equiv C-H$

d) $CaCO_3 \longrightarrow CaO \longrightarrow CaC_2 \longrightarrow C_2H_2 \longrightarrow C_2H_4 \longrightarrow C_2H_5Cl$ → Бутен; Циклобутен

2. Покажите строку с формулой только алкинов, объясните их практическое значение.

a) C_2H_4, C_5H_{12}, C_6H_{10}

b) C_3H_8, C_4H_6, C_2H_2

c) C_4H_8, C_2H_4, C_3H_4

d) C_2H_2, C_5H_8, C_4H_6

3. Напишите структурные формулы следующих веществ:

2-метилгексин-3, 1,4-диметилпентин-3, 4-этил 5,5,6-триметилгептин-2

4. Напишите реакцию следующих веществ с пропином. Объясните, что можно использовать для сравнения с пропеном.

a) аммиачный раствор оксида серебра;

b) бромная вода;

c) HBr.

ТЕМА 24. ЗАДАЧИ НА ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГЛАВЫ

Закрепляемые понятия:

- алканы;
- алкены;
- алкины;
- ароматические углеводороды.

1. В лаборатории рассчитайте объём (l, при н. у.) алкина, полученного в результате реакции 96 g карбида кальция с большим количеством воды.

Решение задачи. Известно, что ацетилен получают в лаборатории в основном в результате реакции карбида кальция с водой. Этот процесс основан на следующей реакции:

$$Ca\langle\!\!\langle C\equiv C \rangle\!\!\rangle + 2H_2O \longrightarrow HC\equiv CH + Ca(OH)_2$$

Как видно из этой реакции, 1 mol карбида кальция даёт 1 mol ацетилена. Итак, можно решить задачу, составив из массы данного вещества соответствующую пропорцию:

$$\begin{array}{l} \text{из } 64\ g\ CaC_2 \text{ —— } 22{,}4\ l\ C_2H_2 \quad \text{получаем} \\ \text{из } 96\ g \text{ —— } x\ l\ C_2H_2 \quad \text{получаем} \end{array}$$

$$x = \frac{96\ g \cdot 22{,}4\ l}{g} = 33{,}6\ l$$

Ответ: 33,6 l

2. Для реакции Кучерова использовали ацетилен, полученный из 10 молей молекул метана (1500 °C). Определить массу (g) образовавшегося вещества.

Решение задачи. Запишем уравнения реакций, приведённых в примере:

$$2CH_4 \longrightarrow C_2H_2 + 3H_2$$

$$C_2H_2 + H_2O \longrightarrow CH_3CHO$$

Видно, что из 2 молей метана получается 1 mol ацетилена, из него получается столько же уксусного альдегида. Исходя из этого, составляем соответствующую пропорцию:

$$\begin{array}{l} \text{из } 2 \text{ молей } CH_4 \text{ ——— } 44\ g\ CH_3CHO \quad \text{получаем} \\ \text{из } 10 \text{ молей } CH_4 \text{ ——— } x\ g \end{array}$$

$$x = \frac{10 \cdot 44\ g}{2} = 220\ g$$

Ответ: 220 г

Определить массу соли(ей), образовавшейся в результате реакции CO_2 выделившегося при сгорании 36,8 g толуола с 250 g 80%-ного раствора NaOH.

Решение задачи. Подсчитаем, сколько молей составляет 36,8 g толуола.

1 mol ———— 92 g

x mol ———— 36,8 g

$$X = \frac{1 \cdot 36,8}{92} = 0,4$$

Это 0,4 mol.

$$C_7H_8 + 9O_2 \longrightarrow 7CO_2 + 4H_2O$$

Если из 1 моля толуола образуется 7 молей CO_2, сколько выделяется из 0,4 mol. Давайте составим пропорцию:

1 mol (C_7H_8) ——— 7 mol (CO_2)

0,4 mol ——— X = 2,8 mol

$$X = \frac{0,4 \cdot 7}{1} = 2,8$$

Если реакция протекает в соотношении 1:1, образуется кислая соль.

$$CO_2 + NaOH \longrightarrow NaHCO_3$$

1 mol (CO_2) ——— 1 mol (NaOH)

2,8 mol ——— X = 2,8 mol

$$X = \frac{2,8 \cdot 1}{1} = 2,8$$

Итак, используется 2,8 mol NaOH, а у нас 5 mol (250·0,8=200 g (NaOH), 200:40=5). Из 5 товаров расходуется 2,8 товара, а увеличивается 2,2 товара. Эти 2,2 моля избытка NaOH реагируют с полученными 2,8 молями $NaHCO_3$ с образованием средней соли. В этом случае реакция 1:1. Количество реакции идёт по меньшему количеству вещества:

1 mol (NaOH) ——— 1 mol (Na_2CO_3)

2,2 mol ——— X = 2,2 mol

$$X = \frac{2,2 \cdot 1}{1} = 2,2$$

Если 2,8 моля первоначально образовавшегося $NaHCO_3$ прореагируют с 2,2 моля NaOH, останется 0,6 моля $NaHCO_3$.

Ответ: образуется 0,6 mol $NaHCO_3$, т.е. 50,4 g и 2,2 mol Na_2CO_3, т.е. 233,2 g солей.

$$NaOH + NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3$$

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Рассчитайте массу (g) алкина, полученного в лаборатории в результате реакции 128 g карбида кальция с большим количеством воды.
2. На реакцию Кучерова использовали 448 l (н.у.) ацетилена, полученного из метана (1500 °C). Определите массу (kg) образовавшегося вещества.
3. На сжигание 20 l неизвестного алкина ушло 170 l кислорода. Определите основной углеводород, напишите все его изомеры и структурную формулу.
4. Из ацетилена по методу Н. Д. Зелинского получено 0,624 kg бензола. Если известно, что выход реакции составляет 40%, определите массу (g) израсходованного алкина.

5. Найдите количество σ-связей в молекуле бензола: 1) 6; 2) 10; 3) 16; 4) 12.

6. Какой объём воздуха потребуется для сжигания 500 ml бензола массой 0,78 g/cm^3?

7. Если из 20,16 l (н. у.) ацетилена было получено 18,72 g бензола, рассчитайте выход реакции.

8. Рассчитайте массу веществ, образующихся при взаимодействии 19,5 g бензола с 40 g брома в присутствии катализатора хлорида железа (III).

9. Определите массу соли, образовавшейся в результате реакции оксида углерода (IV), выделившегося при сгорании 31,8 g о-ксилола, с 480 g 20 процентного раствора NaOH.

10. Определите массу солей, образовавшихся при взаимодействии 46,8 g бензола с 320 g 70% KOH.

11. Напишите необходимые уравнения реакции для осуществления следующих изменений:

a) $CH_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow X \rightarrow C_2H_4Br_2$

b) $CaC_2 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow A \rightarrow C_2H_5Cl$

d) $C \rightarrow CH_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow CH_3\text{-}COH$

12. Напишите уравнения реакций, различающие пентин-1 и пентин-2.

13. Нарисуйте структурные формулы всех изомерных типов гептина-1.

14. Как очистить этан от соединений этилена? Напишите соответствующее уравнение реакции.

15. Найдите соответствие между уравнением реакции и именем учёного, связанного с этим названием реакции.

1) $C_2H_2+H_2O \rightarrow CH_3CHO$	A) A. Бутлеров.
2) $2CH_3Br+2Na \rightarrow C_2H_6+2NaBr$	B) Ш. Вюрц
3) $2C_2H_5OH \rightarrow C_4H_6+H_2+2H_2O$	C) Н. Зелинский
4) $C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$	D) М. Кучеров
	E) С. Лебедев
	F) В. Марковников

ГЛАВА III

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

О ЧЁМ?

- Спирты. Фенолы
- Ароматические спирты
- Простые и сложные эфиры
- Альдегиды и кетоны
- Карбоновые кислоты
- Жиры. Углеводы
- Производство органических веществ



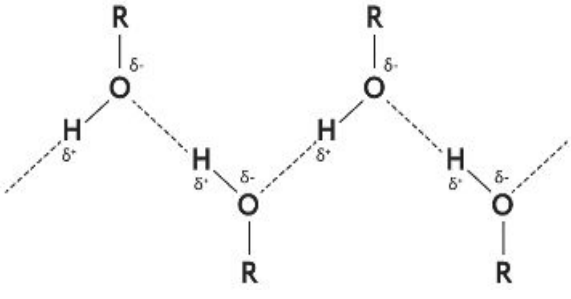
ТЕМА 1. ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД, НОМЕНКЛАТУРА, ИЗОМЕРИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ОДНОАТОМНЫХ СПИРТОВ

Изучаемые понятия:

- общая формула одноатомных предельных спиртов;
- гомологический ряд;
- строение молекулы и физические свойства;
- изомерия и номенклатура.

Спирты – это органические соединения, образованные заменой атомов водорода в молекуле углеводорода на одну или несколько гидроксильных групп – (OH).

Первым членом гомологического ряда является метанол – CH_3OH. Общая формула гомологического ряда – $C_nH_{2n+1}OH$.



Насыщенные неразветвлённые спирты представляют собой жидкости, а спирты с более высокой молекулярной массой – твёрдые вещества. Температура сжижения и температура кипения спиртов выше, чем у алканов. Низшие спирты имеют характерный «спиртовой» запах, средние спирты имеют неприятный запах, высшие спирты не имеют запаха.

Одноатомные спирты также делятся на первичные, вторичные и третичные спирты в зависимости от расположения группы –OH.

Классификация спиртов
(в зависимости от количества группы -OH)

Одноатомные	*Двухатомные*	*Трёхатомные*
$CH_3–CH_2–OH$	$CH_2(OH)–CH_2(OH)$	$CH_2(OH)–CH(OH)–CH_2(OH)$

Классификация спиртов
(в зависимости от расположения –OH группы)

Первичный	*Вторичный*	*Третичный*
$CH_3–\mathbf{CH_2}–OH$	$CH_3–\mathbf{CH}(OH)–CH_3$	$CH_3–\mathbf{C}(OH)(CH_3)–CH_3$

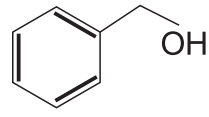
Классификация по строению углеводородного радикала

1. Насыщенные спирты – производные алканов, в которых водород замещен –OH группой. Например, пропанол-1; $CH_3–CH_2–CH_2–OH$.

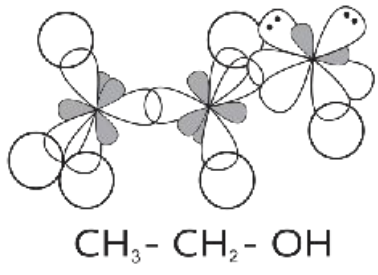
2. Ненасыщенные спирты – спирты, содержащие гидроксильные группы, треугольники и гидроксильные группы. Например, виниловый спирт: $CH_2=CH–CH_2–OH$.

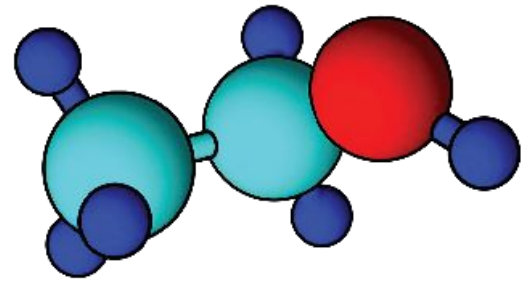
3. Ароматические спирты содержат ароматическое кольцо, не связанное непосредственно с ОН-группой в радикале.

Например, бензиловый спирт.



В молекуле насыщенного спирта атомы углерода и кислорода находятся в состоянии sp^3-гибридизации.

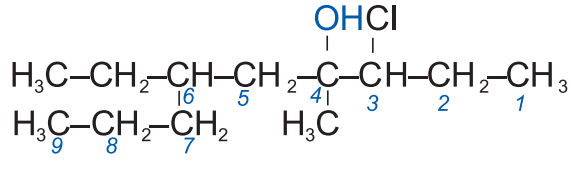




Некоторые физические свойства спиртов

Химическая формула	Наименование	Относительная молекулярная масса	Агрегатное состояние	Запах	Растворимость в воде	$t_{кип.}$, °C
CH_3OH	Метиловый спирт	32	Жидкое	Своеобразный запах спирта	Хорошо растворимый	64,7
C_2H_5OH	Этиловый спирт	46	Жидкое		Хорошо растворимый	78,3
C_3H_7OH	Пропанол	60	Жидкое		Хорошо растворимый	97,2
C_4H_9OH	Бутанол	74	Жидкое	Резкий запах	Малорастворимый	117,8
$C_5H_{11}OH$	Пентанол	88	Жидкое		Малорастворимый	138,0
начиная с $C_{12}H_{25}OH$			Твёрдое	Без запаха	Не растворимый	

Название спирта образуется путём добавления суффикса -ол к названию алкана с соответствующим числом атомов углерода: метанол, этанол, пропанол, бутанол и т. д. Например, мы назовём следующие соединения:



Самая длинная цепь состоит из 9 атомов углерода, поэтому название корня нона, суффикс -ол.

– OH группа расположена у четвёртого атома углерода – нонанол-4.

Также это соединение содержит метильную и этильную группы у четвёртого и шестого атомов углерода соответственно, а также атом хлора у третьего атома углерода. Так, по номенклатуре IUPAC полное название 6-этил-4-метил-3-хлорнонанол-4.

Изомерия одноатомных предельных спиртов зависит от изомерии углеродного скелета и положения гидроксильной группы в молекуле. Начиная с пропанола, третьего члена гомологического ряда, в спиртах появляются изомеры.

$CH_3–CH_2–CH_2–OH$ — *пропанол-1*

$CH_3–\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}–CH_3$ — *пропанол-2*

Кроме того, для них характерна межклассовая изомерия (спирты являются изомерами эфиров).

$CH_3– CH_2– OH$ — *этанол*

$CH_3– O – CH_3$ — *диметиловый эфир*

Задания

1. Назовите следующие вещества, которые относятся к классу спиртов.

A. $CH_3–CH_2–CH_2–OH$,

B. $CH_3–CH(OH)–CH_3$;

C. $CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–OH$;

D. $CH_3–CH_2–CH(OH)–CH_3$;

E. $CH_3–C(CH_3)(OH)–CH_3$.

2. Найдите среди данных формул изомеры пентанола-1 и определите тип изомерии. Назовите все соединения:

1) $CH_3–CH(CH_3)–CH(CH_3)–OH$

2) $CH_3– CH_2–O– CH_3$

3) $CH_3–CH_2–O– CH_3$

4) $CH_3–CH_2–\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}–CH_2–OH$

5) $CH_3–CH_2–\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}–CH_2–CH_3$

3. Опишите образование водородных связей в молекулах пропанола-1.

4. Это вещество известно человечеству с древних времён, а его название в переводе с арабского означает опьяняющий. Он широко используется в различных отраслях экономики. Обладает дезинфицирующими свойствами. Если известно, что при сгорании 3,45 g его образуется 6,6 g CO_2 и 4,05 g воды, то что это за вещество? Плотность паров этого вещества по отношению к воздуху равна 1,59.

ТЕМА 2: ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ НАСЫЩЕННЫХ ОДНОАТОМНЫХ СПИРТОВ

Изучаемые понятия:

• химические свойства; • получение; • применение.

Одноатомные насыщенные спирты. В предельных углеводородах при замещении одного атома водорода на гидроксильную группу OH образуются одноатомные предельные спирты. Они имеют общую формулу $C_nH_{2n+1}OH$. Спирты также имеют свои гомологические ряды, причем состав одного представителя отличается от предшественников и последователей группой CH_2.

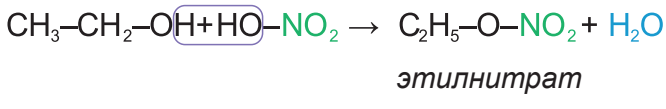
Химические свойства спиртов зависят от гидроксогруппы и радикала.

1. Реакции с разрывом связи O–H

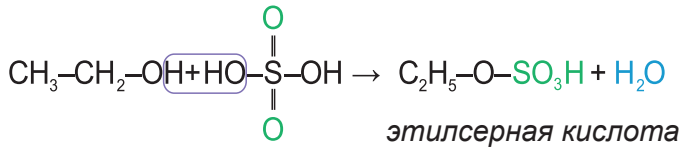
А) Взаимодействие с щелочными металлами:

$$2C_2H_5OH+2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa+H_2$$

Б) Реакция с кислотами:



этилнитрат



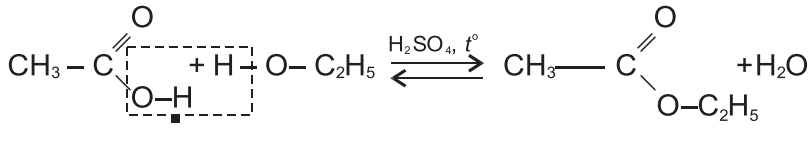
этилсерная кислота

Образование простых эфиров:

$$CH_3CH_2- OH + HO - CH_2CH_3 \rightarrow C_2H_5- O - C_2H_5 + H_2O$$

диэтиловый эфир

Образование сложных эфиров:



этилацетат

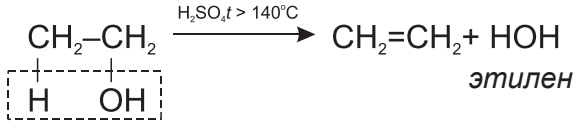
2. Реакции с разрывом связи C-O

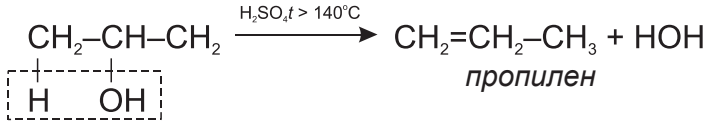
Реакция с галогеноводородом:

$$2C_2H_5OH+HCl \xrightarrow{H_2SO_4,\ t^\circ} 2C_2H_5Cl+H_2O$$

3. Реакция с совместным разрывом связей O–H и C–O

Дегидратация спиртов





Окисление:

а) горение спиртов:

$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O.$

б) $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ жидкофазное окисление с использованием смеси:

$3C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3COOH + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O.$

в) окисление оксидом меди (II) при нагревании:

$CH_3—CH_2—OH + CuO \rightarrow CH_3—CHO + Cu + H_2O.$

В процессе окисления первичные спирты образуют альдегиды, вторичные спирты превращаются в кетоны.

Анализ спиртов, специфические для них реакции

Универсальной качественной реакции для класса спиртов не существует. Для анализа представителей этого класса используют различные специфические реакции.

Спирты окисляют на холоде раствором перманганата калия (следует помнить, что окисление первичных и вторичных спиртов протекает в несколько сложных условиях. Спирты часто содержат легкоокисляемые добавки, это их отличительный признак. Спирты не обесцвечивают бром у четырёххлористого углерода. С помощью этой реакции можно отличить спирты от алкенов и алкинов. Кроме того, спирты можно отличить от алканов и алкинов по реакции окисления под действием хромового ангидрида CrO_3: в присутствии водного раствора CrO_3 и серной кислоты в течение двух минут прозрачный фиолетовый раствор становится сине-зелёным и мутнеет.

Образец Лукаса используется для определения того, является ли спирт первичным, вторичным или третичным. Этот метод основан на разной реакционной способности спиртов по отношению к галогеноводородам.

Даже очень небольшие количества этилового спирта в воде можно определить с помощью йодоформной реакции. Качественная реакция на этиловый спирт называется йодоформной пробой. Эту реакцию также можно применить к 0,05% раствору спирта. К пробе спиртового раствора добавляем раствор Люголя. Раствор Люголя содержит йод (1 часть йода, 2 части йодида калия, 17 частей дистиллированной воды). При охлаждении раствора появляется жёлтая взвесь йодоформа, при высокой концентрации спирта появляется жёлтый осадок йодоформа:

$C_2H_5OH + 6\ NaOH + 4J_2 = CHJ_3 + HCOONa + 5\ NaJ + 5H_2O$

Получение одноатомных спиртов

1. Гидратация алкенов:

$$CH_2{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$$

2. Восстановлением альдегидов и кетонов:

$$CH_3(CH_2)_3\,CHO \xrightarrow{H^+} CH_3(CH_2)_3\,CH_2\,OH$$

3. Восстановлением сложных эфиров и карбоновых кислот:

$$CH_3CH_2CH{=}CHCOOC_2H_5 \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2CH{=}CHCH_2OH + C_2H_5OH$$

4. Окисление алканов:

$$CH_4 \xrightarrow[200^oC]{кат,\ O_2} \begin{cases} CH_3\,OH \\ CH_2{=}O \\ HCOOH \end{cases}$$

Одноатомные спирты являются важным сырьём в химическом производстве многих органических соединений. Пищевой спирт получают из картофеля, зерна, корнеплодов, сахарной патоки, ягод и других богатых углеводами культур. Кроме того, существует множество методов синтеза из непищевого сырья. Рассмотрим производство и применение одноатомных спиртов.

Метиловый спирт является хорошим растворителем, его применяют в лакокрасочной промышленности, в производстве фенолформальдегида, в производстве фармацевтических препаратов, а также как добавку к незамерзающим жидкостям и моторному топливу. Метиловый спирт получают в промышленных масштабах путём сухой распиловки древесины и синтез-газа из метана.

Метан водяной пар или углерод (IV) – синтез-газ образуется при нагревании с оксидом никеля в качестве катализатора. А при нагревании под давлением превращается в метанол при наличии температуры и катализатора.

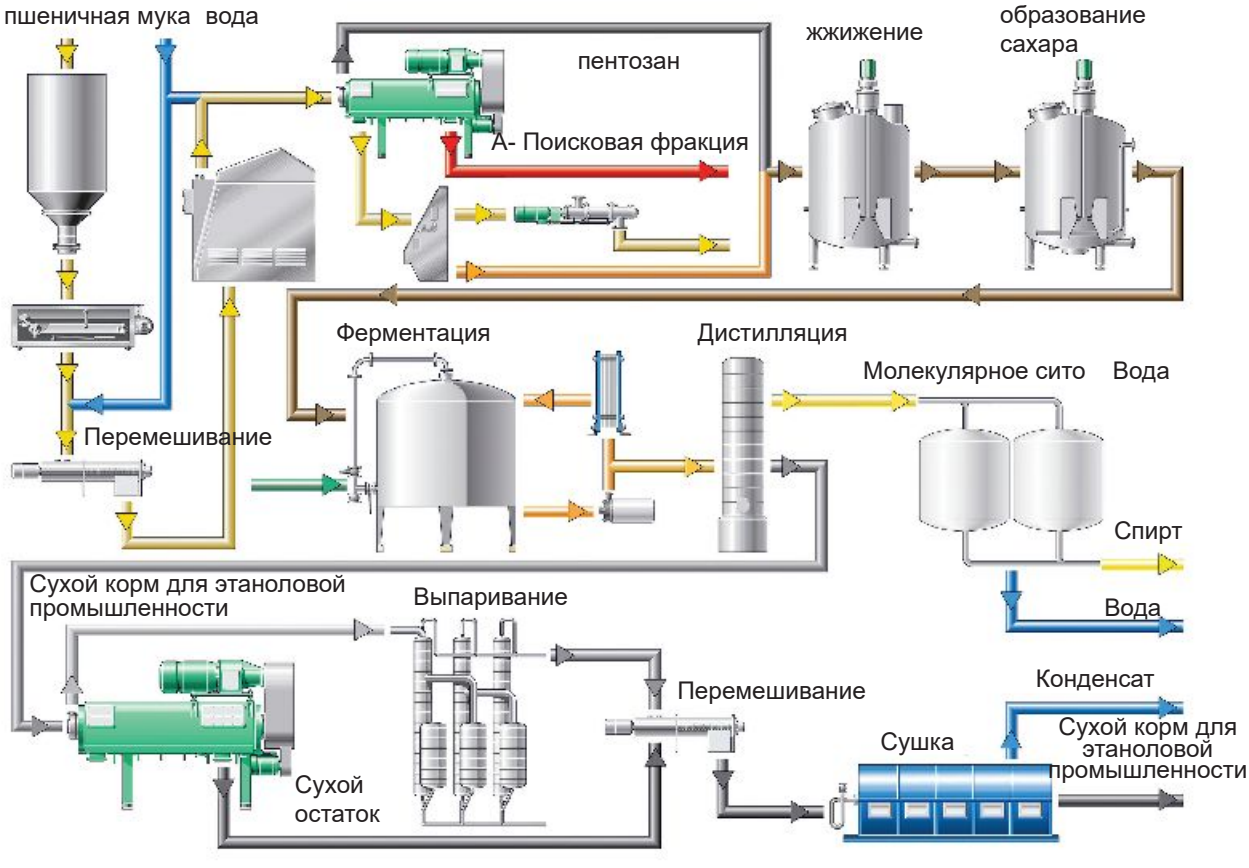
$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 2H_2$ (850 °C, Ni)

$CH_4 + CO_2 \rightarrow 2CO + 2H_2$ (850 °C, Ni)

$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$ (600 °C, 500 а.д, $ZnO + Cr_2O_3$)



Этиловый спирт широко используется как антисептик в медицинской практике; на его основе готовят различные лекарства (настойки, сиропы, растворы и др.). Кроме того, он используется в химическом синтезе органических соединений, таких как ацетальдегид, уксусная кислота, эфиры карбоновых кислот.



Этиловый спирт получают в промышленности несколькими способами:

1. Крахмалсодержащие вещества гидролизуют под действием фермента амилазы путём обработки паром. В результате образуется мальтоза, а мальтоза превращается в глюкозу. Глюкоза превращается в этиловый спирт под действием пищеварительных ферментов. Этот спирт используется в еде и медицине.

Получение этилового спирта спиртовым брожением глюкозы:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

2. Гидратация алкенов. Этиловый спирт получают добавлением воды к этилену:

$CH_2{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}OH$

3. Соединения галогенов и сложные эфиры гидролизуются:

$CH_3{-}CH_2{-}Cl + H_2O \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}OH + HCl$

Этиловый спирт оказывает вредное воздействие на организм человека. Если его количество в крови и тканях превышает норму, то нарушается обмен веществ. Систематическое употребление в небольших количествах вызывает алкоголизм. Это вызывает

заболевания печени и сердца, дегенеративные изменения головного мозга, психические расстройства, что негативно сказывается на потомстве.

Влияние этилового спирта на белок (денатурация белка)

Необходимое оборудование и реактивы: пробирка, пипетка, кипячёная вода, спирт 70%, яичный белок.

Ход работы:

1. Поместите яичные белки в две пробирки.

2. В пробирку 1 добавить этиловый спирт, а в пробирку 2 – кипячёную воду. Какие изменения наблюдаются?

Под действием алкоголя физико-химические свойства белка изменились. Белок в яичном белке не возобновляем. Точно так же алкогольные напитки вызывают необратимые состояния в организме человека.

Задания

1. Объясните, какие особые химические свойства спиртов связаны с наличием в их молекулах гидроксильной группы.
2. Расположите в порядке возрастания кислотных свойств следующие вещества: вода, бутанол-1, трет-бутанол, метанол. Обоснуйте ответ.
3. Охарактеризуйте наиболее важные группы специфических реакций для спиртов. Приведите соответствующие примеры. Напишите уравнения реакций.
4. Предложите метод различения бутанола-1, бутанола-2 и третичного бутанола.

Заполните таблицу

Общие свойства вещества	Метанол
Молекулярная формула	
Структурная формула	
Тип связи	
Встречается в природе	
Получение А) в промышленности В) в лаборатории	
Физические свойства	
Химические свойства	
Получение	

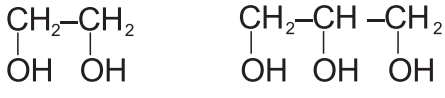
ТЕМА 3. МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

Изучаемые понятия:

- общая формула;
- физические свойства;
- изомерия;
- получение;
- номенклатура.

Наиболее важные представители многоатомных спиртов содержат от двух до шести гидроксильных групп.

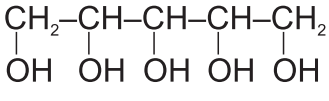
Двухатомные спирты также называют гликолями, а трёхатомные спирты также называют алкантриолами. Наиболее распространенными многоатомными спиртами являются этиленгликоль и глицерин.



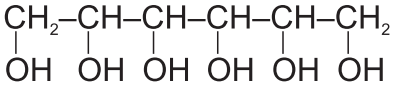
этиленгликоль *глицерин*

Общая формула гликолей: $C_nH_{2n}(OH)_2$.

Ксилит, пятиатомный спирт, используемый в качестве заменителя сахара:



пятиатомный спирт пентанол

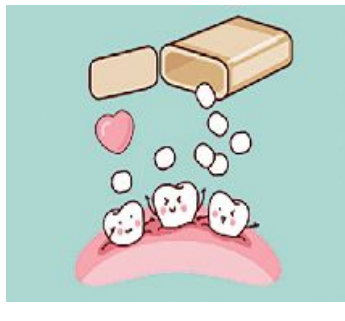


шестиатомный спирт гексанол (сорбит)

Многоатомные спирты – это спирты, содержащие две и более гидроксильных групп.

Все двухатомные спирты называются гликолями.

Название гликолей связано со сладким вкусом многих представителей (от греческого «glycos» – сладкий).



Общая формула гликолей: $C_nH_{2n}(OH)_2$.

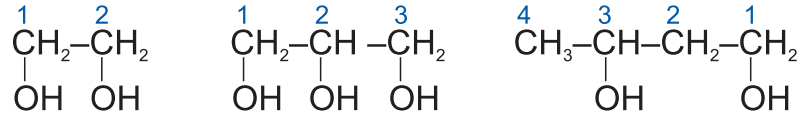
В этом случае $n \geq 2$. Потому что не существует спирта с формулой $CH_2(OH)_2$. Гомологический ряд гликолей начинается с этиленгликоля $C_2H_4(OH)_2$.



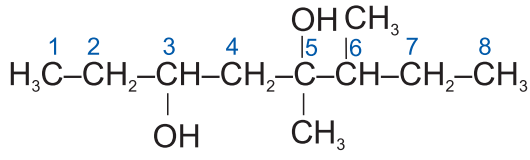
Гликоли или диолы. Первооткрывателем класса гликолей является Шарль Вюрц, французский учёный, внесший большой вклад в органическую химию.

С момента своего открытия гликоли активно используются в системах охлаждения двигателей внутреннего сгорания, холодильных установках и оборудовании климат-контроля.

Номенклатура. В названиях многоатомных спиртов (полиолов) положение и количество гидроксильных групп обозначают соответствующими цифрами и суффиксами -диол (две ОН-группы), -триол (три ОН-группы) и т. д. Например:



этандиол-1,2 (этиленгликоль) *пропантриол-1,2,3 (глицерин)* *бутандиол-1,3*



Нумеруем со стороны, ближайшей к гидроксильной группе в цепи.

Он имеет 8 атомов углерода, поэтому корень называется окта с суффиксом диол, потому что есть две группы ОН.

–ОН-группы расположены на третьем и пятом атомах углерода, то есть это октандиол -3,5.

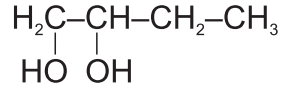
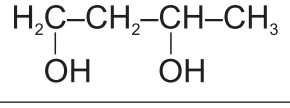
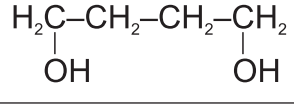
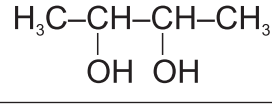
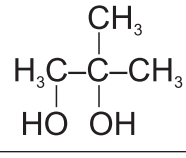
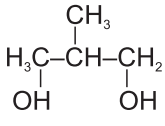
Также это соединение имеет две метильные группы на пятом и шестом атомах углерода.

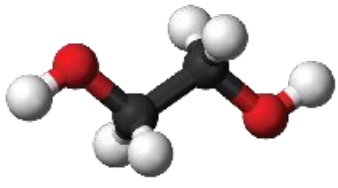
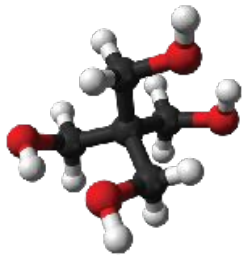
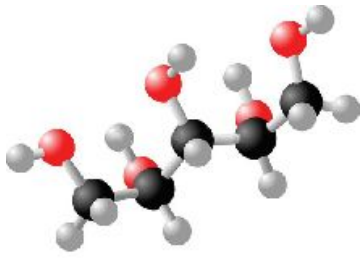
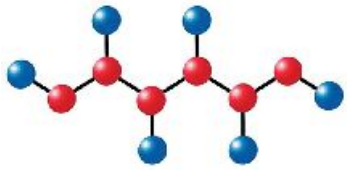
Так, по номенклатуре IUPAC его полное название – 5,6-диметилоктандиол-3,5.

Изомерия

Изомерия двухатомных спиртов определяется расположением гидроксильных групп и изомерией углеродного скелета.

В зависимости от расположения групп –ОН различают α-, β-, γ-, δ -,... диолы. По природе гидроксильных атомов углерода диолы могут быть первично-вторичными, первично-третичными, вторичными и т. д.

	*α-гликоль*	первично-вторичный	бутандиол-1,2
	*β-гликоль*	первично-вторичный	1,2-бутиленгликоль
	*γ-гликоль*	два-первичный	бутандиол-1,3
	*α-гликоль*	два-вторичный	бутандиол-1,4
	*α-гликоль*	первично-третичный	бутандиол-2,3
	*β-гликоль*	два-первичный	2-метилпропандиол -1,2

Спирты	Наименование	Формула	Физические свойства
Двух-атомные спирты (диолы)	Этиленгликоль	$HO–CH_2–CH_2–OH$ 	Прозрачная маслянистая ядовитая жидкость без запаха со сладким вкусом
Трёх-атомные спирты (триолы)	Глицерин	$C_3H_5(OH)_3$ 	Вязкая, прозрачная, сладкая на вкус жидкость. Смешивается с водой в любой пропорции
Четырёх-атомные спирты	Пентаэритрит	$C(CH_2OH)_4$ 	Кристаллический белый порошок со сладким вкусом. Растворим в воде и органических растворителях
Пяти-атомные спирты	Ксилит	$CH_2OH(CHOH)_3CH_2OH$ 	Кристаллическое бесцветное вещество со сладким вкусом. Растворим в воде, спирте, органических кислотах
Шести-атомные спирты	Сорбит (глюцит)	$C_6H_{14}O_6$ 	Сладкое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, но плохо растворимое в этаноле

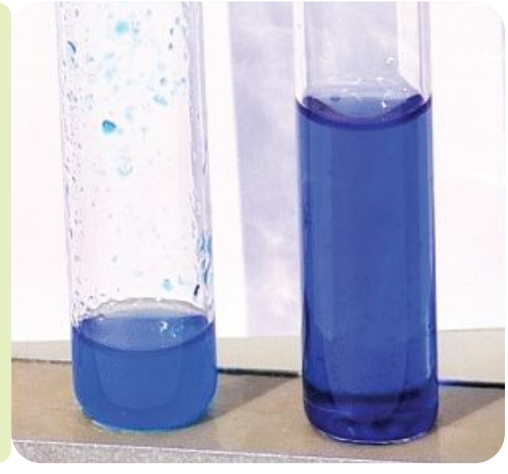
Опыт. Качественная реакция на многоатомные спирты.

Необходимое оборудование и реактивы: пробирки, гидроксид меди (II).

Ход работы:

1. Налейте в пробирку 5–6 ml глицерина.
2. Нанесите на него раствор $Cu(OH)_2$.
3. Понаблюдайте.

В результате реакции раствор приобретает характерную синюю окраску.



Получение

Получение многоатомных спиртов в лаборатории и промышленности:

1) гидратация эпоксида (получение этиленгликоля):

$$C_2H_4O + H_2O \rightarrow HO–CH_2–CH_2–OH;$$

2) взаимодействие дигалогеналкилов с раствором щелочи:

$$R–CHCl–CH_2Cl + 2NaOH \rightarrow R–CHOH–CH_2OH + 2NaCl;$$

3) окисление алкенов:

$$R–CH=CH_2 + H_2O + KMnO_4 \rightarrow R–CHOH–CH_2OH + MnO_2 + KOH;$$

4) омыление жиров (получение глицерина):

$$\begin{array}{l} CH_2–OCOR \\ | \\ CH–OCOR \\ | \\ CH_2–OCOR \end{array} + 3H_2O \rightleftharpoons \begin{array}{l} CH_2–OH \\ | \\ CH–OH \\ | \\ CH_2–OH \end{array} + 3RCOOH$$

Задания

1. Нарисуйте структурную формулу 1,2,4-бутантриола.
2. Напишите строение этиленгликоля и глицерина и рассчитайте в них σ- и π-связи.
3. Напишите уравнение реакции получения этиленгликоля.
4. Что образуется при взаимодействии глицерина с азотной кислотой и $Cu(OH)_2$? Напишите уравнения реакций. Назовите продукт реакции.

ТЕМА 4. СВОЙСТВА ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ И ГЛИЦЕРИНА

Изучаемые понятия:

- этиленгликоль;
- глицерин;
- применение многоатомных спиртов.

Каково значение антифриза для автомобиля?

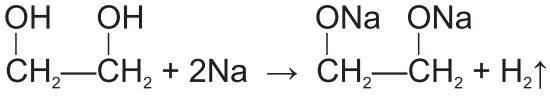
Этиленгликоль



Этиленгликоль – двухатомный спирт, простейший представитель многоатомных спиртов. Это слегка маслянистая, прозрачная, бесцветная жидкость. Он не имеет запаха и имеет сладкий вкус. Этиленгликоль токсичен. Попадание этиленгликоля или его растворов в организм человека может вызвать необратимые изменения в организме. Этиленгликоль – легковоспламеняющееся вещество, температура взрыва его паров: 120 °С.

1. Взаимодействие с щелочными металлами

При взаимодействии этиленгликоля с щелочными металлами образуются соли – гликоляты. В результате реакции этиленгликоль сначала образует моноалкоголят, затем динатриевое соединение:

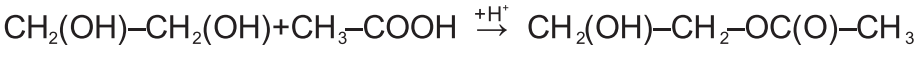


$$\underset{\text{этиленгликоль}}{CH_2(OH)-CH_2(OH)} + 2Na \rightarrow \underset{\text{гликолят натрия}}{CH_2(ONa)-CH_2(ONa)} + H_2\uparrow$$

Этиленгликоль широко используется в технике в качестве охлаждающей жидкости в системах охлаждения двигателей и компьютеров, антифризов и тормозных жидкостей. Используется в органическом синтезе.

2. Взаимодействие с органическими кислотами

В результате взаимодействия этиленгликоля с органическими кислотами образуются сложные эфиры (аналогичные глицерину):



$$CH_2(OH)-CH_2(OH)+CH_3-COOH \xrightarrow{+H^+} CH_2(OH)-CH_2-OC(O)-CH_3$$

3. Взаимодействие с галогеноводородами

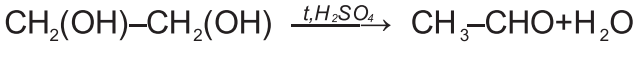
Этиленгликоль реагирует с галогеноводородами с образованием галогенидов этилена:



$$CH_2(OH)-CH_2(OH)+HHal \rightarrow CH_2(OH)-CH_2Hal+H_2O$$

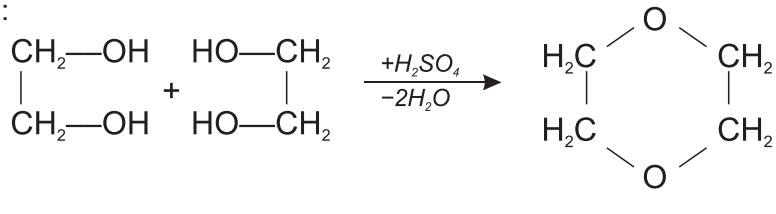
4. Дегидратация

При нагревании этиленгликоля в присутствии концентрированной серной кислоты может образоваться ацетальдегид:



$$CH_2(OH)-CH_2(OH) \xrightarrow{t,H_2SO_4} CH_3-CHO+H_2O$$

В результате дегидратации также возможно образование циклического простого эфира – диоксана:

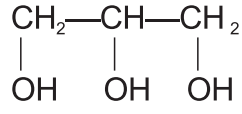


$$2\,CH_2(OH)-CH_2(OH) \xrightarrow[-2H_2O]{+H_2SO_4} \text{диоксан}$$

Какое вещество можно использовать, когда резина на дверце холодильника становится мягкой и рыхлой?

Глицерин

Глицерин – трёхатомный спирт, и по номенклатуре IUPAC его название – пропантриол-1,2,3.



Глицерин — пищевая добавка под номером Е422.

Глицерин входит в состав природных эфиров. Это бесцветная вязкая жидкость. Благодаря наличию водородных связей глицерин смешивается с водой в любой пропорции. Безводный глицерин очень гигроскопичен и при попадании на кожу вызывает ожоги, но в разбавленном состоянии его применяют в производстве косметических средств (кремов, гелей) и в пищевой промышленности для приготовления ликеров.

Кислотные свойства, то есть способность отделять протон, у глицерина выражены сильнее, чем у одно- и двухатомных спиртов.

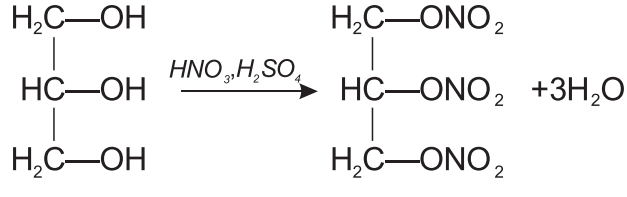
1. Взаимодействие с активными металлами

Глицерин легко вступает в химическую реакцию с щелочными металлами, образуя соли — глицераты (например, этиленгликоль и этиловый спирт). При этом могут образовываться моно-, ди- и триглицераты:

$$2C_3H_5(OH)_3 + 6Na \rightarrow 2C_3H_5(ONa)_3 + 3H_2$$

2. Взаимодействие с сильными неорганическими кислотами

При взаимодействии с сильными неорганическими кислотами проявляются основные свойства: при взаимодействии со смесью концентрированных серной и азотной кислот образуется тринитроглицерин:



$$\begin{array}{l} H_2C\text{—}OH \\ | \\ HC\text{—}OH \\ | \\ H_2C\text{—}OH \end{array} \xrightarrow{HNO_3, H_2SO_4} \begin{array}{l} H_2C\text{—}ONO_2 \\ | \\ HC\text{—}ONO_2 \\ | \\ H_2C\text{—}ONO_2 \end{array} + 3H_2O$$

Глицерин применяют как лекарственное средство в небольших концентрациях. При взаимодействии с хлористым водородом гидроксильные группы последовательно замещаются атомами хлора с образованием трихлоргидрина.

Многоатомные спирты, в отличие от одноатомных, имеют в молекуле несколько гидроксильных групп. Простейшим двухатомным спиртом является этиленгликоль, а трёхатомным спиртом – глицерин.

Как и одноатомные спирты, этиленгликоль и глицерин реагируют с щелочными металлами и галогенидами.

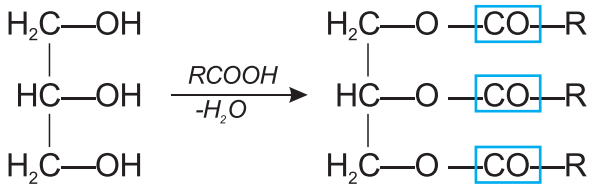
В результате реакции между глицерином и азотной кислотой образуется нитроглицерин. Нитроглицерин является сосудорасширяющим средством, поэтому он входит в состав препарата.

Сосудорасширяющее средство – расширитель кровеносных сосудов.

Качественной реакцией на многоатомные спирты является образование раствора голубого цвета при взаимодействии с гидроксидом меди (II).

3. Взаимодействие с органическими кислотами

Глицерин образует сложные эфиры. При этом могут быть получены моно-, ди- и триглицериды, а кислотные радикалы могут быть разными:



Решение типовых задач

1. Какие реакции можно использовать для внесения следующих изменений?

Хлорэтан → этилен → 1,2-дибромэтан → этиленгликоль.

Этилен можно получить из хлорэтана по реакции дегалогенирования:

$$2CH_3–CH_2–Cl + Zn \rightarrow 2CH_2=CH_2 + ZnCl_2.$$

Реакция бромирования этилена в среде неполярного инертного растворителя (часто используют четырёххлористый углерод) по механизму электрофильного сочетания позволяет получить 1,2-дибромэтан:

$$CH_2=CH_2 + Br_2 \rightarrow Br–CH_2–CH_2–Br.$$

При взаимодействии 1,2-дибромэтана с водным раствором щелочи образуется двухатомный спирт этиленгликоль:

$$Br–CH_2–CH_2–Br + 2NaOH \rightarrow HO–CH_2–CH_2–OH + 2NaBr.$$

2. Какие реакции можно использовать для внесения следующих изменений:

Глицерин → 1,2,3-трихлорпропан → глицерин → нитроглицерин.

Многоатомные спирты, например глицерин, проявляют основные свойства при взаимодействии с соляной кислотой:

$$HO–CH_2–C(OH)H–CH_2–OH + 3HCl \rightarrow Cl–CH_2–C(Cl)H–CH_2–Cl + 3H_2O.$$

При взаимодействии 1,2,3-трихлорпропана с водным раствором щелочи образуется трёхатомный спирт глицерин:

$$Cl–CH_2–C(Cl)H–CH_2–Cl + 3NaOH \rightarrow HO–CH_2–C(OH)H–CH_2–OH + 3NaCl.$$

Взаимодействие глицерина с азотной кислотой в присутствии серной кислоты приводит к образованию нитроглицерина:

$$HO–CH_2–C(OH)H–CH_2–OH + 3HO–NO_2 \rightarrow O_2N–CH_2–C(NO_2)H–CH_2— NO_2 + 3H_2O.$$

Задания

1. Напишите структурные формулы этиленгликоля и глицерина. Гомологи ли эти вещества? Прокомментируйте свой ответ.
2. Почему этиленгликоль и глицерин имеют высокую температуру кипения и хорошо растворяются в воде?
3. Определите реактив, позволяющий различать водные растворы этанола и этиленгликоля. Напишите уравнение реакции.
4. К 6,2 g этиленгликоля добавили 3,45 g натрия. Найдите объём (н.у.с.) выделившегося водорода.

ТЕМА 5. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

Изучаемые понятия:
- применение многоатомных спиртов.

Опыт 1. Определение многоатомных спиртов в детских кремах и жевательных резинках

Необходимое оборудование и реактивы: стакан, пробирки, стеклянная палочка, раствор сульфата меди (II), раствор гидроксида калия, дистиллированная вода, детский крем, жевательная резинка.

Порядок выполнения работы:

1. Налейте в химический стакан 1 ml раствора сульфата меди (II).
2. Добавьте к нему 2 ml раствора гидроксида калия.
3. Образуется синий осадок.
4. Разделите полученный осадок в 2 пробирки.
5. Положите 1 кусочек жевательной резинки в чистый стакан и залейте 2–3 ml дистиллированной воды.
7. Перемешайте стеклянной палочкой и оставьте на 15 минут.
8. В первую пробирку положите немного детского крема.
9. Добавьте содержимое стаканчика жевательной резинки во вторую пробирку.
10. Встряхните пробирки.
11. Синий осадок растворяется и образуется тёмно-синий раствор.
12. Сделайте выводы на основе увиденного.

Средства, содержащие глицерин, защищают кожу рук и обладают смягчающим эффектом! Многоатомные спирты обычно добавляют в пищевые продукты в качестве ароматизаторов, потому что они менее калорийны, чем простые сахара, и не вызывают кариеса. Примерами таких ароматизаторов являются сорбит и ксилит.

Опыт 2. Приготовление антифриза

Необходимое оборудование и реактивы: спирт (метиловый, изопропиловый или этиловый), стиральный порошок, вода, соль, ёмкость 1,5 l.

Порядок выполнения работы:

1. Налейте в пустую стеклянную тару 100–150 g спирта. Затем добавьте столовую ложку стирального порошка и половину чайной ложки соли. Закройте крышку, встряхните ёмкость в течение нескольких секунд. Подождите около 10 минут, пока исчезнет пена. Стиральный порошок нужен для удаления неприятного запаха антифриза.
2. Налейте в ёмкость воду, закройте её и несколько раз встряхните. Подождите, пока соль растворится.
3. Хранить полученную жидкость плотно закрытой. Время от времени встряхивайте контейнер несколько раз перед использованием. После этого можно использовать готовый антифриз.

Помните. Необходимо учитывать температуру воздуха. Если температура воздуха низкая, содержание алкоголя увеличивается. Каждому градусу соответствует 15 ml спирта.

4. Сделайте вывод на основе своих наблюдений.

Задание

Подготовьте проектную работу на тему «Чем вредна жевачка?».

ТЕМА 6. ФЕНОЛЫ И АРОМАТИЧЕСКИЕ СПИРТЫ

Изучаемые понятия:

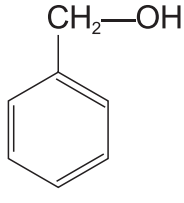
- общая формула;
- свойства;
- изомерия;
- номенклатура.

Органические соединения с кислородом, в которых атомы углерода в бензольном кольце заменены гидроксильными группами, называются фенолами.

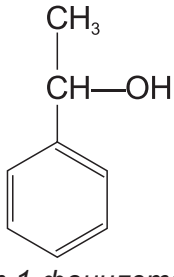
В зависимости от числа гидроксильных групп в бензольном ядре различают одно-, двух- и трёхатомные фенолы.

Одноатомные ароматические спирты — это соединения, в которых гидроксильная группа расположена в боковой цепи, то есть не связана непосредственно с бензольным ядром.

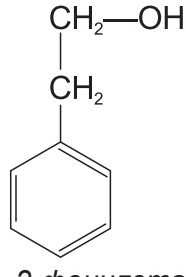
Первым представителем одноатомных ароматических спиртов является бензиловый спирт или фенилметанол. У других представителей этого ряда боковая углеродная цепь может иметь линейное (фенилэтанол или фенэтиловый спирт) или разветвлённое строение (изомерия углеродного скелета). Кроме того, существует цепная изомерия гидроксильной группы.



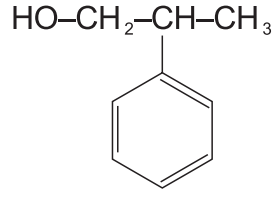
бензиловый спирт



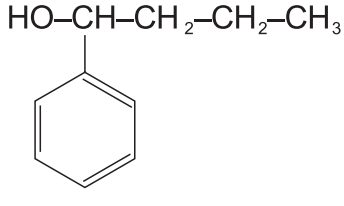
1-фенилэтанол



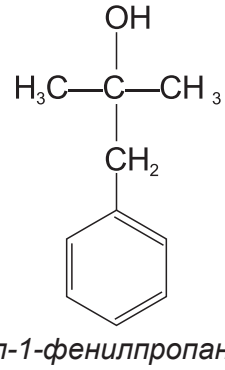
2-фенилэтанол



2-фенилпропанол-1



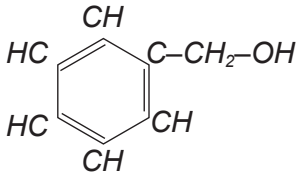
1-фенилбутанол-1



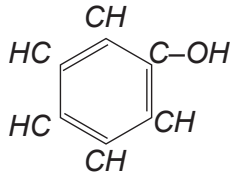
2-метил-1-фенилпропанол-2

Разница между фенолами и ароматическими спиртами

Гидроксильная группа в молекуле ароматических спиртов связана с бензольным кольцом через атомы углерода. Например, бензиловый спирт.



Гидроксильная группа в молекуле фенола непосредственно связана с бензольным кольцом. Например, фенол.



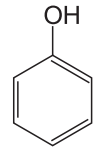
Номенклатура

Систематическое название ароматических спиртов образуется следующим образом: выбирают основную цепь, содержащую гидроксильную группу, а бензольное ядро называют фенильным радикалом.

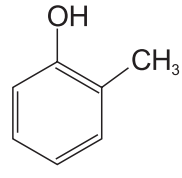
Например, бензиловый спирт по систематической номенклатуре называют фенилметанолом, но часто его углеводородную часть в виде радикала называют бензилом по радикально-функциональной номенклатуре.

Фенолы — производные ароматических углеводородов, в молекулах которых гидроксильная группа (-OH) непосредственно связана с атомами углерода бензольного кольца.

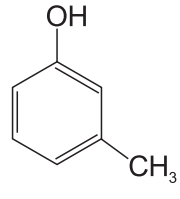
Фенолы не являются ароматическими спиртами. Простейшим представителем фенолов является гидроксибензол, который называют фенолом:



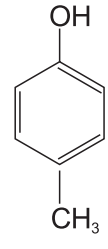
В зависимости от количества OH-групп в молекуле различают одно-, двух- и трёхатомные фенолы. Среди них наиболее известны крезолы, гидрохинон, пирогаллол.



орто-крезол

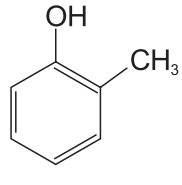


мета-крезол

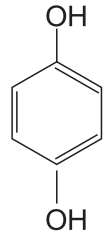


пара-крезол

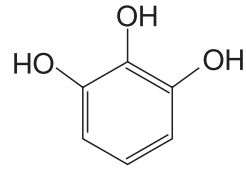
Гидроксогруппа в молекуле фенола вызывает перераспределение электронной плотности бензольного кольца как заместителя первого порядка. В результате становятся подвижными атомы водорода в 2,4,6 состояниях (орто-, пара-) в бензольном кольце. Фенолы реагируют легче, чем бензол.



орто-крезол



гидрохинон

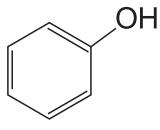


пирогаллол

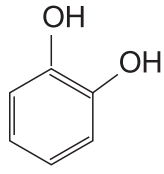
Кроме того, гомологи фенола изомерны ароматическим спиртам (межклассовая изомерия). Таким образом, крезолы и бензиловый спирт являются изомерами.

Номенклатура ароматических спиртов и фенолов

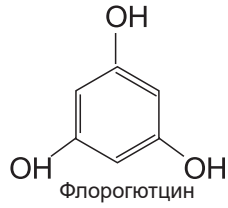
Часто используются тривиальные названия фенолов. В систематической номенклатуре название фенолов образовано от названия соответствующих аренов и суффикса -ол. Нумерация начинается с атома углерода, присоединенного к гидроксильной группе. Иногда наличие гидроксильной группы обозначается приставкой гидрокси-(окси):



Фенол
(гидроксилбензол)



Пирокатексин
(бензениол-1,2;
1,2-дигидроксибензол)



Флорогютцин
(бензентриол-1,3,5;
1,3,5-тригидроксибензол)

Бензиловый спирт — бесцветная жидкость со слегка приятным запахом; температура кипения 205,8 °C, плотность 1,0455 g/cm³. Бензиловый спирт растворяется в органических растворителях, жидком SO_2, хорошо растворяется в NH_3, в 100 g воде растворяется 4 g бензилового спирта. Его сложные эфиры входят в состав эфирного масла, придающего приятный запах большинству цветов.

Фенол — бесцветное (со временем под действием кислорода воздуха становится бледно-розовым) кристаллическое вещество с резким характерным запахом. Частично растворим в воде. Обладает сильными антисептическими свойствами. При попадании на кожу обжигает.

Фенолы	$t_{жжижения}$, ^0C	$t_{кипения}$, ^oC	Растворимость в воде при % 20 ^oC
Фенол	40,8	181,8	8,2
Пирокатехин	105	240	31,1
Резорцин	110	280,8	63,7
Гидрохинон	173,8	286,5	6,1
Пирогаллол	132,5	309	38,5

Химические свойства

1. Фенол – слабая кислота. Образует фенолаты, устойчивые в водных растворах.

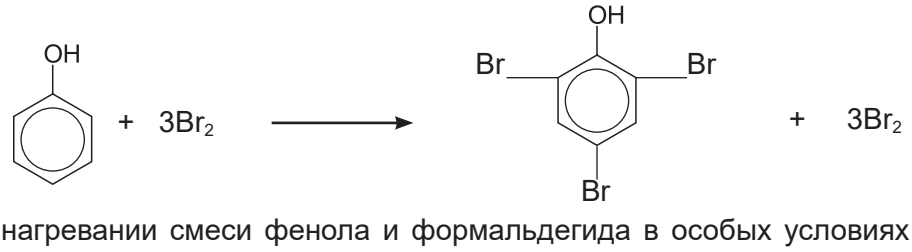
$$2C_6H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_6H_5ONa + H_2\uparrow$$

$$2C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$$

2. Фенолаты частично гидролизуются, но разлагаются под действием минеральных кислот.

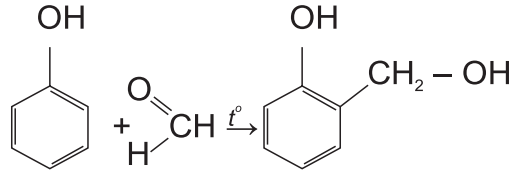
$$C_6H_5ONa + CO_2 + H_2O \rightarrow 2C_6H_5OH + NaHCO_3$$

3. Фенол обесцвечивает бромную воду.

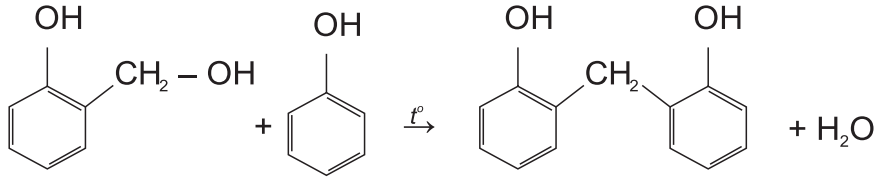


4. При нагревании смеси фенола и формальдегида в особых условиях происходит поликонденсация (дегидратация и образование полимера), в полимерной цепи происходит обмен остатками фенола и формальдегида.

На первом этапе молекула формальдегида объединяется за счёт формальдегидной двойной связи.

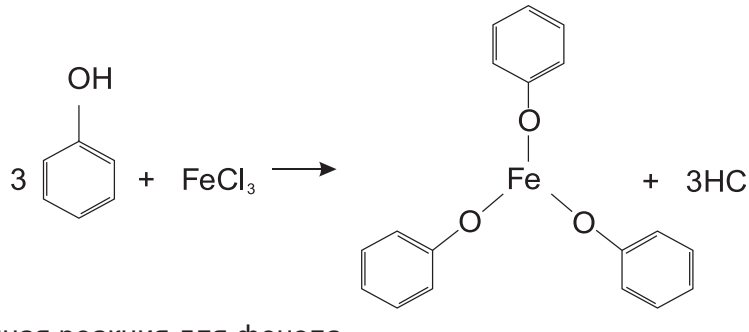


Затем карбонильная группа формальдегида превращается в гидроксильную группу. На следующем этапе гидроксильная группа заменяется новым фенильным остатком:



3. Действие ($FeCl_3$). Фенол даёт пурпурную комплексную соль с $FeCl_3$ в разбавленных растворах в воде или спирте:

$$C_6H_5OH + FeCl_3 \rightarrow [Fe(C_6H_5OH)_6]Cl_3$$



Это качественная реакция для фенола.

Задания

1. Какие вещества относятся к фенолам, а какие относятся к ароматическим спиртам?
2. Составьте структурные формулы трёх представителей фенолов.
3. Напишите изомеры 2,4,6-триметилфенола.
4. При сгорании 1,06 g органического соединения было получено 0,896 л (н.у.) углекислого газа и 0,9 g воды. Если известно, что плотность паров водорода равна 53, определите соединение и его класс.

ТЕМА 7. ФЕНОЛЫ И АРОМАТИЧЕСКИЕ СПИРТЫ. ПОЛУЧЕНИЕ. ПРИМЕНЕНИЕ

Изучаемые понятия:

• получение; • применение.

Получение

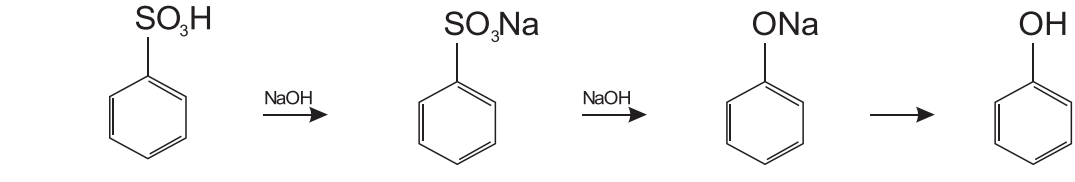
По способам получения и свойствам они почти не отличаются от алифатических углеводородов. Они резко отличаются от фенолов, поскольку являются приятно пахнущими веществами, не обладающими кислотными свойствами.

Бензиловый спирт получают гидролизом хлористого бензила:

$$C_6H_5CH_2Cl + HOH \rightarrow HCl + C_6H_5CH_2OH$$

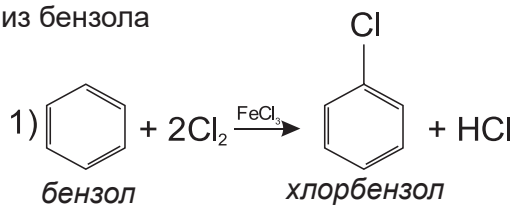
Получение фенола

1. Фенолы образуются при смешивании солей ароматических сульфокислот с едкими щелочами и нагревании (метод Кекуле):

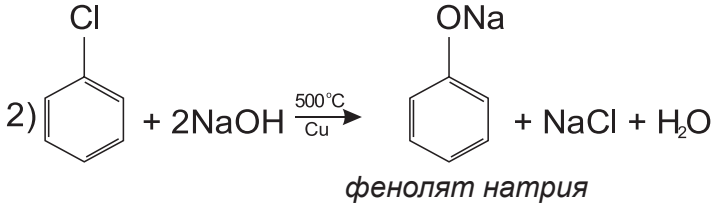


бензолсульфокислота *натриевая соль бензол-сульфокислота* *фенолят натрия* *фенол*

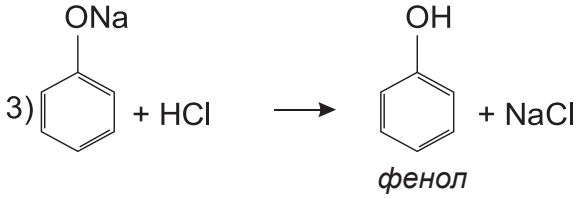
2. Получение фенола из бензола



бензол *хлорбензол*



фенолят натрия



фенол

Из каменноугольной смолы (как побочный продукт), являясь одним из компонентов каменноугольной смолы, фенол сначала подвергается воздействию раствора щелочи (образуются феноляты):

$$C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5–ONa + H_2O$$

На образовавшийся фенолят добавляют разбавленную кислоту и получают фенол:

$$C_6H_5ONa + H_2SO_4 \rightarrow C_6H_5–OH + NaHSO_4$$

Применение

Бензиловый спирт, представитель ароматических спиртов, встречается в природе в эфирных маслах. Бензиловый спирт применяют:

- в области парфюмерии;
- как растворитель лаков, красок, чернил, эпоксидов;
- при обеззараживании масляных растворов медицинских препаратов.



Другие представители ароматических спиртов: фенэтиловый спирт ($C_6H_5CH_2CH_2OH$), фенилпропиловый спирт ($C_6H_5CH_2CH_2CH_2OH$), циннамильный (коричный) спирт ($C_6H_5CH=CHCH_2OH$).

В напитки добавляют ароматические спирты, а также наполнители для придания неповторимого приятного запаха эфиров и улучшения вкуса. В частности, бензиловый спирт зарегистрирован как пищевая добавка Е1519.

Поскольку фенол токсичен, он убивает многие микроорганизмы. В медицине его 3–5% раствор (карболовая кислота) применяют как дезинфицирующее средство. Фенолфталеин, препарат на основе фенола, используется как индикатор в лаборатории, а в медицине как слабительное.

В медицине широко используются производные пирокатехина, гваякола, эвгенола, изоэвгенола, адреналина. Гидрохинон и пирогаллол используются в качестве осветлителей в фотографии.

Фенолформальдегидные смолы используются в производстве пластмасс, красок, лекарств, взрывчатых веществ и других изделий. Тринитрофенол (пикриновая кислота) используется в производстве взрывчатых веществ, а также при лечении ожогов.

Аминопласты получают конденсацией мочевины с формальдегидом. Они термореактивные. Вместе с различными наполнителями они используются при изготовлении изделий широкого применения, электроизоляционных изделий, облицовочных материалов.

Решение задач

1. При действии 4,18 g смеси бензилового спирта, крезола и фенола с большим количеством калия выделилось 448 ml (н.у.) газа. Рассчитать массовую долю фенола в исходной смеси.

Решение

$M_r(C_7H_7OH) = 108$

4,18 g x

$2C_7H_7OH + 2K \rightarrow 2C_7H_7OK + H_2$

216 g 22400 ml

4,18 g — x

216 g — 22400 ml $x = 4{,}18\ g \cdot 22400\ ml : 216\ g = 433{,}5\ ml$

$M_r(C_6H_5OH) = 94$

4,18 g x

$2C_6H_5OH + 2K \rightarrow 2C_6H_5OK + H_2$

188 g 22400 ml

4,18 g — x

188 g — 22400 ml $x = 4{,}18\ g \cdot 22400\ ml : 188\ g = 498\ ml$

433,5 — 448 — 498

498 – 448 = 50

14,5 + 50 = 64,5 — 100%

448 – 433,5 = 14,5 — x $\omega = 22{,}5$

Ответ: массовая доля фенола равна 22,5.

Задания

1. Напишите изомеры вещества состава $C_8H_{10}O$, относящегося к классу ароматических спиртов и фенолов. Назовите их по международной номенклатуре.
2. Напишите реакцию фенола с азотной кислотой, назовите образующиеся вещества по международной номенклатуре.
3. Найдите соотношение σ- и π-связей в трёхатомном ароматическом спирте (1,3,5-триолбензоле).
4. При взаимодействии 2 молей фенола с хлором после реакции образовалось 146 g газа. Найдите число атомов, замещенных водородом в бензольном кольце.

ТЕМА 8. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

Изучаемые понятия:

- общая формула;
- изомерия;
- номенклатура;
- свойства;
- получение;
- применение.

Простые эфиры представляют собой органические соединения с общей формулой R-O-R^1, в которых два углеводородных радикала связаны атомом кислорода.

Если радикалы в молекуле эфира одинаковы, их называют **симметричными простыми эфирами**:

$CH_3 – O – CH_3$ диметиловый эфир

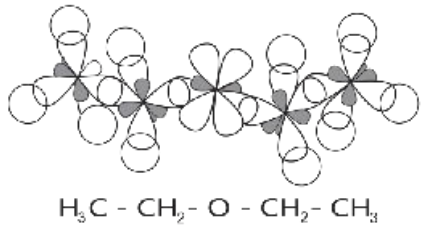
$C_2H_5 – O – C_2H_5$ диэтиловый эфир

Если радикалы в молекуле разные, их называют **смешанными эфирами**:

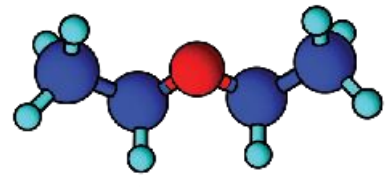
$CH_3 – O – C_2H_5$ метил-этиловый эфир

$CH_3 – O – C_3H_7$ метил-пропиловый эфир

Атомы углерода в насыщенных эфирах находятся в состоянии sp3-гибридизации, а если углеводородный радикал имеет двойную связь, то в состоянии sp2-гибридизации. В качестве примера приведем структуру диэтилового эфира:



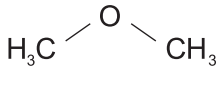
$H_3C - CH_2 - O - CH_2 - CH_3$



$H_3C - CH_2 - O - CH_2 - CH_3$

Эфиры могут быть насыщенными, ненасыщенными, циклическими, ароматическими

Насыщенные эфиры



H_3C – O – CH_3

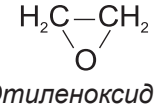
Диметиловый эфир

Ненасыщенные эфиры

$CH_2 = CH – O – CH = CH_2$

Дивиниловый эфир

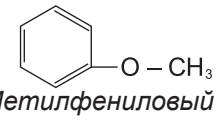
Циклические эфиры



$H_2C – CH_2$, O

Этиленоксид элоксид

Ароматические эфиры



O – CH_3

Метилфениловый эфир

Изомерия простых эфиров

Изомерия углеродного скелета

$CH_3–CH_2–O–CH_2–CH_3$

Диэтиловый эфир

$CH_3–O–CH_2–CH_2–CH_3$

Метилпропиловый эфир

Межклассовая изомерия

$CH_3–CH_2–O–CH_2–CH_3$

Диэтиловый эфир

$CH_3–CH_2– CH_2–CH_2–OH$

Бутиловый спирт

По номенклатуре IUPAC в названии простых эфиров считается большой радикал как предельный углеводород, а к его названию добавляется название второго радикала (спиртовая группа R–O–).

Например: $CH_3 – O – C_2H_5$ метоксиэтан.

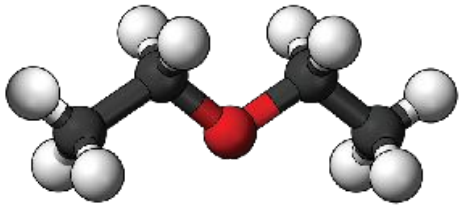
В простых эфирах, помимо радикальной изомерии, существует еще и новая метамерная изомерия. В этом случае общая формула та же, но структурные формулы разные.

Например:

$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2OH$ бутиловый спирт,

$CH_3 – O – C_3H_7$ метил-пропиловый эфир,

$C_2H_5 – O – C_2H_5$ диэтиловый эфир.



Получение простых эфиров

Простые эфиры получают реакцией натриевых спиртов с галогеналкилами (метод Вильямсона):

$$RONa + R`Cl \rightarrow R –O –R` + NaCl$$

Диэтиловый эфир, наиболее важный эфир, получают обработкой этилового спирта избытком серной кислоты:

$$C_2H_5OH + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_5OSO_3H + H_2O$$

$$C_2H_5OSO_3H + C_2H_5OH \xrightarrow{140\ ^\circ C} C_2H_5–O–C_2H_5 + H_2SO_4$$

На второй стадии реакции при воздействии другого спирта образуется смешанный эфир:

$$C_2H_5OSO_3H + CH_3OH \xrightarrow{140\ ^\circ C} C_2H_5–O–CH_3 + H_2SO_4$$

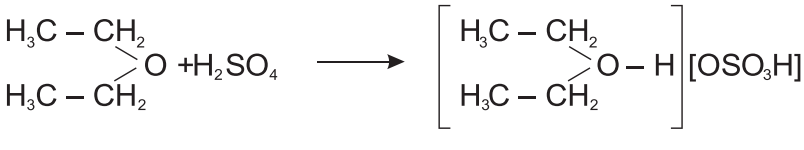
При нагревании спирта под действием Al_2O_3 при 300 °C вода удаляется и образуется простой эфир:

$$2C_2H_5OH \xrightarrow{Al_2O_3,300\ ^\circ C} C_2H_5–O–C_2H_5 + H_2O$$

Физические свойства. Первые два простейших представителя – диметиловый эфир и метилэтиловый эфир – при нормальных условиях являются газами, остальные – жидкостями.

Химические свойства. Сложные эфиры являются устойчивыми веществами, не вступающими в реакцию в обычных условиях. Они не изменяются под действием щелочей и разбавленных кислот, поэтому их используют в качестве растворителей во многих реакциях.

1. Простые эфиры под действием концентрированных кислот образуют солеподобные вещества, они неустойчивы и называются оксонными соединениями:



2. Простые эфиры разлагаются на спирт и галоалкил под действием концентрированной йодной кислоты:

$$CH_3\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HO(CH_2)_3CH_3 + HI \rightarrow CH_3\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + CH_3(CH_2)_3I$$

Если эту реакцию проводить при высокой температуре, спирт также превращается в галогеналкил.

В нормальных условиях на эфиры не действуют щелочные металлы, поэтому эфиры сушат металлическим натрием. Под действием натрия при высокой температуре разлагается на спирты и металлоорганические соединения.

$$C_2H_5–O–C_2H_5 + 2Na \rightarrow C_2H_5ONa + C_2H_5Na$$

Применение

Диэтиловый эфир

В медицине используется как препарат с общеанестезирующим действием. Ингаляционная анестезия применяется в хирургической практике, а местная в стоматологической практике при подготовке к пломбированию, при лечении кариозных полостей зубов и корневых каналов.

В связи с постепенным разложением диэтилового эфира необходимо строго соблюдать указанные сроки хранения.

Диэтиловый эфир применяют как растворитель нитратов целлюлозы при производстве бездымного пороха, природных и синтетических смол, алкалоидов.

Применяется в качестве экстрагента для разделения плутония и продуктов его деления при производстве и переработке ядерного топлива, при выделении урана из руд.

Он используется в качестве компонента топлива в авиационных двигателях. Используется в бензиновых двигателях внутреннего сгорания в суровых зимних условиях.

Диметиловый эфир

Применяется для производства диметилсульфата как растворитель и экстрактор, охлаждающая жидкость, топливо для газовой сварки и резки, для удаления примесей в косметике.

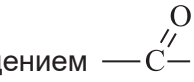
Задания

1. Объясните отличие строения, физико-химических свойств простых эфиров от спиртов (приведите соответствующие химическим свойствам реакции).
2. Напишите строение всех изомеров простого эфира общей формулы $C_6H_{14}O$ и назовите их по систематической номенклатуре.
3. Определите число связей C–C, C–H и гибридизованных орбиталей, участвующих в образовании связи в пропилбутиловом эфире.
4. Определить массовую долю (%) атомов углерода в простом эфире, содержащем 24 sp^3-гибридизированные орбитали.

ТЕМА 9. ОКСОСОЕДИНЕНИЯ. АЛЬДЕГИДЫ. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

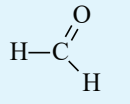
Изучаемые понятия:

- общая формула;
- номенклатура;
- свойства;
- получение;
- применение.

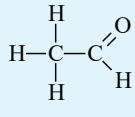
Соединения, содержащие карбонильную группу >C=O, называются оксосоединениями. Альдегиды и кетоны относятся к классу оксосоединений. Альдегидная функциональная группа в молекуле, т. е. соединения, образованные замещением , называются альдегидами (кроме муравьиного альдегида).

Номенклатура. При наименовании альдегидов широко используется тривиальная номенклатура. В этом случае достаточно заменить слово «кислота» в названии соответствующей угольной кислоты на «альдегид». Например, муравьиный альдегид соответствует муравьиной кислоте, уксусный альдегид соответствует уксусной кислоте.

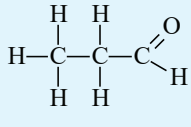
По систематической номенклатуре это обозначается добавлением суффикса -аль к соответствующему алкану. Например, пропионовый альдегид называется пропаналью, бутановый альдегид называется бутаналем.



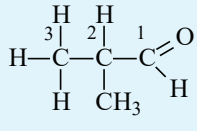
Муравьиный альдегид (формальдегид) или метаналь



Уксусный альдегид или этаналь



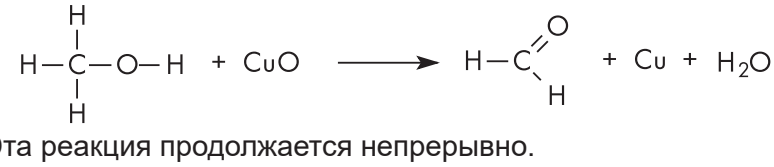
Пропионовый альдегид или пропаналь



Изомасляный альдегид или 2-метилпропаналь

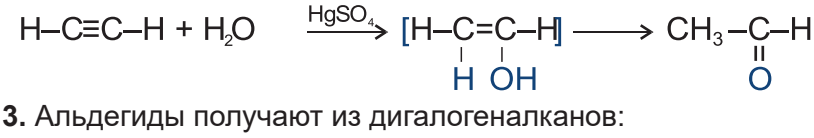
Способы получения

1. Окисление первичных спиртов. При окислении первичных спиртов образуются альдегиды; при окислении метанола оксидом меди (II) образуется формальдегид:



Эта реакция продолжается непрерывно.

2. Гидратация ацетилена. Ацетилен связывает молекулу воды и образует уксусный альдегид (реакция М. Г. Кучерова):



3. Альдегиды получают из дигалогеналканов:

$$CH_3CHCl_2 + 2NaOH \rightarrow CH_3CHO + 2NaCl + H_2O$$

Физические свойства. Первым представителем альдегидов является альдегид (формальдегид) – газ с резким запахом, который при нормальных условиях связывается. Низшие представители альдегидов – жидкие вещества, легко растворимые в воде и органических растворителях. Верхние представители – твёрдые вещества. По мере увеличения их молекулярной массы температура кипения увеличивается.

Поскольку альдегиды не имеют межмолекулярных водородных связей, их температура кипения относительно ниже, чем у соответствующих спиртов и карбоновых кислот.

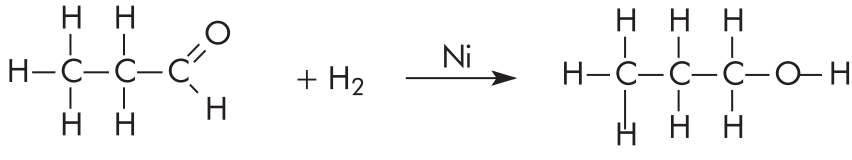




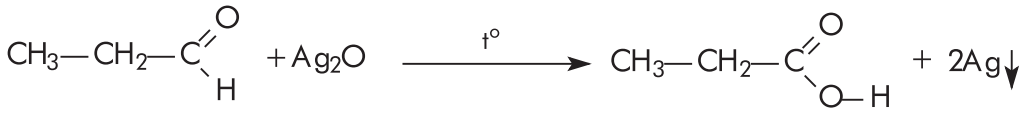
Химические свойства. Альдегиды легко вступают в химические реакции.

Для альдегидов характерны реакции сочетания, конденсации и окисления.

Реакции присоединения. Альдегиды могут связывать водород в присутствии никелевого катализатора. При этом из альдегидов образуются соответствующие первичные спирты:

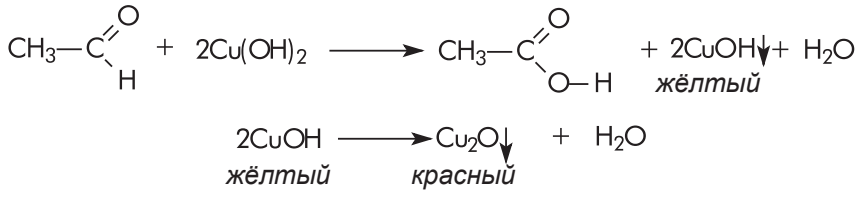


Окисление альдегидов. Альдегиды – легко окисляемые соединения. Они легко окисляются даже в присутствии кислорода воздуха или слабых окислителей, например аммиачного раствора оксида серебра и гидроксида меди (II). Окисление альдегидов аммиачным раствором оксида серебра называют реакцией «серебряного зеркала». Эта реакция является качественной реакцией альдегидов:



Восстановленное серебро образует на стенках пробирки блестящий слой, а альдегид окисляется и превращается в соответствующую органическую кислоту.

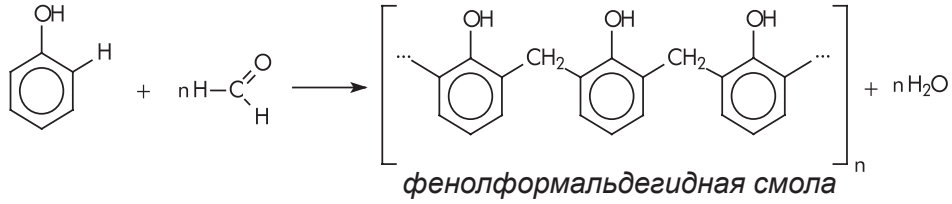
Другой характерной реакцией является окисление альдегидов гидроксидом меди ($Cu(OH_2)$). Если к окрашенному воздухом осадку гидроксида меди ($Cu(OH_2)$) прибавить раствор альдегида и смесь нагреть, то сначала образуется жёлтый осадок гидроксида меди (CuOH), а при продолжении нагревания он превращается в красную медь Cu_2O.



Эта реакция, как и реакция «серебряного зеркала», характерна для альдегидов.

При нагревании альдегида с фенолом в присутствии катализаторов (кислоты или основания) происходит реакция поликонденсации, в результате которой образуются фенолформальдегидная смола и вода.

Реакцией поликонденсации называется процесс, при котором большие молекулы образуются из молекул с малой молекулярной массой, а также с выделением дополнительных веществ (воды, спирта).



фенолформальдегидная смола

Альдегиды широко используются в качестве сырья для синтеза различных продуктов. Формальдегид (производится в больших количествах) при производстве различных смол (фенолформальдегидных и др.), лекарственных препаратов (уротропин). Ацетальдегид является сырьём для синтеза уксусной кислоты, этанола и различных производных пиридина. Многие альдегиды (бутирин, корица и др.) входят в состав духов.

Задания

1. При взаимодействии раствора оксида серебра в аммиаке с массой 6,6 g неизвестного альдегида выделилось 32,4 g серебра. Дайте определение альдегиду.
2. Смесь паров этанола и воздуха пропускали над нагретой медью. При взаимодействии полученного органического продукта с $Cu(OH)_2$ образовалось 115,2 g красного осадка. Определите массу (g) спирта, участвующего в реакции.
3. При добавлении к раствору неизвестного вещества гидроксида меди $Cu(OH_2)$ образовывался жёлтый осадок, который постепенно краснел. Определите неизвестное вещество.
4. С какими веществами реагируют альдегиды?

A) медь (II)-гидроксид
B) сульфат калия
C) раствор оксида серебра (I) в аммиаке
D) водород (катализатор; t˚)
E) гидроксид меди (I)

ТЕМА 10. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. РЕАКЦИИ, ХАРАКТЕРНЫЕ ДЛЯ СПИРТОВ И АЛЬДЕГИДОВ

Изучаемые понятия:

- реакция, характерная для спиртов;
- реакция, характерная для альдегидов.

Необходимое оборудование и реактивы: пробирка, штатив для пробирок, спиртовая лампа, держатель для пробирок, спички, химический стакан, глицерин, вода дистиллированная, раствор медного купороса, раствор едкого натра, раствор формалина.

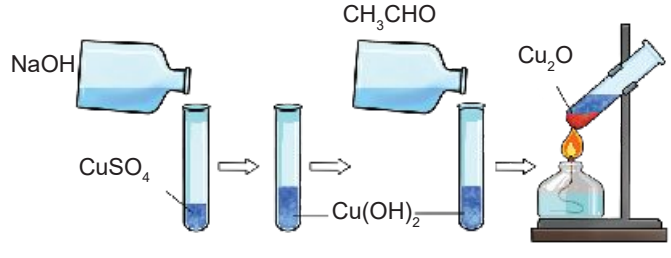
Опыт 1. Качественная реакция на глицерин многоатомного спирта – взаимодействие глицерина с гидроксидом меди (II).

В пробирку добавляют 2–3 капли раствора сульфата меди и 4–5 капель раствора едкого натра. Наблюдают образование голубого осадка гидроксида меди. Добавьте в воду несколько капель глицерина. Обратите внимание на исчезновение осадка и изменение цвета полученного раствора глицерата меди. Запишите свои наблюдения.

Опыт 2. Качественная реакция на альдегиды.

Взаимодействие формальдегида со свежеприготовленным раствором гидроксида меди (II).

В пробирку наливают 1 ml раствора гидроксида натрия и добавляют несколько капель раствора сульфата меди (II). Напишите уравнение этой реакции.



$$R-\underset{\underset{H}{|}}{\overset{\overset{O}{\|}}{C}} + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ} R-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{O}{\|}}{C}} + 2CuOH\downarrow + H_2O$$

Затем в ту же пробирку наливают 1 ml раствора формалина, фиксируют в пробиродержателе и медленно нагревают в спиртовке.

Напишите наблюдения и уравнение реакции, сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Какие органические вещества входят в классы спиртов и альдегидов?
2. Что такое функциональная группа? Назовите функциональные группы, входящие в состав спиртов и альдегидов.
3. Какое вещество образуется при окислении альдегидов?

Задания

1. 2,5 mol этиленгликоля прореагировали с металлическим натрием. Рассчитайте массу газа, образовавшегося в результате реакции.
2. Если 18,4 g глицерина подвергнуть воздействию (достаточного количества) металлического натрия, сколько литров газа выделится?
3. Над нагретой медью обжигали смесь паров метанола и воздуха. При взаимодействии полученного органического продукта с $Cu(OH)_2$ образовалось 121,5 g жёлтого осадка. Определите массу (g) спирта, вступившего в реакцию.

ТЕМА 11. КЕТОНЫ. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

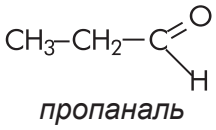
Изучаемые понятия:

- общая формула;
- номенклатура;
- свойства;
- получение;
- применение.

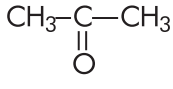
Соединения, содержащие карбонильную группу, соединенную двумя углеводородными радикалами, называются кетонами.

Общая формула предельных алифатических альдегидов и кетонов $-C_nH_{2n}O$, то есть альдегиды и кетоны с одинаковыми атомами углерода являются изомерными веществами.

Например, следующие альдегид и кетон соответствуют формуле C_3H_6O:

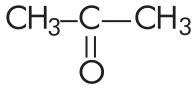


пропаналь

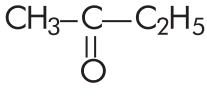


ацетон

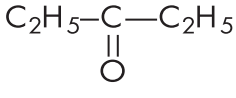
Номенклатура. Названия простых кетонов образуются прибавлением к названию радикалов, связанных с карбонильной группой, слова кетон. Если радикалы разные, то первым упоминается меньший радикал, а в конце прибавляется слово кетон. Например:



диметилкетон

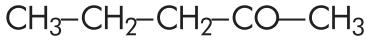


метилэтилкетон

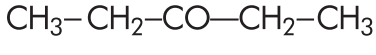


диэтилкетон

Изомерия кетонов сопровождается изменением числа атомов углерода в боковых радикалах.



метилпропилкетон



диэтилкетон

Кетоны характеризуются изомерией углеродного скелета, изомерией положения карбонильной группы и межклассовой изомерией.

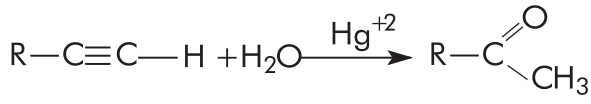
Самые важные кетоны

Наименование	Формула	Температура плавления	Температура
Ацетон (диметилкетон)	C_3H_6O	−95 °C	56,1 °C
Метилэтилкетон	C_4H_8O	−86 °C	80 °C
Диэтилкетон	$C_5H_{11}O$	−40 °C	102 °C
Ацетофенон	C_8H_8O	19 °C	202 °C
Бензофенон	$C_{13}H_{10}O$	47.9 °C	305,4 °C
Циклогексанон	$C_6H_{10}O$	−16.4 °C	155,65 °C
Диацетил	$C_4H_6O_2$	−3 °C	88 °C
Ацетилацетон	$C_5H_8O_2$	−23 °C	140 °C

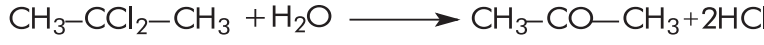
Получение

Гидратация алкинов

1. Кетоны получают гидратацией алкинов (кроме ацетилена).



2. Гидролизом дигалоидных алканов, один углерод которого содержит два галогена (соединения без галогенов на периферийных атомах углерода):



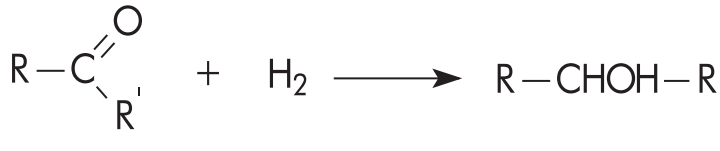
Физические свойства. Низшие представители кетонов, как и альдегиды, хорошо растворимы в воде и имеют специфический неприятный запах. Агрегатное состояние кетонов изменяется подобно альдегидам: вначале они жидкие, а длинномолекулярные вещества твёрдые, растворимые. Жидкости хорошо растворяются в воде. Запах неприятный. Характерной особенностью жидких кетонов является их высокая летучесть по сравнению со спиртами и карбоновыми кислотами.

Кетоны токсичны. В то же время кетоны принимают участие в обмене веществ живых организмов и в дыхательных реакциях тканей.

Разница между альдегидами и кетонами определяется реакцией «серебряного зеркала».

Химические свойства. Кетоны, как и альдегиды, вступают в реакции присоединения и окисления. Способность вступать в реакцию слабее, чем у альдегидов. В результате реакций восстановления и гидрирования кетоны превращаются во вторичные спирты. Они с трудом окисляются до карбоновых кислот. Аммиак, гидросульфиты, ортосиликат H_4SiO_4 – и HCN – взаимодействуют с цианистыми кислотами, гидразином, гидроксиламином и др.

Реакции присоединения. Кетоны присоединяют водород в присутствии катализатора с образованием вторичных спиртов:



Кетоны окисляются только под действием сильных окислителей ($KMnO_4$ или $K_2Cr_2O_7$).

Ацетон (диметилкетон) $CH_3–CO–CH_3$ бесцветная жидкость с температурой кипения 56,5°C. Ацетон получают из кальциевой соли уксусной кислоты, которая образуется при сухом сжигании древесины. Ранее этот метод считался единственным способом получения ацетона. В настоящее время в промышленности существует несколько эффективных способов получения ацетона. Например, ацетон можно получить непосредственно из самой уксусной кислоты. Для этого над катализаторами пропускают пары CH_3COOH (Al_2O_3). Ацетон широко используется в промышленности. Применяется в больших количествах как растворитель в производстве хлоро- и йодоформа, кислот, ацетата шёлка.

Решение типовых задач

Найдите неизвестный кетон, если для восстановления 23,2 g неизвестного кетона до спирта требуется 8,96 l водорода.

Решение задачи. Реакция протекает следующим образом:

$$C_nH_{2n}O + H_2 \longrightarrow C_nH_{2n+1}OH$$

Из реакции видно, что 1 mol водорода реагирует с 1 молем кетона.
Поэтому находим массу водорода и составляем пропорцию.

$$n = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ моля водорода}$$

если 0,4 mol водорода ——— вступит в реакцию с 23,2 g кетона
1 mol водорода ——— вступает в реакцию с кетоном x g

$$x = \frac{23,2 \cdot 1}{0,4} = 58$$

Исходя из общей формулы кетонов, мы можем найти состав вещества.
$C_nH_{2n}O$: 14n+16 = 58

$$n = \frac{58-16}{14} = 3$$

Ответ: 3-углеродный кетон ацетон (диметилкетон).

Задания

1. Изомерами какой группы веществ являются кетоны?
2. Объясните сходство и различие между кетонами и альдегидами.
3. Почему кетоны нельзя превратить обратно в первичный спирт?
4. Напишите структурные формулы кетонов состава $C_5H_{10}O$ и назовите их.
5. Какие из приведённых спиртов, содержащих $C_5H_{11}OH$, могут быть окислены до кетонов?

a) 2-метилбутанол-1; b) 3-метилбутанол-2; c) 2-метилбутанол-2;
d) 2,2-диметилпропанол-1; e) 3-метилбутанол-1; f) пентанол-3.

6. Какие из приведённых спиртов, содержащих $C_6H_{13}OH$, окисляются до кетонов?

a) 2-этилбутанол-3; b) 3-этилбутанол-2; c) 2,3-диметилбутанол-2;
d) 2,2-диметилпропанол-1; e) 3-метилпентанол-1; f) пентанол-3.

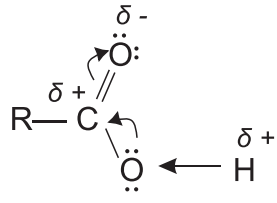
7. Найдите неизвестный кетон, если для восстановления 36 g неизвестного кетона до спирта требуется 11,2 l (при н. у.) водорода.

ТЕМА 12. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

Изучаемые понятия:

- общая формула;
- номенклатура;
- свойства;
- получение;
- применение.

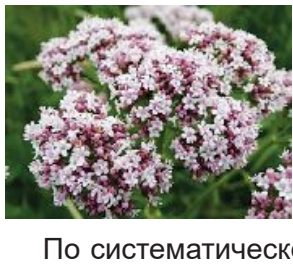
Вещества с карбоксильной группой COOH в молекуле называются карбоновыми кислотами. Карбоксильная группа объединяет две функциональные карбонильную и гидроксильную группы, которые взаимодействуют друг с другом:



Атом углерода карбоксильной группы находится в состоянии sp^2-гибридизации, образуя три σ- и одну π-связь.

Органические вещества, содержащие в своей молекуле одну карбоксильную группу, (—C(=O)—O—H) соединенную с насыщенным углеводородным радикалом, называются одноосновными насыщенными карбоновыми кислотами.

Номенклатура. При наименовании предельных одноосновных кислот часто используются их тривиальные названия, указывающие на сырьё, из которого получена кислота. Например, их первый представитель H–COOH называется муравьиной кислотой, потому что первоначально он был выделен из муравья. Точно так же валериановую кислоту получают из корня растения валерианы.

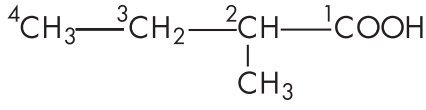





По систематической номенклатуре название кислот образуется прибавлением слова кислота к названию соответствующего углеводорода:

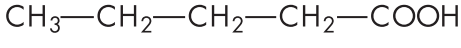
Формула	Тривиальная номенклатура	Систематическая номенклатура
H—COOH	муравьиная кислота	метановая кислота
CH_3—COOH	уксусная кислота	этановая кислота
CH_3—CH_2—COOH	пропионовая кислота	пропановая кислота
CH_3—CH_2—CH_2—COOH	масляная кислота	бутановая кислота
CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—COOH	валериановая кислота	пентановая кислота
CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—COOH	капроновая кислота	гексановая кислота
CH_3—$(CH_2)_{14}$—COOH	пальмитиновая кислота	гексадекановая кислота
CH_3—$(CH_2)_{16}$—COOH	стеариновая кислота	октадекановая кислота

При наименовании представителей с разветвленной цепью: сначала выбирается самая длинная цепь и нумеруется по карбоксильной группе. В этом случае карбоксильная группа является первой. Число атомов углерода, в котором расположены радикалы в разветвленной части цепи, называется числом радикала. Название алкана и слово кислота добавляются в соответствии с числом атомов углерода в основной углеродной цепи. Например:

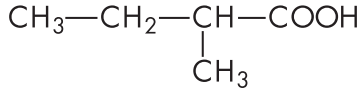


2-метилбутановая кислота

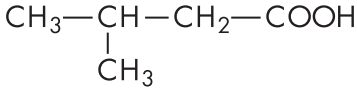
Изомерия. Насыщенные карбоновые кислоты образуются за счёт разветвления углеродной цепи:



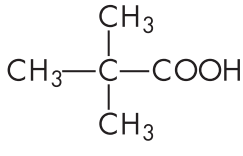
пентановая кислота



2-метилбутановая кислота



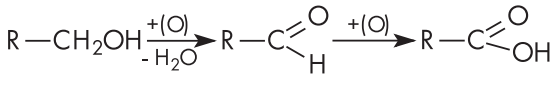
3-метилбутановая кислота

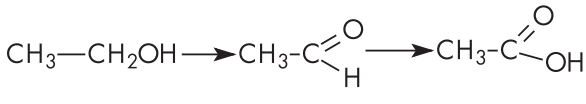


2,2-диметилпропановая кислота

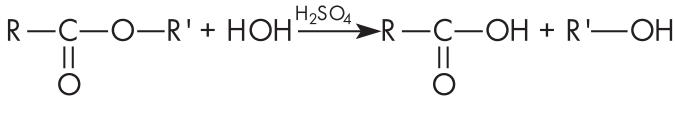
Способы получения

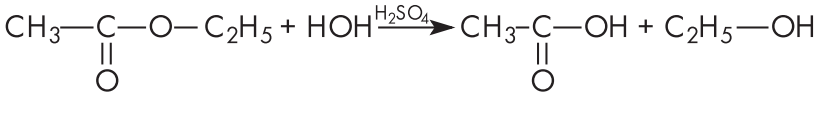
1. При окислении первичных спиртов сначала образуется альдегид, а затем кислота. При этом количество атомов углерода не меняется:





2. Карбоновую кислоту можно получить гидролизом сложных эфиров:



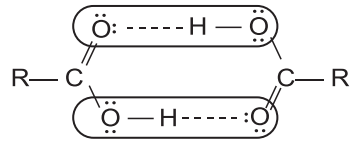


3. Соли соответствующих карбоновых кислот можно обработать сильными неорганическими кислотами:



Физические свойства. В жидком состоянии и в растворах молекулы карбоновой кислоты образуют межмолекулярные водородные связи. Водородные связи вызывают притяжение и связывание молекул карбоновой кислоты.

Молекулы карбоновых кислот соединены в димеры водородными связями.



Это приводит к увеличению растворимости в воде и повышению температуры кипения низших карбоновых кислот.

С увеличением молекулярной массы растворимость кислот в воде уменьшается.

Химические свойства. Карбоновые кислоты обладают теми же свойствами, что и неорганические кислоты, реагируя с металлами, оксидами металлов и щелочами с образованием солей.

$$2R—COOH + 2Na \longrightarrow 2R—COONa + H_2$$

$$2CH_3—COOH + 2Na \longrightarrow 2CH_3—COONa + H_2$$

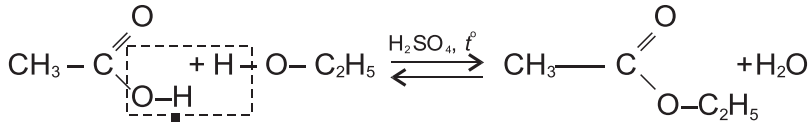
$$R—COOH + NaOH \longrightarrow R—COONa + H_2O$$

$$C_2H_5—COOH + NaOH \longrightarrow C_2H_5—COONa + H_2O$$

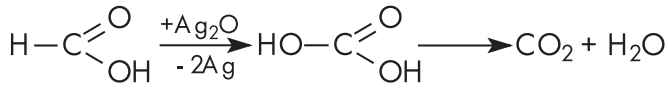
$$2R—COOH + MgO \longrightarrow (R—COO)_2Mg + H_2O$$

$$2CH_3—COOH + MgO \longrightarrow (CH_3—COO)_2Mg + H_2O$$

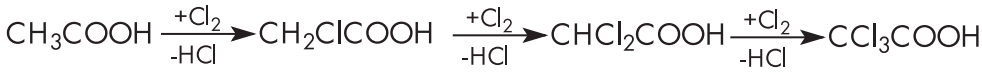
Замена гидроксила в карбоксиле остатком спирта приводит к образованию сложных эфиров. Самый простой способ образования сложных эфиров — нагревание кислот со спиртами (в присутствии H_2SO_4):



Благодаря тому, что карбоксильная группа муравьиной кислоты непосредственно связана с водородом, её можно считать одновременно и кислотой, и альдегидом. Он подвергается реакции «серебряного зеркала», характерной для альдегидов:

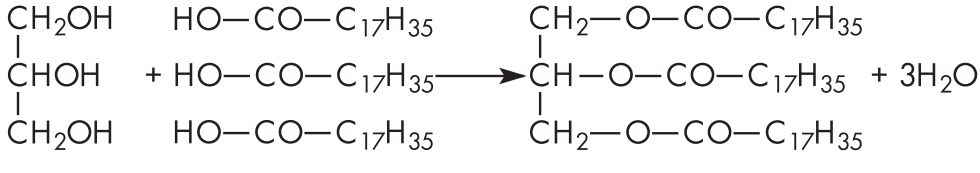


Реакции с обменом водорода можно объяснить воздействием галогенов на солнечный свет. В этом случае один или несколько атомов водорода в радикале замещаются галогеном, в результате чего получается кислотное производное.



хлорическая уксусная кислота *дихлорическая уксусная кислота* *трихлорическая уксусная кислота*

Высшие карбоновые кислоты вступают в реакцию этерификации с глицерином с образованием жиров:



Задания

1. Почему в промышленности из натуральных фруктов и овощей не получают карбоновые кислоты? Прокомментируйте свое мнение.

2. Какими способами получают карбоновые кислоты в промышленности?

3. *Практическая проектная работа.* Возьмите лимонную кислоту. Основным источником карбоновых кислот является растительное сырьё и продукты его переработки.

Карбоновые кислоты содержатся в ягодах, овощах, в том числе в корнеплодах и зелени. Наряду с сахаром и ароматическими соединениями они обеспечивают вкус и аромат фруктов.

Лимонная кислота представляет собой кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде и этаноле, мало растворимый в диэтиловом эфире. Это слабая органическая трёхосновная карбоновая кислота с молекулярной формулой $C_6H_8O_7$.

Лимонная кислота широко используется в быту. Карл Шелер внес большой вклад в создание этого продукта. В 1784 году шведскому аптекарю Карлу Шелли удалось выделить его из незрелых плодов лимонной травы. Он стал широко использоваться в качестве пищевой добавки три века спустя, в 1960 году, после того, как был выделен из цитрата кальция.

Первые образцы лимонной кислоты были получены из плодов лимонного дерева, позже её удалось выделить из незрелых плодов лимона и других цитрусовых, различных ягод и даже хвойных деревьев. В настоящее время лимонную кислоту производят искусственно — путём синтеза сахаристых веществ штаммом плесени.

Процесс извлечения лимонной кислоты из природных источников требует терпения и времени, а по внешнему виду он немного отличается от лимонной кислоты промышленного производства.

Необходимое оборудование и вещества: 1 большая и 1 маленькая миска, вода, 3–4 лимона.

Порядок выполнения работы

1. Выжмите лимонный сок. Для этого разрежьте фрукт пополам. Отрезанную часть раздавите и выдавите сок.
2. Налейте воду в глубокую миску. Она используется как водяная баня.
3. Процедите сок через марлю.
4. Перелейте в неглубокую тарелку.
5. Поставьте глубокую кастрюлю на огонь и вскипятите воду.
6. Поместите маленькую миску с соком в глубокую миску.
7. Продолжайте кипятить, пока не испарится жидкая часть сока. Процесс может длиться 3–4 ч. Проконтролируйте количество воды в емкости, служащей водяной баней.
8. Когда жидкая часть сока полностью выпарится, в емкости останутся только кристаллы.
9. Подготовьте резюме и отчет о проделанной работе.
10. Подготовьте схематическую информацию о целях использования лимонной кислоты в хозяйстве.

ТЕМА 13. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Закрепляемые понятия:

• свойства и получение карбоновых кислот.

1. Какая масса (g) уксусной кислоты потребуется для нейтрализации 200 g 40%-ного раствора едкого натра?

Решение задачи. Прежде всего рассчитаем массу натриевой щелочи в растворе:

$$\begin{cases} 200\ g \text{ раствора составляет} — 100\% \\ x\ g \text{ масса щелочи} — 40\% \end{cases}$$

$$x = \frac{40\% \cdot 200\ g}{100\%} = 80\ g$$

После расчёта массы щелочи в растворе уравнение реакции записывается и уравнивается:

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

На основании реакции вычисляем молекулярные массы щелочи и кислоты, участвующих в процессе, и составляем пропорцию:

$$\begin{cases} \text{На нейтрализацию } 60\ g \text{ уксусной кислоты необходимо} — 40\ g\ NaOH. \\ \text{На нейтрализацию } x\ g \text{ кислоты необходимо} — 80\ g\ NaOH. \end{cases}$$

$$x = \frac{80\ g \cdot 60\ g}{40\ g} = 120\ g$$

Так, 80 g щелочи могут нейтрализовать 120 g кислоты.

Ответ: 120 g.

2. Рассчитайте массу (g) соли, образовавшейся при добавлении металлического натрия к 30 g уксусной кислоты.

Решение задачи. Решение подобных задач начинается с правильного написания и балансировки уравнения реакции:

$$2\,CH_3{-}COOH + 2Na \longrightarrow 2CH_3{-}COONa + H_2$$

После написания уравнения реакции устанавливают пропорцию, используя массу кислоты, заданную в условии задачи, и молекулярные массы веществ, участвующих в реакции:

$$\begin{cases} \text{Из } 120\ g\ CH_3COOH \text{ образуется} — 164\ g\ CH_3COONa \\ \text{Из } 30\ g\ CH_3COOH \text{ образуется} — x\ g\ CH_3COONa \end{cases}$$

$$x = \frac{30\ g \cdot 164\ g}{120\ g} = 41\ g$$

Итак, было определено, что из 30 g уксусной кислоты образуется 41 g соли.

Ответ: 41 g.

Задачи для самостоятельного решения

1. Напишите структурную формулу карбоновой кислоты общей формулы $C_4H_8O_2$.

2. Даны следующие вещества: 1) уксусная кислота; 2) пропионовая кислота; 3) жирная кислота. Напишите структурную формулу валериановой кислоты и рассчитайте количество δ- и π-связей в них.

3. Запишите в тетрадь уравнения реакций способов, которые можно использовать при производстве уксусной кислоты: А) воздействие солей карбоновых кислот с серной кислотой; Б) окисление одноатомных предельных спиртов; В) гидролиз сложных эфиров.

4. Заполните левую часть данных реакций:

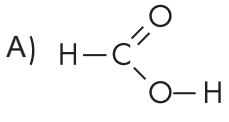
1) ... + ... ⟶ $CH_3COONa + H_2O$

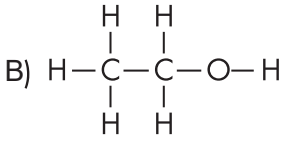
2) ... + ... ⟶ $(CH_3COO)_2Ca + H_2$

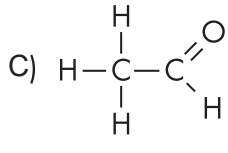
3) ... + ... ⟶ $(CH_3COO)_2Mg + H_2O$

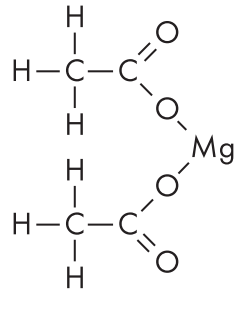
4) ... + ... ⟶ $HCOOC_2H_5 + H_2O$

5. Реакция уксусной кислоты с каким из перечисленных веществ приводит к образованию сложного эфира? Напишите уравнение реакции, подтверждающее ваш ответ.

A) 

B) 

C) 

D) 

6. Какая масса (g) пропионовой кислоты потребуется для нейтрализации 120 g 60%-ного раствора едкого натра?

7. Какая масса (g) масляной кислоты необходима для нейтрализации 400 g 20%-ного раствора едкого натра?

8. Какая масса (g) валериановой кислоты потребуется для нейтрализации 80 g 80%-ного раствора едкого натра?

9. Рассчитайте массу (g) соли, образовавшейся при добавлении металлического калия к 90 g уксусной кислоты.

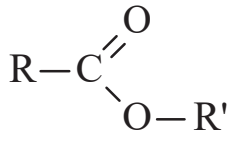
10. Рассчитайте массу (g) соли, образовавшейся при добавлении металлического натрия к 29,6 g пропионовой кислоты.

ТЕМА 14. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ

Изучаемые понятия:

- общая формула, гомологический ряд, изомерия;
- физические и химические свойства;
- получение, применение.

Цветам, плодам и семенам в природе аромат и вкус придают сложные эфиры карбоновых кислот.



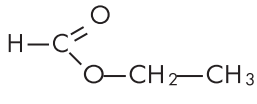
Здесь R и R’ – углеводородные радикалы, они могут быть одинаковыми или разными.

Сложные эфиры обычно можно выразить следующим образом.

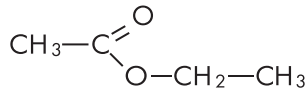
Номенклатура. При их названии пишут название кислоты, образовавшей эфир, а затем к названию радикала добавляют слово «эфир».

Сложные эфиры представляют собой соединения, образованные заменой атома водорода в карбоксильной группе карбоновых кислот радикалом.

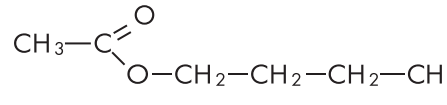
Реакция образования сложного эфира из спирта с кислотой называется реакцией этерификации.



этиловый эфир муравьиной кислоты
или этилформиат,
или этилметаноат



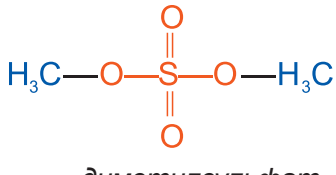
этиловый эфир уксусной кислоты
или этилацетат,
или этилэтаноат



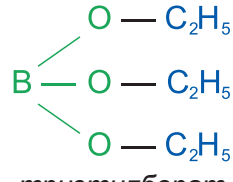
бутиловый эфир уксусной кислоты
или бутилацетат
или бутилэтаноат

По систематической номенклатуре название сложных эфиров образовано от названия кислоты с добавлением -оат (аналогично добавлению -ат в названиях неорганических солей: карбонат натрия, хромат) к названию спиртового радикала:

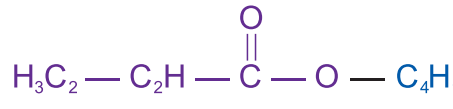
Например:



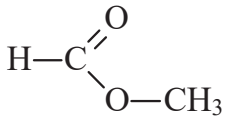
диметилсульфат



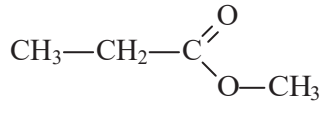
триэтилборат



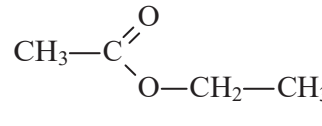
бутилпропионат



метилметаноат



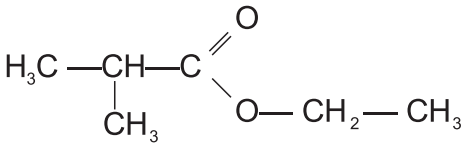
метилпропионат



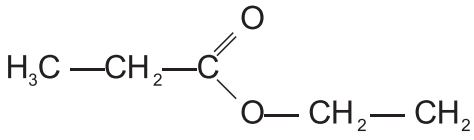
этилэтонат

Для сложных эфиров карбоновых кислот характерны следующие типы изомерии.

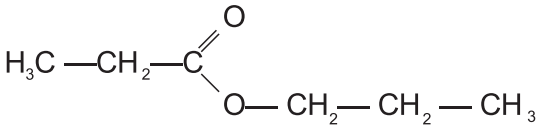
1. Изомерия углеродного скелета. Изомерия углеродного скелета с кислотным остатком начинается с бутановой кислоты, со спиртовым остатком – с пропилового спирта, например, изомер этилизобутирата, пропилпропионата и изопропилпропионата с этилбутиратом:



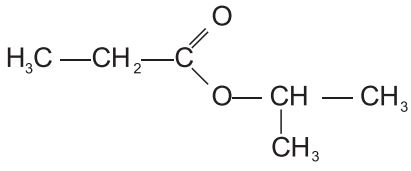
этилизобутират



этилбутират

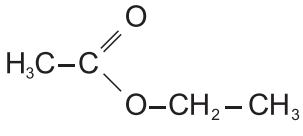


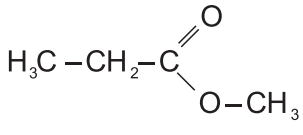
пропилпропонат



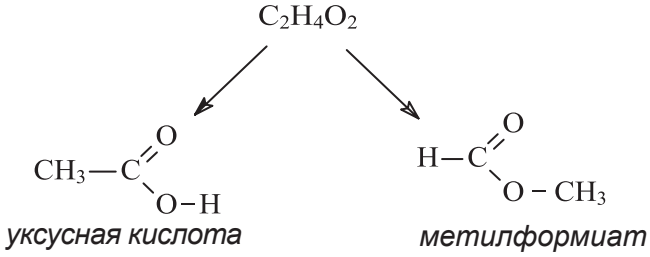
изопропилпропонат

2. –C(O)–O– изомерия положения эфирной группы. Этот вид изомерии начинается с эфиров, содержащих в молекуле хотя бы один атом углерода, например, этилацетата и метилпропионата:



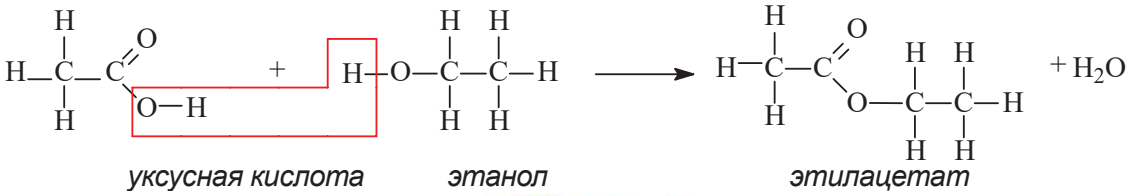


3. Поскольку эмпирические формулы сложных эфиров и карбоновых кислот одинаковы, они являются межклассовыми изомерами.



уксусная кислота *метилформиат*

Получение. В результате взаимодействия карбоновых кислот со спиртами образуются сложные эфиры. В качестве катализатора используют концентрированную серную или соляную кислоту.



уксусная кислота *этанол* *этилацетат*



CH_3COOCH_3

метилацетат



$(CH_3)_2CHCH_2CH_2OC(O)CH_3$

изоамилацетат



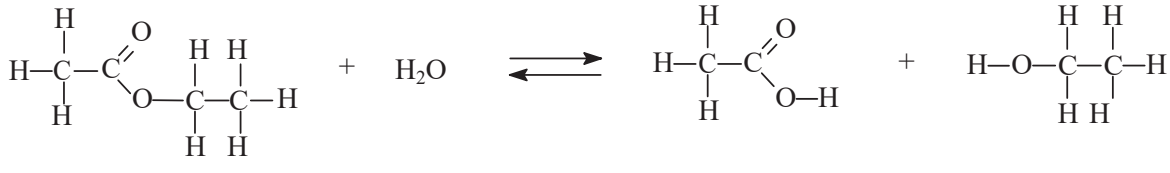
$HCOO(CH_2)_4CH_3$

пентилметионат

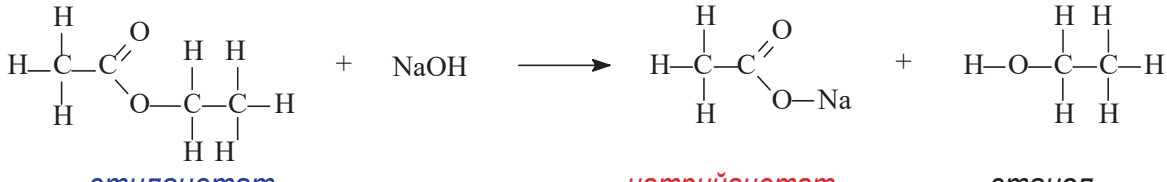
Физические свойства. Простейшие представители сложных эфиров – более лёгкие, чем вода, ароматические, летучие жидкости, эфиры высших карбоновых кислот – твёрдые, бесцветные, воскообразные вещества, практически не имеющие запаха. Температуры сжижения и кипения метиловых и этиловых эфиров низших кислот ниже, чем у первичных карбоновых кислот. Температура плавления эфиров высших карбоновых кислот зависит от длины углеродных цепей спиртовых остатков и их строения. Сложные эфиры труднее растворяются в воде, чем спирт и образующие их кислоты. Так, этиловый спирт и уксусная кислота полностью смешиваются с водой, а этилацетат в воде практически не растворяется.

Эфиры плохо растворимы в воде, хорошо растворимы в органических растворителях (спирте, ацетоне и др.).

Химические свойства. Важнейшим свойством сложных эфиров является их гидролиз, то есть взаимодействие с водой. Этот процесс происходит как в кислой, так и в щелочной среде. Разница в том, что кислотный гидролиз обратим, а щелочной необратим. При гидролизе сложных эфиров образуются кислоты и спирты.



этилацетат *уксусная кислота* *этанол*



этилацетат *натрийацетат* *этанол*

Применение. Сложные эфиры используются в пищевой и парфюмерной промышленности из-за их аромата. Их используют в качестве добавок при производстве безалкогольных напитков, конфет и других пищевых продуктов. Некоторые их представители используются в качестве растворителей при приготовлении лаков.





Задания

1. Напишите название сложного эфира, показанного ниже: $CH_3COOC_4H_9$.

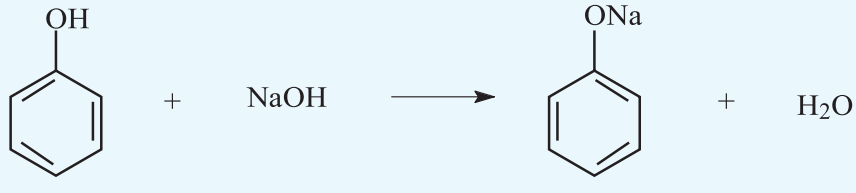
2. Напишите структурные формулы данных веществ и покажите гибридизацию атомов углерода в них:

1) метилметаноат; 2) метилпропионоат; 3) этилэтаноат.

3. Выберите процесс, связанный с реакциями гидролиза сложных эфиров.

A) $CH_3-C(=O)-O-H + CH_3-OH \longrightarrow CH_3-C(=O)-O-CH_3 + H_2O$

B) $CH_3-C(=O)-O-CH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3-C(=O)-O-H + CH_3-OH$

C) 

4. Какая последовательность реакций должна быть использована для внесения следующих изменений?

1) $CH_4 \rightarrow CH_3OH$; $CH_4 \rightarrow C_2H_2 \longrightarrow ? \longrightarrow CH_3-C(=O)-O-H \longrightarrow CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_3$

2) $CH_3-CH_3 \longrightarrow CH_3-CH_2Cl \longrightarrow CH_3-CH_2OH \longrightarrow CH_3-C(=O)-O-H \longrightarrow CH_3-C(=O)-O-C_5H_{11} \longrightarrow C_5H_{11}-O-H \longrightarrow CO_2$

5. Напишите, сколько сложных эфиров можно получить, используя этиловый спирт, пропанол-2, уксусную и муравьиную кислоты.

6. Напишите реакцию гидролиза этилацетата.

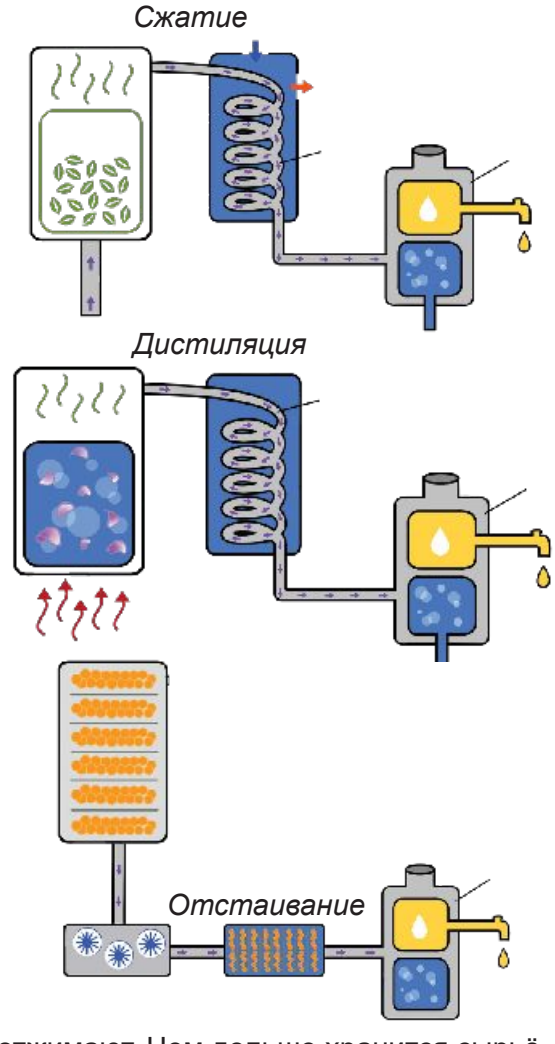
7. Напишите уравнение реакции калиевой щелочи на метилформиат.

8. Сколько g спирта образуется при взаимодействии 200 g 40%-ного раствора щелочи натрия с метилацетатом?

ТЕМА 15. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В РАСТЕНИЯХ

Изучаемые понятия:

- способы получения эфирных масел;
- получение эфирного масла дистилляцией;
- получение духов из сирени.



В зависимости от вида растения эфирное масло добывают из цветков, корневищ, плодов или листьев. Для того чтобы получить достаточное количество качественного масла, нужно знать, когда собирать сырьё. Цветы срезают во время цветения. Корневища растений заготавливают осенью, когда начинают сохнуть листья. Стебли и листья собирают до появления бутонов. Плоды собирают только по мере созревания. Заготавливают сырьё утром в сухую погоду, чтобы оно не сгнило при обработке.

Эфирные масла получают следующими способами:

– сжатие;
– дистилляция;
– анфлераж;
– отстаивание.

В большинстве случаев метод выбирается исходя из сырья.

Метод сжатия лучше всего подходит для цитрусовых и облепихи. В качестве сырья также требуется рафинированное растительное масло без спиртов и запахов. Для этого растения измельчают и поливают спиртом. Период воздействия для разных растений может составлять от нескольких дней до нескольких месяцев.

Затем спиртовую настойку фильтруют, масло отжимают. Чем дольше хранится сырьё, тем ароматнее оно будет. Например, чтобы извлечь эфирное масло из красной розы, положите в стакан 2 стакана лепестков, налейте оливковое масло и закройте крышкой. Храните в тёмном месте 1 месяц, периодически помешивая.

Чистое эфирное масло получают прессованием цитрусовых. Слегка подсушенную кожуру измельчить в блендере или ступке и сложите в стеклянную банку. Немного подогрейте 40% этиловый спирт и влейте его в подготовленное сырьё. Встряхивайте закрытый контейнер в течение 2–3 минут. Сырьё отстаивают 4–5 дней.

Процедить через толстую марлю или через горлышко фильтра в фарфоровую миску. Через 3–4 дня спирт испаряется, а водный раствор эфирного масла остается в емкости. Поскольку эфирное масло легче воды, оно плавает на поверхности воды. Его легко достать ложкой.

Дистилляция и анфлераж – трудоемкий метод получения эфирного масла. Для первого метода используется дистилляционная установка. Для последнего необходим твердый жир.

Опыт 1. Получение эфирного масла дистилляцией



Необходимое оборудование и реактивы: дистилляционная колба, марля, вода, цветки розы или ромашки.

Можно использовать все виды сырья, кроме фруктов и семян.

Ход работы:

1. Плотно поместите сырьё в дистилляционный сосуд, дайте воде полностью покрыть сырьё. По возможности используйте чистую дистиллированную воду.
2. Вскипятите сырьё в кастрюле. Варить следует не менее получаса. За этим процессом следует внимательно следить, при необходимости можно добавить воды.
3. Полученный результат фильтруют через несколько слоев марли и помещают в чистую ёмкость с закрытым горлышком. Этот ароматический экстракт можно использовать.
4. Сделайте выводы на основе наблюдений.

Опыт 2. Духи из цветов сирени

Необходимое оборудование и реактивы: ёмкость для экстракции, тяжёлый предмет, марля, спиртовая лампа или сухое топливо, оливковое масло, цветки сирени, 100 ml этилового спирта.

Ход работы:

1. Возьмите 100 g цветков сирени, положите их в миску, залейте оливковым маслом, чтобы цветки пропитались маслом.
2. Плотно закройте ёмкость и положите на неё тяжелый предмет. Цветы выпускают свой аромат в масло.
3. Через сутки открыть крышку и отделить масло через марлю, подогреть полученную массу, снова процедить.
4. Возьмите 50 ml готового масла и разведите его в 100 ml спирта или водки.
5. Сделайте выводы на основе наблюдений.



Задания

Домашний опыт. Поместите растения (например, тюльпаны, ромашки, розы) в стеклянную ёмкость. На ёмкость 200 ml берут не менее 2 столовых ложек сырья.

Для основы залейте растение 70% спиртом. Спирт должен полностью покрыть растение. Плотно закрыть и поставить в тёмное прохладное место. Держать не менее 3 дней. Лучше дать постоять 1–3 месяца для максимальной концентрации эфира. На заключительном этапе нужно пропустить спиртовой раствор через марлю, а затем отжать масляную часть. В качестве основы масел можно использовать те, которые не имеют резкого запаха (подсолнечное, оливковое).

ТЕМА 16. ЖИРЫ. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА

Изучаемые понятия:

- общая формула, строение молекулы
- нахождение в природе, твёрдые и жидкие жиры;
- физические и химические свойства;
- получение, применение.



Жиры представляют собой сложные эфиры, образованные высшими одноосновными карбоновыми кислотами и трёхатомным спиртом – глицерином. Общее название таких соединений – триглицериды.

Природные жиры – это не отдельное вещество, а смесь различных триглицеридов. Растительное масло является жидким и называется маслом. В состав растительных масел обычно входят остатки ненасыщенных кислот. Причина, по которой растительные масла жидкие, заключается в том, что окружение каждой двойной связи представляет собой жесткую плоскую структуру из 6 атомов, и такие молекулы плохо вписываются в кристаллическую решетку.

$$R = C_nH_{2n-1},\ C_nH_{2n-3},\ C_nH_{2n-5}\ \ldots$$



Агрегатное состояние жира зависит не от его происхождения, а от наличия или отсутствия в нем остатков ненасыщенных кислот. Кокосовое масло содержит остатки насыщенных кислот и поэтому является твёрдым.

В нормальных условиях животные жиры представляют собой твёрдые вещества с низкой температурой плавления: $R = C_nH_{2n+1}$. Животные жиры входят не только в состав жировой ткани, но и встречаются в больших количествах в молоке и молочных продуктах (творог, сметана, сыр, масло).

Рыбий жир жидкий, так как содержит остатки ненасыщенных кислот.

Жиры – это строительный материал и энергетический резерв организма. Средний человек весом 70 kg имеет около 11 kg жира в организме.

Жиры содержатся во всех животных и многих растительных тканях, особенно в масличных культурах (подсолнечника, оливок, всех орехов), и в составе клеточных мембран обеспечивают энергетический баланс в живых организмах.

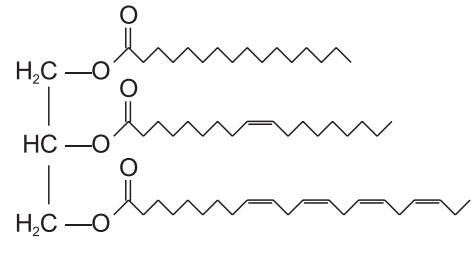
Для человека и многих животных жиры являются одним из основных компонентов питания и резервным источником энергии. При интенсивных физических нагрузках жиры начинают окисляться и выделять большое количество энергии: при окислении 1 g жира выделяется около 39 kJ энергии.

Наиболее распространенные жирные кислоты в натуральных жирах: насыщенные: стеариновая ($C_{17}H_{35}COOH$), маргариновая ($C_{16}H_{33}COOH$), пальмитиновая ($C_{15}H_{31}COOH$), капроновая ($C_5H_{11}COOH$), масляная (C_3H_7COOH);

ненасыщенные алкеновые кислоты: пальмитолеиновая ($C_{15}H_{29}COOH$), олеиновая ($C_{17}H_{33}COOH$);

ненасыщенные алкадиеновые кислоты: линолевая ($C_{17}H_{31}COOH$);

ненасыщенные алкатриеновые кислоты: линоленовая ($C_{17}H_{29}COOH$).

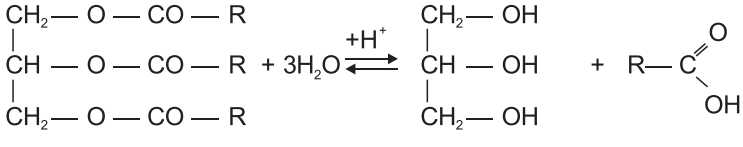


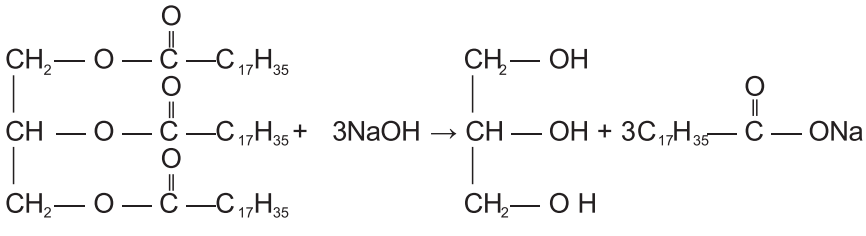
Номенклатура масел достаточно сложна. По международной номенклатуре их называют триацилглицеринами. Суффикс –оил используется для названия ацилов (остатков карбоновых кислот). Например: 1,3-диолеоил-2-стеароилглицерин. В номенклатуре жиров используются и более простые исторические названия. Жир может содержать остатки одних и тех же или разных жирных кислот. Соответственно и формируется их название. Если жир содержит три идентичных остатка одной и той же кислоты, например стеариновой кислоты, он называется тристеаратом. Если в состав жиров входят остатки, например, стеариновой, пальмитиновой и олеиновой кислот, то оно называется стеаропальмитолеином; если два остатка стеариновой кислоты составляют один остаток пальмитиновой кислоты, он называется дистеаропальмитином.

Физические свойства жиров. Жиры хорошо растворяются в органических растворителях: бензоле, хлороформе, эфире, сероуглероде, петролейном эфире, горячем спирте, ацетоне, но нерастворимы в воде. При попадании в воду они образуют два слоя, не смешивающихся между собой, а так как плотность нефти меньше плотности воды, то нефть всегда находится в верхнем слое. Жиры гидрофобны, т. е. не смачиваются водой, но при попадании на поверхность воды с бесконечной площадью (например, реки или озёра) образуют на поверхности тонкий слой, который зависит от наличия сил поверхностного натяжения. При добавлении ПАВ к маслам в воде они образуют гетерогенные системы – масляные эмульсии. Это свойство используется для изготовления мазей и кремов. Масла обладают способностью образовывать эмульсии при смешивании с водой, примером такой гетерогенной системы является майонез.

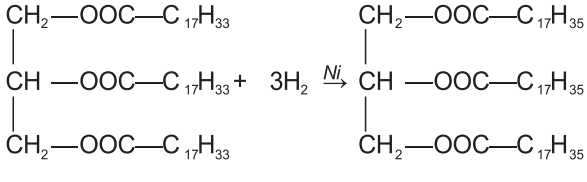
Химические свойства жиров. Нейтральные жиры участвуют во всех химически реакциях, характерных для эфиров (продукты замещения атомов водорода в ОН-группах минеральных или карбоновых кислот).

1. Реакция омыления (гидролиз). Жиры подвергаются реакции омыления (гидролиза), в результате которой из триглицеридов образуются глицерин и жирные кислоты. Омыление жиров может происходить как при каталитическом гидролизе, так и под действием кислот или щелочей на жиры. Мыло образуется в результате щелочного гидролиза.



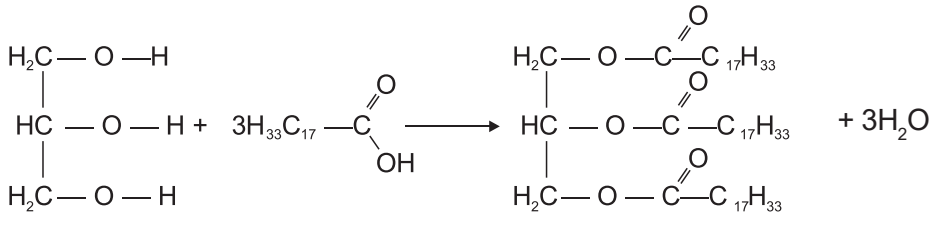


2. Реакции присоединения. Маргарин получают из дешевых растительных масел, непригодных для употребления человеком, путём неполной гидрогенизации, а при глубокой гидрогенизации получают саломас – твёрдую массу, используемую для изготовления мыла.



3. Окисление ненасыщенных жирных кислот кислородом воздуха. При хранении под воздействием света и воздуха они окисляются. Это меняет вкус масел. Установлено, что основную роль в окислении масел играет химический процесс окисления ненасыщенных жирных кислот кислородом воздуха. Образовавшиеся пероксиды разлагаются с образованием альдегидов, кетонов, свободных кислот, оксикислот. Окисление может происходить и в результате биохимических процессов, происходящих под влиянием ферментов (липазы) в белках, при этом происходит гидролиз жиров и образование свободных жирных и ненасыщенных жирных кислот, которые затем β-окисляются до кетокислот.

Получение жиров. Жиры получают с помощью реакции этерификации трёхатомного спирта-глицерина и высших карбоновых кислот (реакция Бертло):



глицерин *олеиновая кислота* *триолеат глицерина*

Применение жиров



Задания

1. Растительное масло массой 17,56 g нагревали с 3,36 g гидроксидом калия до полного исчезновения масляного слоя. После гидролиза под действием обильной бромной воды образовалось только одно тетрабромидное производное. Определите возможную формулу масла.
2. Какие кислотные остатки входят в состав жидких масел?
3. Каким источником витаминов является рыбий жир?

ТЕМА 17. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. ПОЛУЧЕНИЕ МЫЛА ИЗ ЖИРОВ

Изучаемые понятия:
- омыление жиров;
- выделение свободных жирных кислот из мыла.

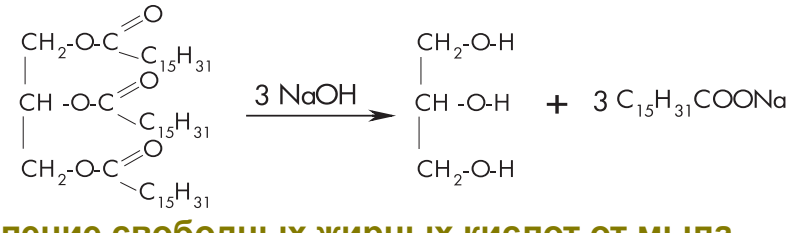
Необходимое оборудование и реактивы: пробирки, водяная баня, пробка с газоотводной трубкой, спиртовая лампа или сухое горючее, индикаторная бумага, растительное масло, этанол, щелочь Na, серная кислота, насыщенный раствор соли NaCl, вода.

Опыт 1. Омыление жиров

1. В пробирку помещают 2–3 g растительного масла и прибавляют к нему 6–8 ml спиртового раствора щелочи. Для того чтобы смесь закипела равномерно, в пробирку помещают кусочки фарфора или другие керамические изделия (куски кирпича), закрывают пробкой с газоотводной трубкой и кипятят на водяной бане 12–15 минут.

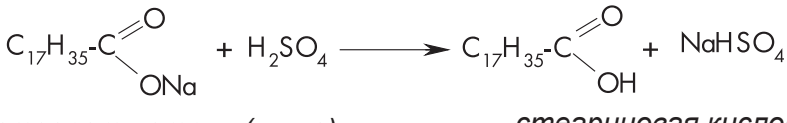
Напоминание. Для определения завершения омыления в другую пробирку добавляют несколько капель смеси. Добавляют 6 ml воды и раствор нагревают. Если полученная смесь растворяется в воде без капель масла, омыление считается завершенным. Если в растворе есть капли масла, необходимо продолжить нагревать смесь на водяной бане еще несколько минут.

3. К полученной жидкости добавляют насыщенный раствор соли NaCl. Жидкость мутнеет и на поверхность всплывает слой мыла.



Опыт 2. Отделение свободных жирных кислот от мыла

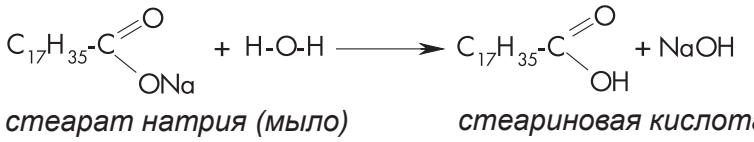
В пробирку наливают 1—2 ml концентрированного мыльного раствора, приготовленного в предыдущем опыте, и добавляют к нему несколько капель разбавленной серной кислоты. Образуется белый мутный маслянистый осадок свободных жирных кислот:



стеарат натрия (мыло) *стеариновая кислота*

Опыт 3. Растворение мыла в воде

1. Кусочек мыла (2 g) растворяют в 2–3 ml воды. Нагревают пробирку с помощью спиртовой лампы. Необходимо убедиться, что мыло быстрее плавится при нагревании.



стеарат натрия (мыло) *стеариновая кислота*

Задания

Подготовить проектную работу на тему «История мыловарения».

ТЕМА 18. УГЛЕВОДЫ. МОНОСАХАРИДЫ

Изучаемые понятия:

- нахождение в природе;
- свойства;
- применение;
- биологическое значение.

Классификация углеводов

Углеводы представляют собой общий класс органических соединений. В клетках живых организмов аккумуляторами энергии являются углеводы, а у некоторых животных они служат опорой (скелетом). Он действует как регулятор важнейших биохимических реакций.

В результате ассимиляции хлорофилла в процессе фотосинтеза растениями углекислый газ в воздухе восстанавливается под действием солнечных лучей, а образующийся кислород выделяется в атмосферу.

Углеводы имеют общую формулу $C_n(H_2O)_m$, что означает, что они состоят из углерода и воды, отсюда исторические корни этого класса. Эта номенклатура была основана на анализе первых известных углеводов.

Наиболее распространенными в природе углеводами являются моносахариды, молекулы которых содержат пять атомов углерода (пентоза) или шесть (гексоза). Моносахариды представляют собой гетерофункциональные соединения, молекулы которых содержат одну карбонильную группу (альдегидную или кетоновую) и несколько гидроксильных групп

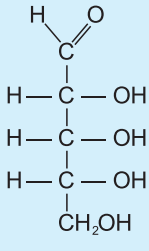
Все углеводы делятся на две группы: простые и сложные.

Простыми углеводами (моносахаридами, монозами) называют углеводы, которые при гидролизе не образуют более простых соединений.

Сложные углеводы (полисахариды, полиозы) – это углеводы, которые могут гидролизоваться до более простых углеводов. У них не такое же количество атомов углерода, как количество атомов кислорода. Сложные углеводы имеют разный состав и молекулярную массу, поэтому обладают очень разными свойствами.

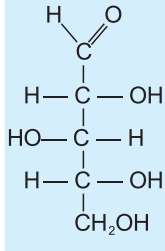
Их делят на две группы: олигосахариды с низкой молекулярной массой и полисахариды с высокой молекулярной массой, не похожие на сахар. Полисахариды представляют собой соединения с большой молекулярной массой, которые могут содержать сотни тысяч простых углеводных остатков.

рибоза

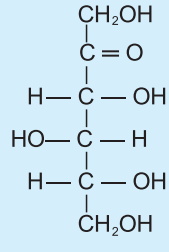


пентоза

глюкоза

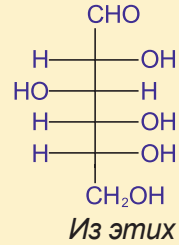


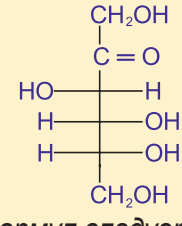
фруктоза



гексозы

Глюкоза и фруктоза также могут быть выражены в следующей форме:







Из этих формул следует, что моносахариды представляют собой альдегидные спирты или кетоспирты.

Номенклатура и стереоизомерия моносахаридов. Номенклатура альдоз основана на исторических названиях моносахаридов с линейной цепью атомов углерода: рибоза, глюкоза, фруктоза. Название кетозы образовано добавлением суффикса «-ул» к на-

званию соответствующей альдозы: рибоза → рибулоза; некоторые кетосахариды имеют исторические названия, такие как фруктоза (кетогексоза).

Моносахариды характеризуются несколькими типами изомерии.

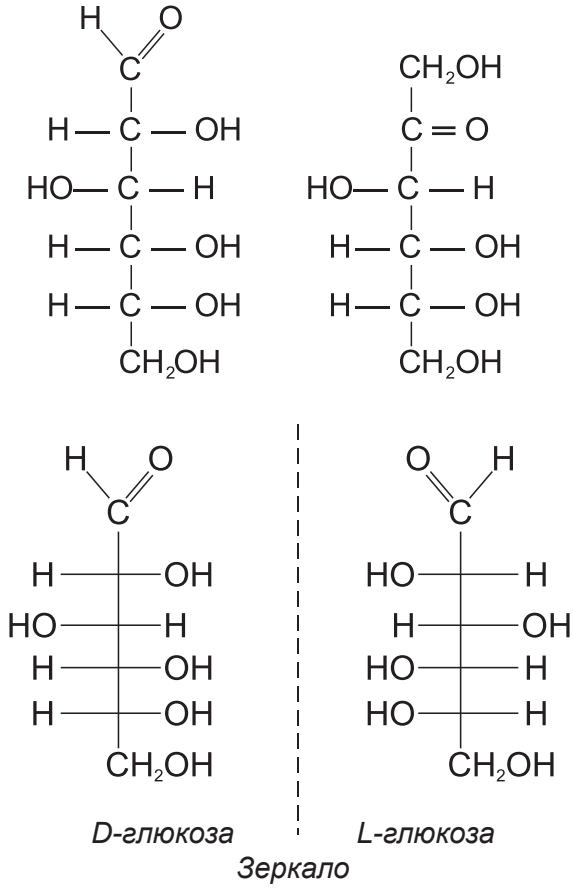
1. Межклассовая изомерия

Альдозы и кетозы являются межклассовыми изомерами. Таким образом, альдоза-глюкоза и кето-фруктоза являются изомерами.

2. Оптическая изомерия

Наличие нескольких асимметрических атомов углерода определяет наличие большого количества оптических изомеров в моносахаридах.

Моносахариды описываются в виде проекционных формул Фишера, то есть в виде проекции тетраэдрической модели атомов углерода на плоскость чертежа. Углеродная цепочка в них написана вертикально. В альдозах альдегидная группа находится сверху, а в кетозах к карбонильной группе примыкает первичная спиртовая группа. Нумерация начинается с верхнего атома углерода. Атом водорода и гидроксильная группа асимметричного атома углерода расположены горизонтально.

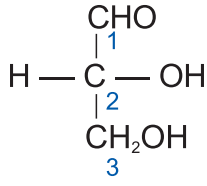


Асимметричный атом углерода (хиральный центр) представляет собой атом углерода, связанный с другим атомом или группой атомов.

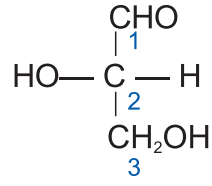
D-изомер (от латинского *dexter* – правый) – изомер, в котором гидроксильная группа у асимметричного атома расположена в проекции с правой стороны основной цепи.

L-изомер (лат. *laevus* – левый), изомер, в котором гидроксильная группа при асимметричном в проекции атоме находится с левой стороны основной цепи.

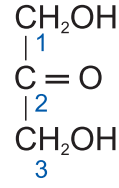
По мере увеличения числа асимметричных центров увеличивается число пространственных изомеров, и каждый новый асимметричный центр удваивает число возможных изомеров. Количество изомеров определяют по формуле $N=2n^2$, где n – количество асимметричных центров. Так, глицеральдегид $HO\text{-}CH_2\text{–}CH(OH)\text{–}C(O)H$ первый и единственный представитель ряда альдотриоз, имеет один асимметрический атом углерода. Соответственно, первым и единственным представителем кетотриозного ряда является диоксиацетон.



альдегид D-глицерина



альдегид L- глицерина



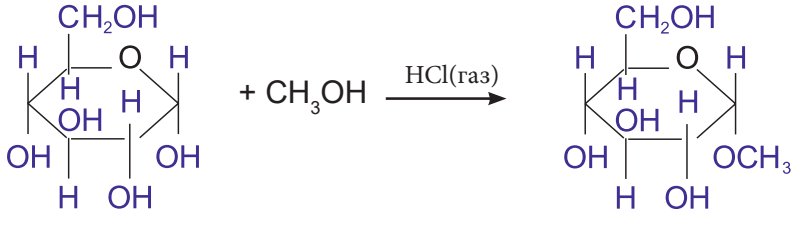
диоксиацетон

Глюкоза, или виноградный сахар, $C_6H_{12}O_6$ входит в состав многих фруктов и ягод, включая виноградный сок, и является наиболее распространенным углеводом. Глюкоза относится к моносахаридам с шестью атомами, то есть к ряду гексоз. D-глюкоза в свободной форме присутствует в плодах, цветках и других органах растений, меде, а также в тканях животных (кровь, мозг, мышцы). В природе глюкоза существует в основном в форме D-изомера и является важнейшим источником энергии у животных, человека и микроорганизмов.

Растворы глюкозы применяют в медицине для внутривенного введения, поскольку они обеспечивают дополнительное питание организма быстроусвояемыми углеводами. Повышение концентрации глюкозы в крови приводит к увеличению выработки инсулина – гормона поджелудочной железы, отвечающего за быстрый метаболизм углеводов в организме.

Химические свойства глюкозы

1. Образует простые эфиры при взаимодействии со спиртами:





2. Взаимодействует с кислотами (реакция этерификации). Глюкоза реагирует с карбоновыми кислотами с образованием сложных эфиров, а это означает, что пять гидроксильных групп глюкозы реагируют с кислотами так же, как со спиртами.

$$C_6H_{12}O_6 + 5CH_3COOH \rightarrow C_6H_7O_6(CH_3CO)_5$$

3. При взаимодействии меди (II) с гидроксидом образуется алкоголят меди (II):

$$C_6H_{12}O_6 + Cu(OH)_2 \rightarrow C_6H_{10}O_6Cu + 2H_2O$$

4. Реакция серебряного зеркала:

$$CH_2OH(CHOH)_4–COH + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow CH_2OH(CHOH)_4–COONH_4 + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$$

глюкоза — *глюконат аммония*

5. Окисление гидроксидом меди (II):

$$CH_2OH(CHOH)_4–COH + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CH_2OH(CHOH)_4–COOH + Cu_2O + 2H_2O$$

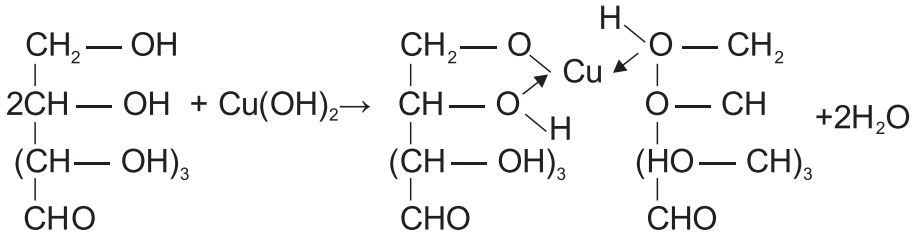
глюкоза — *голубой* — *глюконовая кислота* — *красный*

6. Реакция восстановления:

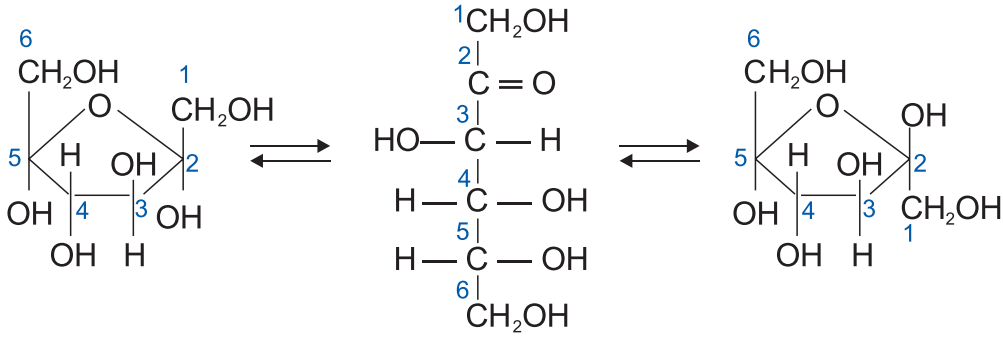
$$CH_2OH(CHOH)_4–COH + H_2 \xrightarrow{t,Ni} CH_2OH(CHOH)_4\text{-}CH_2OH$$

глюкоза — *сорбит - 6-атомный спирт*

7. Качественная реакция. К раствору глюкозы добавить несколько капель раствора сульфата меди (II) и раствора щелочи. Осадок гидроксида меди не образуется. Раствор становится ярко-коричневым. При этом глюкоза растворяет гидроксид меди (II), проявляет свойство многоатомного спирта и образует комплексное соединение ярко-коричневого цвета.



Фруктоза. Фруктоза $C_6H_{12}O_6$ (точнее – D-фруктоза) широко распространена в растительном мире. Фруктоза содержится во фруктах, меде и входит в состав сахара (сахарозы). Фруктоза является изомером глюкозы и имеет ту же молекулярную формулу: $C_6H_{12}O_6$. Это кетогексоза, где кетогруппа находится на втором атоме углерода в цепи. Фруктоза, как и глюкоза, существует как в открытой, так и в закрытой (циклической) формах. Фруктоза отличается от глюкозы меньшим размером кольца, которое содержит пять атомов (включая кислород) вместо шести:



Как и глюкоза, фруктоза образует оптические изомеры, причем количество хиральных центров меньше, чем у глюкозы, – всего три. Так, количество стереоизомеров для глюкозы $N=2^4=16$, а для фруктозы $N=2^3=8$. Фруктоза лучше растворяется в воде и имеет более сладкий вкус, чем глюкоза. Поскольку фруктоза, как и глюкоза, является многоатомным спиртом, она вступает в такие же реакции в присутствии гидроксильных групп.

Задания

1. Сравните строение глюкозы и фруктозы, выделите сходства и различия.
2. Чем обусловлено наличие оптических изомеров у моносахаридов?
3. Охарактеризуйте биологическую роль глюкозы.
4. Охарактеризуйте химические свойства глюкозы и фруктозы.

ТЕМА 19. ДИСАХАРИДЫ. МАЛЬТОЗА. САХАРОЗА

Изучаемые понятия

- нахождение в природе;
- свойства;
- применение.

Наиболее важные дисахариды включают сахарозу, мальтозу, лактозу и трегалозу, которые являются изомерами и имеют формулу $C_{12}H_{22}O_{11}$.

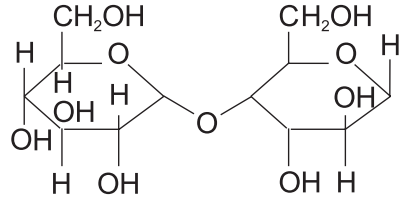
Дисахариды: сахароза (свекловичный сахар) – в сахарной свекле и сахарном тростнике; лактоза (молочный сахар) – в молоке; мальтоза (солодовый сахар) – в пророщенных семенах злаковых культур; образуется также при частичном ферментативном гидролизе крахмала; трегалоза (грибковый сахар) – содержится в грибах, дрожжах и высших растениях.

Дисахариды представляют собой олигосахариды с двумя остатками моносахаридов в молекулах.

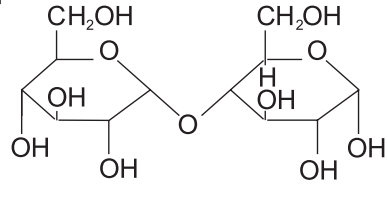
Общим химическим свойством дисахаридов является их способность гидролизоваться с образованием соответствующих моносахаридов. Сахароза гидролизуется с образованием смеси равных количеств глюкозы и фруктозы, которая называется инвертным сахаром.

Строение дисахаридов

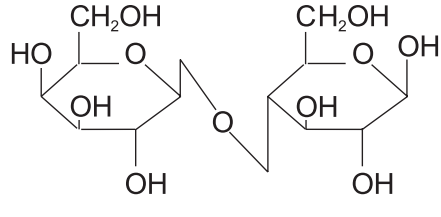
По своему строению дисахариды можно отнести к гликозидам – соединениям, молекулы которых состоят из двух циклических остатков моносахаридов, соединенных гликозидным гидроксилом. Однако структура дисахаридов различна. Молекула сахарозы состоит из шестичленных остатков глюкозы в форме α-пиранозы и пятичленных остатков фуранозной формы β-фруктозы, которые соединены через гликозидный гидроксил:



Молекула мальтозы состоит из двух остатков α-глюкозы в виде пиранозы, связанных через 1-й и 4-й атомы углерода:



Молекула лактозы состоит из остатков пиранозы β-галактозы и глюкозы, связанных атомами C_1 и C_4:



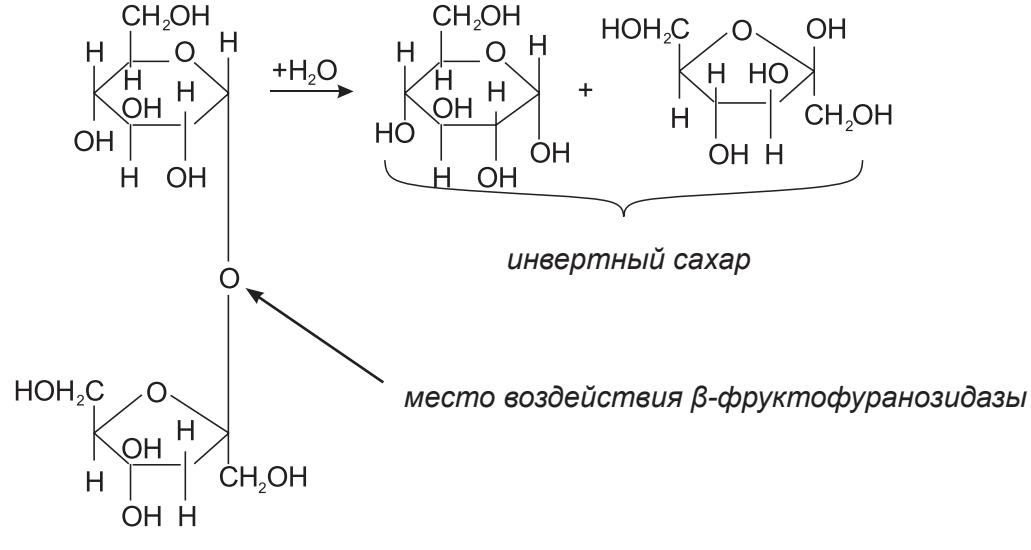
В зависимости от того, какой гидроксил второго моносахарида участвует в связывании с первым моносахаридом, различают два типа дисахаридов: восстанавливающие и невосстанавливающие. В восстанавливающих дисахаридах связь между остатками моносахаридов образуется полуацетальным гидроксилом одной молекулы и спиртовым гидроксилом второй молекулы (часто у четвёртого атома углерода). Восстанавливающие дисахариды характеризуются наличием как циклической (полуацетальной), так и открытой гидроксикарбонильной (альдегидной) формы. Открытая форма за счёт альдегидной группы характеризуется наличием восстановительных свойств. Важнейшими представителями восстанавливающих моносахаридов являются мальтоза и лактоза.

В названиях линейных олигосахаридов часто последовательно перечисляются остатки моносахаридов, что указывает на тип связи между ними. Более распространены исторические названия, принятые во всем мире.

1. Общие химические свойства дисахаридов. Общие химические свойства дисахаридов включают их гидролиз в присутствии минеральных кислот или ферментов с образованием соответствующих моносахаридов. Например, сахароза гидролизуется в кислой среде или в присутствии фермента β-фруктофуранозидазы, образуя смесь равных количеств глюкозы и фруктозы, которую называют инвертным сахаром:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

сахароза *глюкоза* *фруктоза*



2. Свойства, обусловленные наличием гидроксильных групп. Дисахариды также проявляют характеристики многоатомных спиртов, образующих многоатомные спирты, растворимые в гидроксиде меди (II) ярко-синего цвета.

3. Восстановительные свойства. Дисахариды мальтозы и лактозы обладают восстанавливающими свойствами. Как моносахариды, которые их образуют, мальтоза и лактоза могут вступать в «реакции серебряного зеркала» с реактивом Толленса и «реакции медного зеркала» с реактивом Фелинга. Невосстанавливающие дисахариды сахароза и трегалоза не обладают восстановительными свойствами, т. е. не могут реагировать с альдегидной группой (не реагируют с серебряным зеркалом и не реагируют с раствором Фелинга).

Производство сахарозы. Свекольный сахар (сахароза) производился в промышленных масштабах в России и Германии в начале XIX века. Горячий раствор, полученный при замачивании измельченной свеклы, обрабатывают известковым молоком (суспензия гидроксида кальция в воде). При этом большая часть образовавшихся нерастворимых солей образует осадок, а сахароза образуется в растворе в виде водорастворимой сахарозы кальция. Затем раствор отделяют от осадка и пропускают его через углекислый газ, в результате чего сахароза кальция распадается на сахарозу и нерастворимый карбонат кальция. После этого полученный раствор фильтруют и упаривают в вакуум-аппарате, отделяют кристаллы сахара и сушат. Полученный сахар из-за наличия примесей имеет жёлтый цвет и называется сахаром-сырцом. Для более полной очистки сахар снова расплавляют и нагревают с активированным углём, который поглощает все посторонние вещества. Выпаренный сахарный раствор перекристаллизовывают, получая кристаллы сахара того же размера. Полученный сахар называют «рафинированным сахаром».

Области применения сахарозы

Пищевая промышленность. Дисахарид используется как самостоятельный пищевой продукт (сахар), консервант (в высоких концентрациях), неотъемлемая часть кулинарных изделий, алкогольных напитков и соусов. Кроме того, искусственный мед получают из сахарозы.

Биохимия. Полисахарид используется в качестве субстрата при производстве (ферментации) глицерина, этанола, бутанола, декстрана, левулиновой и лимонной кислот.

Сахароза (из тростникового сахара) используется в производстве порошков, смесей, сиропов, в том числе для подслащивания или консервации в детских смесях.

Кроме того, сахароза вместе с жирными кислотами используется в качестве неионогенных детергентов (веществ, улучшающих растворимость в водных средах) в сельском хозяйстве, косметологии и при создании моющих средств.

Мальтоза – 4-O-α-D-глюкопиранозил-D-глюкоза, природный дисахарид, состоящий из двух остатков глюкозы; содержится в большом количестве в пророщенных зернах ячменя, ржи и других злаков; томат, он также содержится в нектаре ряда растений. Биосинтез мальтозы из β-D-глюкопиранозилфосфата и D-глюкозы известен только у некоторых видов бактерий. Мальтоза образуется при ферментативном расщеплении крахмала и гликогена в животных и растительных организмах.

Мальтоза легко усваивается организмом человека.

Задания

1. Где в природе встречаются дисахариды?
2. Охарактеризуйте общие химические свойства дисахаридов.
3. Как экспериментально отделить сахарозу от мальтозы?
4. Изобразите процесс извлечения сахарозы из свеклы с помощью схемы и объясните процесс.

ТЕМА 20. ПОЛИСАХАРИДЫ. КРАХМАЛ. ЦЕЛЛЮЛОЗА

Изучаемые понятия:

- нахождение в природе;
- свойства.

Полисахариды – общее название класса сложных высокомолекулярных углеводов, молекулы которых состоят из десятков, сотен или тысяч мономеров – моносахаридов, соединенных гликозидными связями.

Остаток моносахарида способен образовывать одну гликозидную связь с моносахаридом, но также может обеспечивать несколько гидроксильных групп для присоединения других моносахаридов. Соответственно молекулы полисахаридов могут иметь линейную и разветвленную структуру.

И крахмал, и целлюлоза гидролизуются с образованием глюкозы в качестве конечного продукта.

Полисахариды нерастворимы в спирте и неполярных растворителях.

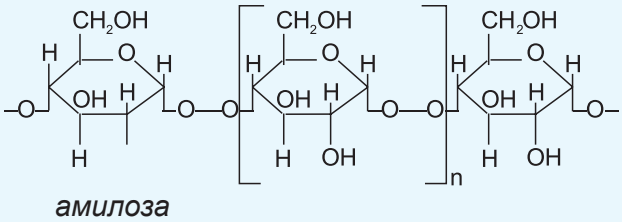
Наиболее распространенные полисахариды

Крахмал	Является основным полисахаридом, содержащимся в растительных организмах в качестве запаса энергии
Декстрин	Полисахарид, продукт неполного гидролиза крахмала
Целлюлоза	Является основным структурным полисахаридом клеточных стенок растений
Гликоген	Полисахарид, находящийся главным образом в клетках животных организмов в качестве запаса энергии, в небольших количествах содержится также в тканях растений и грибов
Хитин	Основной структурный полисахарид экзоскелета насекомых и членистоногих, а также клеточных стенок грибов

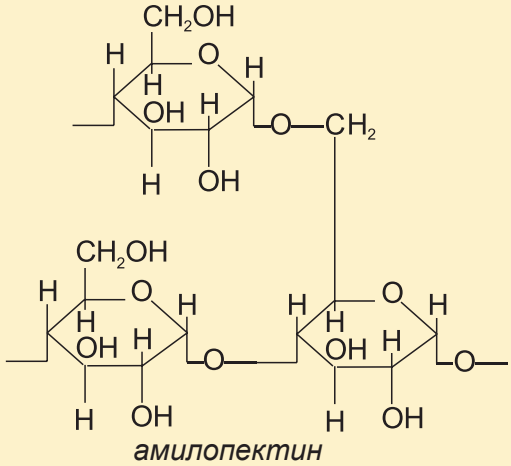
Физические свойства. Источник углеводов в рационе человека. Применяется в производстве кондитерских и кулинарных изделий, при склеивании бумаги и тканей. Крахмал состоит из амилозы, имеющей линейное строение, и амилопектина, имеющего разветвленное строение. Крахмал содержит около 70–80% амилопектина и 20–30% амилозы.

Строение крахмала и целлюлозы

Крахмал – растительный полисахарид сложной структуры, представленный общей молеку-



амилоза



амилопектин



лярной формулой $(C_6H_{10}O_5)n$. Крахмал представляет собой белый аморфный порошок, нерастворимый в холодной воде. В горячей воде он закипает, и коллоидный раствор образует крахмальный клейстер.

Амилоза и амилопектин образуются в растениях в виде крахмальных зёрен. В корнях картофеля содержится до 20% крахмала, в зёрнах пшеницы и кукурузы – около 70%, а в рисе – почти 80%.

Целлюлоза и крахмал относятся к одному классу соединений, но отличаются строением структурных единиц. Крахмал содержит остатки α-глюкозы, а целлюлоза – остатки β-глюкозы. Целлюлоза представляет собой длинное волокно, содержащее остатки глюкозы. Эти волокна соединены между собой множеством водородных связей, что придаёт целлюлозе большую механическую прочность при сохранении эластичности. В отличие от крахмала, целлюлоза не растворяется в воде. Чтобы перевести целлюлозу в растворимую форму, её необходимо химически модифицировать. Например, целлюлозу можно растворить в реактиве Швейцера $([Cu(NH_3)]_4(OH)_2$.



Химические свойства крахмала



Полисахариды не характеризуются открытыми формами, поэтому для них возможны реакции только со свободными гидроксильными группами в каждом звене полимерной цепи, повторяющими свойства многоатомных спиртов.

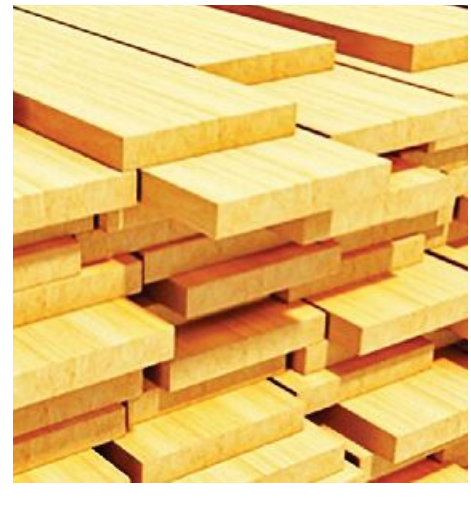
1. Гидролиз. И крахмал, и целлюлоза гидролизуются с образованием глюкозы в качестве конечного продукта.

Крахмал подвергается сложному многостадийному гидролизу:

$(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_m \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow C_6H_{12}O_6$

крахмал декстрин мальтоза D-глюкоза

Крахмал участвует в обмене веществ и пищеварительном тракте животных организмов, в том числе человека. Первая стадия разложения крахмала происходит под действием молочнокислых ферментов. Затем в желудке поли- и дисахариды, поступающие с пищей, продолжают расщепляться до моносахарида α-глюкозы, которая всасывается в кровь из кишечника.



2. Качественная реакция на крахмал. Качественной реакцией на крахмал является синяя окраска, образующаяся в результате его действия с раствором йода.

3. Образование эфиров. Благодаря наличию гидроксильных групп крахмал может образовывать сложные эфиры с неорганическими и органическими кислотами:

$(C_6H_7O_2(OH)_3)_n + 3nHNO_3 \rightarrow (C_6H_7O_2(ONO_2)_3)_n + 3nH_2O$

$(C_6H_7O_2(OH)_3)_n + 3nCH_3COOH \rightarrow (C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3)_n + 3nH_2O$

Химические свойства целлюлозы

1. Гидролиз. β-глюкоза образуется в результате гидролиза целлюлозы. Однако организм человека не приспособлен к перевариванию клетчатки, т. к. ферментов, необходимых для гидролиза в желудочно-кишечном тракте, недостаточно, чтобы разорвать связи между остатками β-глюкозы. Микроорганизмы, вырабатывающие такие ферменты, обитают в телах жвачных животных. Подобные микроорганизмы присутствуют у термитов, способных расщеплять древесную целлюлозу:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{t,H_2SO_4} nC_6H_{12}O_6$$

Гидролиз проводят поэтапно:

$$(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_m \rightarrow nC_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow n\,C_6H_{12}O_6$$

крахмал декстрин мальтоза глюкоза

2. Качественная реакция на целлюлозу. Целлюлоза растворяется в охлажденной концентрированной серной кислоте и образует вязкий раствор. Когда в этот раствор вливают большое количество воды, выделяется белый продукт, называемый амилоидом, который представляет собой частично гидролизованную целлюлозу. Реагирует с йодом подобно крахмалу (не окрашивает целлюлозу в синий цвет). Если непроклеенную бумагу ненадолго погрузить в концентрированную серную кислоту, а затем сразу промыть, то образовавшийся амилоид свяжет волокна бумаги вместе, сделав её более плотной и прочной. Так делают пергаментную бумагу.



3. Реакции этерификации. Целлюлоза представляет собой многоатомный спирт с тремя гидроксильными группами на часть полимера. В связи с этим для целлюлозы характерны реакции этерификации. Наибольшее практическое значение имеют реакции с азотной кислотой и уксусным ангидридом. Целлюлоза не вступает в реакцию «серебряного зеркала».

$$(C_6H_7O_2(OH)_3)_n + 3nHNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4(конц)} (C_6H_7O_2(ONO_2)_3)_n + 3nH_2O$$

$$(C_6H_7O_2(OH)_3)_n + 3nCH_3COOH \xrightarrow{H_2SO_4(конц)} (C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3)_n + 3nH_2O$$

Полученная триацетилцеллюлоза является ценным продуктом для производства огнезащитной пленки и ацетатного шёлка. Для этого ацетат целлюлозы растворяют в смеси дихлорметана и этанола и этот раствор выдавливают в поток теплого воздуха через наполнители. Растворитель испаряется, и струйки раствора превращаются в тончайшие нити ацетатного шёлка.

Говоря об использовании целлюлозы, само собой разумеется, что большое количество целлюлозы используется для производства различных видов бумаги. Бумага представля-

ет собой тонкий слой целлюлозных волокон, склеенных и спрессованных на специальной бумагоделательной машине.

Решение задач

1. Для производства 1 kg бумаги для печати необходимо 1,5 kg целлюлозы. Если содержание целлюлозы 52%, то сколько бумаги (тонн) можно получить из 400 m^3 древесины? Плотность древесины 500 kg/m^3.

Решение:

1. Вычислите данную массу через объём древесины:

$$400\ m^3 \cdot 500\ kg/m^3 = 200\ 000\ kg.$$

2. Рассчитайте массу целлюлозы:

$$200\ 000\ kg \cdot 0{,}52 = 104\ 000\ kg.$$

3. Масса бумаги, полученной из:

$$\frac{1}{x} = \frac{1{,}5}{104000} \qquad x = \frac{104000}{1{,}5} = 69333$$

Ответ: 69,3 тонны.

2. Если из 150 kg хлопка получено 110 kg моносахаридов, рассчитайте выход глюкозы. Массовая доля целлюлозы в хлопке составляет 95%. Выразите ответ в процентах и запишите его целым числом.

1. Количество клетчатки в 150 kg хлопка: $150 \cdot 0{,}95 = 142{,}5$ kg.
2. Напишите уравнение реакции гидролиза целлюлозы:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{H^+} nC_6H_{12}O_6$$

3. Рассчитайте молярные массы целлюлозы и глюкозы:

$M((C_6H_{10}O_5)_n) = n \cdot (6 \cdot 12 + 1 \cdot 10 + 5 \cdot 16) = 162 \cdot n$ g/mol.

$M(C_6H_{12}O_6) = 6 \cdot 12 + 1 \cdot 12 + 6 \cdot 16 = 180$ g/mol.

4. Теоретически возможное количество глюкозы находится:

$$\frac{162 \cdot n}{142{,}5} = \frac{180 \cdot n}{x} \qquad x = \frac{142{,}5 \cdot 180 \cdot n}{162 \cdot n} = 158{,}3$$

5. Найти выход глюкозы как отношение теоретически возможного количества фактически полученной глюкозы, выраженное в процентах:

$$\frac{110}{158{,}3} \cdot 100 = 69{,}5$$

Поскольку для ответа требуется написать целое число, результат округляется до 70%.

Ответ: 70 %.

Задания

1. Сравните состав и строение крахмала и целлюлозы, выделите их сходство и различие.
2. Охарактеризуйте химические свойства крахмала и целлюлозы.
3. Как экспериментально определить крахмал в пищевых продуктах?

ТЕМА 21. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. ОПЫТЫ С УГЛЕВОДАМИ

Изучаемые понятия:

- опыты с глюкозой и сахарозой;
- опыты с крахмалом и целлюлозой.

Опыт 1. Определение содержания глюкозы в виноградном соке



Необходимое оборудование и реактивы: штатив для пробирок, пробирки, спиртовая лампа или сухое горючее, зажим для пробирок, штатив, стакан, виноградный сок, раствор медь (II)-сульфата, щелочь Na, медь (II)-гидроксид.

Правила безопасности. Соблюдайте правила работы с щелочными растворами.

Ход работы:

1. Многие фрукты и ягоды содержат глюкозу. Наличие глюкозы можно определить с помощью гидроксида меди (II). Выжать сок из винограда. В сок влить по несколько капель раствора сульфата меди (II) и раствора щелочи.

2. Нагрейте раствор. Цвет раствора изменится. При кипячении раствора образуется жёлтый осадок Cu_2O, который постепенно переходит в красный осадок CuO. Это доказывает, что виноградный сок содержит глюкозу.

$CH_2OH – (CHOH)_4 – COH + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CH_2OH – (CHOH)_4 – COOH + Cu_2O\downarrow + 2H_2O$

Опыт 2. Доказательство наличия гидроксильных групп в сахарозе



Необходимое оборудование и реактивы: подставка для пробирок, пробирки, сахароза, раствор медного (II)-сульфата, щелочь Na.

Правила безопасности. Соблюдайте правила работы с щелочными растворами.

Ход работы:

1. Докажем наличие гидроксильных групп в молекуле сахарозы. В раствор сахарозы влейте несколько капель раствора сульфата меди (II) и раствора щелочи. Осадок гидроксида меди не образуется. Раствор становится ярко-коричневым. При этом сахароза растворяет гидроксид меди (II) и ведет себя как многоатомный спирт. Продуктом реакции является медь (II)-сахар.

2. Напишите и суммируйте уравнения реакций для наблюдаемых изменений.

Опыт 3. Кислотный гидролиз сахарозы



Необходимое оборудование и реактивы: штатив для пробирок, пробирки, спиртовая лампа или сухое горючее, зажим для пробирок, штатив, стекло, растворы сахарозы и серной кислоты, раствор медного (II)-сульфата, щелочь Na.

Правила безопасности. Соблюдайте правила работы с растворами кислот.

Ход работы:

1. Дисахариды гидролизуются в присутствии кислот. Глюкоза и фруктоза образуются при гидролизе сахарозы. Проверим экспериментально.

Вскипятите смесь растворов сахарозы и серной кислоты. Через несколько минут проверьте наличие глюкозы в полученном растворе:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

2. В пробирку налейте щелочь и несколько капель раствора сульфата меди (II). Осадки гидроксида меди не образуются. Раствор становится ярко-синим.

3. Нагрейте раствор. Образуется красный осадок оксида меди (I).

4. Обобщите то, что мы доказали на опыте.

Опыт 4. Кислотный гидролиз крахмала

Необходимое оборудование и реактивы: штатив для пробирок, пробирки, спиртовая лампа или сухое горючее, зажим для пробирок, штатив, химический стакан, огнеупорная пластина, крахмальный клейстер, раствор серной кислоты, раствор йода, раствор сульфата меди (II).

Правила безопасности. Соблюдайте правила работы с растворами кислот.

Ход работы: Крахмал гидролизуется в присутствии кислот. Гидролиз крахмала дает глюкозу. Проверим экспериментально.

1. Вскипятите смесь крахмального клейстера и серной кислоты.

2. Проверьте, что гидролиз завершен. Гидролиз проводят до тех пор, пока раствор пробы не станет синего цвета с йодом.

3. Проверьте наличие глюкозы в полученном растворе. В пробирку налейте щелочь и несколько капель раствора сульфата меди (II). Осадки гидроксида меди не образуются. Раствор становится ярко-синим.

4. Теперь подогрейте раствор. Образуется красный осадок оксида меди (I).

5. Напишите и запишите необходимые уравнения реакций.

Опыт 5. Растворение целлюлозы в аммиачном растворе гидроксида меди (II)



Необходимое оборудование и реактивы: пробирка или стакан, стеклянная палочка, вата, концентрированный аммиачный раствор гидроксида меди (II).

Правила безопасности. Соблюдайте правила работы с концентрированным раствором аммиака.

Ход работы. Целлюлоза нерастворима в воде и большинстве растворителей. Однако медь (II) хорошо растворима в аммиачном растворе гидроксида.

1. Давайте продемонстрируем это. В аммиачный раствор концентрированного гидроксида меди (II) опускаем небольшие кусочки ваты. Вата хорошо растворяется в этом растворе.

2. В аммиачном растворе гидроксида меди (II) выходит густой вязкий раствор целлюлозы. Такой раствор целлюлозы используют в промышленности для производства медно-аммиачного шёлка.

3. Обобщите свои выводы из всех приведённых выше экспериментов.

Задания

Глюкоза содержится не только в винограде (хотя его называют виноградным сахаром), но и во многих овощах и фруктах. Повторите опыт с яблочным, грушевым, морковным или огуречным соком в кружке химии вместе с учителем.

ТЕМА 22. НАТУРАЛЬНЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

Изучаемые понятия:

- химические волокна;
- натуральные волокна;
- синтетические волокна.

Волокна имеют линейную структуру. Характерной особенностью волокон является высокоупорядоченная структура.

Волокна делятся на два класса: натуральные и химические. По происхождению натуральные волокна делятся на растительные, животные и минеральные.

Химические волокна делятся на искусственные и синтетические волокна. Иногда химические волокна включают неорганические соединения (стекло, металл, базальт, кварц).

В промышленности используются натуральные и искусственные (химические) волокна. Натуральные волокна можно разделить на растительные (хлопок, лён, жут, пенька), животные (шерсть) и коконные (шёлк).

Важнейшим волокном текстильной промышленности является хлопковое волокно.

Волокна являются исходным материалом для производства текстильных изделий и могут использоваться в натуральном и смешанном виде. Свойства волокон влияют на технологический процесс переработки их в пряжу. Поэтому важно знать основные свойства волокон и их характеристики: толщину, длину и др. Толщина получаемых из них изделий зависит от толщины волокон и нитей, что влияет на их потребительские свойства.

На поверхности ткани из пряжи из тонких синтетических волокон образуются «валики». Чем длиннее волокна, тем толще и прочнее пряжа.

Натуральные волокна – это волокна, которые существуют в природе в готовом виде и образуются без непосредственного вмешательства человека.

В эту группу входят растительные, животные и минеральные волокна.

Натуральные волокна животных

Шёлк – это белковое волокно животного происхождения. Шёлковые нити получают из коконов тутового шёлкопряда. К шёлковой группе относятся такие ткани, как шёлк, шифон, креп, атлас. Традиционно шелк является одним из самых дорогих видов ткани. Изделия из шёлковой ткани очень легкие, прочные, красивые, приятные на ощупь, хорошо регулируют температуру тела.

Недостатками шёлка являются быстрая сминаемость ткани и чувствительность к ультрафиолетовым лучам. Часто к натуральному шёлковому волокну добавляют другие виды волокон, чтобы получить новые и интересные фактуры.

При горении шёлка ощущается запах «горелого пера».

Шерсть – это натуральное волокно животного происхождения. В качестве сырья используется шерсть животных – овечья, верблюжья, ламы, кроличья и др. Значительную массу шерсти для текстильной промышленности (94–96%) даёт овцеводство.






Шерсть разных животных различается по качеству, свойствам и количеству, но одной общей чертой всех видов шерсти является её превосходная способность удерживать тепло.

Натуральные шерстяные ткани мягкие, эластичные, лёгкие, дышащие. Толщина тканей может быть разной, есть как толстые, так и тонкие шерстяные ткани. Шерстяные ткани почти не мнутся. При горении шерсти, как и шёлка, может ощущаться запах горелых перьев.






Натуральные растительные волокна. Целлюлоза является основным компонентом растительных волокон. Это твёрдое, труднорастворимое вещество состоит из связей с остатками глюкозы. Помимо целлюлозы растительные волокна содержат такие вещества, как воски, масла, белки и красители.



Хлопковое волокно – это натуральное растительное волокно. Хлопок производится из волокна семян хлопчатника.

На основе хлопка производят чит, сатин, батист, джинсовую ткань, фланель и многие другие виды хлопчатобумажных тканей. Преимуществами хлопчатобумажной ткани являются прочность, высокая щелочестойкость и эластичность. Хлопчатобумажная ткань теплая, мягкая и приятная на ощупь, хорошо впитывает влагу, не электризуется. Недостатком хлопчатобумажных тканей является высокая сминаемость из-за малой доли упругой деформации. Иногда в хлопчатобумажные ткани, например, атлас, добавляют вискозу, и тогда на поверхности ткани появляется красивый блеск или рисунок.




Льняное волокно — это натуральное волокно растительного происхождения. Льняное волокно получают из стебля одноименного растения. Льняные ткани гигиеничны, прочны, приятны на ощупь, обладают хорошими влаго- и воздухопроницаемыми свойствами, блеском. В то же время льняные ткани мнутся и плохо гладятся из-за малой растяжимости и эластичности, а также садятся (усаживаются) при стирке. Чаще всего льняные ткани выпускаются натурального цвета (от серого до светло-коричневого).





Натуральные минеральные волокна



Асбест (греч. неразрушимый) [$3(Mg,Fe)O \cdot CaO \cdot 4SiO_2$] представляет собой силикатный минерал, устойчивый к теплу, кислоте и электричеству, и принадлежит к группе неорганических природных полимеров. Асбест бывает двух видов: серпентиновый (хризотиловый) и амфиболовый асбест. Минералы асбеста химически состоят из гидросиликатов магния и железа, частично силикатов кальция и натрия. Асбест делится на следующие 3 типа в зависимости от его использования в промышленности:

1. Асбест с длиной волокна более 8 mm. Такие асбестовые волокна называются текстильными асбестами и используются в основном для ткачества марли. Из таких газов изготавливают непромокаемую одежду, занавески театральных сцен, брезент, автомобильные тормозные ленты, фильтры и другие асборезиновые изделия.



2. Асбест с длиной волокон от 2 до 8 mm. Из таких волокон производят асбестоцементные изделия, шифер, канализационные трубы, водопроводные, нефтегазовые трубы, асбокартон, бумагу, изоляционные материалы, не проводящие тепло и электричество.

3. Асбест, длина волокон которого от 0,2 до 2 mm. Такие асбестовые волокна называются строительным и цементным асбестом. Они используются в производстве огнестойких строительных материалов и жаростойких изделий.

В промышленности асбестовые волокна получают путём прядения хлопковых волокон в асбестовые волокна и их варки. Асбестовые шнуры изготавливаются путём распиливания нескольких асбестовых нитей и их варки. Асбестовые нити и шнуры используются в качестве уплотнителей и теплоизоляционных материалов.



Изделия, содержащие асбестовые волокна, в частности изделия из отходов, находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Например, при вмешивании в цемент тонких асбестовых волокон повышается плотность изделий из него, их пластичность и ударопрочность. Асбопласты отличаются от пластиков с наполнителями, такими как стекловолокно, хлопковое волокно, устойчивостью к тепловому воздействию, отсутствием разряда электрического тока, высоким коэффициентом трения.



В промышленности асбестовые волокна пропитывают смолой и получают асбопласт. Из асбопласта изготавливают прочную электроарматуру, кислото- и щелочестойкие трубы и химическое оборудование.

Асбест как полезное ископаемое имеет большое значение для народного хозяйства. Асбест широко используется не только в чистом виде, но и в качестве наполнителя. Асбест является важным сырьём в текстильной, цементной, бумажной, резиновой, строительной, электротехнической промышленности, а также в производстве пластмасс и теплоизоляционных материалов.

Месторождения асбеста, имеющие промышленное значение в мире, расположены на Урале, в Казахстане, Тувинской АССР, Италии, Тенфордском районе Канады, Западной Австралии и Боливии. Но ограничение запасов природного асбеста требует решения проблемы получения искусственного асбеста и использования его в качестве сырья.

Искусственные волокна

Волокна вискозы видны под микроскопом в виде цилиндра с многочисленными продольными линиями. Линии повязки появляются при неравномерном затвердевании прядильного раствора. Сечение волокон имеет форму циркулярной пилы. Длина волокон может быть разной.



Толщина вискозных нитей зависит от толщины и количества образующих их элементарных волокон. Твёрдость волокон зависит от расположения молекул. Нормальные волокна вискозы имеют меньшую твёрдость, чем натуральный шёлк, а волокна очень высокой вискозы имеют более высокую твёрдость. Волокна вискозы склонны к резкому короблению. По химическому составу и горению вискозные волокна аналогичны хлопковым, но они более чувствительны к кислотам и щелочам и быстрее сгорают.



Капроновое волокно производится в виде бесконечной пряжи и штапельного волокна. Нити могут быть однониточными, сложными. Количество элементарных нитей в сложных резьбах зависит от толщины изготавливаемой нити. Толщина, относительная твёрдость, эластичность, гигроскопичность моноипа, капрон начинает терять твёрдость при температуре 65 °C. Он устойчив к щелочам и устойчив к кислотам. Недостатком является то, что волокно очень гладкое, плохо прилипает и имеет малое трение. При смешивании с другими волокнами образуются пиллинги (узелки) в результате натирания поверхности материала из-за его гладкости. Меньше впитывает влагу. Для уменьшения некоторых дефектов (гладкости) волокна разрабатываются разной формы, а для уменьшения блеска добавляется порошок оксититана.

Задания

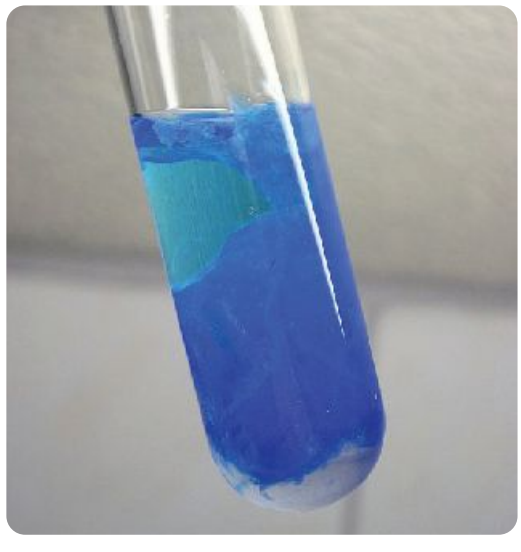
1. Из каких материалов делают одежду?
2. Из чего сделаны волокна?
3. Сколько типов волокон существует?
4. Как получают натуральные волокна?
5. Каковы свойства натуральных волокон?
6. Почему для младенцев рекомендуется одежда из материалов натурального волокна?

ТЕМА 23. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ СПЕЦИФИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Изучаемые понятия:
- уксусная кислота;
- глицерин;
- глюкоза.

Определение химическим методом данные бесцветные растворы уксусной кислоты, глицерина и глюкозы

Необходимое оборудование и реактивы: пробирки, универсальный индикатор, уксусная кислота, глицерин, глюкоза, медь (II)-гидроксид.



Ход работы:

1. В отдельные пробирки налить по 1–2 ml уксусной кислоты, глицерина, глюкозы.

2. Все соединения класса кислот имеют в своем составе атомы водорода, проявляющие кислотные свойства в водном растворе. Поэтому уксусную кислоту можно определить с помощью индикатора. Нанесите универсальный индикатор на вещества в пробирках, и вы увидите, что образец, дающий пурпурно-красную окраску индикатора, имеет кислую среду.



3. Для определения глицерина достаточно провести качественную реакцию, достоверно показывающую наличие обнаруживаемого соединения. Для этого используют свежеприготовленный раствор гидроксида меди (II), который вступает в реакцию с глицерином и раствор приобретает красивый синий цвет.

4. Гидроксид меди (II) также используется для определения глюкозы. Реакция глюкозы с гидроксидом меди (II) обладает интересным свойством, облегчающим отделение глюкозы от многоатомных спиртов. Содержимое пробирки нагревают на пламени спиртовой лампы. При нагревании вещества в пробирке сначала образуется жёлтый осадок, затем он становится красным. В многоатомных спиртах такой ситуации не наблюдается, при кипении смеси многоатомного спирта и гидроксида меди (II) синий цвет не меняется.

5. Напишите и обобщите необходимые уравнения реакций химических превращений, которые произошли.

Вы знаете, как отличить натуральный мёд?

Это можно определить с помощью простой медной проволоки. Медная проволока нагревается до тех пор, пока она не станет красной. Опускаем в ёмкость с мёдом и держим 10–15 секунд.

При извлечении медной проволоки проверьте чистая ли она. Если он чистая, то мёд натуральный. Однако липкая масса на поверхности проволоки свидетельствует о наличии в мёде примесей или о том, что он был разбавлен водой.



Также эффективным методом является проверка качества мёда с помощью хлеба. Налейте мёд в ёмкость. Кусочек белого хлеба обмакните в мёд и оставьте на 10 минут. Если вы видите, что хлеб размягчается или пузырится, значит, в мёде есть сахарный сироп. Это говорит о том, что мёд не натуральный. Настоящий, чистый мёд удерживает хлеб на поверхности.

Задания

1. Вещество «А» – бесцветная жидкость со специфическим запахом, легче воды и в ней легко растворяется. При нагревании этого вещества в присутствии концентрированной серной кислоты образовался газ «В», который легче воздуха. Вещество «В» взаимодействовало с бромистым водородом с образованием тяжелого жидкого вещества «С». Назовите формулы веществ «А», «В» и «С». Напишите уравнения реакций.

2. Вещество «А» представляет собой белое кристаллическое вещество, окрашивающее пламя в фиолетовый цвет и хорошо растворяющееся в воде. Газ «В» мутнеет при пропускании его через раствор вещества «А» в воде. Это связано с образованием вещества «С», мало растворимого в воде, имеющего специфический запах, хорошо растворяющегося в щелочи. Напишите формулы веществ «А», «В» и «С». Напишите описанные уравнения реакций.

Домашний опыт. Определить жирность молока в домашних условиях. Для этого вам понадобится новая проба молока и чистая стеклянная тара. Маркером ставится отметка на высоте 10 cm от дна емкости. Молоко следует взболтать, а затем налить в стакан до отмечённой линии. Ёмкость с молоком следует оставить на 6–8 часов, после этого оценивается результат. Масло находится вверху, а жидкий продукт внизу. Измеряется от верхней части жидкости до нижнего (жидкостного) предела простой линейкой. Толщина жирового слоя указывает на жирность молока.

ТЕМА 24. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ ПО ТЕМЕ (1)

Изучаемые понятия:

- спирты и фенолы;
- простые и сложные эфиры;
- альдегиды и кетоны;
- жиры и углеводы.

1. К раствору, содержащему 14,4 g фенола, добавили раствор, содержащий 4,0 g NaOH. Какова будет масса фенола после реакции?

Решение задачи. Известно, что в отличие от спиртов фенолы реагируют и с щелочами.

Сначала запишем уравнение реакции:

$$C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$$

На основании уравнения реакции можно составить пропорцию:

94 g C_6H_5OH с —— 40 g NaOH реагирует
x g C_6H_5OH с —— 4 g NaOH реагирует

$$x = \frac{94g \times 4\ g}{40g} = 9{,}4\ g$$

Следовательно, разница между исходной массой фенола и израсходованной массой и есть масса фенола, оставшегося в растворе

$$m=14{,}4\ g - 9{,}4=5\ g$$

Ответ: 5 g.

2. В пробе одноатомного насыщенного спирта массой 120 g сумма всех атомов составляет 22,5 mol. Определите формулу и название спирта.

Решение. Используя общую формулу спиртов – $C_nH_{2n}OH_2$ можно найти количество атомов. Итак, общее количество атомов 3n+3, а количество молекул 14n+18. На основе этих формул составляем пропорцию:

3n+3 mol —— 14n+18 g в составе спирта
22,5 mol —— 120 g в составе спирта

$$360n + 360 = 315n + 405$$
$$360n - 315n = 405 - 360$$
$$45n = 45$$
$$n = 1$$

Ответ: CH_3OH – метиловый спирт.

3. Сколько граммов натрия и этилового спирта потребуется для приготовления 400 g 8,5%-ного спиртового раствора этилата натрия?

Решение задачи. Сначала определяют массу этилата натрия в растворе:

$m = 400 \cdot 0{,}085 = 34$ g.

Запишем реакцию:

$$2Na + 2C_2H_5OH \longrightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$$

Пользуясь тем, что для получения 136 g (68,2) этилата натрия по реакции необходимо 46 g натрия и 92 g этилового спирта, составим пропорцию:

136 g —— 46 g —— 92 g

34 g —— X_1 —— X_2

$X_1 = 34 \cdot 46 : 136 = 11,5$ g.

$X_2 = 34 \cdot 96 : 136 = 23$ g.

Ответ: Необходимо 11,5 g металлического натрия и 23 g этилового спирта.

4. 1,5 g одноатомного спирта A окислили до кислоты B таким же количеством углерода. При добавлении этанола к кислоте B получают 2,55 g сложного эфира. Определите спирт A.

Решение задачи. Запишем общую формулу одноатомного спирта ($C_nH_{2n}OH_2$) и формулу сложного эфира кислоты B, окисленной из этого спирта $C_nH_{2n-1}O - C_2H_5$. Определим их разность масс по формулам:

$(14n+60) - (14n+18)=42$

Разница в 1 моле —— 42 g

Разница в x моле —— 1,05 g

x= 1,05 : 42 = 0,025 mol

1 mol спирта —— x g/mol

0,025 mol спирта —— 1,5 g/mol

x= 1,5 : 0,025 = 60 g/mol

Используя общую формулу спиртов, мы можем определить неизвестный спирт:

$14n + 18 = 60$

$14n = 60 - 18$

$14n = 42$

$n = 3$

Ответ: неизвестный спирт – пропанол.

5. 1 mol этанола реагирует с муравьиной и уксусной кислотами с образованием сложных эфиров массой 77,5 g Определить массу (g) исходных кислот.

Решение задачи: сначала составим уравнения реакции:

$$C_2H_5OH + HCOOH \rightarrow HCOO - C_2H_5 + H_2O$$

$$C_2H_5OH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COO - C_2H_5 + H_2O$$

Из реакции известно, что 1 mol спирта реагирует с таким же количеством кислоты с образованием 1 моля сложного эфира. В результате составляем следующее уравнение. При этом берется x mol эфира, образованного с муравьиной кислотой, и 1-x mol эфира, образованного с уксусной кислотой:

$$74x + 88(1–x) = 77,5$$
$$74x + 88 – 88x = 77,5$$
$$74x – 88x = 77,5 – 88$$
$$–14x = –10,5$$
$$x = 0,75 \text{ mol муравьиной кислоты}$$
$$1 – 0,75 = 0,25 \text{ mol уксусной кислоты}$$

Ответ: 34,5 g муравьиной кислоты и 15 g уксусной кислоты.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Общая формула соединений A и B – $C_5H_{10}O_2$. При щелочном гидролизе вещества A образовались два органических вещества C и D. При нагревании вещества C со щелочью образуется метан. При взаимодействии вещества D с натрием выделяется водород. Вещество E, полученное реакцией серебряного зеркала с веществом B, образует сложный эфир как с кислотами, так и со спиртами. Найдите вещества C и E.

2. Если при взаимодействии уксусной и пропионовой кислот с 0,5 mol метанола образуются сложные эфиры массой 39,8 g, то при каком массовом соотношении образуются эти эфиры?

3. Определить массу (g) сложного эфира, образующегося при взаимодействии 10 g 30%-ной уксусной кислоты с 15 g 16%-ного метанола.

4. Если 23 g этанола (в присутствии серной кислоты) полностью прореагировали со смесью метановой и этановой кислот и получили продукты общей массой 39,8 g, определить количественное содержание кислот (g).

5. Окисление 5,92 g одноатомного спирта A даёт кислоту B с таким же количеством углерода. При обработке кислоты B большим количеством этанола (в присутствии H_2SO_4) было получено 9,28 g сложного эфира. Определите строение спирта A.

6. При окислении 0,12 g одноатомного спирта A образуется кислота B с таким же количеством углерода. При обработке кислоты B большим количеством этанола (в присутствии H_2SO_4) было получено 8,64 g сложного эфира. Определите строение спирта A.

7. При окислении 0,12 g одноатомного спирта A образуется кислота B с таким же количеством углерода. Кислоту B обрабатывали большим количеством этанола (в присутствии H_2SO_4), получая 8,64 g сложного эфира. Определите строение спирта A.

8. На полную нейтрализацию кислоты, полученной при гидролизе 8,8 g алкилформиата, использовали 2,4 g гидроксида лития. Найдите формулу исходного эфира.

ТЕМА 25. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ ПО ТЕМЕ (2)

Изучаемые понятия:
- простые и сложные эфиры;
- жиры и углеводы.
- альдегиды и кетоны;

1. Если объём газа, образовавшегося в результате спиртового брожения глюкозы, равен объёму такого же газа, образовавшегося при сгорании 8,96 л метана, то какова была масса глюкозы?

Решение задачи. Сначала запишем уравнения реакции:

$$C_6H_{12}O_6 = 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$$

На основании уравнения реакции можно составить пропорцию:

Из 22,4 l CH_4 —— образуется 22,4 l CO_2

Из 8,96 l CH_4 —— x l CO_2

x = 32 l

Из 180 g глюкозы —— образуется 44,8 l CO_2

Из x g глюкозы —— образуется 8,96 l CO_2

x = 180 · 8,96 : 44,8 = 36 g

Ответ: 36 g.

2. Для гидролиза смеси пропилформиата и этилацетата использовали 100 g 12% едкого натрия. Определить массу (g) исходной смеси.

Решение задачи. Пропилформиат и этилацетат имеют одинаковую формулу $C_4H_8O_2$. Используя это, можно найти массу смеси. Для гидролиза любого сложного эфира нужна щелочь в мольном соотношении 1:1, исходя из этого можно составить пропорцию.

Для гидролиза 88 g сложного эфира требуется 40 g ветрогонного нартия.

На x g сложного эфира требуется 12 (100 . 0,12) g патоки

x = 88 · 12 : 40 = 26,4 g.

Ответ: 26,4 g.

3. Определите объём аммиака (l), необходимый для нейтрализации 2,5 l 1-молярного раствора валериановой кислоты.

Решение задачи. Сначала определяем моль валериановой кислоты:

$n=C_m \cdot V=1 \cdot 2,5 = 2,5$ mol.

Записываем реакцию:

$$CH_3CH_2CH_2CH_2COOH + NH_3 = CH_3CH_2CH_2CH_2CONH_2 + H_2O$$

22,4 l аммиака —— с 1 молем валериановой кислоты

на x l —— 2,5 моля валериановой кислоты

$$x = 2,5 \cdot 22,4 = 56 \text{ l}.$$

Ответ: 56 литров.

4. H_2, полученный при добавлении металлического Na к 35,2 g жирной кислоты в стехиометрическом соотношении, обрабатывали 11,2 литрами C_2H_2. Сколько молей воздуха необходимо для полного сгорания образующихся газов?

Решение задачи. Запишем уравнения реакции:

$$2CH_3CH_2CH_2COOH + 2Na = 2CH_3CH_2CH_2COONa + H_2$$

$$C_2H_2 + H_2 = C_2H_4$$

На основании реакций можно составить пропорцию:

Из 176 g масляной кислоты образуется —— 1 mol водорода.

Из 35,2 g масляной кислоты образуется —— x mol водорода.

$$x = 35,2 \cdot 1 : 176 = 0,2 \text{ mol}$$

Так, 0,2 mol водорода реагирует с таким же количеством ацетилена. У нас было 0,5 mol (11,2 : 22,4) C_2H_2. В результате осталось 0,3 mol (0,5 – 0,2). Запишем реакции горения образовавшегося этилена и избытка этилена:

$$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$$

$$2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$$

На основании реакций можно составить пропорцию:

$$1 \text{ mol } C_2H_4 \text{ —— } 3 \text{ mol } O_2$$

$$0,2 \text{ mol } C_2H_4 \text{ —— } x = 0,6 \text{ mol } O_2$$

$$2 \text{ mol } C_2H_2 \text{ —— } 5 \text{ mol } O_2$$

$$0,3 \text{ mol } C_2H_2 \text{ —— } x = 0,75 \text{ mol } O_2$$

Всего с кислородом реагирует 1,35 mol. В условии задачи спрашивалось количество (масса) воздуха. Оксигенированный воздух составляет 21% по объёму. И нам нужно определить 100%:

21% —— 1,35 mol

100% —— x mol

$$x = 6,43 \text{ mol}$$

Ответ: понадобится 6,43 mol воздуха.

5. Для омыления 25,8 g триглицеридов потребовалось 49,2 ml 20%-ного раствора NaOH ρ=1,22 g/ml. Определите формулу сложного эфира, полученного в результате реакции.

Решение задачи. 3 моля на гидролиз 1 моля масла нужна щелочь. Составим пропорцию:

Для гидролиза X g/mol жира —— понадобится 120 g NaOH

А для 25,8 g жира —— 12 (1,22 . 49,2 . 0,2) g NaOH

x = 258

Если относительная молекулярная масса масла составляет 260 g/mol, то обычно можно определить радикал R по формуле C_nH_{2n+1}.

258 – 173 = 85.

85 = 14n+1

14n = 84

n = 4

Ответ: формула радикала C_4H_9 –.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Для гидролиза смеси этилформиата и метилацетата использовали 200 g 10% раствора гидроксида натрия. Определить массу (g) исходной смеси.
2. Определить массу (g) сложного эфира, образующегося при взаимодействии 10 g 30%-ной уксусной кислоты с 15 g 16%-ного метанола.
3. Если при взаимодействии образующегося при гидролизе жира трёхатомного спирта с молями натрия выделяется 67,2 l водорода. Вычислить количество гидролизовавшегося триглицерида (в молях).
4. Определите степень окисления sp^2-гибридизированного атома углерода фруктозы.
5. Рассчитайте количество (mol) хлорида натрия, необходимое для полного превращения продуктов, образующихся в результате спиртового брожения глюкозы массой 360 g.
6. Какой объём (l) газов выделяется при сжигании жирными кислотами глюкозы массой 225 g?
7. Полный гидролиз 40,3 g масла дал 44,1 g калиевой соли монокарбоновой кислоты. Определите масло.
8. Сколько ml 2 M раствора гидроксида натрия пошло на гидролиз тристеарата с получением 5,3 g стеарата натрия?

ГЛАВА IV

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

О ЧЁМ?

- Промышленность по производству органических веществ
- Органические отходы и технологии их переработки
- Реализация генетической связи между органическими соединениями на основе экспериментов



ТЕМА 1. ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Изучаемые понятия:
- химическая технология;
- органические продукты.

В промышленности органический синтез – это отрасль, изучающая различные аспекты получения органических соединений: методы синтеза, идентификацию, оборудование и т. д. Органический синтез подразделяют на основной (производство метанола, анилина, уксусной кислоты, полимеров) и тонкий (производство красителей, лекарственных и ароматических веществ, средств защиты растений).

Важнейшими промышленными источниками органических веществ являются синтез-газ, природный газ, нефть и уголь. В синтезе сложных органических соединений различают исходные материалы, промежуточные продукты и готовые продукты.









Химическая технология органических веществ

Химическая технология производства органических веществ представляет собой совокупность методов переработки природных продуктов в полуфабрикаты. Эта технология представляет собой процесс прямой переработки полезных ископаемых.

Процесс переработки включает в себя:
- сырая нефть;
- каменный уголь;
- природный газ;
- другие легковоспламеняющиеся вещества.

Кроме того, существуют способы получения искусственных полимеров, различных красителей и препаратов. Прикладная химическая технология имеет классификацию пяти категорий:
- гидромеханическая;
- диффузионные процессы;
- механическая;
- химическая;
- тепловая.



В то же время эти этапы имеют важную особенность. Стадии могут быть непрерывными или периодическими. Суть гидромеханического метода заключается в получении различных красок, каучука, пластмасс, спиртов. Этот метод имеет свои преимущества перед механической работой.

Химическая технология получения органических веществ характеризуется следующими возможностями:

• вовлечение экономического сегмента в процесс получения новых видов сырья;

• замена дорогостоящих веществ обычными аналогами;

• комплексное использование отходов производства и вторичного сырья для получения различных химических реагентов.

Органическая химическая промышленность производит широкий спектр различных пластмасс. Широко распространены, например, красивая мебель, настольные лампы, радиоприёмники и множество водонепроницаемых пластиковых предметов. Однако значение пластмассы не только в производстве одежды и предметов быта, но и тысяч изделий для промышленности – от маленьких кнопок управления до крупных деталей машин. Детали автомобильных механизмов и мощных прокатных станов, телефонные аппараты и ткацкие станки, изоляция крупнейших электрических машин и защитные окна в самолётах – далеко не полный перечень областей применения пластмасс, без которых невозможно представить развитие техники.

Органическая химия обеспечивает сельское хозяйство не только средствами борьбы с вредителями, но и различными веществами, ускоряющими рост растений и созревание плодов. Во многих странах органическая химическая промышленность базируется в основном на продуктах переработки угля. Например, 88 % ацетилена получают карбидным способом, а 100 % ароматических углеводородов получают из лёгкой коксующейся смолы.

Многие продукты органической химической промышленности играют важную роль в современном сельском хозяйстве. Например, очень перспективно развивать производство гербицидов – веществ, уничтожающих сорняки в промышленных масштабах; их использование значительно снижает трудозатраты по уходу за сельскохозяйственными культурами. Инсектициды и фунгициды – это вещества против насекомых и грибов, являющихся вредителями сельского хозяйства. Нефтяные и синтетические химикаты на основе ацетилена наводнили все остальные отрасли промышленности химическими веществами. Важной особенностью производства алифатических соединений является использование каталитических реакций, особенно в газовой фазе, и, как следствие, развитие непрерывных процессов и быстрое снижение себестоимости.

Некоторые простые соединения можно получить как из масла, так и из растений. Этиловый спирт используется как сырьё для производства каучука, пластика и других

органических соединений. Его можно получить каталитической гидратацией этилена (из нефти) или ферментацией отходов сахарной промышленности (использование этанола в качестве топлива в Бразилии улучшило экологическую ситуацию).

Отдельно следует сказать о полимерной промышленности. Она поглощает наибольшую часть продуктов нефтепереработки в виде мономеров (стирол, акрилаты, винилхлорид, этилен). Производство синтетических волокон имеет оборот более 25 млн. тонн в год. В производстве поливинилхлорида занято около 50 000 человек, в год выпускается 20 млн тонн продукции.



Задания

1. Какое производственное предприятие есть в районе вашего проживания или рядом с ним? Что будет производить это предприятие?

2. Что вы знаете о «зелёной химии»? Что сделано в этой области в Узбекистане?

3. При производстве метанола в качестве сырья используется природный газ метан CH_4. Синтез-газ образуется в результате действия паров воды на газ метан при высокой температуре. Исходная смесь для синтеза метанола в соотношении на 1 объём CO берется 5 объёмов H_2. Реакция синтеза метанола обратима, экзотермична, гомогенна и протекает с уменьшением объёма. Реакцию проводят при температуре 370–400 °C. Катализатор ZnO, Cr_2O_3 используется для ускорения синтеза. Метанол используется для получения большого количества различных органических веществ, в частности формальдегида, который используется в производстве фенолформальдегидных смол и в производстве органического стекла. Кроме того, он используется в качестве присадки к бензину – повышает октановое число топлива и снижает количество вредных веществ в выхлопных газах.

Задание: заполните таблицу, используя этот текст.

Промышленная сеть	Сырьё	Химические процессы
Производство метанола		

4. Подготовьте проектную работу, исходя из областей использования органических соединений.

ТЕМА 2. ОРГАНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

Изучаемые понятия:

- органические отходы;
- технология переработки.

Как вы думаете, сколько химических элементов содержится в мусоре и отходах, которые мы выбрасываем?

В связи с тем, что стремительный рост населения на нашей планете приводит к увеличению потребления товаров, пропорционально увеличивается массовая доля отходов.



Термин «утилизация» происходит от французского корня utilis, что означает в переводе «полезный». Благодаря переработке одно вещество получает несколько жизней.

Методы переработки пластмасс – гидролиз, гликолиз, метанолиз, пиролиз.

Виды отходов

Под отходами производства и потребления понимаются сырьё, материалы, полуфабрикаты, а также остатки продукции, утратившие свои потребительские свойства, образующиеся в процессе производства и потребления.

Единственный способ не утонуть в тоннах отходов – вовремя перерабатывать их. Поэтому утилизация отходов является перспективным подходом для бизнеса, науки и общества.

Что такое утилизация?

Утилизация отходов – это полное уничтожение или повторное использование отходов для различных целей. Безопасность является необходимым условием для его реализации. Конечным результатом является добыча энергии, материалов, сырья или топлива.

Почему необходима утилизация?

Утилизация отходов стала одной из важнейших проблем мирового сообщества, поэтому важность переработки отходов очень высока. Перечислим несколько причин, объективно оценивающих важность такого процесса.



Природные и материальные ресурсы на планете ограничены и не всегда могут быть заменены: переработка бумаги и дерева сохраняет деревья и леса; переработка пластика снижает производство нового пластика; переработка металлов означает меньшую потребность в добыче новых металлических руд.

Известно, что пластик разлагается примерно за двести лет. Попадая в почву, пластик распадается на мелкие частицы и начинает выделять в окружающую среду химические вещества, добавленные к ним в процессе производства. Это может быть хлор, ядовитые или канцерогенные вещества.

Какие пластмассы можно перерабатывать?

Нет чёткого ответа. Это зависит от типа пластика, от того, как и почему он перерабатывается. Пластик обычно необходимо сортировать как по типу полимера, так и по цвету, чтобы получить материал, пригодный для вторичной переработки.

Сколько раз можно перерабатывать пластик?

Существует несколько способов переработки полимеров и продуктов с истекшим сроком эксплуатации.

Название метода	Краткое описание
Гидролиз	Этот метод переработки пластиковых отходов заключается в разложении полимеров кислотами и одновременном воздействии на перерабатываемое сырьё высоких температур. Самый распространённый способ переработки пластика за рубежом. Существуют различные методы гидролиза – используются самые эффективные, дорогие катализаторы.
Гликолиз	Обработка предполагает использование гликолей – специальных спиртов. Эти спирты содержат гидроксильные группы. Для проведения нужной реакции необходимо соблюдение двух условий: поддержание высокого температурного режима и правильный выбор катализатора.
Метанолиз	Этот метод утилизации отходов заключается в глубокой полимеризации и разложении пластмасс с использованием этанола. Без специальных реакторов, поддерживающих температуру 15 градусов и давление 1,5 MPa, перерабатывать пластик таким способом не получится.
Пиролиз	Другими словами, термическое разложение, то есть разложение сырья путём термической обработки без доступа кислорода. В результате получается исходный мономер. Технология данного способа переработки полимеров не позволяет производить сортировку сырья перед переработкой.

Помимо упомянутых способов, применяют и механический способ. Механическая обработка – это метод, основанный на механическом измельчении перерабатываемого сырья. Следует отметить, что при этом пластик не теряет своих свойств. Особенность метода в том, что нет необходимости приобретать дорогостоящее оборудование и нанимать для этого специалистов. Для современных линий, занимающихся механической обработкой, подходит следующее:

пластиковые контейнеры;

полиэтиленовые пакеты;

различные пластмассовые изделия.

В результате получают несколько видов продукции: поливинилхлоридные (ПВХ) гранулы разных фракций; химическое волокно; топливо.

Этапы переработки



Перед загрузкой сырья на переработку его необходимо отсортировать. После сортировки осуществляются следующие этапы переработки пластика:

дробление сырья, которое необходимо переработать;

агломерация – иначе говоря, процесс сжатия твёрдой массы и образования мелких частиц без расплавления материала под действием тепла или давления;



грануляция – производство гранул разных фракций на специальном оборудовании.

По сути, каждый из этапов представляет собой законченное движение. Проще говоря, рафинированный молотый полимер (флекс) или агломерат можно продавать как конечный продукт.

После переработки материал используется в производстве волокон для ковров, синтетической одежды и пряжи (около 30% всех перерабатываемых материалов). Основная доля переработанного пластика (около 70%) используется в производстве полиэфирных волокон, которые затем используются для наполнения спортивной одежды и мягких игрушек. После последнего цикла в дорожном строительстве, как правило, используется пластик.

Серьёзной проблемой в нефтяной отрасли является утилизация нефтепродуктов и нефтеотходов практически любого процесса нефтепереработки.

Нефтеотходы представляют собой устойчивую многокомпонентную физико-химическую смесь нефтепродуктов, воды и механических примесей (глины, песка, продуктов коррозии пласта, осадка).



Несмотря на активное развитие природоохранных технологий, сегодня распространено захоронение нефтяных остатков в специальных складах, накопительных ёмкостях, амбарах на нефтеперерабатывающих заводах. Миллионы тонн токсичных отходов представляют реальную экологическую угрозу и являются источником постоянного загрязнения почвы, грунтовых вод и атмосферного воздуха. Следует учитывать, что после очистки резервуаров от остатков нефтепродуктов существует вероятность того, что нефтеперерабатывающие заводы будут вынуждены их останавливать из-за переполнения площадок хранения остатков нефтепродуктов. В то же время высокая стоимость новых месторождений нефти откладывает решение проблемы на более поздний период.

Способы переработки нефтяных остатков

Метод переработки	Преимущества	Недостатки
Термическая	Снижение с опасного до безопасного уровня, сокращение отходов, получение полезных продуктов	В случае сжигания необходимость транспортировки сложных и дорогостоящих отработанных газов в систему очистки, к месту сжигания
Биологическая	Это наименее трудоёмкий метод, использующий активный биологический субстрат и мало воздействующий на окружающую среду	Строгие требования к условиям труда. Невозможность пребывания в неблагоприятных температурных условиях или в условиях глубокого загрязнения почвы

Механическая	Позволяет получить 90–95% масла, содержащегося при переработке в декантерах, взятие концентрата экономит объём дальнейшей переработки	Требуется 100% импортное оборудование, требующее дорогого квалифицированного обслуживания
Химическая	Получение строительных материалов	Стоимость реагентов (полиуретаны, смолы, жидкое стекло, цемент), экологическая нагрузка процесса нефтепереработки достаточно велика
Физико-химическая	Снижение нагрузки на окружающую среду за счёт обезвреживания отходов и перевода их в неактивную форму	Фактически отходы остаются на месте, свалка не сжигается

Продукты, полученные в результате переработки:

- компоненты строительных материалов,
- сырьё для производства битума,
- топливо для котельных.



Задания

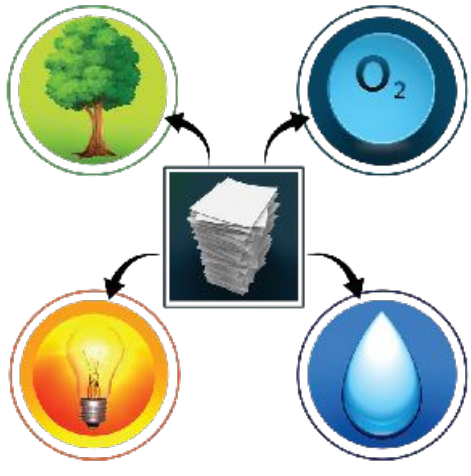
1. Почему на самоочищение воды от разлитых нефтепродуктов в южных морях уходит несколько лет, а в северных – до 50 и более лет? Чем грозит Северному Ледовитому океану разработка нефтяных месторождений на его дне? Чем такая разработка опаснее, чем, например, Персидский залив?
2. Почему сжигание этих продуктов в двигателях или электростанциях менее вредно для окружающей среды, чем сжигание угля или нефти? Найдите более одного ответа на этот вопрос.
3. Подготовить проектную работу по технологии получения синтетических нефти и бензина пиролизом отходов и защитить её на следующем занятии.

ТЕМА 3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. ПЕРЕРАБОТКА БУМАГИ

Изучаемые понятия:

- бумажное сырьё;
- технология переработки бумаги.

Каждый житель нашей планеты использует в среднем 50 kg различных целлюлозных продуктов в год. Высокотехнологичная переработка макулатуры развита в европейских странах.



Перерабатывая бумажные отходы, производители решают одновременно несколько экологических проблем:

защита от вырубки леса (в среднем для производства 1 тонны бумажной продукции необходимо 17 деревьев);

сокращение отходов, на 73% меньше загрязнения окружающей среды при производстве макулатуры;

количество полигонов твёрдых бытовых отходов будет сокращено.

Практическое занятие

Необходимое оборудование и реактивы: мензурка 500 ml, 2 колбы, марлевое или сетчатое кольцо, полотенце, утюг, горячая вода, газета, тетрадные листы, перекись водорода.

Порядок выполнения работы.

1. Разрежьте бумагу на мелкие кусочки, положите их в стакан. Залейте горячей водой, оставьте на 2–3 часа.

2. Скомкайте бумажки, хорошо разомните скомканную массу, в результате получится кашеобразная масса. Эта кашеобразная масса называется бумажной массой.

3. В сетку укладывают марлевые или сетчатые кольца и бумажное сырьё.







4. Бумажное сырьё засыпать в барабан и разбавить водой до получения необходимой густоты. Чем больше воды, тем тоньше бумага. Полученный раствор как следует перемешайте. Затем опустите марлевое или сетчатое кольцо на сетку 2 и подождите, пока частицы осядут на сетку.

5. Из-за того что в качестве сырья берется газета, образуется серая масса. Для отбеливания добавьте 5–10 ml перекиси водорода.

скачано с сайта www.idum.uz

6. После слива воды марлевое или сетчатое кольцо положите на полотенце, снимите кольцо, накройте другим полотенцем и прогладьте.

Внимание! При работе с утюгом необходимо соблюдать правила работы с электрооборудованием.

7. После глажки марля или сетка легко снимается с бумажного листа.

8. Формируется круглый лист. Этот лист еще не полностью высох, поместите его под пресс, это обеспечит ровное высыхание листа.

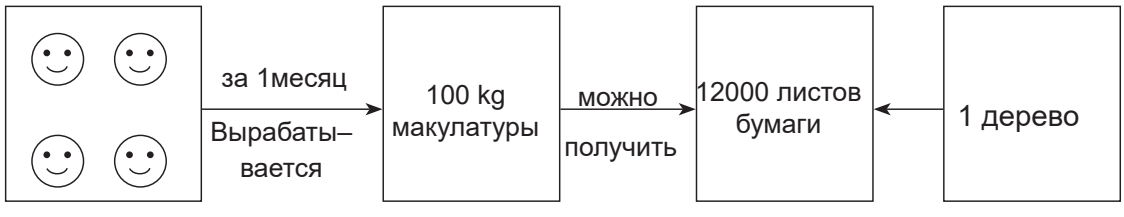




9. Готовую бумагу можно использовать.

10. С делайте выводы на основе набдюдений.

Нам кажется, что мы используем немного бумаги. На самом деле это не так. В среднем 4 человека производят 100 kg макулатуры в месяц.



Из этих 100 kg, если их переработать, можно произвести 12 000 листов обычной бумаги. Так мы спасаем 1 дерево. То есть каждый человек может сохранить 3 дерева за один год!

Задания

1. Какие дополнения вы бы предложили к приведённому выше практическому упражнению?
2. Можно ли в той же последовательности получить цветную бумагу или картон?
3. Проведите статистику, сколько бумаги используется за 1 день в вашей школе и сделайте вывод. Поделитесь с одноклассниками своими навыками экономии и переработки бумаги.

скачано с сайта www.idum.uz

O‘quv nashri

KIMYO

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
10-sinfi uchun darslik
(Rus tilida)

Перевод *Пулатова Шахноза*
Редактор-корректор *Раджабова Умида*
Технический редактор *Сулаймонов Акмал*
Художественный редактор *Фармонов Сарвар*
Художник *Расулов Акмал*
Дизайнер *Акилов Алимардон*
Компьютерная верстка *Камилов Алишер*

Подписана в печать 23.09.2022. Формат 60x84 1/8.
Гарнитура «Arial». Кегль 11. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 22,32. Уч.-изд.л 15,87.
Тираж . Заказ № .

скачано с сайта www.idum.uz

Сведения о состоянии учебника, выданного в аренду

№	Фамилия, имя ученика	Учебный год	Состояние учебника при получении	Подпись классного руководителя	Состояние учебника при сдаче	Подпись классного руководителя
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Таблица заполняется классным руководителем при передаче учебника в аренду и возврате в конце учебного года. При заполнении таблицы используются следующие оценочные критерии:

Новый	Состояние учебника при первом использовании.
Хороший	Обложка цела, не оторвана от основной части книги. все страницы в наличии, не порваны, на страницах нет записей и помарок.
Удовлетворительный	Обложка не смята, слегка испачкана, края стёрты. Удовлетворительно восстановлен пользователем. Вырванные страницы восстановлены, но некоторые страницы исчерчены.
Неудовлетворительный	Обложка испачкана, порвана, корешок оторван от основной части книги или совсем отсутствует. Страницы порваны, некоторых вообще не хватает, имеющиеся исчерчены. Учебник к дальнейшему пользованию не пригоден, восстановить нельзя.