



ХИМИЯ

УЧЕБНИК

11



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

Musiqisi *Üzeyir Hacıbəylinin*,
sözləri *Əhməd Cavadındır*.

Azərbaycan! Azərbaycan!
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadیرiz!
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!
Minlərlə can qurban oldu!
Sinən hər bə meydan oldu!
Hüququndan keçən əsgər
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,
Sənə hər an can qurban!
Sənə min bir məhəbbət
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,
Bayrağını yüksəltməyə
Cümlə gənclər müştəqdir!
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!
Azərbaycan! Azərbaycan!



ГЕЙДАР АЛИЕВ
ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛИДЕР
АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО НАРОДА

ИЛЬТИФАТ ЛЯТИФОВ
ШУКЮР МУСТАФА
РУМИЯ ДЖАМАЛОВА

11

Х И М И Я

УЧЕБНИК
по предмету Химия для 11-го класса
общеобразовательных школ

Замечания и предложения, связанные с этим изданием,
просим отправлять на электронные адреса:

bn@bakineshr.az и derslik@edu.gov.az

Заранее благодарим за сотрудничество!

В

А

К

І



Н

Ә

Ş

Р

Баку – 2018

11

Оглавление

ЧАСТЬ I

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

1

СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ

Предварительная проверка 10

1.1. Предельные одноатомные спирты

1.1.1. Номенклатура и изомерия 12

1.1.2. Получение 17

1.1.3. Строение и физические свойства 20

1.1.4. Химические свойства и применение 24

1.1.5. Практический урок. "Суд над Этанолом" 30

1.2. Предельные многоатомные спирты

1.2.1. Этиленгликоль 31

1.2.2. Глицерин 35

1.3. Фенолы. Фенол

1.3.1. Получение, строение и физические свойства 38

1.3.2. Химические свойства и применение 42

Выводы I главы 46

Обобщающие вопросы и задания 47

2

АЛЬДЕГИДЫ

Предварительная проверка 50

2.1. Альдегиды

2.1.1. Номенклатура и изомерия 52

2.1.2. Получение, строение и физические свойства 56

2.1.3. Химические свойства и применение 61

Практическая работа-1. Химические свойства спиртов, фенола и альдегидов 67

Выводы II главы 68

Обобщающие вопросы и задания 69

3

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

Предварительная проверка 72

3.1. Одноосновные карбоновые кислоты

3.1.1. Номенклатура и изомерия 74

3.1.2. Получение 77

3.1.3. Строение и физические свойства 80

3.1.4. Химические свойства и применение 84

3.1.5. Предельные и непредельные высшие карбоновые кислоты 89

3.2. Двухосновные карбоновые кислоты 94

4

3.3. Сложные эфиры	
3.3.1. Номенклатура и изомерия	97
3.3.2. Получение и свойства	101
3.4. Жиры	104
3.5. Мыла и синтетические моющие вещества	109
Выводы III главы	114
Обобщающие вопросы и задания	115
УГЛЕВОДЫ (САХАРИДЫ)	
Предварительная проверка	118
4.1. Моносахариды	
4.1.1. Глюкоза: строение и физические свойства	120
4.1.2. Глюкоза: химические свойства и применение	123
4.1.3. Фруктоза, рибоза и дезоксирибоза	126
4.2. Дисахариды. Сахароза.	130
4.3. Полисахариды	
4.3.1. Крахмал	134
4.3.2. Целлюлоза	137
Практическая работа-2. Химические свойства карбоновых кислот, сложных эфиров, моющих веществ и углеводов	143
Выводы IV главы	144
Обобщающие вопросы и задания	145

ЧАСТЬ II

5

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

НИТРОСОЕДИНЕНИЯ, АМИНЫ, АМИНОКИСЛОТЫ И БЕЛКИ	
Предварительная проверка	148
5.1. Нитросоединения	150
5.2. Амины	
5.2.1. Номенклатура и изомерия	153
5.2.2. Получение, строение и физические свойства	155
5.2.3. Химические свойства и применение	159
5.2.4. Анилин	161
5.3. Аминокислоты	
5.3.1. Номенклатура, изомерия, получение и строение	165
5.3.2. Свойства и применение	168
5.4. Белки	
5.4.1. Строение	171
5.4.2. Свойства и применение	176
Выводы V главы	180
Обобщающие вопросы и задания	181

ЧАСТЬ III

6

ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

ПОЛИМЕРЫ	
Предварительная проверка	184
6.1. Строение и физические свойства полимеров. Пластмассы	186
6.2. Природные и синтетические каучуки	190
6.3. Волокна	193
6.4. Защита окружающей среды от загрязнения полимерными веществами	196
6.5. Урок-дебат. Польза и вред полимеров	200
Практическая работа-3. Физические и химические свойства белков и полимеров	201
Выводы VI главы	202
Обобщающие вопросы и задания	203
Термины и химические понятия	204

Модель 7E в преподавании естественных наук

Все темы в учебнике составлены на основе модели 7E учебного цикла по обучению естественных наук. Эта модель считается самой прогрессивной образовательной моделью в мире.

Последовательность реализации ЦИКЛА 7E в ходе урока



Знакомство с учебником!

Вспомните пройденное. (Elicit) – вопросы для повторения пройденных материалов, связанных с данной темой.

Мотивация. (Engage) – данные и вопросы для обсуждения, мотивирующие интерес к теме урока.

Деятельность. (Explore) – самостоятельное рассмотрение теоретических или практических заданий, связанных с темой.

Разъяснение. (Explain) – Основное содержание урока.

1.1. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОДНОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

1.1.1. Наименование и изомерия

• Вспомните пройденное •

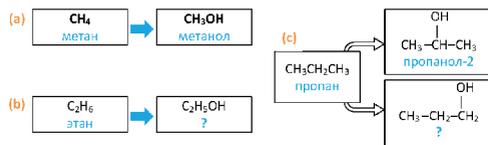
– Как выбирается главная углеродная цепь при наименовании алкенов по Международной номенклатуре?

– По каким причинам возникает структурная изомерия у алканов и алкенов?

■ В быту, медицине и различных областях промышленности мы систематически встречаемся со спиртами. Поэтому, очень важно различать спирты как друг от друга, так и от других веществ, а также уметь правильно с ними обращаться.

– По каким правилам называют спирты? Что вы про это знаете?

Деятельность • **Номенклатура спиртов.** На основе приведенных схем, укажите соответствующие названия веществ указанных вопросительным знаком. Предложите правила наименования спиртов. Выведите общую формулу предельных одноатомных спиртов.



Обсудите: – Почему метану соответствует один спирт, а пропану – два?
– По каким причинам может возникнуть структурная изомерия у алканолов?

В молекулах предельных одноатомных спиртов радикал алкила (R) связан только с одной гидроксильной группой: R–OH. Поэтому, формулы этих спиртов составляют путем замены в формуле алкана одного атома водорода гидроксильную группу:



Общая формула предельных одноатомных спиртов выражается как $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ или $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ ($n \geq 1$).

И з у ч

Вычисления, связанные с составом спиртов

Предельный одноатомный спирт	M _r спирта	Массовое соотношение элементов в молекуле
ROH	46	m(C) : m(O) = ?

Решение:

5

Закрепление изученного материала.

(Elaborate) – задания, способствующие усовершенствованию знаний и навыков, полученных на уроке.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте формулу как минимум шести возможных структурных изомеров соединения состава $C_4H_{10}O$ и назовите эти изомеры. Укажите причины возникновения изомеров.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

- I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.
 - Начиная с бутанола число внутриклассовых структурных изомеров предельных одноатомных спиртов ...числу изомеров соответствующего алкана, так как ...
- II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопросы.
 - Какие понятия в теме вам показались сложными?
- III. Выполните задания.

A Назовите спирты по Международной номенклатуре.



6

Рефлексия и оценивание. (Evaluate) – оценивание. Задания для оценивания знаний и навыков, приобретенных по завершении урока. Состоит из 3 частей:

1. Задания для самооценивания с использованием текста темы.
2. Вопросы для оценивания индивидуальной деятельности в процессе обучения.
3. Задания, отличающиеся по степени сложности (A,B,C,D).

7

После урока. (Extend) – проекты, исследования, творческие задания, требующие глубокого анализа, с целью получения новых знаний.

●●● После УРОКА

Приготовьте справку относительно тривиальных (исторически сложившихся) и современных названий спиртов.

1. Способы наименования спиртов.
2. Исторически сложившиеся названия спиртов и причины их появления.
3. Рациональная номенклатура спиртов.
4. Международная номенклатура спиртов (ИЮПАК).
5. Сравнение различных номенклатур спиртов.
6. Преимущества номенклатуры ИЮПАК.

Предварительная проверка

Вспомогательная проверка

1. Установите...
2. Укажите алк...

Предварительная проверка. Задания диагностического характера, преследующие цель выявить слабые стороны ранее полученных знаний, необходимых для лучшего усвоения тем данной главы.

Углубление. Углубленное дополнение к теме.

Выводы по главам. Обобщенные тезисы изученных тем данной главы.

Изучи и примени. Образец решения задачи или теоретического задания, отражающего суть темы. В конце предлагается аналогичное задание для самостоятельного решения.

Задание 1. Составьте структурные формулы спиртов с молекулярной формулой $C_4H_{10}O$ и назовите их по ИЮПАК.

Спирты подразделяются на первичные, вторичные и третичные.

Вспомогательная проверка

1. Установите...

2. Укажите алк...

1. Какими свойствами отличаются спирты от фенолов, алкенов и алкинов – органических соединений, не содержащих $-COO-$ группы.

2. Свойства карбонильной группы (отражаются на свойствах карбонильных соединений).

3. Формы ионной пары карбоксильной группы образуют межмолекулярные водородные связи (связи между молекулами).

4. Укажите свойства карбоксильной группы (или укажите его алканы и спирты).

5. В промышленности карбоксильную группу получают каталитическим окислением метана.

6. В промышленности карбоксильную группу получают каталитическим окислением этанола.

7. Больше информации о свойствах карбоксильной группы вы найдете в учебнике по органической химии.

Расположите вещества в порядке возрастания их основных свойств: $(CH_3)_3N$, NH_3 , CH_3NH_2 .

Поскольку алканы (метильная) группа имеет электронотонные свойства, то основные свойства увеличиваются в ряду: $NH_3 \rightarrow CH_3NH_2 \rightarrow (CH_3)_3N$.

Расположите этиламин, аммиак, пропилен $C_2H_5-NH_2$ и диметиламин $CH_3-NH-CH_3$ в ряд по убыванию их основных свойств.



ЧАСТЬ

КИСЛОРОД-
СОДЕРЖАЩИЕ
ОРГАНИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ

глава

1

СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ

1.1. Предельные одноатомные спирты

- 1.1.1. Номенклатура и изомерия
- 1.1.2. Получение
- 1.1.3. Строение и физические свойства
- 1.1.4. Химические свойства и применение
- 1.1.5. Практический урок. “Суд над Этанолом”

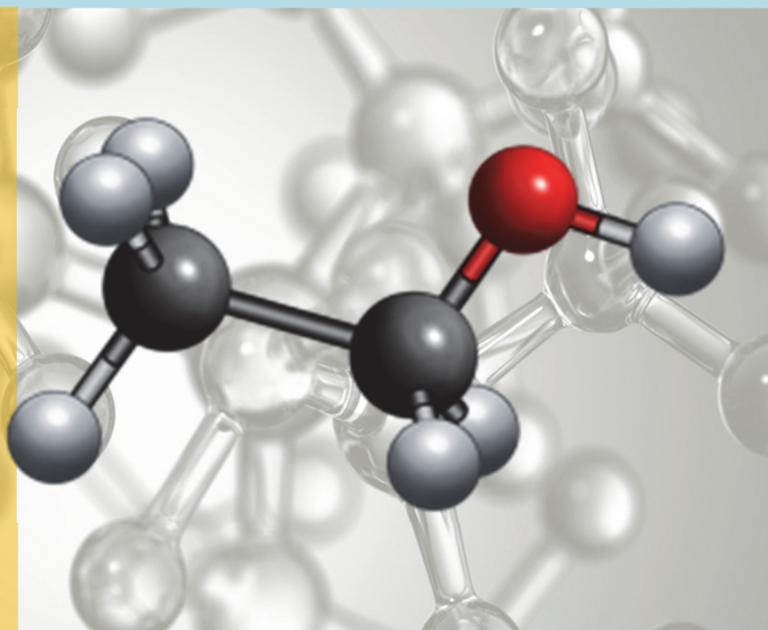
1.2. Предельные многоатомные спирты

- 1.2.1. Этиленгликоль
- 1.2.2. Глицерин

1.3. Фенолы. Фенол

- 1.3.1. Получение, строение и физические свойства
- 1.3.2. Химические свойства и применение

- алканол
- этиленгликоль
- глицерин
- алкоголят
- денатурат
- антифриз
- динамит
- простой эфир
- диэтиловый эфир
- анестезия
- фенол
- карболовая кислота
- крезолы
- феноляты



Химический анализ древних сосудов периода неолита на территории Китая (провинция Хэнань) указывает на то, что в этих сосудах хранился алкоголь. Установлено, что еще за 6650–7000 лет до н.э. алкогольные напитки получали из винограда, меда, кукурузы и крахмала путем брожения (ферментации). Предполагается, что алкогольсодержащие напитки появились в Иране (Персии) за 5400 лет, Египте за 3150 лет, Мексике за 2000 лет до н.э. В настоящее время алкоголь, другими словами, спирты, применяются также в качестве горючего на некоторых видах транспорта.

Вспомните учебный материал, изученный в VII–X классах, и выполните задания

1. Установите соответствие.

- | | |
|-----------------------|-----------|
| 1. Спирты | a. R–COOH |
| 2. Альдегиды | b. R–OH |
| 3. Карбоновые кислоты | c. R–CHO |

2. Укажите соответствующие названия функциональных групп спиртов, альдегидов и карбоновых кислот.

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. Спирты | a. альдегидная группа |
| 2. Альдегиды | b. карбоксильная группа |
| 3. Карбоновые кислоты | c. гидроксильная группа |

3. Чем можно объяснить, что первые представители гомологических рядов алканов и алкенов – газы, а первые представители гомологического ряда предельных одноатомных спиртов ROH – жидкости?

- a. большей относительной молекулярной массой спиртов
- b. наличием внутримолекулярной водородной связи в спиртах
- c. наличием межмолекулярной водородной связи в спиртах
- d. причинами, указанными в пунктах b и c

4. Какие из приведенных веществ относятся к одноатомным, двухатомным и трехатомным спиртам?

- | | |
|------------------|--|
| 1. этанол | a. C ₃ H ₅ (OH) ₃ |
| 2. этиленгликоль | b. C ₂ H ₅ OH |
| 3. глицерин | c. C ₂ H ₄ (OH) ₂ |

Одноатомный спирт ____ Двухатомный спирт ____ Трехатомный спирт ____

5. Сложными эфирами какого спирта являются жиры?

6. Водный раствор какого двухатомного спирта используют вместо воды в автомобильных радиаторах в зимнее время?

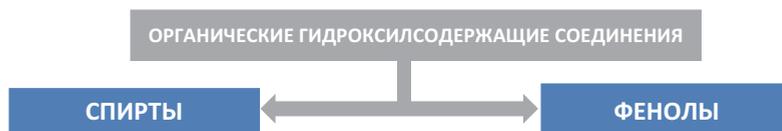
7. Какой спирт используют для приготовления йодной настойки?

8. Какой спирт более ядовит – метиловый или этиловый?

СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ

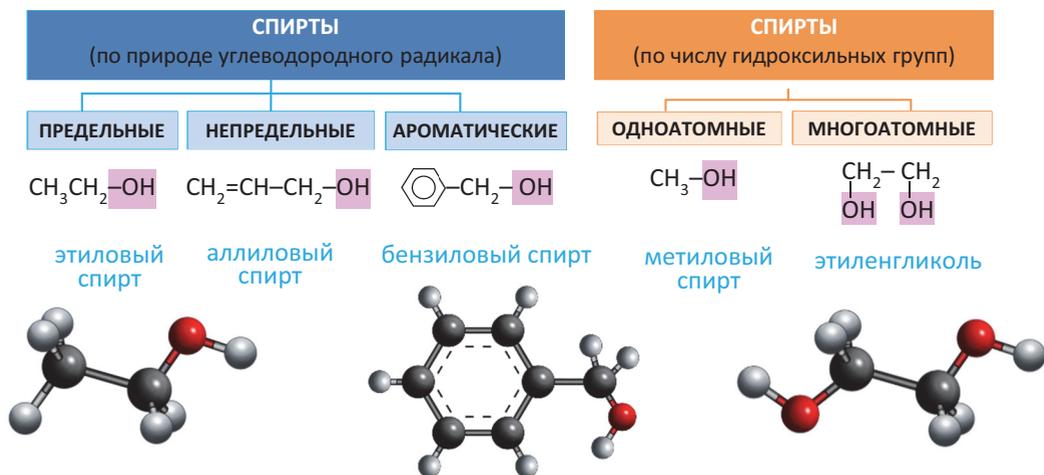
- Слово **спирт** происходит от латинского выражения **spiritus vini** (“дух вина”).

В X классе из органических соединений вы ознакомились только с углеводородами. В этом учебном году вы изучите кислород- и азотсодержащие производные углеводородов – органические соединения, в молекулах которых углеводородный радикал связан с функциональной группой ($-\text{OH}$, $-\text{CHO}$, $-\text{NH}_2$ и др.). Знакомство с этими соединениями мы начнем с *гидроксилсодержащих* органических соединений – **спиртов** и **фенолов**. В спиртах и фенолах функциональной группой является *гидроксильная* ($-\text{OH}$) группа.



Спирты – это органические вещества, в молекулах которых одна или несколько гидроксильных групп соединены с углеводородным радикалом (но не арильным радикалом).

Спирты классифицируют по природе углеводородного радикала и числу гидроксильных групп.



1.1. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОДНОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

1.1.1. Номенклатура и изомерия

• Вспомните пройденное •

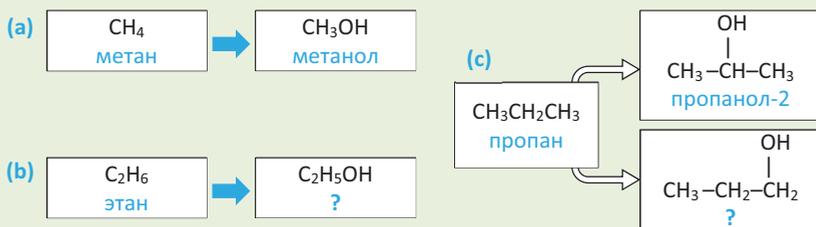
- Как выбирается главная углеродная цепь при наименовании алкенов по Международной номенклатуре?
- По каким причинам возникает структурная изомерия у алканов и алкенов?

■ Со спиртами мы систематически встречаемся в быту, медицине и различных областях промышленности. Поэтому очень важно различать спирты как друг от друга, так и от других веществ, а также знать правила их наименования.



- По каким правилам называют спирты?
- Что вы про это знаете?

Деятельность • Номенклатура спиртов. На основе приведенных схем укажите соответствующие названия веществ, указанных вопросительным знаком и предложите правила наименования спиртов. Выведите общую формулу предельных одноатомных спиртов (алканолов).



Обсудите: – Почему метану соответствует один спирт, а пропану – два?
– Какими причинами может быть обусловлена структурная изомерия у алканолов?

В молекулах предельных одноатомных спиртов алкильный радикал (R) связан с одной гидроксильной группой: R–OH. Поэтому формулы этих спиртов составляют путем замены в формуле алкана одного атома водорода на гидроксильную группу:



Состав предельных одноатомных спиртов выражается общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ или $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ ($n \geq 1$).

И з у ч и

Вычисления, связанные с составом спиртов

Предельный одноатомный спирт	M_r спирта	Массовое соотношение элементов (C,O) в молекуле
ROH	46	$m(\text{C}) : m(\text{O}) = ?$

Решение:

Выразим M_r спирта числом атомов углерода в его молекуле (n) и найдем это число:

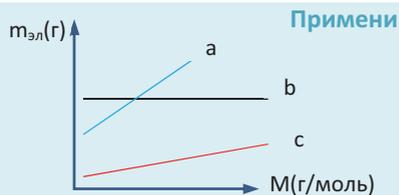
$$M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}) = 12n + 2n + 2 + 16 = 14n + 18; \quad 14n + 18 = 46; \quad n = 2.$$

Таким образом, формула спирта будет $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ или $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

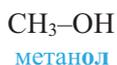
Тогда отношение масс углерода и кислорода в молекуле будет равно:

$$m(\text{C}) : m(\text{O}) = (2 \cdot 12) : 16 = 24 : 16 = 3 : 2; \quad m(\text{C}) : m(\text{O}) = 3 : 2$$

На графике показана зависимость массы каждого элемента ($m_{\text{эл}}$) от молярной массы спирта (M) в молекуле алканола. Каким элементам соответствуют линии **a**, **b**, **c**?



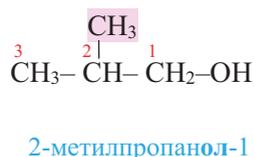
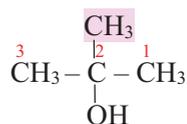
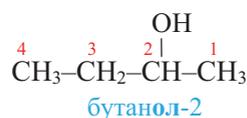
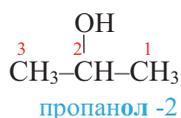
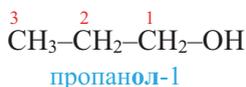
Номенклатура. Для названия нормальных (неразветвленных) предельных одноатомных спиртов по *Международной номенклатуре* к названию алкана, соответствующего числу атомов углерода в молекуле спирта, добавляется окончание «-ол»:



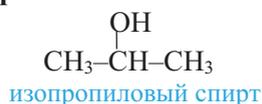
- Исторически **метанол** называли карбинолом или древесным спиртом, а **этанол** — винным спиртом.

Наименование алканолов с разветвленным строением углеродного скелета производится в следующей последовательности:

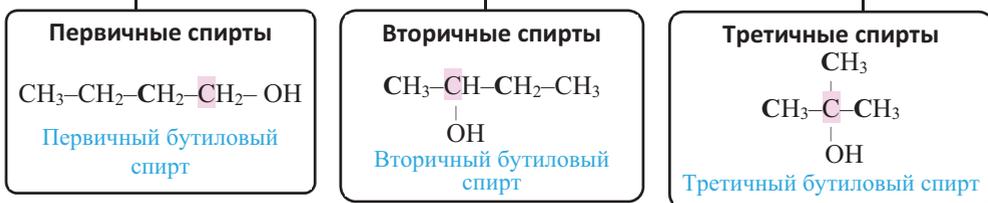
1. Выбирается наиболее длинная углеродная цепь (главная цепь) молекулы, содержащая атом углерода, связанный с —OH группой;
2. Атомы углерода главной цепи нумеруются начиная с того конца, который ближе к —OH группе;
3. В названии указываются номера атомов углерода, несущих радикалы, число радикалов и названия этих радикалов;
4. Присоединяя окончание “-ол” к названию алкана, соответствующего главной цепи молекулы спирта, указывают номер атома углерода, связанного с —OH группой:



Названия предельных одноатомных спиртов составляют также из названия соответствующего радикала с добавлением слова “спирт”:

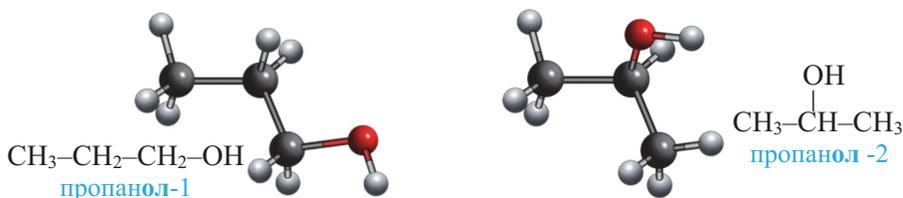


Классификация спиртов по природе алкильного радикала, связанного с –ОН группой

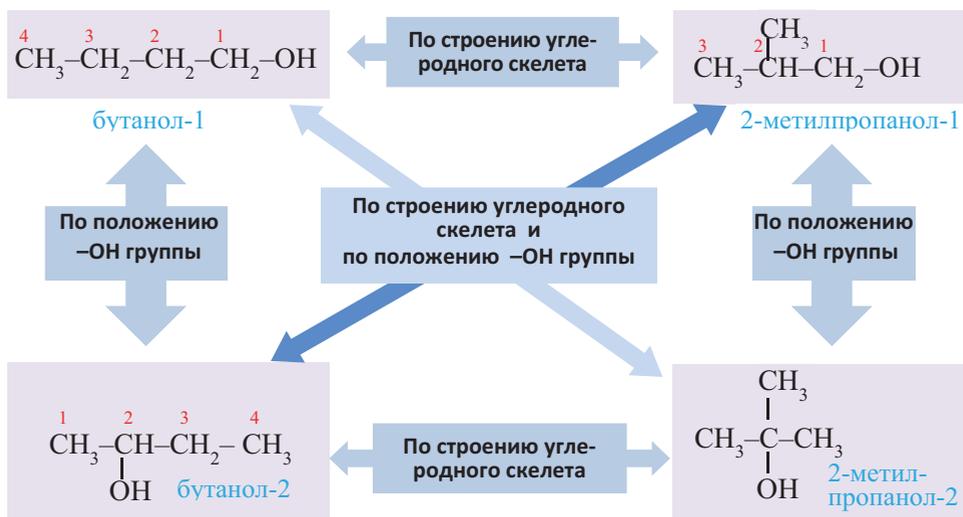


Изомерия. Для предельных одноатомных спиртов свойственна *внутриклассовая* и *межклассовая структурная изомерия*. Внутриклассовая структурная изомерия происходит по двум причинам: *из-за различного строения углеродной цепи и различного положения –ОН группы в углеродной цепи*.

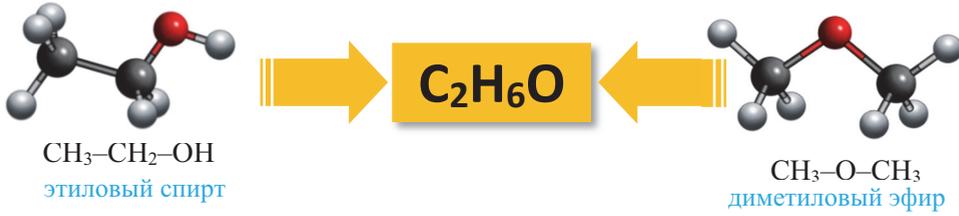
Внутриклассовая структурная изомерия начинается с пропанола. Изомерия в пропаноле обусловлена только *положением –ОН группы в углеродной цепи*:



Начиная с бутанола внутриклассовая структурная изомерия обусловлена обеими причинами:

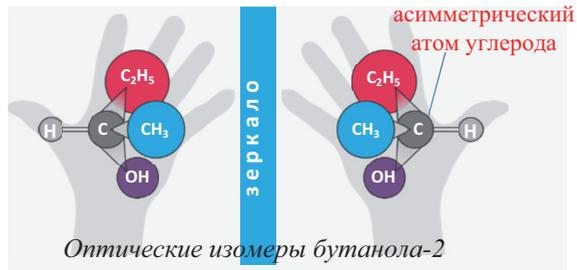


Простые эфиры и предельные одноатомные спирты имеют одну общую формулу – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$, поэтому между ними существует межклассовая изомерия. Например, этиловый спирт и диметиловый эфир являются межклассовыми изомерами:

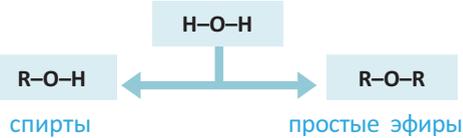


В алканолах *оптическая изомерия* начинается с бутанола-2. В его молекуле второй атом углерода связан с 4 различными атомами и группами атомов ($-\text{H}$, $-\text{OH}$, $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$), в результате чего молекула существует в виде двух оптических изомеров:

Примечание. На схеме атом H и асимметрический атом углерода расположены в плоскости листа, $-\text{OH}$ и $-\text{C}_2\text{H}_5$ группы направлены за плоскость листа, а $-\text{CH}_3$ группа – к читателю.



• **Знаете ли вы...** • При замещении в молекуле воды одного из атомов водорода углеводородным радикалом «образуются» спирты, а при замещении обоих атомов водорода – простые эфиры:



■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте структурные формулы восьми возможных внутриклассовых структурных изомеров спирта $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ и назовите их по Международной номенклатуре.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

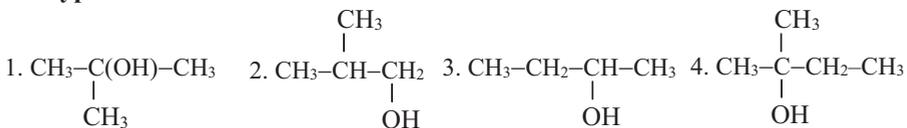
– Начиная с бутанола число внутриклассовых структурных изомеров предельных одноатомных спиртов ... числу изомеров соответствующего алкана, так как ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Какие понятия данной темы вам показались сложными для восприятия?

■ III. Выполните задания.

A 1. Определите изомерные спирты и назовите их по Международной номенклатуре.



2. Определите гомологи.

1. CH_3OH 2. CH_3OCH_3 3. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 4. CH_3CHO 5. $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

В 3. Укажите лишнее в каждом ряду и объясните свой выбор.

- Первичный спирт, метанол, этанол, глицерин
- Метанол, этиленгликоль, глицерин, ацетальдегид
- CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$, $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$

4. Определите n.

Предельный одноатомный спирт	Массовая доля элемента кислорода в молекуле, %	Место спирта в гомологическом ряду
ROH	50	$n = ?$

С 5. Установите соответствие.

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. Первичный спирт | а. пропанол-2 |
| 2. Вторичный спирт | б. 2-метилпропанол-2 |
| 3. Третичный спирт | в. пропанол-1 |

6. Укажите выражения, относящиеся к метанолу и этанолу в соответствующих ячейках схемы.

- Состав соответствует формуле $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$.
- Относительную молекулярную массу можно вычислить выражением $14n+18$.
- В молекуле отношение масс элементов $m(\text{C}) : m(\text{O}) : m(\text{H})$ равно 3:4:1.
- В молекуле отношение числа атомов $n(\text{H}) : n(\text{C})$ равно 3:1.



D 7. Назовите по Международной номенклатуре спирт, образующийся замещением двух атомов водорода метильной группы в молекуле метанола на изопропильные радикалы. Составьте структурную формулу любого его межклассового изомера.

8. Определите M_r спирта и общее число атомов в его молекуле ($\Sigma_{\text{атом}}$).

Предельный одноатомный спирт	Число атомов углерода в молекуле	Выражение относительной молекулярной массы	Общее число атомов в молекуле
ROH	$m - 1$	$M_r(\text{ROH}) = ?$	$\Sigma_{\text{атом}} = ?$

●●● После УРОКА

Подготовьте справку относительно исторически сложившихся и современных названий спиртов.

- Способы наименования спиртов.
- Исторически сложившиеся названия спиртов и причины их появления.
- Тривиальная номенклатура спиртов.
- Международная номенклатура спиртов.
- Сравнение различных номенклатур спиртов.
- Преимущества Международной номенклатуры.

1.1.2. Получение

• Вспомните пройденное •

- Гидратацией какого углеводорода получают этиловый спирт?
- На каком процессе основывался первый способ получения этилового спирта (в виде раствора) в древности?

■ Этиловый спирт (биоэтанол) входит в состав экологически более чистого биотоплива.

В промышленности биоэтанол получают переработкой сырья растительного происхождения, к примеру, кукурузы (США) или сахарного тростника (Бразилия).



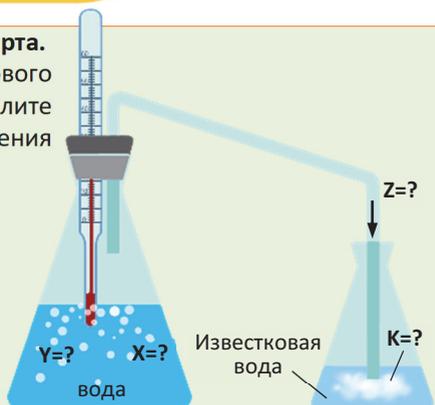
– На каких химических процессах основывается получение этилового спирта способом, изображенным на схеме?

Деятельность • Получение этилового спирта.

На схеме изображено получение этилового спирта из глюкозы. На основе схемы определите вещества X, Y, Z и K и составьте уравнения соответствующих реакций.

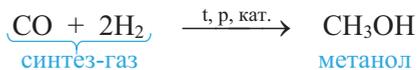
Обсудите:

- Объясните, как протекает данный процесс?
- Почему показание термометра изменяется?



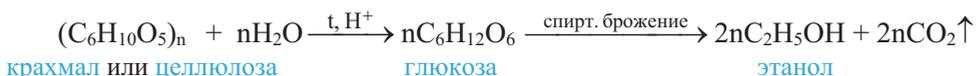
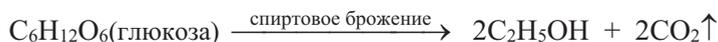
В природе спирты в свободном состоянии встречаются редко. Поэтому их получают, главным образом, синтетическим путем.

Метанол в промышленности получают из синтез-газа:



- **Метанол** раньше получали пиролизом древесины.

Этанол получают из сахаристых веществ, в составе которых содержится глюкоза или ее остатки:



Вычисления, связанные с получением спиртов

Сколько м³ (н.у.) синтез-газа потребуется для получения 64 кг метанола, если выход спирта составляет 80% от теоретического? $M_r(\text{CH}_3\text{OH})=32$.

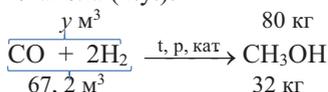
Решение:

Найдем теоретически ожидаемую массу спирта, т.е. массу без потерь:

Если при 80%-м выходе получается 64 кг метанола, то при 100%-м выходе получится x кг метанола.

$$x = \frac{64 \text{ кг} \cdot 100\%}{80\%} = 80 \text{ кг метанола}$$

По уравнению реакции вычислим объем синтез-газа, необходимого для получения 80 кг метанола (н.у.):



$$y = \frac{67,2 \text{ м}^3 \cdot 80 \text{ кг}}{32 \text{ кг}} = 168 \text{ м}^3 \text{ синтез-газа}$$

Таким образом, для получения 64 кг метанола с выходом 80% потребуется 168 м³ (н.у.) синтез-газа.

Определите m и V .

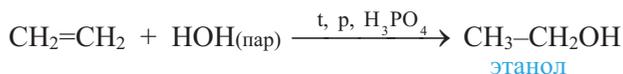
Примени

Масса глюкозы, вступившей в реакцию брожения, кг	Выход продуктов реакции, %	Масса образовавшегося спирта, кг	Объем образовавшегося газа, (н.у.) л
90	80	$m = ?$	$V = ?$

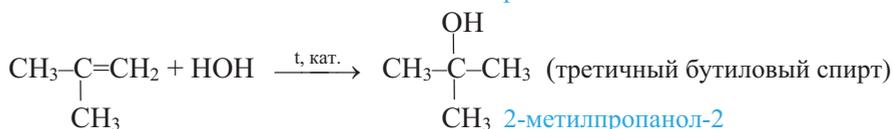
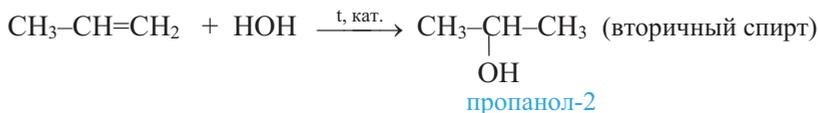
$M_r(\text{глюкоза}) = 180$

Получение этилового спирта из древесины (целлюлозы) является одним из важных методов, так как здесь используется дешевое сырье, непригодное для питания. Этиловый спирт, получаемый из целлюлозы, называется *гидролизным* спиртом.

В настоящее время в промышленности этиловый спирт получают также и каталитической гидратацией этилена:



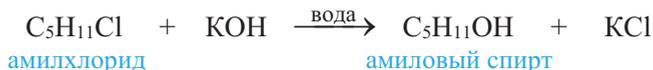
Гидратацией гомологов этилена получают вторичные и третичные спирты:



Марк Александрович Далин
(1906 – 1996)
Азербайджанский нефтехимик

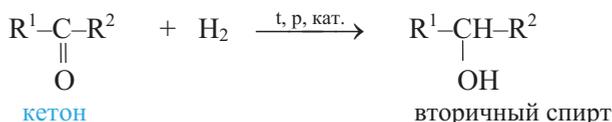
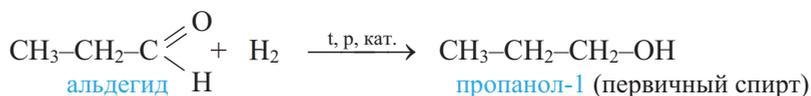
- Всесторонне изучил гидратацию олефинов. Первый завод по производству этанола из этилена в бывшем СССР был построен по предложенной им технологической схеме.

Спирты, например, амиловые (пентиловые), получают в промышленности действием водного раствора щелочи на соответствующие алкилгалогениды:



Амиловые спирты ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$) используют для получения сложных эфиров в производстве духов, а изоамиловый спирт (3-метилбутанол-1) – также для определения жирности молочных продуктов.

Первичные спирты можно получить гидрированием альдегидов, а вторичные спирты – гидрированием кетонов:



■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ В каком случае можно получить большую финансовую выгоду: при продаже спирта, полученного из 1 тонны винограда, содержащего 20% глюкозы или при непосредственной продаже самого винограда? Дополнительные расходы в расчет не принимать.

Брожение происходит с 60%-м выходом

Цена 1кг винограда 0,40 маната

Цена 1 литра спирта 6 манат

Принимаем, что $\rho_{\text{спирт}} = 0,8 \text{ г/см}^3$

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Первый представитель предельных одноатомных спиртов в промышленности получают ...
- Второй представитель алканолов получается путем ... этилена и ферментативным путем из ...
- Предельные одноатомные вторичные спирты можно получить двумя способами ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

- С какими трудностями вы встретились при выполнении заданий?

■ III. Выполните задания

A 1. По какой реакции не получают спирты?

- A) гидрирование B) гидратация C) дегидратация
D) брожение E) гидролиз и брожение

2. Определите формулу межклассового изомера спирта, полученного из альдегида, содержащего в молекуле 4 атома углерода.

- a. $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ b. $\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$ c. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ d. $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

В 3. Определите x и y .

Спирт, полученный гидратацией алкена	Число первичных атомов углерода в молекуле алкена	Число вторичных атомов углерода в молекуле алкена
Третичный амиловый спирт	$x(C_{\text{первичн}}) = ?$	$y(C_{\text{вторичн}}) = ?$

4. Укажите лишнее в каждом ряду и обоснуйте свой выбор.

1. Метанол, метиловый спирт, древесный спирт, алкогольный напиток
2. Крахмал, белок, этилен, целлюлоза
3. Гидролиз, брожение, гидратация, дегидратация

С 5. Какие из приведенных процессов (1–5) относятся к **а** и **б**?

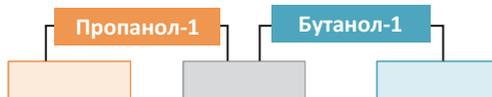
1. гидратация
2. каталитический процесс
3. присоединение
4. окислительно-восстановительная
5. не каталитический процесс

а. получение метанола из синтез-газа __

б. получение этанола из этилена __

6. В соответствующей ячейке схемы укажите выражения, относящиеся к пропанолу-1 и бутанолу-1.

- а. Структурная изомерия обусловлена двумя причинами.
- б. Его гомолог образуется гидратацией этена.
- в. Его изомеры образуются гидрированием соответствующего альдегида или кетона.
- г. В молекуле отношение масс элементов $m(C) : m(O) : m(H)$ равно 9:4:2.
- д. Можно получить реакциями гидратации, гидрирования и гидролиза в щелочной среде.

**Д** 7. Завершите схемы получения метанола и этанола в промышленности.

8. Составьте уравнение гидролиза 1-хлор-3-метилбутана в щелочной среде и назовите основной продукт реакции по Международной номенклатуре.



На примере этанола составьте схему получения предельных одноатомных спиртов.

1.1.3. Строение и физические свойства

• • Вспомните пройденное •

- В чем состоят общие особенности строения молекул воды и этанола?
- Проявляются ли факторы, определяющие физические свойства воды, в физических свойствах метанола и этанола?

■ В заправленном дрожжами и поставленном на опару тесте ощущается специфический запах спирта.



– Чем это обусловлено?

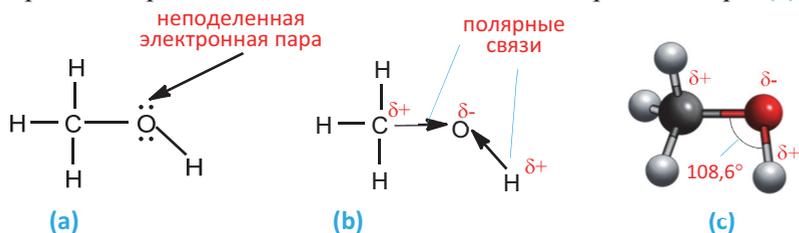
Деятельность • **Строение и физические свойства спиртов.** Сравните физические свойства этанола и пропана и ответьте на вопросы.

	C_3H_8	CH_3CH_2OH
Относительная молекулярная масса	44	46
Агрегатное состояние (н.у.)	газообразное	жидкое
Температура кипения ($^{\circ}C$)	-42	78
Растворимость в воде	не растворяется	хорошо растворяется
В каком веществе силы притяжения между молекулами сильнее? (+)		
Молекулы какого вещества сильнее притягиваются молекулами воды? (+)		

Обсудите: – Как объясните различия межмолекулярных сил притяжения в этаноле и его водном растворе по сравнению с теми же силами в случае пропана?

Строение. В молекулах алканолов атом кислорода наряду с атомами углерода находится в состоянии sp^3 гибридизации. Поэтому в спиртах, например, в молекуле метанола, валентный угол $\angle C-O-H$ ($108,6^{\circ}$) (с) близок к тетраэдрическому ($109,5^{\circ}$) углу.

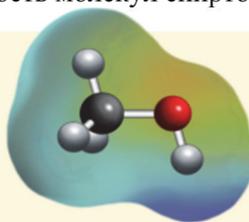
Однако, в отличие от атомов углерода, из четырех sp^3 гибридных орбиталей атома кислорода лишь две принимают участие в образовании связей; на двух других орбиталях располагаются неподеленные электронные пары (а):



В молекулах спиртов связи O–H и O–C – полярные. В обеих связях электроны смещены к атому кислорода (b). В O–H связи, это смещение происходит в большей степени, в результате чего O–H связь – относительно сильнополярная ковалентная связь.

Полярность этих двух связей обуславливает и полярность молекул спиртов.

На карте электронной плотности молекулы метанола частичный отрицательный заряд (красная область) располагается вокруг атома кислорода, а частичный положительный заряд (синяя область) – вокруг атома H гидроксильной группы.



Электронное строение и общая формула спиртов

Вычислите общее число атомов в молекуле предельного одноатомного спирта, содержащего $(m+1)$ число атомов углерода.

Решение:

Заменяя в формуле $C_nH_{2n+1}OH$ n на $m+1$, выразим общее число атомов в молекуле через m :

$$C_{m+1}H_{2(m+1)+1}OH: \Sigma(\text{атом}) = m+1(C) + [2(m+1)+1](H) + 1(O) + 1(H) = 3m + 6$$

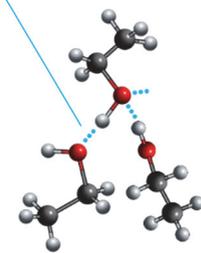
Примени

Вычислите число $1s$ орбиталей, участвующих в образовании связей в молекуле предельного одноатомного спирта, содержащего $(m-1)$ число атомов углерода.

Наличие сильнополярной $O-H$ связи в молекуле спиртов проявляется в их физических и химических свойствах.

Физические свойства. Спирты, содержащие до 12 атомов углерода в молекуле – жидкости, а начиная с $C_{12}H_{25}OH$ и далее это – твердые вещества. Температура кипения спиртов выше температуры кипения алканов с примерно равными молекулярными массами: например, температура кипения этанола $78^\circ C$, а пропана – минус $42^\circ C$.

(е) Водородная связь в этаноле

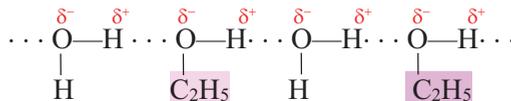


Высокая температура кипения спиртов объясняется наличием водородных связей между их молекулами (е).

С увеличением размеров молекул силы притяжения между ними возрастают; поэтому с ростом относительной молекулярной массы температура кипения спиртов увеличивается:

	<i>Метанол</i>	<i>Этанол</i>	<i>Пропанол-1</i>
$M_r =$	32	46	60
$t_{\text{кип.}} (^\circ C) =$	64	78	97

Метанол, этанол и пропанол-1 с водой смешиваются в любых отношениях. Это связано с образованием водородных связей между молекулами спирта и воды в их водных растворах:



С ростом молекулярной массы растворимость спиртов в воде уменьшается. Начиная с октанола ($C_8H_{17}OH$), спирты практически нерастворимы в воде.

Все спирты легче воды. Метанол, этанол и пропанол-1 имеют специфический алкогольный запах. Метанол очень **ядовит**.

О силах, влияющих на агрегатное состояние вещества.

Силы притяжения между любыми неполярными молекулами являются Ван-дер-Ваальсовыми силами. Именно благодаря их наличию, алканы, состоящие из неполярных молекул – пентан, гексан и др. при комнатной температуре находятся в жидком состоянии. Если вещество состоит из

полярных молекул, то один из компонент Ван-дер-Ваальсовых сил – диполь-дипольные взаимодействия возрастают, что отражается на температуре кипения вещества. Например, этан кипит при минус 89°C , в то время как формальдегид, имеющий такую же молекулярную массу, кипит при минус 21°C (то есть на 68°C выше). Эта разница в температурах кипения и обусловлена, главным образом, диполь-дипольным взаимодействием между полярными молекулами формальдегида.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Почему в спиртах угол $\text{C}-\text{O}-\text{H}$ близок к тетраэдрическому?
- Почему кристаллический йод хорошо растворяется в этаноле, но не в воде?

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- При обычных условиях первый представитель гомологического ряда алканолов – жидкость, так как ...
- Первые представители гомологического ряда алканолов с водой смешиваются ..., так как ...
- Причиной образования водородной связи между молекулами спиртов является ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Довольны ли вы своей деятельностью на уроке?

■ III. Выполните задания.

A

1. Расположите вещества в порядке возрастания их температур кипения.

1. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 2. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 3. CH_3OH 4. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

2. Укажите вещества, между собственными молекулами которых имеется водородная связь.

1. C_4H_{10} 2. H_2O 3. $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$ 4. CH_3OH 5. $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$

B

3. Общее число электронов, принимающих участие в образовании связей в молекуле предельного одноатомного спирта, равно 22. Составьте молекулярную формулу спирта и сравните его физические свойства со свойствами метанола.

4. Выразите общее число σ -связей в молекулах алкана и алканола посредством числа атомов углерода (n). Сравните эти два выражения и объясните их различие.

C

5. Составьте электронную формулу этанола. В формуле укажите смещение электронов $\text{C}-\text{O}$ и $\text{O}-\text{H}$ связей и причины этих смещений.

6. В соответствующей ячейке схемы укажите выражения, относящиеся к молекулам метанола и этанола.

- a. Угол $\text{C}-\text{O}-\text{H}$ численно близок к тетраэдрическому.
- b. Имеет пространственное строение.
- c. В образовании связей участвуют 10 валентных электронов.
- d. Содержит 1 неполярную ковалентную σ -связь.
- e. Связь $\text{O}-\text{H}$ менее полярна, чем в молекуле воды.



D 7. Расположите пропанол-1, бутанол-1 и пентанол-1 в порядке возрастания температуры их кипения и растворимости в воде.

8. Определите x и y .

В спирте, полученном гидратацией алкена	Общее число sp^3 гибридных орбиталей в молекуле алкена	Общее число sp^3 гибридных орбиталей, участвующих в образовании связей в молекуле спирта
$m(C):m(O):m(H) = 15:4:3$	$x(sp^3)_{алкен} = ?$	$y(sp^3)_{спирт} = ?$

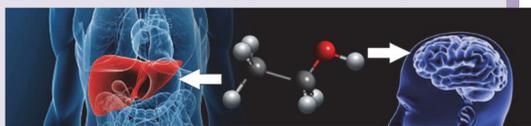
●●● После УРОКА Напишите эссе об истории производства вина и уксуса путем ферментации сахаристых веществ.

1.1.4. Химические свойства и применение

• Вспомните пройденное •

- Какие ароматические соединения имеют ту же функциональную группу, что и спирты?
- Зная полярный характер O–H связи в спиртах, что вы можете сказать об их химических свойствах?

При систематическом приеме этилового спирта продукт его превращения, ацетальдегид, приводит к различным отрицательным последствиям и болезням, таким как ослабление деятельности мозга, цирроз печени и пр.



? – Какому первоначальному химическому превращению подвергается этанол в организме человека?

Деятельность-1 • Химические свойства спиртов. Рассмотрите схемы двух опытов и ответьте на вопросы.

1

Изоамиловый спирт
+
Уксусная кислота
+
Серная кислота

2

этанол + Na

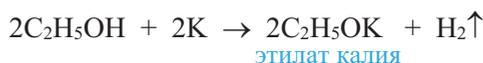
Обсудим: – Какое жидкое вещество собралось над раствором в 1-м опыте? Как называется эта реакция?

- Осуществится ли реакция, если вместо изоамилового спирта взять этанол? Почему?
- Какие вещества образуются во второй реакции?
- С водой или этанолом натрий будет реагировать энергичнее? Почему?
- Составьте уравнения обеих реакций.

Большинство химических свойств спиртов обусловлено полярностью O–H связи в их молекулах.

1. Действие на индикаторы. Водные растворы спиртов не изменяют цвет индикаторов.

2. Взаимодействие с металлами. Активные металлы (Na, K и др.) легко замещают водород O–H группы спиртов. Органическое вещество, образующееся в результате реакции, называют *алкоголятом*:



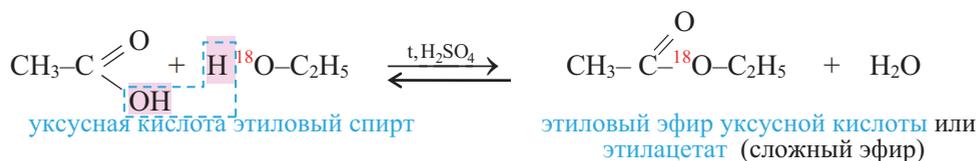
•Знаете ли вы...• Щелочные металлы со спиртами реагируют медленнее, чем с водой. Поэтому в химических лабораториях для уничтожения избытка металлического натрия, оставшегося после опытов, используют этиловый спирт.

Алкоголяты – твердые вещества. В водных растворах они, подвергаясь гидролизу, образуют спирт и щелочь:



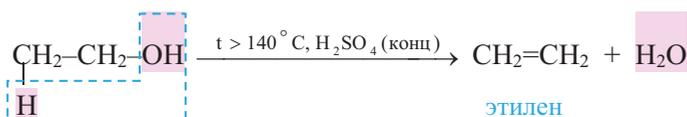
По этой причине одноатомные предельные спирты не взаимодействуют с растворами щелочей. С твердыми щелочами они реагируют обратимо.

3. Взаимодействие с кислотами. Спирты взаимодействуют с органическими и неорганическими кислородсодержащими кислотами, образуя *сложные эфиры*, например:



Эта реакция называется *реакцией этерификации*. Отщепление воды происходит с участием серной кислоты. При этом молекула воды образуется из –OH группы карбоновой кислоты и атома водорода –OH группы спирта.

4. Дегидратация спиртов в присутствии концентрированной серной кислоты. Спирты в присутствии концентрированной серной кислоты и в зависимости от температуры подвергаются *внутримолекулярной* и *межмолекулярной дегидратации*. При температуре выше 140°C протекает *внутримолекулярная дегидратация* и образуется *алкен*:



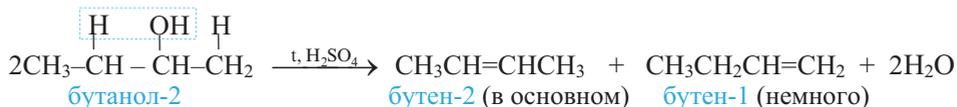
Согласно правилу Зайцева, при *внутримолекулярной дегидратации вторичных и третичных спиртов атом водорода отщепляется, главным образом, от атома углерода с меньшим числом атомов водорода.*

Внутримолекулярная дегидратация вторичных и третичных спиртов

Какой алкен образуется, в основном, при дегидратации бутанола-2?

Решение:

Согласно правилу Зайцева, молекула воды образуется из –ОН группы и из атома водорода, главным образом, метиленовой (>CH₂) группы:

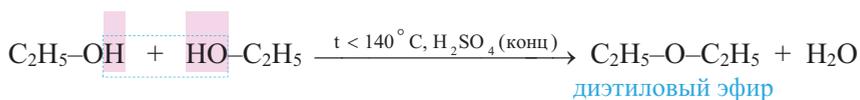


Поэтому в результате дегидратации бутанола-2 образуется в основном бутен-2.

Примени

Составьте структурную формулу основного органического вещества, образующегося при дегидратации 2-метилбутанола-2, и назовите его.

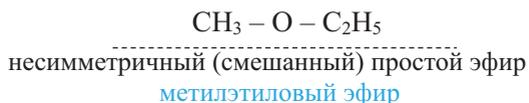
Если температура ниже 140°C, то первичные и вторичные спирты подвергаются межмолекулярной дегидратации и образуются простые эфиры:



При межмолекулярной дегидратации двух разных спиртов (R¹OH, R²OH) образуется смесь трех простых эфиров (R¹-O-R¹, R¹-O-R², R²-O-R²).

• **Знаете ли вы ...** • Диэтиловый эфир был получен в 1540 году алхимиком Валери Кордусом из этилового спирта в присутствии серной кислоты. По этой причине его называли “серным эфиром”. Начиная с середины XIX века его применяли в качестве наркоза и потому называли также “медицинским эфиром”.

Общая формула простых эфиров R¹-O-R². Если радикалы R¹ и R² одинаковы, то простой эфир называют симметричным, если разные – несимметричным или смешанным:



Из-за отсутствия в молекулах простых эфиров –ОН групп их молекулы не образуют между собой водородной связи. Поэтому температура кипения простых эфиров ниже, чем температура кипения спиртов с тем же числом атомов углерода.

Простые эфиры легче воды и в ней плохо растворяются. Они хорошо растворяют органические вещества. Многие из них приятно пахнут.

Простые эфиры (исключая их легкую воспламеняемость) – малореакционноспособные вещества.

• Окисление предельных одноатомных спиртов

Деятельность-2 • Взаимодействие этанола с хромовой смесью

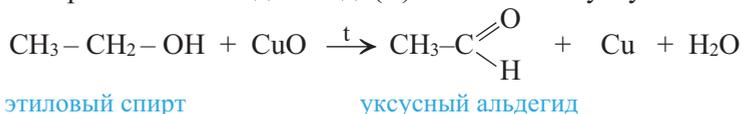
Обеспечение: 5%-й раствор дихромата калия, 20%-й раствор серной кислоты, этанол, спиртовка, пробирка.

Ход работы: в пробирке смешайте 2 мл 5%-го раствора дихромата калия с 2 мл 20%-го раствора серной кислоты и 1 мл этанола и обратите внимание на цвет раствора. Пробирку нагрейте до изменения цвета раствора. После этого прекратите нагревание и осторожно понюхайте содержимое пробирки.

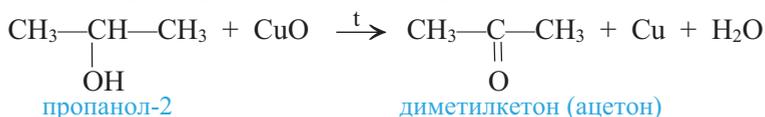
Обсудите:

- Почему цвет раствора изменился с оранжевого на зеленый?
- К какому типу реакций относится рассматриваемое превращение? Почему?

5. Окисление предельных первичных и вторичных спиртов. Под действием слабых окислителей первичные спирты образуют альдегиды; например, этанол при нагревании с оксидом меди(II) окисляется в уксусный альдегид:



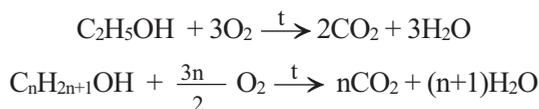
Вторичные спирты при окислении превращаются в кетоны:



Сильные окислители (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в присутствии концентрированной серной кислоты) окисляют этанол до уксусной кислоты.

Третичные спирты оксидом меди(II) не окисляются.

6. Реакции горения. Спирты вступают в реакцию горения. На воздухе этанол горит голубоватым пламенем:



И з у ч и

Вычисления по уравнениям реакций горения

Для полного сгорания 1 моль какого предельного одноатомного спирта израсходуется 6 моль кислорода?

Решение:

Учитывая уравнение горения спирта $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O} + \frac{3n}{2}\text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$ и условие задачи $\frac{3n}{2} = 6$; находим, что: $n = 4$.

Значит формула спирта – $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$.

Примени

Сколько литров (н.у.) воздуха потребуется для полного сгорания 0,5 моль предельного одноатомного спирта с относительной молекулярной массой равной 46. Объемную долю кислорода в воздухе примите равной 20%.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Алкоголяты – это продукты ...
- По правилу Зайцева, при дегидратации пентанола-2 в основном образуется ..., так как ...
- С ростом числа атомов ..., связанных с углеродом, несущим гидроксильную группу, окисление спирта ...
- При окислении спиртов оксидом меди(II) могут образоваться органические соединения, называемые ... и ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Каким методом и средствами вы воспользовались на уроке (составление таблиц, схем, написание тезисов, проведение опытов и др.)?

■ III. Выполните задания.

A 1. С какими веществами метанол не реагирует при обычных условиях?

1. калий 2. лакмус (в растворе) 3. щелочь (в растворе)
 4. серная кислота 5. уксусная кислота
 А) 1,2,3,4 В) только 2 С) только 3 D) 3, 5 E) 2, 3

2. Какие вещества и в какой последовательности следует применить для превращения пропанола-1 в пропанол-2?

1. HCl 2. KOH 3. H₂SO₄(конц.) 4. O₂ 5. H₂O

B 3. Определите формулу одноатомного спирта, если известно, что водород, образующийся при взаимодействии 36,8 г этого спирта с натрием, полностью вступил в реакцию с этиленом объемом 8,96 л (н.у.).

4. Определите x и y .

Простой эфир, образующийся дегидратацией предельного спирта	Относительная молекулярная масса простого эфира	Число внутри-классовых структурных изомеров этого спирта	Структурная формула межклассового изомера спирта
R–O–R	$M_r = 102$	$x = ?$	$y = ?$

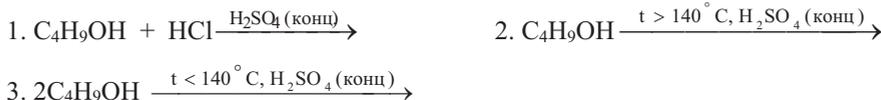
C 5. Учитывая электродонорное свойство метильной группы, определите из какого спирта при действии натрия водород выделится с большей скоростью.

- a. CH₃CH₂–OH b. (CH₃)₂CH–OH c. (CH₃)₃C–OH

6. Укажите выражения, относящиеся к метанолу и этанолу, в соответствующих ячейках схемы. а. В реакции этерификации участвует атом Н спирта. б. При внутримолекулярной дегидратации образует алкен. с. При межмолекулярной дегидратации образует простой эфир. d. С натрием реагирует медленнее, чем с водой. e. Для полного сгорания 1 моль требуется 1,5 моль кислорода.



D 7. Завершите схемы реакций с участием бутанола-1 и назовите продукты реакции.



8. Составьте уравнения превращений.

этанол → этилен → этан → хлорэтан → этанол → уксусный альдегид

1.1.5. Практический урок. “СУД НАД ЭТАНОЛОМ”

(“Здоровая жизнь” – ролевая игра)

Проблемы формирования здорового образа жизни и укрепления здоровья человека являются одними из важнейших потребностей сегодняшнего общества. Основная задача данной ролевой игры – понять вредное влияние алкоголя на организм человека и сделать вывод, что при правильном его использовании этанол приносит пользу обществу.

В судебном процессе рассматриваются обвинения представителей различных профессий против этанола.

- (a) За неделю до урока определяют список “участников суда”.
- (b) После распределения ролей каждый участник, используя материалы учебника и другие источники информации, должен собрать факты и доказательства в свою пользу (для этого заранее участникам даются задания.)

• В конце урока оценивается творчество каждого участника.

Участники

Судья: Ученый-химик (*дает заключение на основании мнений за и против Этанолола*)

Ответчик: Этанол

Обвинители: страж общественного порядка, врач-токсиколог, дорожная полиция (*выдвигают против Этанолола обвинения, обосновывают его вред здоровью человека*).

Адвокаты: фармаколог, парфюмер, инженер химической промышленности, инженер по альтернативным источникам энергии

Свидетели: химики, врачи, представитель дорожной полиции (*приводят факты и доказательства, относительно высказанных мнений*).

Судебный процесс

(краткое содержание сценария)

Судья отмечает, что рассматривается дело “Ответственность Этанолола за вред, причиняемый им здоровью человека”. Представители многих профессий подняли иск об исключении Этанолола из списка органических веществ из-за его отрицательного влияния на здоровье человека и общества в целом. Адвокаты же пытаются обосновать большую пользу обществу от применения Этанолола.

Судья по очереди выслушивает мнения обвинителей, адвокатов и свидетелей. При этом он просит выступающих обосновывать свои мнения.

В конце заседания Этанол, обращаясь к судье, просит при принятии решения учесть его роль в разных сферах жизнедеятельности человека – производстве продуктов химической промышленности, медицине, парфюмерии и других областях (перечисляются основные области применения).

Выслушав доводы обвинителей, суд под председательством ученого-химика принимает окончательное решение.

1.2. ПРЕДЕЛЬНЫЕ МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

1.2.1. Этиленгликоль

• Вспомните пройденное •

- Чем обусловлена полярность молекул метанола и этанола?
- Каким атомом или группой атомов следует заместить атом водорода метильной группы этанола, чтобы увеличить полярность O–H связи?

Для предотвращения перегрева двигателя автомобиля выше 85–90°C в качестве охлаждающей жидкости используют антифриз на основе этиленгликоля.



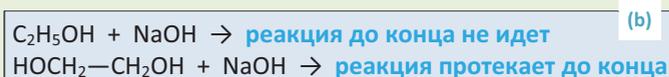
– Почему зимой в радиаторы автомобиля заливают не воду, а раствор этиленгликоля в воде?

Деятельность • Физические свойства этиленгликоля и строение его молекулы.

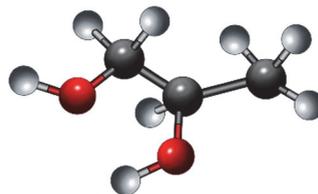
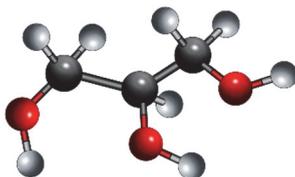
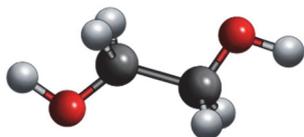
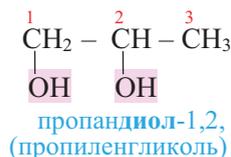
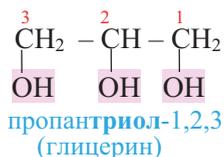
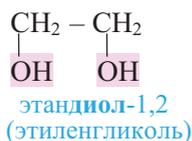
Используя диаграмму (a) и схемы реакций (b), определите характер изменения температуры кипения и кислотных свойств этиленгликоля по сравнению с этанолом.

**Обсудите:**

- Как можно связать ваши выводы относительно температуры кипения и кислотных свойств этиленгликоля и этанола со строением их молекул?

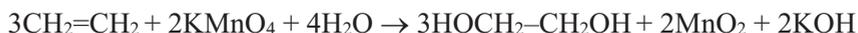


Названия двух- и трехатомных спиртов по Международной номенклатуре образуют из названия алкана, соответствующего самой длинной углеродной цепи, содержащей все –ОН группы спирта с добавлением окончания “диол” или “триол” и указанием положения –ОН групп в цепи цифрами. Атомы углерода главной цепи нумеруются, начиная с того конца, который ближе к одной из –ОН групп, например:



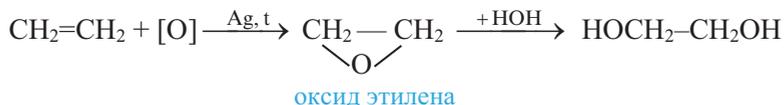
Этиленгликоль – простейший представитель предельных двухатомных спиртов (гликолей). Общая формула предельных двухатомных спиртов $C_nH_{2n}(OH)_2$ или $C_nH_{2n+2}O_2$.

Получение. В лаборатории этиленгликоль можно получить окислением этилена раствором перманганата калия:



В промышленности этиленгликоль получают следующими способами:

– гидратацией оксида этилена:



– каталитическим окислением этилена пероксидом водорода:



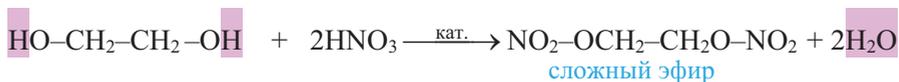
– гидролизом 1,2-дигалогенопроизводных этана в присутствии щелочи или соды:



Физические свойства. Этиленгликоль – бесцветная сиропообразная, сладкая на вкус жидкость. Очень ядовитое вещество; замерзает при $-13,2^\circ C$, кипит при $+197,6^\circ C$. Высокая температура кипения и вязкость этиленгликоля обусловлена возникновением достаточно сильных межмолекулярных водородных связей между $-OH$ группами.

Этиленгликоль хорошо растворяется в воде и этаноле. Хорошая растворимость в этих растворителях связана с образованием водородных связей между молекулами этиленгликоля и воды, а также этиленгликоля и этанола.

Химические свойства. Этиленгликоль взаимодействует с щелочными металлами, щелочами, а также с органическими и неорганическими кислотами:



И з у ч и

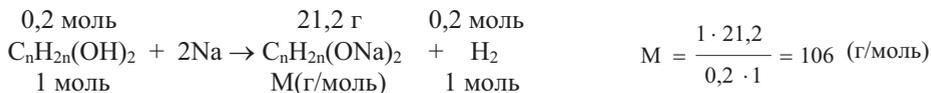
Нахождение молекулярной формулы многоатомных спиртов

Определите молекулярную формулу X.

Предельный спирт	Число моль спирта	Число моль H_2 , образовавшегося при полном взаимодействии с Na	Масса полученного алкоголята натрия (г)
X	0,2	0,2	21,2

Решение:

- а. Образование 0,2 моль H_2 из 0,2 моль спирта указывает, что исходный спирт – двухатомный спирт $C_nH_{2n}(OH)_2$. Вычислим из уравнения реакции молярную массу алкоголята натрия:



- б. Выразим молярную массу алкоголята посредством n и отсюда найдем значение n :

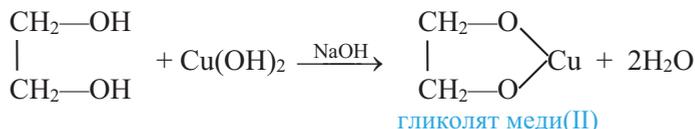
$$M_r(C_nH_{2n}(ONa)_2) = 14n + 78; \quad 14n + 78 = 106; \quad 14n = 28; \quad n = 2.$$

Значит, формула спирта $C_2H_4(OH)_2$.

Примени

При взаимодействии 15,2 г предельного двухатомного спирта с избытком натрия выделилось 4,48 л (н.у.) водорода. Определите число атомов водорода в молекуле спирта.

Этиленгликоль, в отличие от одноатомных спиртов, в щелочной среде с гидроксидом меди(II) образует ярко-синий раствор гликолята меди(II):



Эта реакция является *качественной реакцией* на многоатомные спирты.

Примечание. Продукт реакции – комплексное соединение меди(II), содержащее 2 остатка этиленгликоля. Здесь приведена его упрощенная формула.

Применение. Водные растворы этиленгликоля не замерзают при температурах ниже $0^\circ C$; например, 67%-ный водный раствор этиленгликоля замерзает лишь при минус $75^\circ C$. Поэтому они зимой применяются в качестве антифриза в радиаторах автомобилей, тракторов и др. механизмов.

Этиленгликоль используют в производстве волокна лавсана, растворителя диоксана, взрывчатых веществ, например, динитрогликоля.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Завершите схемы реакций и определите, к какому типу реакций относятся каждая из них.



а) замещения б) окислительно-восстановительная в) обмена д) этерификации

1. ___

2. ___

3. ___

4. ___

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- В отличие от ... спиртов, этиленгликоль в щелочной среде взаимодействует с ...
- Этиленгликоль ... растворяется в воде и этаноле, так как ...
- В промышленности этиленгликоль, как и ... спирт, получают в основном из ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Где сможете применить изученное на уроке?

■ III. Выполните задания.

A 1. Укажите, в каком случае правильно названы спирты.

1. HOCH₂CH₂OH 2. HOCH₂CHОНСН₃ 3. СH₃СH₂СНОНСH₂ОН 4. С₂H₄(ОН)₂
 этиленгликоль пропандиол-2,3 бутандиол-1,2 этандиол-1,2

2. По каким схемам можно получить этиленгликоль?

1. ClCH₂-CH₂Cl + NaOH $\xrightarrow{\text{вода}}$ 2. СH₂=СH₂ + КMnO₄ $\xrightarrow{\text{вода}}$
 3. ClCH₂-CH₂Cl + NaOH $\xrightarrow{\text{спирт}}$ 4. СH₂=СH₂ + H₂O₂ $\xrightarrow{\text{кат.}}$
 5. СH₂=СH₂ + [O] $\xrightarrow{\text{Ag, t}}$ оксид этилена $\xrightarrow{\text{вода}}$

B 3. Выразите массовое отношение углерода и водорода [m(C) : m(H)] в предельных двухатомных спиртах посредством числа атомов углерода (n).

4. Определите φ. M_r(СH₂ОНСН₂ОН) = 62.

Масса этиленгликоля, полученного из этилена, кг	Объем этилена, вступившего в реакцию (н.у.), м ³	Выход этиленгликоля в процентах
55,8	22,4	φ = ?

C 5. Почему, несмотря на примерно одинаковое значение относительной молекулярной массы этиленгликоля и пропанола-1 (62 и 60), первый кипит при более высокой температуре (198°С), чем пропанол-1 (97°С)?

6. Укажите, что верно или неверно для этиленгликоля. Ответы обоснуйте.

	Да(+)	Нет(-)
Его вязкость связана с межмолекулярными силами притяжения.		
Водородные связи не влияют на его растворимость в воде.		
Получают из того же алкена, что и этанол.		
С молекулами воды взаимодействует посредством только диполь-дипольных взаимодействий.		

D 7. Выразите относительные молекулярные массы предельных двухатомных и трехатомных спиртов посредством числа атомов углерода в молекуле.

8. Составьте уравнения превращений.

этан → хлорэтан → этилен → этиленгликоль

●●● После УРОКА Составьте реферат на тему “Области применения этиленгликоля”.

1.2.2. Глицерин

• Вспомните пройденное •

– К каким изменениям в химических свойствах этиленгликоля, по сравнению со свойствами этанола, приводит наличие двух –ОН групп в его молекуле?

Глицерин, как увлажнитель и смягчитель применяется для очистки дыхательных путей, изготовления лекарственных препаратов, в кожевенном производстве, в производстве душистых веществ, различных настоев.



– С какими свойствами глицерина связаны многие из перечисленных областей применения?

Деятельность • Межмолекулярные силы притяжения в этиленгликоле и глицерине.

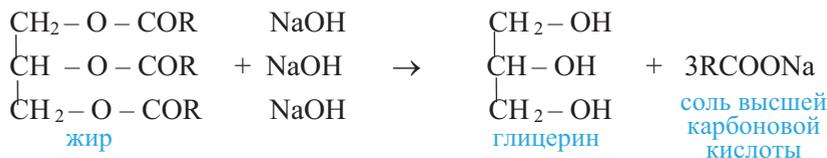
На основании сравнения физических свойств этанола, этиленгликоля и глицерина заполните ячейки с вопросительным знаком.

Вещество	CH ₃ -CH ₂ OH	CH ₂ -CH ₂ OH OH	CH ₂ -CH-CH ₂ OH OH OH
Относительная молекулярная масса	46	62	92
Температура кипения (°C)	78	197,6	290
Как изменяются силы притяжения между молекулами по сравнению с этанолом? (растут/уменьшаются).	–	?	?
Какие причины обуславливают изменение сил притяжения между молекулами по сравнению с этанолом?	–	?	?

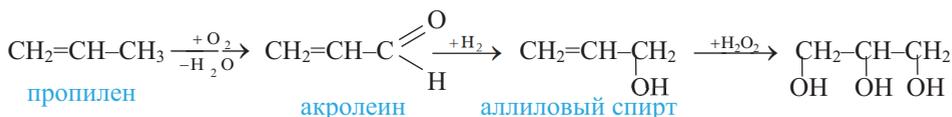
Обсудите: – Как объясните причины изменения межмолекулярных сил притяжения в этиленгликоле и глицерине по сравнению с этанолом?

Глицерин [C₃H₅(OH)₃] – простейший представитель предельных трехатомных спиртов, общая формула которых C_nH_{2n-1}(OH)₃ или C_nH_{2n+2}O₃ (n≥3).

Получение. Глицерин получают гидролизом жиров в щелочной среде:

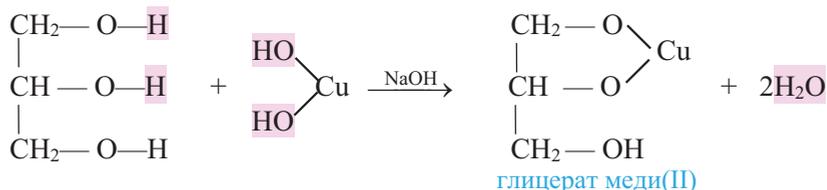


и окислением пропилена:



Физические свойства. Глицерин – бесцветная сиропообразная жидкость сладкого вкуса. Он гигроскопичный и с водой смешивается в любых соотношениях; замерзает при 17,9°C, кипит – +290°C. **Не ядовит.**

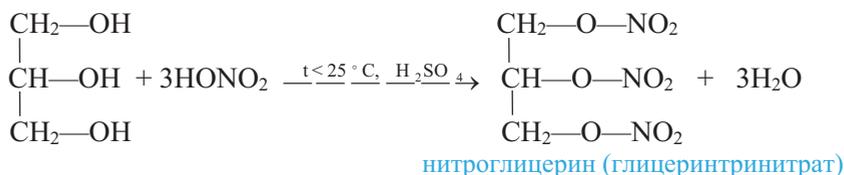
Химические свойства. Глицерин, как и этиленгликоль, реагирует с активными металлами, щелочами и кислотами. Как многоатомный спирт с гидроксидом меди(II) он образует *ярко-синий раствор глицерата меди(II)*:



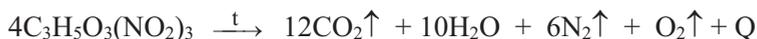
Эта реакция также является **качественной реакцией** для глицерина.

Примечание. Продукт реакции – комплексное соединение меди(II), содержащее 2 остатка глицерина. В уравнении приведена его упрощенная формула.

В присутствии концентрированной серной кислоты глицерин с азотной кислотой образует сложный эфир – *нитроглицерин* (глицеринтринитрат):



Нитроглицерин – тяжелая маслянистая бесцветная жидкость. Применяется как взрывчатое вещество. При нагревании или ударе взрывается:



• Знаете ли вы... • Нитроглицерин – взрывчатое и лекарственное вещество

Нитроглицерин впервые был получен в 1847 году итальянским ученым Асканио Собrero. Довольно быстро его начали широко использовать как взрывчатое вещество при проведении водных каналов, туннелей, дорог, а также в военном деле. Однако чистый нитроглицерин имел недостаток: он часто и неожиданно взрывался. По этой причине его применение требовало больших предосторожностей.

В 1865 году шведский химик Альфред Нобель выяснил, что нитроглицерин, поглощенный твердым адсорбентом, взрывался только при его поджигании. Эту смесь Нобель назвал **динамитом**.

- 1%-ный спиртовой раствор нитроглицерина используется в медицине при сердечно-сосудистых заболеваниях для расширения кровеносных сосудов.

- По завещанию А.Нобеля, созданный им Нобелевский фонд, ежегодно премирует наиболее значимые открытия в области физики, физиологии или медицины, химии, литературы и экономики **Нобелевской премией**.



С жирными кислотами глицерин образует сложные эфиры (триглицериды). В природе глицерин встречается в виде триглицеридов в составе жиров.

Применение. Глицерин применяется для получения нитроглицерина и динамита. Его используют в парфюмерной промышленности в составе кремов, помад, зубных паст, где он выполняет функцию увлажнителя и смягчителя

кожи, в кожевенном производстве для предотвращения высыхания кож, в производстве мыл, в текстильной промышленности для придания тканям эластичности и мягкости, в производстве некоторых смол и красителей.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ При каких значениях n и x формула $C_nH_{2n+2}O_x$ верно отражает состав одно-, двух- и трехатомных спиртов?

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

- I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.**
 - Глицерин кипит при более высокой температуре, чем этиленгликоль, главным образом, потому что ...
 - В отличие от этанола, глицерин взаимодействует с ... и ... , так как в молекуле глицерина ...
- II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.**
 - Насколько вы были активны на уроке?
- III. Выполните задания.**

A 1. Расположите спирты в порядке возрастания подвижности атома водорода –ОН группы.

- a. $C_3H_5(OH)_3$ b. C_2H_5OH c. $C_2H_4(OH)_2$

2. Определите возможные отношения $\nu_1 : \nu_2$, а также стехиометрические коэффициенты водорода, соответствующие этим отношениям в схеме
 $\nu_1 Na + \nu_2 \text{глицерин} \rightarrow$

B 3. Составьте молекулярную и структурную формулы предельного трехатомного спирта, в молекуле которого 7 атомов в состоянии sp^3 гибридизации.

4. Определите x и y .

В молекуле трехатомного спирта	Число атомов H в молекуле спирта	Число sp^3 гибридных орбиталей, участвующих в образовании связей в молекуле спирта
$m(C):m(O) = 9:12$	$x(H) = ?$	$y(sp^3) = ?$

C 5. Укажите, что верно или неверно для глицерина. Ответы обоснуйте.

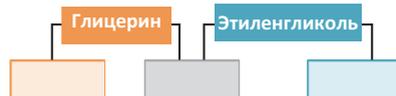
	Да(+)	Нет(-)
В молекуле –ОН группы взаимно влияют друг на друга.		
Между молекулами действуют только силы Ван-дер-Ваальса.		
С азотной кислотой образует только один вид сложного эфира.		
Как и этиленгликоль – ядовит.		
Является производным пропана.		

6. Установите соответствие.

- | | | |
|------------------|-----------------------|------------------------|
| A. триолы | 1. $C_3H_5(OH)_3$ | 4. $C_nH_{2n-1}(OH)_3$ |
| B. диолы | 2. $HOCH_2CHONCH_2OH$ | 5. $HOCH_2CH_2OH$ |
| | 3. $HOCH_2CH_2CH_2OH$ | 6. Гликоли |

D 7. Укажите выражения, относящиеся к глицерину и этиленгликолю, в соответствующих ячейках схемы.

- Определяется гидроксидом меди(II).
- Вступает в реакцию этерификации.
- В промышленности получают из жиров.
- В промышленности получают из алкена.



8. Составьте уравнения реакций образования глицеринмононитрата и в упрощенной форме глицерата меди(II). Определите, в какой из этих реакций глицерин формально проявляет кислотные, а в какой – основные свойства.

●●● После УРОКА

Заполните таблицу “Свойства глицерина и его производных и области их применения, основанные на этих свойствах”.

Свойства глицерина и его производных	Применение

1.3. ФЕНОЛЫ. ФЕНОЛ

1.3.1. Получение, строение и физические свойства

• **Вспомните пройденное** •

- Какие органические соединения называются ароматическими?
- Как изменится полярность O–H связи, если в молекуле воды один из атомов водорода заменить на алкильный радикал? Почему?

Фенол впервые был выделен из продуктов перегонки каменного угля (XIX в). Поскольку он был производным бензола (в то время бензол называли “фен”ом) и обладал кислотными свойствами его назвали “фениловой кислотой”. Однако позже Ф.Жерар предложил называть его “фенол”ом.

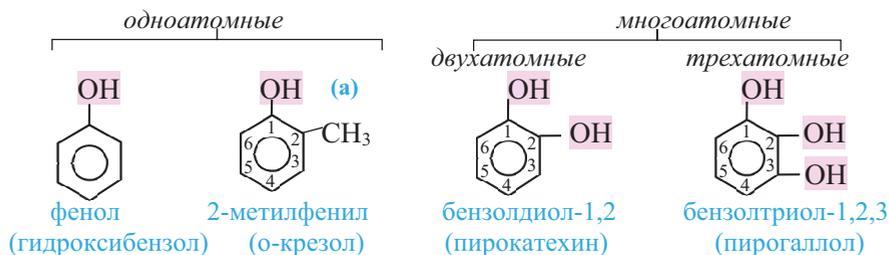


– Почему Ф.Жерар предложил называть это вещество “фенол”ом?

Фенол (C_6H_5-OH) – простейший представитель фенолов.

Фенолы – это производные ароматических углеводов, в молекулах которых одна или несколько –OH групп непосредственно связаны с атомами углерода бензольного кольца.

По числу –OH групп различают *одноатомные* и *многоатомные* фенолы:



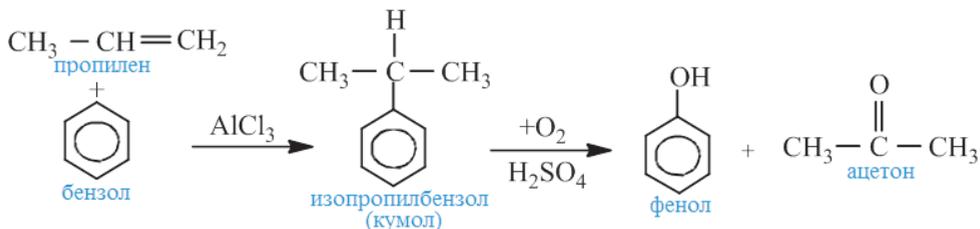
Орто-, мета- и пара-крезолы (2- 3- и 4-метилфенолы) также относятся к фенолам (а).

В фенолах нумерацию атомов углерода кольца начинают с углерода, связанного с $-\text{OH}$ группой, и продолжают в направлении ближайшего заместителя.

Среди фенолов наибольшее практическое значение имеет простейший из них – фенол ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$).

Получение. В промышленности фенол получают, в основном, 3-мя способами:

1) каталитическим окислением изопропилбензола ("кумольный способ"):



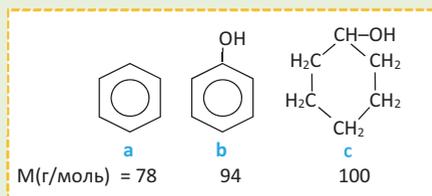
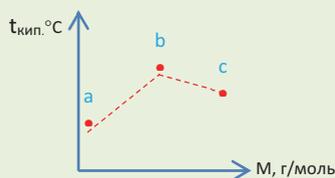
2) перегонкой каменноугольной смолы – продукта пиролиза каменного угля;

3) взаимодействием хлорбензола с гидроксидом натрия:



Деятельность • Строение молекулы фенола и его физические свойства.

На графике приведена зависимость температуры кипения от молярной массы бензола, фенола и циклогексанола, молекулы которых содержат одинаковое число атомов углерода. Учитывая различие в полярности молекул бензола и фенола, а также $\text{O}-\text{H}$ связи в молекулах фенола и циклогексанола, объясните характер изменения их температур кипения.



Обсудите: - Почему $\text{O}-\text{H}$ связь в молекуле фенола более полярна, чем в молекулах воды и этанола?

Физические свойства. Фенол – бесцветное, кристаллическое вещество с характерным запахом ($t_{\text{пл.ав.}} \approx 41^\circ\text{C}$). В холодной воде он малорастворим, но при 70°C и выше растворяется в любых соотношениях. Он **ядовит** и на коже образует трудно заживающие раны.

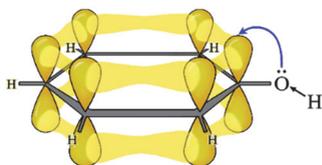


Примечание. Из-за сильной полярности $\text{O}-\text{H}$ связи молекулы фенола образуют между собой сильные водородные связи. Поэтому фенол кипит при высокой температуре (182°C).



Али Гулиев
(1912 – 1989)
Азербайджанский
нефтехимик

• Синтезировал алкилфенолы, соли алкилфенолов и др. органические соединения, используемые в качестве присадок к смазочным, моторным и др. маслам, с целью улучшения их эксплуатационных свойств.



Строение молекулы. В молекуле фенола π -электронная система бензольного кольца притягивает неподеленную электронную пару атома кислорода, уменьшая электронную плотность на нем. В результате атом кислорода еще сильнее притягивает электронную плотность $O-H$ связи к себе.

Эти смещения электронной плотности обуславливают следующие химические свойства фенола:

1) в водном растворе отщепление водорода $-OH$ группы в виде протона облегчается (по сравнению с предельными спиртами) и фенол проявляет слабые *кислотные* свойства. По этой причине его водный раствор называют *карболовой кислотой*;

2) атомы водорода, связанные с атомами углерода, расположенными в положениях 2,4,6-бензольного кольца, легче замещаются на атомы брома или нитрогруппы, чем атомы водорода в самом бензоле.

•Знаете ли вы... •

- Производные фенола в природе встречаются в коре тополя и ивы, в маслах тмина, мяты, гвоздики и чабреца, а также в перце.
- Производные фенола в качестве антиоксидантов добавляют к некоторым пищевым продуктам для предотвращения их быстрой порчи.



■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- В чем состоит особенность влияния фенильной группы на $-OH$ группу, в отличие от алкильного радикала? Ответ подтвердите конкретными примерами.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

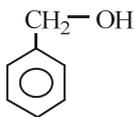
- Фенол проявляет слабые кислотные свойства, так как ...
- Взаимное влияние бензольного кольца и $-OH$ группы в молекуле фенола осуществляется посредством ... бензольного кольца.
- Высокая температура кипения фенола по сравнению с водой и этанолом обусловлено, главным образом, ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопросы.

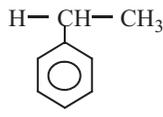
– Как оцениваете свою деятельность на уроке?

■ III. Выполните задания.

A 1. Укажите соответственно формулы фенола, *m*-крезола и кумола.



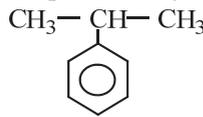
1



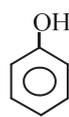
2



3



4



5

2. Определите гомологи фенола.

1. бензиловый спирт 2. мета-крезол 3. толуол 4. 4-метилфенол

B 3. Укажите, что верно или неверно для получения фенола из бензола и пропилена кумольным способом. Ответы обоснуйте.

	Да(+)	Нет(-)
Бензольное кольцо теряет плоское строение.		
В молекуле пропилена изменяется состояние гибридизации атома углерода.		
Пропилен присоединяется к бензолу.		
Побочный продукт не имеет практического значения.		
Процесс протекает в одну стадию.		

4. Определите высказывания, относящиеся к молекуле фенола.

- Обладает сопряженной π -системой.
- Имеет плоское строение.
- Содержит 6 атомов углерода в состоянии sp^2 гибридизации.
- Содержит 11 неполярных σ -связей.
- Полярная молекула.

C 5. Установите соответствие.

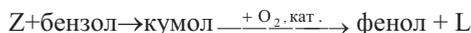
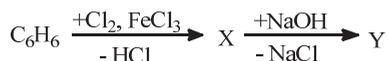
- a. пирокатехин b. пирогаллол c. 4-метилфенол d. мета-крезол

1) Одноатомный фенол __ 2) Двухатомный фенол __

6. Составьте структурную формулу спирта, изомерного 2-метилфенолу, и назовите его.

D 7. Составьте структурные формулы изомеров третьего представителя гомологического ряда фенола и назовите их.

8. Назовите вещества X, Y, Z и L и составьте их структурные формулы.

●●● После
УРОКА

Составьте фотоальбом под названием "Фенол и его соединения в нашей жизни".

План презентации:

- Титульная страница.
- Источники производных фенола.
- Фенол в производстве красителей.
- Фенол в фармацевтике.
- Взрывчатые вещества и производные фенола.
- Производные фенола – заменители изделий из металла и дерева.
- Пластмассы на основе фенолформальдегидной смолы – фенопласты.

1.3.2. Химические свойства и применение

• вспомните пройденное •

– Как взаимосвязаны строение и свойства вещества согласно теории химического строения органических соединений?

Изделия из фенолформальдегидной смолы из-за их высокой механической прочности, электроизоляционных свойств и устойчивости к действию химических веществ широко используются в промышленности, быту, медицине и др. областях.

?

– Из каких двух кислородсодержащих органических веществ и по какой реакции получают фенолформальдегидную смолу?



Деятельность • Взаимное влияние групп атомов в молекуле фенола.

Рассмотрите схемы реакций фенола, бензола и этанола и ответьте на вопросы, приведенные в таблице.

1. $C_6H_6 + \text{бромная вода (Br}_2) \rightarrow$ реакция не протекает
2. $C_6H_5OH + \text{бромная вода (Br}_2) \xrightarrow{20^\circ C} C_6H_2Br_3OH + 3HBr$
3. $C_2H_5OH + NaOH(p-p) \rightarrow$ реакция не протекает
4. $C_6H_5OH + NaOH(p-p) \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$

Вопрос	Ответ
Какие реакции отражают влияние –ОН группы на бензольное кольцо?	?
Какие реакции отражают влияние фенильной группы на –ОН группу?	?

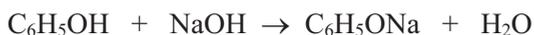
Обсудите: – Как можно связать ваши ответы на эти два вопроса с электронным строением молекулы фенола?

Химические свойства фенола обусловлены присутствием в его молекуле бензольного кольца и –ОН группы.

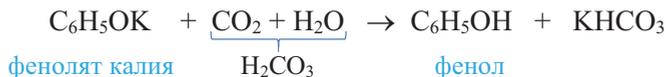
Химические свойства. *Реакции гидроксильной группы.* Фенол реагирует с металлическим натрием и калием. При этом образуются металлические производные фенола – *феноляты*:



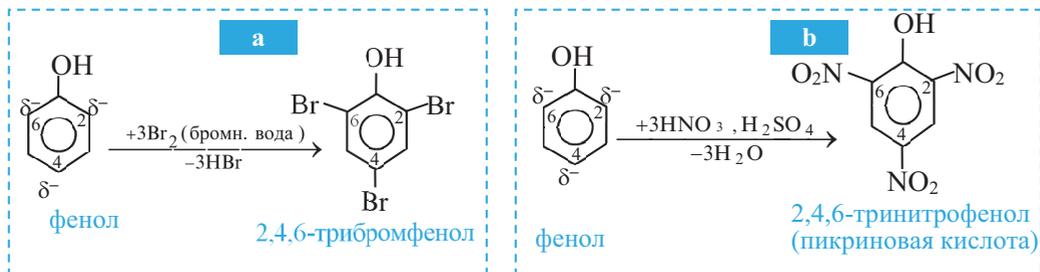
Фенол проявляет слабые кислотные свойства. Поэтому, в отличие от одноатомных предельных спиртов, он реагирует с растворами щелочей:



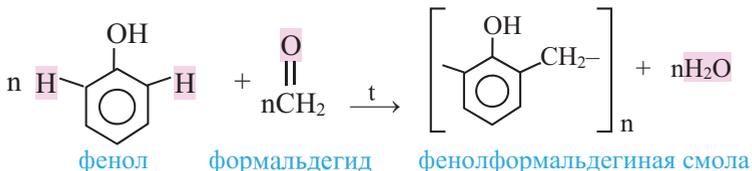
Поскольку фенол более слабая кислота, чем угольная, то последняя вытесняет фенол из его солей – фенолятов:



Реакции бензольного кольца. Из-за влияния –ОН группы на бензольное кольцо фенол, в отличие от бензола, без нагревания вступает в реакцию замещения с бромной водой (ур. *a*) и азотной кислотой (ур. *b*). По реакции *a* образуется 2,4,6-трибромфенол, а по реакции *b* – 2,4,6-тринитрофенол:



Влияние гидроксильной группы на бензольное кольцо проявляется и в реакции взаимодействия фенола с формальдегидом. Так, если бензол не реагирует с формальдегидом, то фенол при комнатной температуре вступает с формальдегидом в реакцию *поликонденсации*, образуя *фенолформальдегидную смолу*:



• **Знаете ли вы ...** • В 1872 году немецкий химик А.Байер реакцией фенола с формальдегидом получил смолообразный продукт. Впоследствии голландский ученый Л.Бакеланд разработал промышленный способ получения этого вещества. С 1912 года фенолформальдегидная смола производится под названием **бакелит**.

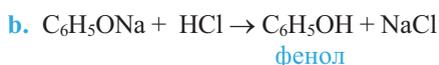
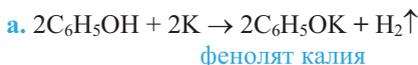
И з у ч и

Химические свойства фенола

Завершите схемы и назовите вещества X и Y.

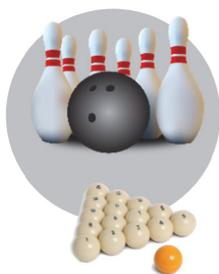


Решение:



Примени

Сколько граммов фенолята натрия образуется при взаимодействии 0,3 моль фенола с 8 г гидроксида натрия? $M_r(\text{NaOH}) = 40$, $M_r(\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}) = 116$.



Применение. Фенол широко применяется для производства красителей, лекарств, взрывчатых веществ (*пикратов* – солей пикриновой кислоты), фенолформальдегидных пластмасс.

Фенопласты, благодаря их хорошим механическим и электроизоляционным свойствам, а также химической инертности, применяются для изготовления ступенек эскалаторов метрополитенов, тормозных колодок вагонов. Кроме того, из них изготавливают корпуса электрических счетчиков, утюгов и двигателей, телефонов и фотоаппаратов, ручек кухонной утвари (ножей, кастрюль, газовых плит и др.), а также шахматные фигуры, камни шашек, домино и др.

Антисептические свойства растворов фенола ранее использовались для дезинфекции.

Определяют фенол по образованию фиолетовой окраски при действии на его раствор раствором FeCl_3 :



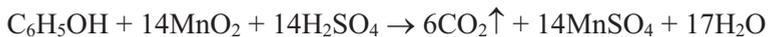
Влияние фенола и его производных на окружающую среду.

Фенол – ядовитое вещество; он повреждает центральную нервную и сердечно-сосудистую системы человека, почки. Фенол оказывает вредное влияние на животных и растения.

Фенол и его производные широко используются в промышленности и быту. Они также являются многотоннажными продуктами химической и нефтехимической промышленности. Поэтому фенол и его производные в составе промышленных и бытовых сточных вод загрязняют грунтовые воды, почву и атмосферу.

Из сточных вод, содержащих большие количества фенола, фенол удаляется в основном окислением. Для этих целей в качестве окислителей используют оксид хлора(IV), кислород воздуха, оксид марганца(IV), электрический ток и др.

Окисление фенола оксидом марганца(IV) описывается уравнением:



Из сильнозагрязненных сточных вод фенол удаляют и посредством адсорбентов, например, активированного угля.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте карту понятий, имеющих отношение к фенолу.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Фенол, по сравнению с бензолом, легко вступает в реакции замещения с ... и ..., так как ...

- Реакция образования фенолформальдегидной смолы еще раз подтверждает влияние ... , поскольку формальдегид с бензолом

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопросы.

– Какие понятия темы оказались для вас трудными для усвоения?

■ III. Выполните задания.

A 1. С какими двумя веществами фенол образует один и тот же тип органических веществ?

1. кислоты 2. щелочи 3. вода 4. метаналь 5. щелочной металл

2. С какими веществами реагирует фенол, в отличие от предельных одноатомных спиртов?

1. Na 2. KOH(p-p) 3. K 4. NaOH(p-p) 5. HNO₃

B 3. Укажите ошибочные высказывания о химических свойствах фенола.

- По сравнению с бензолом легче вступает в реакции замещения.
- С азотной кислотой образует 2,4,6-тринитробензол.
- Натриевое производное в воде образует кислую среду.
- При образовании 2,4,6-трибромфенола выделяется 1 моль газообразного вещества.
- В реакции определения фенола участвует гидроксильная группа.

4. Определите *m*.

Масса фенола, полученного из хлорбензола, г	Масса хлорбензола, вступившего в реакцию, г	Выход продукта реакции, в %
18,8	<i>m</i> = ?	φ = 80

C 5. Фенол в холодной воде плохо растворяется. Как объясните хорошую “растворимость” фенола в холодном растворе гидроксида натрия?

6. Составьте уравнение реакции, протекающей при пропускании углекислого газа через водный раствор фенолята натрия. Объясните внешние признаки реакции.

D 7. Завершите схемы реакций, отражающих влияние гидроксильной группы на бензольное кольцо в молекуле фенола. Сравните кислотные свойства органических продуктов этих реакций с кислотными свойствами фенола.

- $C_6H_5OH + NaOH \rightarrow$
- $C_6H_5OH + 3Br_2 \rightarrow$
- $2C_6H_5OH + 2Na \rightarrow$
- $C_6H_5OH + 3HNO_3 \rightarrow$

8. Составьте уравнения превращений.

- $C_6H_6 \rightarrow C_6H_5Cl \rightarrow C_6H_5OH \rightarrow C_6H_2Br_3OH \rightarrow C_6H_2Br_3ONa$
- $CH_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5OH \rightarrow 2,4,6\text{-трибромфенол}$



Подготовьте реферат на тему “Загрязнение окружающей среды фенолом и его производными и способы борьбы с ним”.

1. Спирты и фенолы – гидроксилсодержащие органические соединения.
2. В первичных спиртах атом углерода, связанный с –ОН группой, соединен только с одним атомом углерода, во вторичных спиртах – с двумя, а в третичных спиртах – с тремя атомами углерода.
3. Окончание “ол” в названии вещества указывает на присутствие в его составе –ОН группы.
4. Число –ОН групп в молекуле спиртов и фенолов определяет их атомность.
5. В предельных одноатомных спиртах структурная изомерия обусловлена изомерией углеродной цепи и положением –ОН группы в цепи.
6. Предельные одноатомные спирты с диалкилсодержащими простыми эфирами образуют межклассовую изомерию (кроме метанола).
7. Этанол в промышленности получают каталитической гидратацией этилена, а также из глюкозы или из сахаристых веществ, содержащих остатки глюкозы.
8. Метанол, в основном, получают из синтез-газа.
9. Наличие межмолекулярной водородной связи в спиртах – причина того, что первые представители спиртов при обычных условиях не являются газами.
10. Из-за наличия водородной связи между молекулами спирта и воды, первые три представителя спиртов с водой смешиваются в любых соотношениях.
11. Аллиловый спирт – непредельный, бензиловый спирт – ароматический спирт.
12. Спирты и их водные растворы не изменяют цвет индикаторов.
13. Металлические производные спиртов называются алкоголятами. Они подвергаются гидролизу.
14. Спирты подвергаются внутримолекулярной (кроме метанола) и межмолекулярной дегидратации.
15. Спирты вступают в реакцию этерификации.
16. При окислении первичных спиртов образуются альдегиды, а вторичных спиртов – кетоны.
17. Этиленгликоль – двухатомный, глицерин – трехатомный спирт.
18. Предельные одноатомные спирты от двухатомных спиртов можно отличить с помощью гидроксида меди(II).
19. При межмолекулярной дегидратации спиртов образуются простые эфиры.
20. Простые эфиры в химическом отношении малоактивны.
21. Полярность О–Н связи в феноле больше, чем в спиртах.
22. Фенол, в отличие от предельных одноатомных спиртов, реагирует с щелочами.
23. Фенол, по сравнению с бензолом, легче вступает в реакцию замещения с бромом и азотной кислотой.
24. Фенол можно определить хлоридом железа(III).
25. Метанол, этиленгликоль и фенол – очень ядовитые соединения.

1. Установите соответствие.

1. Пропанол-1 а. $m(\text{C}) : m(\text{O}) = 6 : 8$
 2. Пропандиол-1,3 б. $m(\text{C}) : m(\text{O}) = 9 : 8$
 3. Пропантриол-1,2,3 в. $m(\text{C}) : m(\text{O}) = 9 : 4$

2. Составьте структурную формулу спирта, полученного из метанола, путем замещения двух атомов водорода метильными радикалами, а третьего атома водорода – этильным радикалом. Назовите спирт по Международной номенклатуре.

3. Расположите вещества в порядке возрастания их температур кипения и обоснуйте эту последовательность.

1. $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 2. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 3. CH_3OH 4. $\text{HOCH}_2\text{CHONCH}_2\text{OH}$

4. С какими веществами реагируют глицерин и этиленгликоль, в отличие от этанола?

1. HBr 2. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 3. H_2SO_4
 4. $\text{KOH}(\text{p-p})$ 5. CH_3COOH

5. Составьте уравнения реакций взаимодействия 1, 2 и 3 моль натрия с избытком глицерина и назовите органические продукты реакций.

6. Составьте уравнения реакций, протекающих по схеме $\text{CH}_3\text{OH} +$

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{t < 140^\circ \text{C}, \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц})}$ и назовите образующиеся простые эфиры. Объясните, почему один из эфиров образуется в большем количестве.

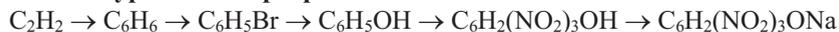
7. Укажите, что верно или неверно для фенола. Ответы обоснуйте.

	Да (+)	Нет(-)
Растворимость в воде не зависит от температуры.		
Выделяют его из фенолформальдегидной смолы – продукта пиролиза каменного угля.		
Отходы, содержащие фенол, оказывают на окружающую среду вредное воздействие.		
В твердом состоянии имеет ионную кристаллическую решетку.		
Молекула имеет плоское строение.		

8. Составьте уравнения реакций, отражающих взаимное влияние бензольного кольца и –ОН группы в молекуле фенола.

9. Составьте молекулярное и ионное уравнения реакции, протекающей при пропускании хлороводорода через водный раствор фенолята натрия.

10. Составьте уравнения превращений.





ЧАСТЬ I

КИСЛОРОД-
СОДЕРЖАЩИЕ
ОРГАНИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ

глава

2

АЛЬДЕГИДЫ

2.1. Альдегиды

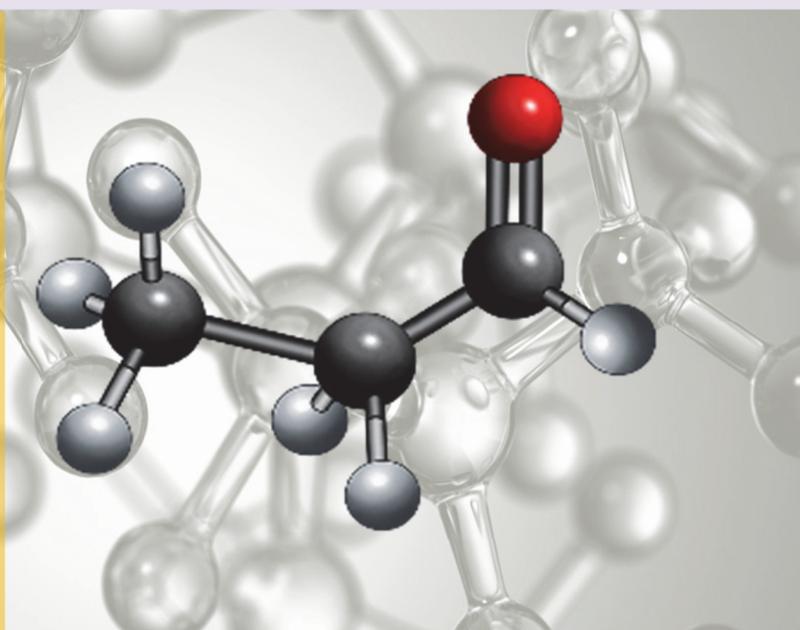
2.1.1. Номенклатура и изомерия

2.1.2. Получение, строение и физические свойства

2.1.3. Химические свойства и применение

Практическая работа-1. Химические свойства спиртов,
фенола и альдегидов

- альдегидная группа
- карбонильная группа
- муравьиный альдегид
- уксусный альдегид
- формалин
- реакция “серебряного зеркала”
- реактив Толленса
- фенопласты
- полиформальдегид
- ацетон



В 1782 году известный шведский ученый-химик К.Шееле, окисляя этиловый спирт, получил наряду с уксусной кислотой, вещество с резким запахом. В 1825 году немецкий ученый Ю.Либих выделил из смеси продуктов окисления этанола вещество состава C_2H_4O , который содержал на 2 атома водорода меньше, чем в исходном спирте. Поэтому он назвал это вещество **Alkohol dehydrogenatus**– “спирт, потерявший водород”, или кратко “альдегид”.

Альдегиды относятся к широко распространенной группе душистых веществ. Сегодня невозможно найти природное душистое вещество, не содержащее альдегиды. Поэтому, открытие альдегидов сыграло большую роль в развитии производства душистых веществ.

В настоящее время первый представитель гомологического ряда альдегидов – формальдегид – широко применяется в производстве пластмасс и медицинских препаратов, красителей, а также для уничтожения насекомых.

Вспомните учебный материал, изученный в VII–X классах, и выполните задания

- К каким органическим соединениям относятся альдегиды?
 - гидроксилсодержащим
 - азотсодержащим
 - кислородсодержащим
- Укажите функциональные группы альдегидов и кетонов, назовите эти группы и составьте их схемы.
 - $-\text{COOH}$
 - $-\text{OH}$
 - $-\text{CHO}$
 - $>\text{C}=\text{O}$
- Укажите соответственно формулы формальдегида и ацетальдегида.
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
 - CH_3CHO
 - $\text{C}_3\text{H}_7\text{CHO}$
 - HCHO
- Могут ли молекулы альдегидов образовать между собой водородные связи? Почему?
- Какие вещества с одинаковым числом атомов углерода в молекуле – альдегиды или спирты – лучше растворяются в воде? Ответ обоснуйте.
- Какие органические вещества образуются при окислении альдегидов по реакции “серебряного зеркала”?
- Какой из альдегидов широко применяется в производстве пластмасс?
- Что такое формалин?

Часть 2 АЛЬДЕГИДЫ

• Слово **альдегид** составлено из слов “**алкоголь**” и “**дегидрирование**”.

Альдегиды, также как и спирты и фенолы, относятся к кислородсодержащим органическим соединениям.

Функциональной группой альдегидов является *альдегидная группа*:

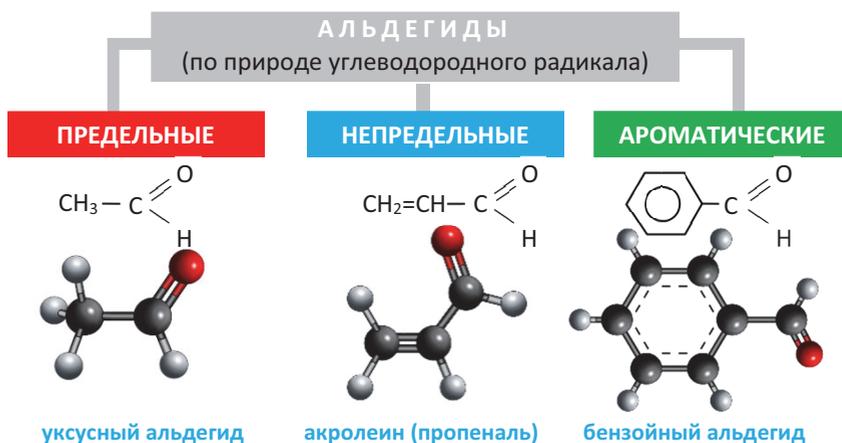


• **Альдегиды** – органические соединения, в молекулах которых альдегидная группа соединена с углеводородным радикалом.

Только в муравьином альдегиде альдегидная группа соединена не с углеводородным радикалом, а с атомом водорода:



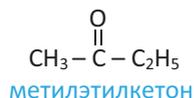
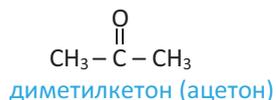
Альдегиды классифицируют по природе углеводородного радикала.



Группу $>\text{C}=\text{O}$ называют *карбонильной группой*.

Карбонильная группа является функциональной группой **кетонов**.

Кетоны – органические соединения, в молекулах которых два углеводородных радикала соединены с карбонильной группой. Например:



2.1. АЛЬДЕГИДЫ

2.1.1. Номенклатура и изомерия

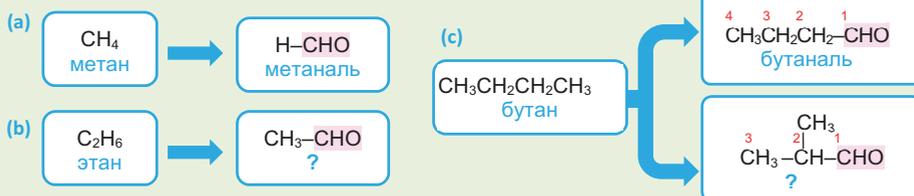
• Вспомните пройденное •

- Как нумеруют атомы углерода главной цепи молекулы алканала?
- Какие виды структурной изомерии характерны для алканолов?

Вам известно, почему метанол называют древесным спиртом, а этанол – винным спиртом. Первые два представителя альдегидов же называются **муравьиным** и **уксусным альдегидом**.

– Как можно объяснить происхождение названий этих альдегидов?

Деятельность • Номенклатура альдегидов. На основе схемы определите правила номенклатуры альдегидов и вместо вопросительных знаков впишите соответствующие названия альдегидов. Объясните причины структурной изомерии альдегидов.



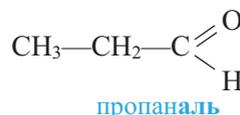
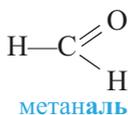
Обсудите: – Сравните установленные вами правила номенклатуры альдегидов с теми же правилами для алканолов, укажите их общие и отличительные особенности.

Формулы предельных альдегидов составляют путем замены одного атома водорода в формуле соответствующего алкана на альдегидную группу:



Общую формулу альдегидов выражают в виде $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CHO}$ ($n \geq 0$) или $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ ($n \geq 1$). (В первой формуле “ n ” обозначает число атомов углерода в радикале R, а во второй – в молекуле в целом).

Номенклатура. Согласно *Международной номенклатуре*, названия альдегидов неразветвленного строения образуют из названия алкана, соответствующего самой длинной углеродной цепи, содержащей атом углерода альдегидной группы, с добавлением окончания “аль”:

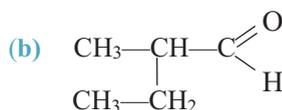
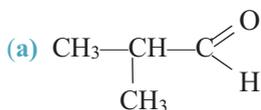


Для названия альдегидов разветвленного строения выбирается главная углеродная цепь, включающая в себя и атом углерода альдегидной группы. Главная углеродная цепь нумеруется, начиная с атома углерода -CHO группы. В названии альдегида указывают номер углерода, несущего радикал, название радикала и добавляют окончание “аль” к названию алкана, соответствующего основной углеродной цепи.

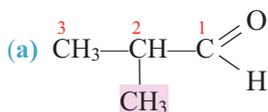
И з у ч и

Название альдегидов разветвленного строения по Международной номенклатуре

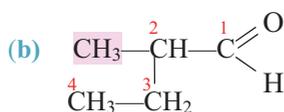
Назовите альдегиды **a** и **b** по Международной номенклатуре.



Решение:



2-метилпропаналь



2-метилбутаналь

Примени

Составьте структурные формулы 3-метилгексаналя и 2,3-диметилпентанала.

По рациональной номенклатуре альдегиды называют как производные уксусного альдегида; например, вышеприведенный 2-метилпропаналь называется как *диметилуксусный альдегид*. Однако, этот способ применяется редко.

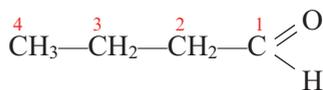
Тривиальные названия альдегидов производят от тривиальных названий карбоновых кислот, в которые они превращаются при окислении, например, *муравьиный альдегид*, *уксусный альдегид*, *пропионовый альдегид* и др.

$\text{H}-\text{CHO}$
муравьиный альдегид

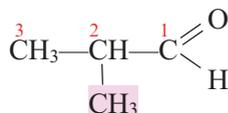
CH_3-CHO
уксусный альдегид

$\text{C}_2\text{H}_5-\text{CHO}$
пропионовый альдегид

Изомерия. Внутриклассовая структурная изомерия альдегидов обусловлена строением углеродной цепи, к которой присоединена альдегидная группа, и начинается с четвертого представителя гомологического ряда:

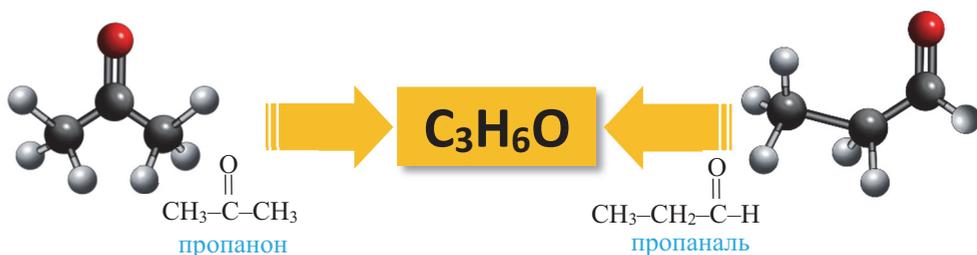


бутаналь (масляный альдегид)

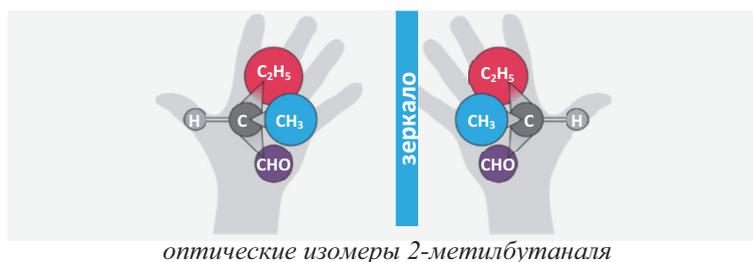


2-метилпропаналь (изомаляный альдегид)

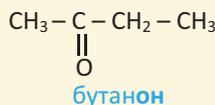
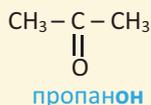
Предельные альдегиды и кетоны с одинаковым числом атомов углерода образуют **межклассовую** изомерию:



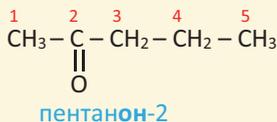
У альдегидов **оптическая изомерия** начинается с 2-метилбутанала. В ее молекуле третичный атом углерода связан с четырьмя разными атомами и атомными группами ($-H$, $-CH_3$, $-CHO$, $-C_2H_5$), в результате чего она существует в виде двух оптических изомеров:



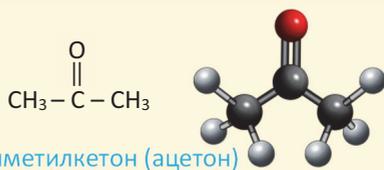
Названия кетонов по Международной номенклатуре образуют из названия алкана, соответствующего самой длинной углеродной цепи, содержащей атом углерода $C=O$ группы, с добавлением окончания "**-он**":



Начиная с кетона состава $C_5H_{10}O$ указывают и номер атома углерода, связанного с атомом кислорода. Нумерация цепи начинается с того конца, к которому ближе $>C=O$ группа:



По **рациональной номенклатуре** к названиям радикалов, связанных с $>CO$ группой, добавляют слово "**кетон**"; при этом название меньшего радикала указывают вначале:



В кетонах межклассовая изомерия начинается с первого представителя гомологического ряда, а внутриклассовая – с третьего ($C_5H_{10}O$).

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Составьте структурные формулы возможных структурных изомеров альдегида, содержащего 5 атомов углерода, и назовите их по Международной номенклатуре.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

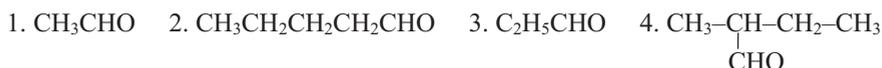
- По Международной номенклатуре окончание “ол” указывает на принадлежность органического соединения к классу..., а окончания “аль” – к классу ...
- Число внутрикласовых структурных изомеров бутанала ... числу изомеров соответствующего алкана, поскольку ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

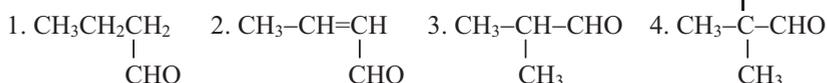
- Не показался ли вам этот урок скучным?

■ III. Выполните задания.

A 1. Назовите альдегиды по Международной номенклатуре.



2. Определите изомерные альдегиды.



B 3. Составьте структурные формулы внутрикласовых изомеров предельного альдегида с относительной молекулярной массой, равной 100, и назовите их по Международной номенклатуре.

4. Определите число структурных изомеров альдегида и назовите их по Международной номенклатуре.

Масса предельного альдегида, г	Число его моль	Число его изомеров	Названия его изомеров
14,4	0,2	$N_{\text{изомер}} = ?$?

5. Укажите лишнее в каждом ряду и объясните свой выбор.

1. Этанол, этаналь, акролеин, бензойный альдегид
2. Метаналь, этаналь, пропаналь, акролеин
3. 2,2-диметилпропаналь, 2-метилбутаналь, 3-метилбутаналь, 2-метилпропаналь

C 6. Укажите выражения, относящиеся к метанолу и этанолу, в соответствующих ячейках схемы.

a. Состав соответствует формуле $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{CHO}$.

b. M_r можно вычислить выражением $14n+30$ ($n \geq 0$).

c. Массовая доля углерода в ней равна 40%.

d. Содержит 1 атом C в состоянии sp^3 гибридизации.

e. Массовое отношение элементов $[m(\text{C}):m(\text{O}):m(\text{H})]$ равно 6:4:1.



D 7. Составьте структурные формулы этаналь, пропеналь и бензойного альдегида. Расположите вещества в ряд по увеличению массовой доли углерода в них.

8. Составьте структурную формулу альдегида, если известно, что функциональная группа составляет половину (50%) массы молекулы.

●●● После
УРОКА

Сопоставьте структурные изомеры предельного альдегида и предельного спирта, содержащих по 6 атомов углерода. Определите сходные и отличительные причины их изомерии; результаты представьте в виде таблиц или схем.

2.1.2. Получение, строение и физические свойства

• Вспомните пройденное •

- Какое органическое вещество образуется из ацетилен по реакции Кучерова?
- Как проявляется в строении и физических свойствах алканолов наличие в их молекулах гидроксильной группы?

Для консервации анатомических препаратов, а также для обработки хирургических инструментов, с целью их дезинфекции, используют формалин.



- Что такое формалин?
- Какие особенности строения молекулы органического вещества позволяют приготовить формалин?

Деятельность • **Строение молекул альдегидов и их физические свойства.** На основании сравнения физических свойств этана, метаналь и метанола заполните ячейки с вопросительным знаком.

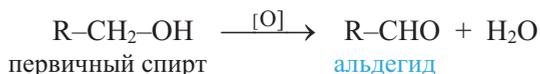
Вещество	$\text{CH}_3\text{-CH}_3$	H-CHO	$\text{CH}_3\text{-OH}$
Его характеристики			
Относительная молекулярная масса	30	30	32
Температура кипения (°C)	-89	-21	+64
Агрегатное состояние (при н.у.)	газ	газ	жидкость
Растворимость в воде	не р-ся	хорошо р-ся	хорошо р-ся
Молекула полярна (+/-)	?	?	?
Содержит сильнополярную связь (+/-)	?	?	?
С водой образует водородную связь (+/-)	?	?	?

Обсудите:

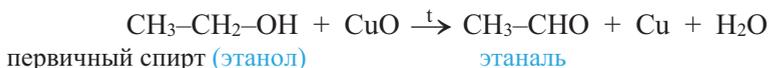
- Почему метаналь, также как и метанол, в воде хорошо растворяется, но в отличие от него при комнатной температуре находится в газообразном состоянии?
- Почему метаналь кипит при более высокой температуре, чем этан?

Альдегиды получают следующими способами.

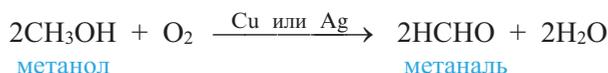
1. **Окисление или дегидрирование первичных спиртов.** Альдегиды можно получить окислением первичных спиртов:



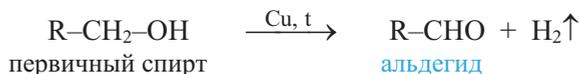
Например, при пропускании воздуха и паров этанола над раскаленной медной сеткой, покрытой пленкой оксида меди(II), образуется ацетальдегид:



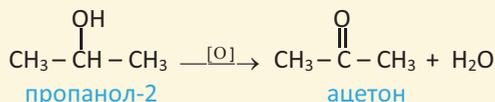
В промышленности каталитическим окислением метанола кислородом воздуха получают формальдегид:



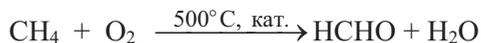
При пропускании паров первичных спиртов над катализатором (Cu, Ag или Pt) при 200–300°C спирты дегидрируются с образованием альдегидов:



При окислении одноатомных вторичных спиртов $\text{R}^1\text{CH}(\text{OH})\text{R}^2$ образуются кетоны:



2. **Окисление углеводородов.** В промышленности каталитическим окислением метана кислородом воздуха получают формальдегид:

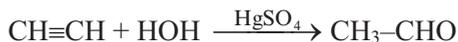


Для предотвращения окисления формальдегида в муравьиную кислоту смесь метана и воздуха пропускают через реакционную зону с большой скоростью.

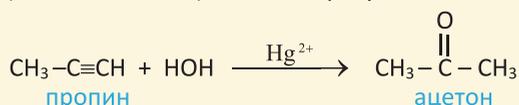
Каталитическим окислением этилена получают ацетальдегид:



3. **Гидратация ацетилен.** В промышленности ацетальдегид получают также каталитической гидратацией ацетилен по реакции Кучерова:



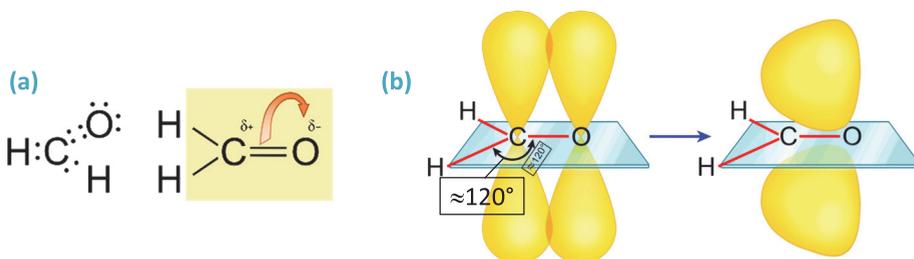
При гидратации гомологов ацетилена образуются кетоны:



В промышленности ацетон получают сухой перегонкой древесины, окислением изопропилбензола и пропанола-2.

Строение. Электронное строение альдегидов на примере молекулы формальдегида приведено ниже:

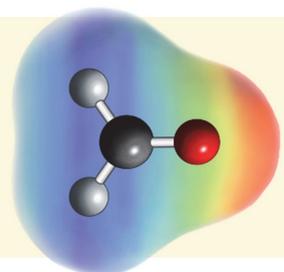
Электронное строение молекулы формальдегида (a) и образование π-связи (b).



В альдегидной группе атом углерода находится в состоянии sp^2 -гибридизации. Три σ -связи атома углерода, направленные под углом 120° относительно друг друга, расположены в одной плоскости (a). По этой причине молекула формальдегида имеет плоское строение. p -орбиталь атома углерода, не участвующего в гибридизации путем бокового перекрывания с p -орбиталью атома кислорода, образует π -связь между углеродом и кислородом. Из-за более высокой электроотрицательности атома кислорода более подвижное π -электронное облако двойной $\text{C}=\text{O}$ связи смещается от атома углерода в сторону атома кислорода. В результате на атоме кислорода появляется частичный отрицательный заряд (δ^-), а на атоме углерода – положительный (δ^+): $\text{C}^{\delta+} = \text{O}^{\delta-}$.

Поляризация $\text{C}=\text{O}$ связи наглядно видна на **карте электронной плотности** молекулы формальдегида: частичный отрицательный заряд (красная область) располагается вокруг атома кислорода, а частичный положительный (синяя область) – вокруг атома углерода.

Примечание. На карте электронной плотности двойную $\text{C}=\text{O}$ связь указывают одним стержнем.



Поляризация $>\text{C}=\text{O}$ связи в альдегидах проявляется в их физических и химических свойствах.

Физические свойства. Из-за отсутствия в составе альдегидов $-\text{OH}$ группы их молекулы не образуют между собой водородные связи. Поэтому температура кипения альдегидов ниже температуры кипения спиртов и карбоновых кислот с тем же числом атомов углерода в молекуле.

Первый представитель гомологического ряда альдегидов – формальдегид – газообразное вещество, следующие – жидкости, а высшие – твердые вещества.

Формальдегид и ацетальдегид хорошо растворяются в воде. С ростом молекулярной массы растворимость альдегидов в воде уменьшается; бутаналь в воде практически не растворим.

Запах альдегидов различный. Например, формальдегид имеет неприятный запах; у высших альдегидов приятный запах, поэтому они широко используются в парфюмерии.



Солтан Мехтiev
(1914–1985)
Азербайджанский нефтехимик

- Разработал способы получения новых представителей альдегидов, кетонов и спиртов, пригодных для применения в качестве синтетических душистых веществ.

Формальдегид – бесцветный газ с резким запахом, очень **ядовит**; его 40%-ный водный раствор называют *формалином*.

Ацетальдегид – легколетучая ($t_{\text{кип.}} \approx 21^\circ\text{C}$) бесцветная жидкость с резким запахом; **ядовита**.

Ацетон – бесцветная, горючая жидкость с характерным запахом. Он в воде хорошо растворим; кипит при температуре 56°C . Хорошо растворяет жиры, смолы и другие вещества; поэтому является одним из наиболее широко применяемых растворителей.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Одна из причин растворимости ацетальдегида в воде – образование водородной связи между молекулами ацетальдегида и воды. Учитывая частичные положительные заряды на атомах водорода –ОН и –СНО групп, составьте схему этой связи.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

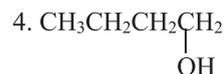
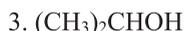
- Альдегид с плоским строением молекулы можно получить окислением ... , а ... альдегид гидратацией ацетилена.
- Температура кипения альдегидов ... температуры кипения спиртов с тем же числом атомов углерода в молекуле, потому что ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Какие навыки вы приобрели, изучив эту тему?

■ III. Выполните задания.

A 1. Окислением какого спирта нельзя получить альдегид?



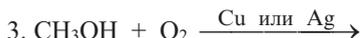
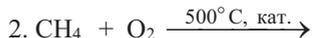
2. Какие выражения относятся к молекулам всех альдегидов?

1. имеют плоское строение
2. содержат атом С в состоянии sp^2 гибридизации
3. полярные молекулы
4. содержат σ - и π -связи
5. содержат полярную связь
6. содержат атом С в состоянии sp^3 гибридизации

В 3. Сколько граммов формалина (40%) можно приготовить из метаноля, полученного из 160 г метанола? $M_r(\text{CH}_3\text{OH}) = 32$, $M_r(\text{CH}_2\text{O}) = 30$.

4. Сколько килограммов технического карбида кальция, содержащего 80% CaC_2 , потребуется, чтобы получить 110 кг уксусного альдегида?
 $M_r(\text{CaC}_2) = 64$, $M_r(\text{CH}_3\text{CHO}) = 44$.

С 5. Завершите схемы реакций и укажите уравнение реакции, по которой в промышленности получают метаналь.



6. Завершите схемы реакций и укажите промышленные способы получения этаналь.



Д 7. Заполните таблицу и обоснуйте свой ответ.

	Метаналь	Этаналь
Число σ -связей в молекуле		
Число π -связей в молекуле		
Полярность молекулы (+)		
Примерное значение валентных углов в $-\text{CHO}$ группе		

8. Зная, что пентан, бутанол-1 и бутаналь имеют примерно одинаковые молярные массы, расположите их в порядке возрастания температур кипения и обоснуйте этот ряд.

●●● После
УРОКА

Составьте схему, отражающую способы получения альдегидов.

2.1.3. Химические свойства и применение

• вспомните пройденное •

- Как наличие двойной связи в молекулах алкенов проявляется в их химических свойствах?
- Какие органические вещества образуются при окислении первичных и вторичных спиртов?

Мебельные гарнитуры, изготовленные из прессованных древесных опилок и фенолформальдегидной смолы, обычно содержат до 0,01% формальдегида. Формальдегид, постепенно испаряющийся с поверхности этой мебели, представляет определенную опасность для человека.



– Что бы вы предложили для уменьшения вредного воздействия формальдегида в жилых и служебных помещениях?

Деятельность • Взаимодействие ацетальдегида с оксидом серебра(I)

Обеспечение: пробирка, спиртовка, химический стакан, раствор оксида серебра(I) в аммиачной воде, ацетальдегид, вода.

Ход работы: 1. В пробирку к раствору Ag_2O в аммиачной воде объемом 2–3 мл прилейте 1–2 мл ацетальдегида. 2. Опустите пробирку в теплую воду и подождите 2–3 мин. 3. Вылейте содержимое пробирки и переверните ее дном вверх. 4. Отметьте внешние признаки реакции и ее результат.

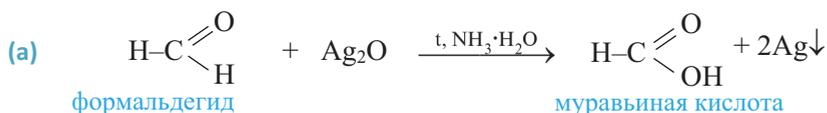
Обсудите:

- В какое вещество восстанавливаются ионы Ag^+ ?
- В какое вещество окисляется ацетальдегид?
- Как называется эта реакция и с какой целью она используется?



Химические свойства. Альдегиды из-за наличия в их молекулах полярной $\text{C}=\text{O}$ связи являются реакционноспособными веществами. Для них характерны реакции окисления и присоединения.

I. Реакции окисления. Альдегиды при нагревании с раствором оксида серебра(I) в аммиачной воде ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (*) окисляются в соответствующие карбоновые кислоты. При этом ионы Ag^+ восстанавливаются до металла, который в виде блестящего слоя осаждается на стенках пробирки (а), например:



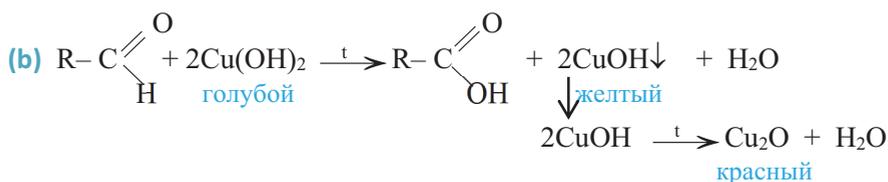
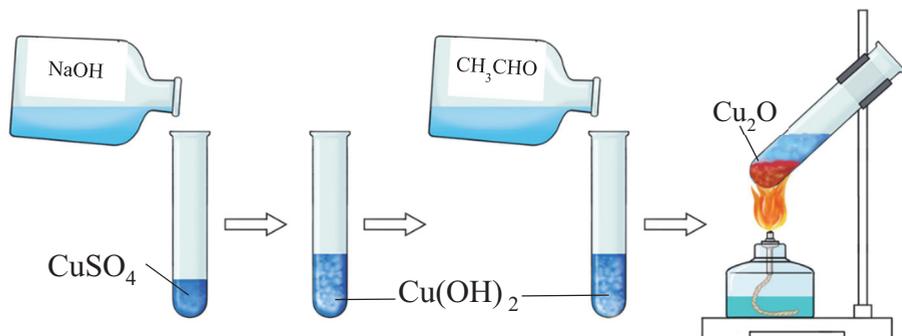
Эта реакция называется реакцией "серебряного зеркала" и используется для определения альдегидов (качественная реакция альдегидов).

* – из-за нерастворимости Ag_2O в воде обычно используют раствор оксида серебра(I) в аммиачной воде (реактив Толленса).

Примечание. Поскольку в реакции "серебряного зеркала" аммиачная вода берется в избытке, то карбоновая кислота образуется в виде аммонийной соли.

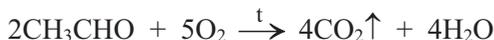
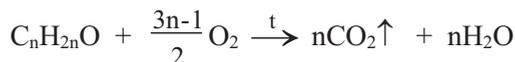
Альдегиды окисляются также и под действием свежеосажденного гидроксида меди(II). При этом вначале образуется желтый осадок гидроксида меди(I), который при слабом нагревании разлагается до оксида меди(I) красного цвета (b):

Окисление ацетальдегида гидроксидом меди(II).



Эта реакция также является *характерной реакцией* альдегидов и применяется для их определения (качественная реакция альдегидов).

Общее уравнение горения альдегидов и кетонов ($\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$) выражают следующим образом:

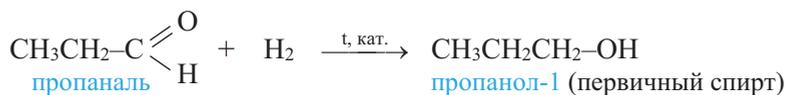


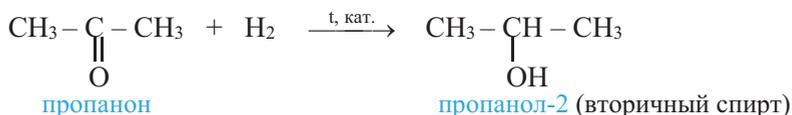
Альдегиды окисляются даже кислородом воздуха. Поэтому при длительном хранении альдегиды держат в запаянной посуде в атмосфере азота.

В отличие от альдегидов, кетоны *не окисляются ни гидроксидом меди(II), ни по реакции “серебряного зеркала”*.

II. Реакции присоединения. Реакции присоединения к альдегидам и кетонам происходят в результате разрыва π -связи в карбонильной группе.

При гидрировании альдегидов образуются *первичные спирты*, а кетонов – *вторичные спирты*:

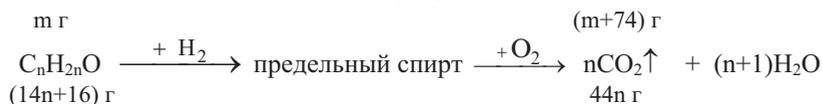
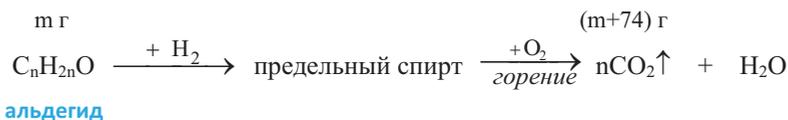




И з у ч и

Химические свойства альдегидов

На основе схемы реакций назовите альдегид по Международной номенклатуре.



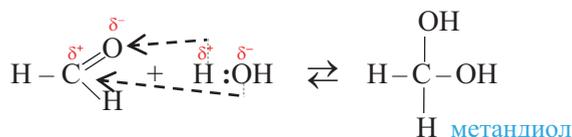
Согласно условию: $44n = (14n+16) + 74$; отсюда $n = 3$.

Значит, формула альдегида – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, а название – пропаналь.

Примени

Альдегид, полученный окислением 1 моль спирта $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$, был полностью сожжен. Выразите объем кислорода, затраченного на сгорание альдегида, и массы продуктов реакции числом атомов углерода (n) в молекуле спирта.

Альдегиды присоединяют вещества с полярными молекулами типа $\text{H}-\text{X}$, например, воду, аммиак и др. При этом атом водорода полярной молекулы присоединяется к атому кислорода, а остальная часть к атому углерода $>\text{C}=\text{O}$ группы:



Формальдегид с аммиаком образует *уротропин* (гексаметилентетраамин) циклического строения:



Уротропин используется в медицине в составе ряда лекарств; под названием “сухой спирт” он иногда применяется как топливо в химической лаборатории.

III. Реакции полимеризации и поликонденсации. Первые представители альдегидов легко вступают в реакции полимеризации; например, формальдегид полимеризуется, образуя *полиформальдегид* неразветвленного строения:



Изделия из полиформальдегида из-за их твердости заменяют изделия из металла.

При $n = 8 - 100$ полиформальдегид называют *параформальдегидом* или параформом. При нагревании параформ деполимеризуется, заново образуя формальдегид.

• **Знаете ли вы ...** • Формальдегид образует также и тример – *триоксиметилен*, твердое вещество. Триоксиметилен выпускают в виде таблеток под названием “сухой спирт”. Туристы и альпинисты используют его как топливо при приготовлении пищи. С этой же целью используется и тетрамер ацетальдегида – *метальдегид*.

Поликонденсацией формальдегида с фенолом получают *фенолформальдегидную смолу*, имеющую важное практическое значение:



• **Знаете ли вы ...** • **Ацетальдегид – продукт окисления этанола в организме.**

Когда человек употребляет пиво, вино или любой другой алкогольный напиток, этанол, накапливаясь в печени, подвергается метаболизму. На 1-й стадии метаболизма этанол под действием фермента *алкогольдегидрогеназы* окисляется в ядовитый ацетальдегид. На второй стадии ацетальдегид под влиянием фермента *альдегиддегидрогеназы* превращается в уксусную кислоту. Если алкоголь употреблять часто и в больших количествах, то печень оказывается не в состоянии полностью обезвреживать образующийся ацетальдегид, в результате чего организм отравляется, а человек со временем серьезно заболевает.

Применение. Формальдегид используется в производстве полиформальдегида, фенолформальдегидных, карбамидформальдегидных и др. смол, а также красителей, лекарств (уротропин) и взрывчатых (гексоген) веществ.

Формалин используют для дубления кож, хранения биопрепаратов, дезинфекции зданий и хирургических инструментов, протравливания семян перед посевом.

Из уксусного альдегида получают главным образом уксусную кислоту, трихлоруксусный альдегид (хлораль CCl_3CHO), пластмассы, лекарства.

Как растворитель ацетон используют в производстве лаков, искусственного шелка, бездымного пороха, киноплёнки и др., а также как сырьё в синтезе многих органических веществ (хлороформа, йодоформа и др.).

Из-за приятного запаха кетоны с относительно большими молекулами (например, дифенилкетон $\text{C}_6\text{H}_5\text{COC}_6\text{H}_5$) применяются во многих парфюмерных композициях, а также для ароматизации мыл.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Учитывая циклическое строение тримера формальдегида (триоксиметилена), составьте уравнение реакции тримеризации и структурную формулу продукта реакции.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Альдегиды являются очень реакционноспособными веществами, так как ...
- При определении альдегидов с помощью ... или реакцией ... альдегиды окисляются в соответствующие ...
- При ... альдегидов водородом образуются ...
- Вещество ..., образующееся при ... формальдегида, при нагревании подвергается ..., вновь образуя ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

- Что бы вы изменили в ходе проведения урока?

■ III. Выполните задания.

- A** 1. Какие из приведенных веществ можно определить гидроксидом меди(II)?
Взаимодействие какого из веществ с гидроксидом меди(II) не является окислительно-восстановительной реакцией?

а. глицерин б. метаналь с. этанол

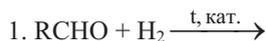
2. Какие из приведенных реакций являются наиболее характерными для альдегидов? Почему альдегиды вступают в эти реакции?

а. присоединения б. разложения с. окисления д. замещения

- B** 3. Составьте уравнение реакции: пропаналь + $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t}$...

Определите в уравнении реакции окислитель и восстановитель.

4. Составьте уравнения реакций окисления альдегидов и перечислите внешние признаки этих реакций.



- C** 5. Определите X.

Масса предельного альдегида, г	Объем водорода, затраченного на восстановление альдегида, л (н.у.)	Структурная формула межклассового изомера альдегида
14,5	5,6	X — ?

6. Выразите объем (л, н.у.) воздуха, необходимого для полного сгорания 1 моль предельного альдегида $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ посредством n. Объемную долю кислорода в воздухе примите равной 20%.

D 7. Масса углекислого газа, образовавшегося при полном сгорании 1 моль предельного альдегида, в 2 раза больше массы альдегида. Определите местоположение альдегида в гомологическом ряду.

8. Определите x и y .

Масса предельного альдегида, г	Масса карбоновой кислоты, полученной окислением альдегида, г	Число атомов С в молекуле альдегида, находящихся в состоянии sp^3 гибридизации
40	46,4	$x(sp^3) = ?$

●●● После УРОКА

Используя различные источники и образец задания (вопрос 1), ответьте на вопросы, соответствующие номерам стрелок, и завершите причинно-следственные связи в схеме “Области применения формальдегида”.

1. В каких областях применяется?
2. На каких свойствах формальдегида основаны области его применения?
3. Как влияет использование этих изделий на благополучие людей?
4. Как влияет производство и применение формальдегидсодержащих изделий на окружающую среду и экологию?



Практическая работа 1 ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПИРТОВ, ФЕНОЛА И АЛЬДЕГИДОВ

I Получение алкоголята натрия

- К 1 мл изопропилового спирта в пробирке добавьте натрий размером со спичечную головку. После завершения реакции прилейте в пробирку немного воды и добавьте несколько капель раствора фенолфталеина.

Обсудите:

- Что вы наблюдали на первой стадии опыта?
- С чем связано изменение цвета индикатора на второй стадии?
- Составьте уравнения обеих реакций.

II Получение глицерата меди(II)

- В пробирку, содержащую 2 мл 10%-го раствора сульфата меди(II), прилейте 10%-ный раствор гидроксида натрия до образования голубого осадка гидроксида меди(II). К осадку прилейте по каплям глицерин, взбалтывая содержимое пробирки.

Обсудите:

- Что произошло при взбалтывании? Какого цвета раствор при этом образовался?
- Составьте уравнения реакций, отражающих изменения, произошедшие в растворе, включая и образование гидроксида меди(II).
- Будет ли этанол, также как и глицерин, реагировать с гидроксидом меди(II)?

III Окисление формальдегида по реакции “серебряного зеркала”

- В пробирку, содержащую 2 мл формалина, прилейте несколько капель раствора оксида серебра(I) в аммиачной воде и нагрейте на спиртовке содержимое пробирки. Понаблюдайте за происходящими изменениями.

Обсудите:

- Какие изменения произошли в пробирке?
- Почему стенки пробирки блестят как зеркало?
- Составьте уравнение реакции с участием формальдегида.

IV Окисление бензальдегида кислородом воздуха

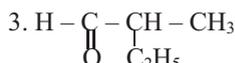
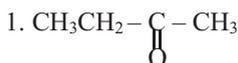
- Нанесите каплю бензальдегида на часовое стекло и подержите его в таком положении на воздухе примерно 10–15 минут. Понаблюдайте за происходящими на часовом стекле изменениями.

Обсудите:

- Какие изменения происходят с каплей?
- С чем связано наблюдаемое изменение? В какое вещество окисляется бензальдегид под влиянием кислорода воздуха?
- Составьте уравнение реакции, которая протекает на часовом стекле.

1. Альдегиды и кетоны – карбонилсодержащие органические соединения.
2. В названии вещества окончание “аль” указывает на принадлежность его к альдегидам, а окончание “-он” – кетонам.
3. В предельных альдегидах внутриклассовая структурная изомерия обусловлена только строением углеродной цепи.
4. Предельные альдегиды образуют межклассовую изомерию с кетонами.
5. Альдегиды образуются при окислении первичных спиртов.
6. В промышленности формальдегид получают каталитическим окислением метана.
7. В промышленности ацетальдегид получают каталитическим окислением этилена и каталитической гидратацией ацетиленом.
8. Из альдегидов только молекула формальдегида имеет плоское строение.
9. Альдегиды и кетоны – полярные вещества, поэтому первые представители их гомологического ряда в воде хорошо растворяются.
10. Формальдегид – бесцветный ядовитый газ с резким запахом.
11. Ацетальдегид – бесцветная легколетучая ядовитая жидкость с резким запахом.
12. 40%-ный водный раствор формальдегида называют формалином.
13. Акролеин – непредельный, а бензойный альдегид – ароматический альдегид.
14. Молекулы альдегидов не образуют между собой водородной связи.
15. Альдегиды вступают в реакции окисления и присоединения.
16. Взаимодействие альдегидов с раствором оксида серебра(I) в аммиачной воде называют реакцией “серебряного зеркала”.
17. Реакцию “серебряного зеркала” и взаимодействие альдегидов со свежеосажденным гидроксидом меди(II) используют для определения альдегидов.
18. При длительном хранении жидкие альдегиды окисляются кислородом воздуха.
19. При восстановлении предельных альдегидов водородом образуются первичные спирты.
20. Альдегиды присоединяют вещества с полярными молекулами (воду, аммиак и др.).
21. Параформ образуется в результате полимеризации формальдегида.
22. Поликонденсацией формальдегида с фенолом получают фенолформальдегидную смолу.
23. Формалин используют для дубления кож, хранения биопрепаратов, дезинфекции зданий и хирургических инструментов.
24. Кетоны не вступают в реакцию “серебряного зеркала” и не взаимодействуют со свежеосажденным гидроксидом меди(II) .

1. Назовите альдегиды по Международной номенклатуре и определите межклассовые изомеры.



2. Составьте структурные формулы альдегидов и кетонов. В каждой формуле укажите функциональную группу.

1. 2-метил-3-этилпентаналь

2. пропаналь

3. диэтилкетон

4. метилпропилкетон

3. Определите изомерные вещества и обоснуйте ваш выбор.

1. пентанон-2

2. 2-метилбутаналь

3. 2,2-диметилпропаналь

4. 2,2-диметилбутаналь

4. Определите вещества, между собственными молекулами которых существуют водородные связи, и укажите причину этого явления.

1. пропанол-2

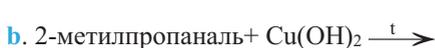
2. метаналь

3. этаналь

4. фенол

5. ацетон

5. Составьте уравнения реакций и докажите, что эти реакции являются реакциями окисления.



6. Составьте уравнения реакций и докажите, что эти реакции являются реакциями восстановления.



7. Составьте структурную формулу внутриклассового изомера гексаналя, содержащего два третичных атома углерода, и назовите его по Международной номенклатуре.

8. Определите выражения, относящиеся к предельным альдегидам и кетонам.

1. Продукт окисления углеводов.

2. Степень окисления атома углерода функциональной группы +2.

3. Любая молекула содержит атом С в двух разных состояниях гибридизации.

4. Молекула первого представителя ряда имеет плоское строение.

Предельные альдегиды — Кетоны —

9. Вычислите M_r альдегида.

Число моль сгоревшего предельного альдегида	Масса альдегида, г	Масса образовавшейся воды, г	Относительная молекулярная масса альдегида
1	m_1	m_1	$M_r = ?$

10. Определите m и Y .

Число моль окисленного метанола	Выход органического продукта, %	Масса органического продукта, г	Пространственное строение молекулы органического продукта
15	80	$m = ?$	$Y - ?$



ЧАСТЬ I

КИСЛОРОД-
СОДЕРЖАЩИЕ
ОРГАНИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ

глава

3

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

3.1. Одноосновные карбоновые кислоты

- 3.1.1. Номенклатура и изомерия
- 3.1.2. Получение
- 3.1.3. Строение и физические свойства
- 3.1.4. Химические свойства и применение
- 3.1.5. Предельные и непредельные высшие карбоновые кислоты

3.2. Двухосновные карбоновые кислоты

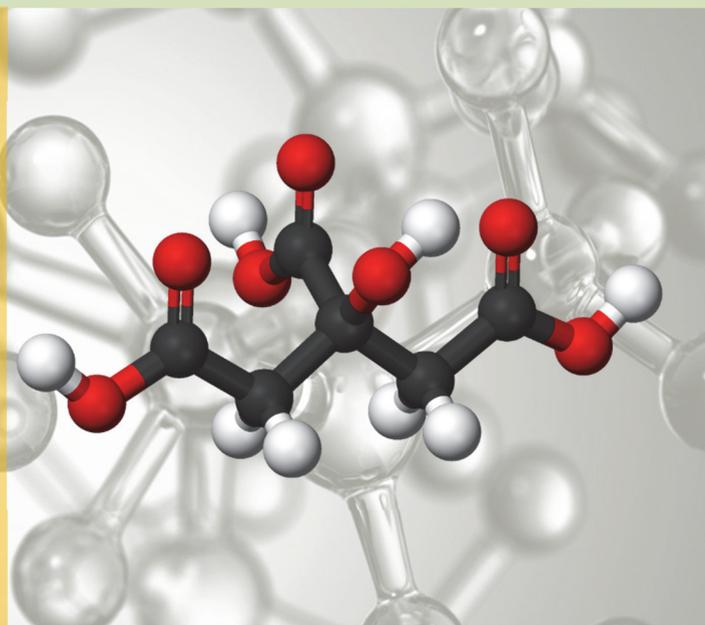
3.3. Сложные эфиры

- 3.3.1. Номенклатура и изомерия
- 3.3.2. Получение и свойства

3.4. Жиры

3.5. Мыла и синтетические моющие вещества

- карбоновая кислота
- карбоксильная группа
- бензойная кислота
- уксусная кислота
- муравьиная кислота
- уксусный ангидрид
- реакция этерификации
- гидролиз сложных эфиров
- реакция переэтерификации
- жидкие масла
- жидкое мыло
- синтетическое моющее вещество



Информация об уксусе известна людям издавна. Он образуется при окислении этилового спирта, образовавшегося при ферментации (брожении) сахаристых веществ, в процессе изготовления вина.

Впервые уксусная кислота была получена в VIII веке основателем алхимии – соотечественником Насреддина Туси *Джабиром ибн Хайаном* путем дистилляции уксуса.

Уксусная кислота в виде 3-5%-ного водного раствора под названием “столовый уксус” является неотъемлемым ингредиентом (приправой) для ряда блюд азербайджанской национальной кухни, а более концентрированные растворы широко применяются при консервировании овощей.

Вспомните учебный материал, изученный в VII–X классах, и выполните задания

1. Как называется функциональная группа карбоновых кислот? Из каких двух слов составлено название этой группы?
 - a. альдегид
 - b. гидроксил
 - c. карбонил
 - d. кетон
2. Укажите молекулярные формулы метановой и этановой кислот и составьте их структурные формулы.
 - a. CH_3COOH
 - b. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
 - c. $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$
 - d. HCOOH
3. Чем можно объяснить, что первый представитель гомологического ряда альдегидов – газообразное вещество, а первый представитель ряда предельных одноосновных карбоновых кислот – жидкость?
4. Какой из атомов водорода в молекуле карбоновых кислот определяет их кислотные свойства?
5. Учитывая электронодонорное свойство метильной группы, определите какая из кислот – муравьиная или уксусная, является более сильной. Обоснуйте свой ответ.
6. По какой реакции образуются карбоновые кислоты из альдегидов?
 - a. восстановления
 - b. гидрирования
 - c. окисления
 - d. гидратации
7. Для каких целей в быту используется уксусная кислота?
8. Какие карбоновые кислоты называются высшими карбоновыми кислотами? В каком виде они обычно встречаются в природе?

глава 3 КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

• Слово “**карбоксил**” образовано из названий двух групп – **карбонильной** и **гидроксильной**.

Карбоновые кислоты, также как спирты и альдегиды, относятся к кислородсодержащим органическим соединениям. В карбоновых кислотах функциональной группой является *карбоксильная группа*:

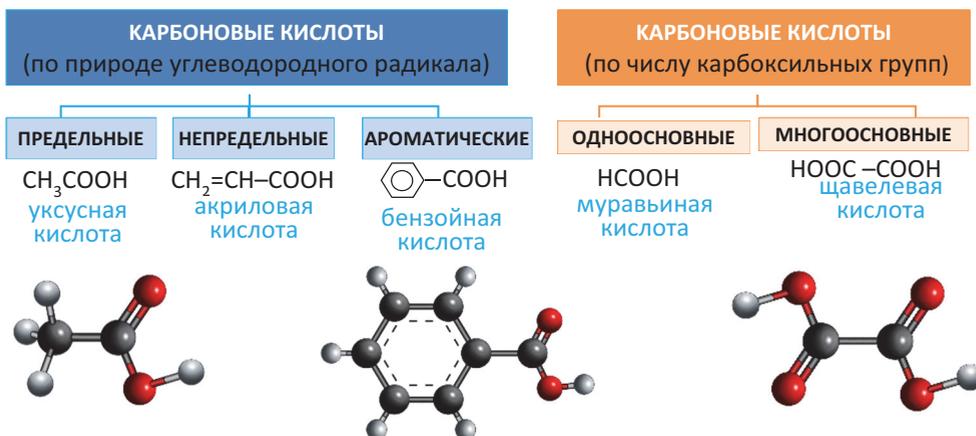


Карбоновые кислоты – это органические соединения, в молекулах которых углеводородный радикал соединен с одной или несколькими карбоксильными группами.

Среди карбоновых кислот только в муравьиной кислоте карбоксильная группа связана не с углеводородным радикалом, а с атомом водорода:



Карбоновые кислоты классифицируют по природе углеводородного радикала и числу карбоксильных групп:



3.1. ОДНООСНОВНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

3.1.1. Номенклатура и изомерия

• Вспомните пройденное •

- С чем связаны названия альдегидов – *муравьиный, уксусный, масляный*?
- В чем состоит различие в нумерации атомов углерода основной цепи альдегидов и одноатомных спиртов?

Карбоновые кислоты широко распространены в природе. В состав коровьего масла входит остаток масляной кислоты, в состав лимона – лимонная кислота, а в состав козьего масла – остаток капроновой кислоты (“*капро* – означает коза”).



– Как бы вы назвали кислоты, входящие в состав изображенных на рисунке?



Деятельность • Номенклатура и изомерия предельных одноосновных карбоновых кислот. Зная, что атомы углерода основной цепи карбоновых кислот нумеруют так же, как и в случае альдегидов, составьте формулу изомера кислоты в варианте **с** и назовите обе кислоты.

(a) HCOOH
метановая кислота

(b) CH_3COOH
этановая кислота

(c) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \end{array}$
?

Обсудите: – По какой причине возникает структурная изомерия в предельных карбоновых кислотах и почему именно по этой причине?

Состав предельных одноосновных карбоновых кислот выражают общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ ($n \geq 0$), $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ ($n \geq 1$) или RCOOH . (В первой формуле “**n**” обозначает число атомов углерода в радикале R, а во второй формуле – в молекуле в целом).

И з у ч и

Вычисления, связанные с составом карбоновых кислот

Выразите молярную массу предельной одноосновной карбоновой кислоты (**X**) молярной массой алкена (**m**), в молекуле которого содержится столько же атомов углерода.

Решение:

Выразим молярные массы кислоты и алкена посредством числа атомов углерода – *n*:

Молярная масса алкена (г/моль):

$$m = M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 14n;$$

Молярная масса кислоты (г/моль):

$$X = M(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2) = 14n + 32.$$

В выражении молярной массы кислоты $14n$ заменим на m :

$$X = 14n + 32 = m + 32$$

Примени

С каким радикалом связана карбоксильная группа предельной одноосновной карбоновой кислоты, молярная масса которой равна 74 г/моль?

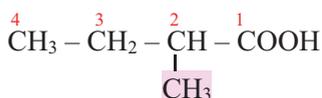
Номенклатура. По *Международной номенклатуре* названия карбоновых кислот неразветвленного строения образуют из названия алкана, соответствующего углеродной цепи, содержащей атом углерода $-\text{COOH}$ группы с добавлением окончания *-овая* и слова *кислота* (табл.).

Предельные одноосновные карбоновые кислоты и их названия

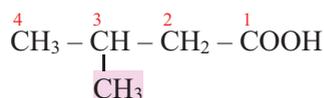
Карбоновые кислоты		Название по Международной номенклатуре	Тривиальные названия
HCOOH	$\text{H}-\text{COOH}$	Метановая кислота	Муравьиная кислота
CH_3COOH	CH_3-COOH	Этановая кислота	Уксусная кислота
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Пропановая кислота	Пропионовая кислота
$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	Бутановая кислота	Масляная кислота
$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$	Пentanовая кислота	Валериановая кислота
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	Гексановая кислота	Капроновая кислота
$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOH}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$	Гептановая кислота	Энантовая кислота
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{COOH}$	Гексадекановая кислота	Пальмитиновая кислота
$\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{COOH}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{15}-\text{COOH}$	Гептадекановая кислота	Маргаритовая кислота
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{16}-\text{COOH}$	Октадекановая кислота	Стеариновая кислота

Примечание. Названия *пропионовой* и *стеариновой* кислот происходят от греческих слов, остальные названия – от латинских.

Если радикал, связанный с карбоксильной группой, имеет разветвленное строение, то выбирают главную углеродную цепь, включающую атом углерода карбоксильной группы. Атомы углерода главной цепи нумеруются, начиная с атома углерода $-\text{COOH}$ группы. В названии кислоты указывают номер углерода, несущего радикал, называют радикал, затем алкан, соответствующий главной цепи, и добавляют окончание *-овая* и слово *кислота*:

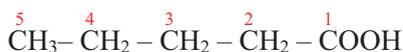


2-метилбутановая кислота

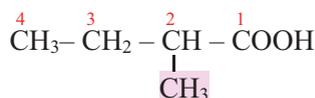


3-метилбутановая кислота

Изомерия. Поскольку нумерация атомов углерода главной цепи начинается с атома углерода $-\text{COOH}$ группы, то у карбоновых кислот внутриклассовая структурная изомерия обусловлена только *строением углеродной цепи*, например:

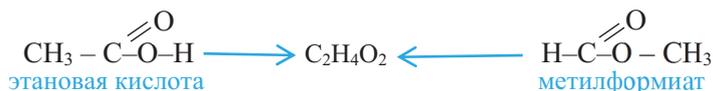


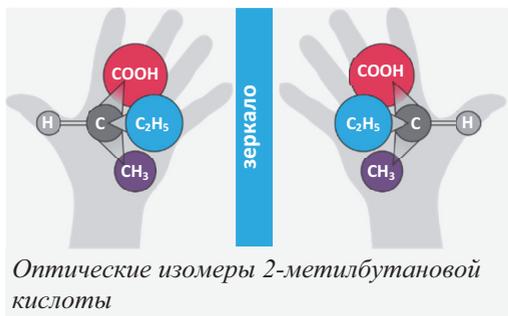
пентановая кислота



2-метилбутановая кислота

Предельные карбоновые кислоты образуют *межклассовую изомерию* со сложными эфирами, содержащими алкильные радикалы. В сложных эфирах муравьиной кислоты вместо одного из радикалов содержится атом H, например:





У предельных одноосновных карбоновых кислот **оптическая изомерия** начинается с 2-метилбутановой кислоты. В ее молекуле третичный атом углерода связан с четырьмя различными атомами и группами атомов ($-\text{H}$, $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{COOH}$). Поэтому она существует в виде двух оптических изомеров:

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Составьте структурные формулы шести внутриклассовых изомеров 2,3-диметилбутановой кислоты и назовите их по Международной номенклатуре.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- В предельных одноосновных карбоновых кислотах структурная изомерия обусловлена только ..., так как ...
- Предельные одноосновные карбоновые кислоты являются межклассовыми изомерами ..., содержащих алкильные радикалы, потому, что ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Какой этап урока считаете наиболее успешным?

■ III. Выполните задания.

A 1. Определите предельные одноосновные карбоновые кислоты.

- $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$
- HCOOH
- $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
- CH_3COOH
- $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$

2. Назовите кислоты по Международной номенклатуре.



B 3. Составьте структурную формулу кислоты, образующейся при замещении одного атома водорода метильной группы уксусной кислоты на метильный, а другого атома водорода – на пропильный радикалы. Назовите кислоту по Международной номенклатуре.

4. Определите формулу предельной одноосновной карбоновой кислоты, в 7,4 граммах которой содержится 3,2 г элемента кислорода.

C 5. Установите соответствие.

- 1) Предельная карбоновая кислота ___
- 2) Непредельная карбоновая кислота ___
- 3) Ароматическая карбоновая кислота ___

- a. муравьиная кислота
- b. пальмитиновая кислота
- c. бензойная кислота
- d. акриловая кислота
- e. стеариновая кислота

6. Укажите, что верно или неверно для предельных одноосновных карбоновых кислот. Обоснуйте ответы.

	Да(+)	Нет(-)
Состав соответствует формуле $C_nH_{2n+2}O_2$ ($n \geq 1$).		
Внутриклассовая структурная изомерия начинается с третьего представителя ряда.		
Пропионовая кислота изомерна метилацетату и этилформиату.		
3-метилпропановая кислота изомерна бутановой кислоте.		

D 7. Почему у предельных альдегидов и одноосновных карбоновых кислот структурная изомерия обусловлена только изомерией углеродной цепи?

8. Каким общим формулам предельных одноосновных карбоновых кислот соответствуют выражения $M_r = 14n+32$ и $M_r = 14n+46$? Обоснуйте ваш ответ.

●●● После УРОКА

Подготовьте реферат о тривиальных и современных номенклатурах карбоновых кислот.

1. Номенклатуры карбоновых кислот.
2. Тривиальные (исторические) названия карбоновых кислот и причины их появления.
3. Международная номенклатура карбоновых кислот.
4. Сравнение номенклатур карбоновых кислот.
5. Преимущества Международной номенклатуры.

3.1.2. Получение

• Вспомните пройденное •

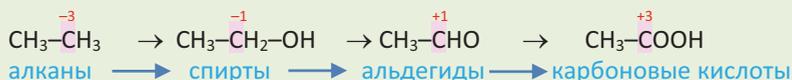
- Окислением каких ароматических углеводородов получают бензойную и терефталевую кислоты?
- Что является продуктом более глубокого окисления этана – этанол или этаналь? Ответ обоснуйте.

Уксусная кислота – первая карбоновая кислота, полученная и использованная в виде “уксуса” еще 4 тысячи лет тому назад в древнем Египте.



- Как древние египтяне получали уксусную кислоту?
- Какие реакции составляют основу получения уксусной кислоты?

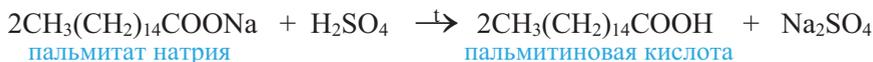
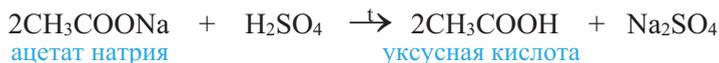
Деятельность • Получение карбоновых кислот. На основе схемы рассмотрите, из каких классов органических соединений можно получить карбоновые кислоты.



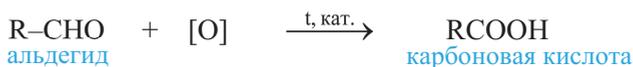
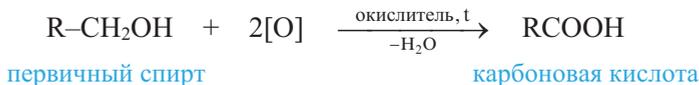
Обсудите:

- В чем состоит общая особенность превращений, приведенных в схеме?
- На примере метана составьте уравнения превращений, подобных на схеме.

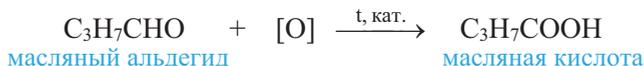
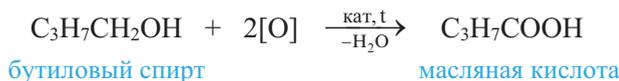
В лаборатории карбоновые кислоты можно получить действием серной кислоты на соль соответствующей кислоты:



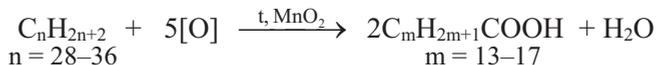
В настоящее время в промышленности карбоновые кислоты получают окислением *первичных спиртов, альдегидов и алканов*:



Например, масляную кислоту получают окислением бутилового спирта или масляного альдегида:



Каталитическим окислением алканов, содержащих в молекуле 28–36 атомов углерода, получают органические кислоты, содержащие 14–18 атомов углерода в молекуле, например:



Эти кислоты используются в производстве мыл.

Муравьиную и уксусную кислоты получают и другими способами.

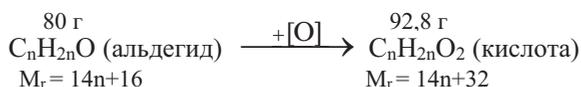
О получении ароматических кислот – бензойной и терефталевой вам известно с X класса.

И з у ч и

Вычисления, связанные с получением карбоновых кислот

При окислении 80 г альдегида было получено 92,8 г предельной одноосновной карбоновой кислоты. Определите молекулярную формулу кислоты.

Решение:



На основе схемы реакции можно сказать, что масса кислоты, образующейся при окислении 1 моль альдегида, на 16 г больше массы альдегида.

По условию задачи увеличение массы составляет $92,8 - 80 = 12,8$ г. На этом основании составляем пропорцию и вычисляем молярную массу кислоты:

при образ. 92,8 г кислоты масса увелич. на 12,8 г $M = \frac{92,8 \cdot 16}{12,8} = 116$ (г/моль).
 при образ. 1 моль (M) кислоты масса возрастет на 16

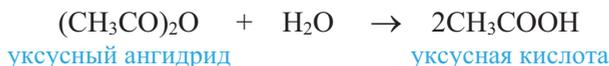
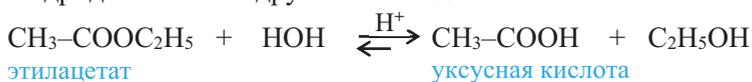
$$M_r(C_nH_{2n}O_2) = 14n + 32 = 116; \quad n = 6$$

Значит, формула кислоты $C_5H_{11}COOH$.

Примени

Каталитическим окислением бутана с 70%-ным выходом получено 30 тонн уксусной кислоты. Вычислите объем (m^3 , н.у.) бутана, вступившего в реакцию.

Карбоновые кислоты в лаборатории получают также гидролизом сложных эфиров, ангидридов кислот и другими способами:



■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте уравнения превращений и прокомментируйте каждую стадию.



■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- При получении карбоновой кислоты окислением ..., а также гидролизом соответствующего ... число моль образующейся кислоты вдвое больше числа моль реагента.
- При получении бутановой кислоты окислением соответствующего ... числа атомов ... и ... в молекулах кислоты и реагента одинаковы.

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Чему бы вы уделили больше внимания на следующих уроках?

■ III. Выполните задания.

A 1. Из каких известных вам веществ получают карбоновые кислоты?

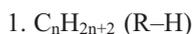
- | | | |
|--------------|------------------|------------------|
| 1. алканы | 2. сложные эфиры | 3. простые эфиры |
| 4. альдегиды | 5. спирты | |

2. Определите эмпирическую формулу карбоновой кислоты, образующейся при окислении уксусного альдегида.

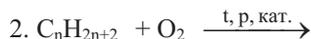
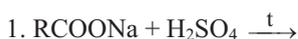
- | | | | |
|----------------|--------------|----------------|----------------|
| 1. $C_4H_8O_2$ | 2. CH_2O_2 | 3. $C_3H_6O_2$ | 4. $C_2H_4O_2$ |
|----------------|--------------|----------------|----------------|

B 3. При окислении 29 г альдегида образовалось 37 г предельной одноосновной карбоновой кислоты. Составьте структурные формулы межклассовых изомеров кислоты.

4. При окислении каких веществ число атомов С в радикале образующейся карбоновой кислоты меньше, чем в углеводородном радикале исходного вещества?



C 5. По какой схеме в основном получают карбоновые кислоты в лаборатории? Составьте уравнения реакций получения муравьиной и уксусной кислот по этой схеме.



6. Составьте уравнение получения пальмитиновой кислоты из соответствующего алкана и рассмотрите особенности этого превращения.

D 7. Составьте уравнения реакций получения предельной одноосновной карбоновой кислоты, в составе которой масса кислорода в 16 раз больше массы водорода.

8. Составьте уравнения реакций трех способов получения предельной одноосновной карбоновой кислоты, в 24 граммах которой содержится 12,8 г кислорода.

●●● После
УРОКА

Проведите поиск по теме “Роль карбоновых кислот в нашей жизни”. Результаты поиска представьте в виде бюллетеня.

3.1.3. Строение и физические свойства

• Вспомните пройденное •

- Почему в отличие от газообразного метана газообразный формальдегид хорошо растворяется в воде?
- Наличие в молекуле какой функциональной группы обуславливает образование водородной связи между молекулами вещества?

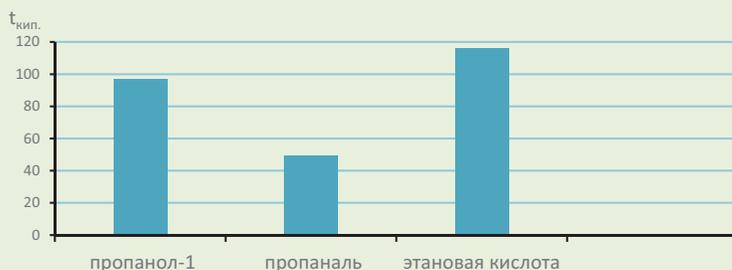
Вследствие наличия межмолекулярных водородных связей уксусная кислота при температуре $16,6^\circ\text{C}$ превращается в кристаллы, подобные кристаллам льда, а в парообразном состоянии существует в виде димерных молекул.



– Почему эти явления в тех же условиях не наблюдаются для этанола?



Деятельность • **Строение и физические свойства карбоновых кислот.** Рассмотрите диаграмму температур кипения пропанола-1, пропаналя и этановой кислоты, имеющих примерно одинаковые молярные массы, и заполните таблицу.

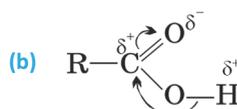
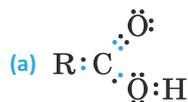


	Пропанол-1	Пропаналь	Этановая кислота
Содержит –ОН группу (+)			
Содержит более полярную О–Н связь (+)			
Изменяет цвет водного раствора лакмуса (+)			

Обсудите: – Почему вещество с более полярной О–Н связью кипит при более высокой температуре?

– Чем обусловлена более высокая полярность О–Н связи в этом веществе?

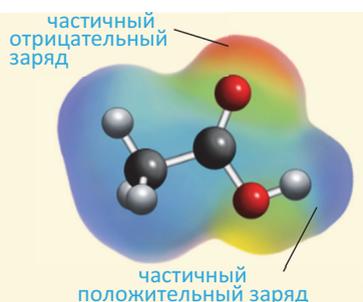
Электронное строение карбоксильной группы. Электронное строение карбоксильной группы и смещение электронной плотности в ней приведены на схемах **a** и **b**:



Из схемы **b** видно, что в карбоксильной группе частично положительно заряженный атом углерода карбонильной группы ($>\text{C}^{\delta+}=\text{O}^{\delta-}$) посредством С–О связи притягивает к себе электронную плотность О–Н связи. Это усиливает полярность О–Н связи по сравнению со спиртами и фенолом, в результате чего отщепление атома водорода в виде иона H^+ в водном растворе кислоты облегчается. По этой причине карбоновые кислоты (в особенности первые члены гомологического ряда) по сравнению со спиртами, водой и фенолом проявляют более сильные кислотные свойства.

Поляризация в карбоксильной группе ясно видна на **карте электронной плотности** молекулы уксусной кислоты: частичный отрицательный заряд (красная область) расположен, главным образом, вокруг кислородного атома $>\text{C}=\text{O}$ группы, а частичный положительный заряд (синяя область) – вокруг водородного атома ОН группы.

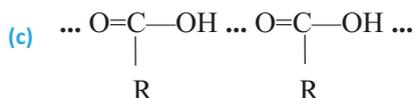
Примечание. На карте электронной плотности С=О связь изображают одним стержнем.



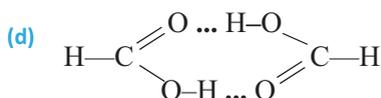
Полярность связей C=O, C–O и O–H в карбоксильной группе определяет физические и химические свойства карбоновых кислот.

Физические свойства. Первые 9 (НСООН – С₈Н₁₇СООН) представителей предельных одноосновных карбоновых кислот жидкости с резким запахом.

Молекулы карбоновых кислот так же, как и молекулы спиртов, образуют между собой водородные связи (с). В карбоновых кислотах эта связь прочнее; например, муравьиная и уксусная кислоты за счет водородной связи даже в парообразном состоянии находятся в виде димерных молекул d:



водородная связь в карбоновых кислотах



водородная связь в димере муравьиной кислоты

Поэтому карбоновые кислоты кипят при более высокой температуре, чем спирты, альдегиды, кетоны и эфиры, имеющие примерно такие же молекулярные массы, как и кислоты.

Карбоновые кислоты образуют водородные связи и с молекулами воды. Поэтому первые представители карбоновых кислот в воде хорошо растворимы.

Примечание. Карбоновые кислоты образуют водородные связи с водой как с участием атома кислорода карбонильной группы, так и атомов кислорода и водорода гидроксильной группы.

С ростом размера радикала R растворимость кислот в воде уменьшается. После нонановой (пеларгоновой) кислоты (СН₃–(СН₂)₇–СООН) следующие карбоновые кислоты – это твердые вещества, нерастворимые в воде.

Как правило, кислоты с разветвленным строением кипят при более низкой температуре, чем кислоты с неразветвленным строением.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Почему карбоновые кислоты неразветвленного строения кипят при более высокой температуре, чем соответствующие кислоты разветвленного строения?

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- В карбоксильной группе O–H связь ... полярна, чем в спиртах, потому что ...
- В –СООН группе полярность C=O связи по сравнению с альдегидами ..., так как ...
- В карбоновых кислотах в образовании водородной связи могут участвовать ... карбонильной группы, а также оба атома ... группы.

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопросы.

– Какая информация более всего привлекла ваше внимание на уроке?

■ III. Выполните задания.

А 1. Укажите вещества, содержащие полярную O–H связь.

- | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------|
| 1. вода | 2. этанол | 3. формальдегид |
| 4. уксусная кислота | 5. муравьиная кислота | |

2. В какой последовательности полярность O–H связи возрастает?

1. CH_3COOH
2. HCOOH
3. CH_3OH
4. H_2O

B 3. Расположите вещества с примерно одинаковой молекулярной массой – гексановая кислота, гептаналь и гептанол-1 в ряд по возрастанию их температуры кипения и обоснуйте эту последовательность.

4. Определите ошибочные высказывания.

- a. Полярность O–H связи в уксусной кислоте меньше, чем в этаноле.
- b. В карбоксильной группе C=O связь более полярна, чем в альдегидах.
- c. Водородная связь в муравьиной кислоте слабее, чем в метаноле.
- d. В этановой кислоте O–H связь более полярна, чем в метановой кислоте.
- e. В карбоксильной группе –OH и >CO группы влияют друг на друга.

C 5. Гексановая кислота в воде мало растворима (1 г в 100 мл воды). Какой фрагмент молекулы кислоты способствует ее растворимости, а какой – препятствует?

6. Расположите кислоты в ряд по уменьшению температуры их кипения.

- a. муравьиная кислота
- b. уксусная кислота
- c. пропионовая кислота

D 7. Пропановая кислота и метилацетат – межклассовые изомеры. Один из них кипит при 57°C , другой при 141°C . Определите температуры кипения веществ и обоснуйте свой ответ.

8. При не очень высокой температуре плотность паров уксусной кислоты по водороду равна 60. Как вы объясните этот факт?

●●● После УРОКА

Напишите научную статью на тему “Связь физических и химических свойств карбоновых кислот с их строением”.

Структура статьи может быть следующей:

- Название статьи
- Информация об авторах статьи
- Аннотация
- Ключевые слова
- Введение
- Основная часть
- Заключение
- Выводы
- Список использованных литературных источников

3.1.4. Химические свойства и применение

• Вспомните пройденное •

- Какая группа атомов в молекуле спиртов определяет их химические свойства?
- Какие свойства альдегидов обусловлены наличием в их молекулах альдегидной группы?

Для удаления накипи в водонагревательных приборах, стиральных машинах часто применяют лимонную и уксусную кислоты.



– На каких химических свойствах лимонной и уксусной кислот основано их применение для удаления накипи?

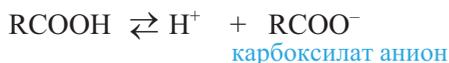
Деятельность • Химические свойства карбоновых кислот. Завершите схемы реакций (a–d), отражающих на примере уксусной кислоты химические свойства карбоновых кислот, и назовите образующиеся соли.

- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{водный раствор лакмуса} \rightarrow \text{цвет раствора становится ...}$
- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Mg} \rightarrow \dots + \dots \uparrow$
- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \dots + \dots + \dots \uparrow$
- $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \dots + \dots$

Обсудите: – Какой атом кислоты участвует в этих реакциях и с чем это связано?

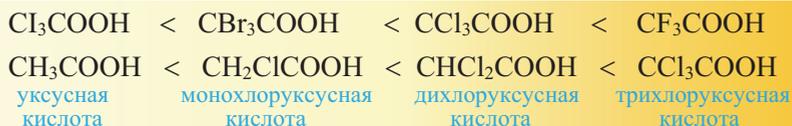
Многие химические свойства карбоновых кислот обусловлены присутствием в их молекулах карбоксильной группы.

Химические свойства. Кислотные свойства. Карбоновые кислоты – слабые электролиты. В водных растворах они частично диссоциируют и поэтому окрашивают лакмус в красный цвет:



В ряду предельных одноосновных карбоновых кислот муравьиная кислота является самой сильной. Далее, с ростом молярной массы кислот, кислотные свойства уменьшаются.

Кислотные свойства галогенопроизводных карбоновых кислот *возрастают с ростом электроотрицательности галогена и числа его атомов в молекуле:*



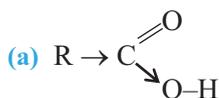
И з у ч и

Кислотные свойства карбоновых кислот и их галогенопроизводных

Почему метановая кислота самая сильная в ряду предельных одноосновных карбоновых кислот?

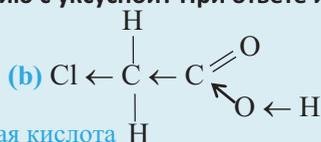
Объяснение: За исключением метановой кислоты (H-COOH) во всех членах ряда карбоксильная группа связана с алкильным радикалом(R): R-COOH . Поскольку алкильный радикал имеет электронодонорные свойства, то он отталкивает электронную плотность связи $\text{R} \rightarrow \text{COOH}$ в направлении

атома углерода, увеличивая тем самым электронную плотность на связи O—H, по сравнению с метановой кислотой (схема а). В результате связь O—H упрочняется и в водном растворе отщепление водорода в виде иона от молекулы RCOOH затрудняется:



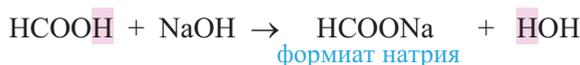
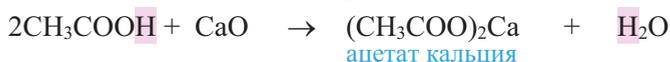
Углеводородный радикал (R) уменьшает кислотные свойства

Примени
Кислотные свойства галогенопроизводных уксусной кислоты увеличиваются или уменьшаются по сравнению с уксусной? При ответе используйте схему.

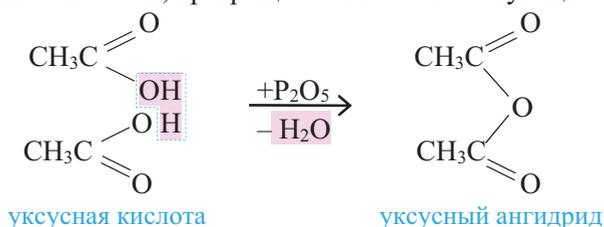


монохлоруксусная кислота

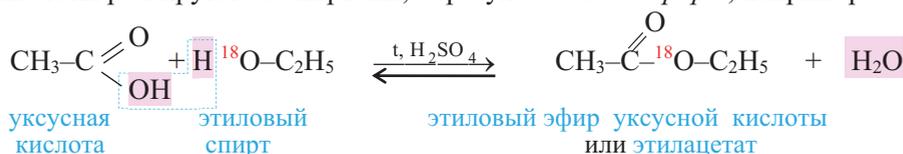
Карбоновые кислоты взаимодействуют с активными металлами, щелочами, основными оксидами, с солями более слабых кислот и аммиаком:



При действии дегидратирующих веществ карбоновые кислоты, за исключением муравьиной кислоты, превращаются в соответствующие ангидриды:

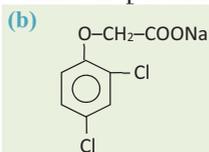


Реакции этерификации. Карбоновые кислоты в присутствии серной кислоты реагируют со спиртами, образуя сложные эфиры, например:



Такой тип реакций называют *реакциями этерификации*. Вода в реакции образуется из —OH группы карбоновой кислоты и атома H (—OH) группы спирта.

Применение. Уксусная кислота применяется в производстве пластмасс, красителей (индиго), лекарств (аспирин, фенацетин), ацетатного волокна, негорючей кино- и фотопленок, пропускающих ультрафиолетовые лучи стекол и др.



Соли уксусной кислоты применяются при крашении тканей, ацетат свинца(II) – в качестве белой краски. Ацетат меди(II) и некоторые производные уксусной кислоты, например, натриевая соль 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (b) применяются в сельском хозяйстве в качестве гербицидов в борьбе с сорняками.



столовый уксус

Уксусная кислота применяется при консервировании овощей, а ее эфиры – в кондитерской промышленности и в производстве духов.

В быту под названием “столовый уксус” (c) она используется как приправа к пище.

Уксусную кислоту можно отличить по характерному запаху.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Объясните, почему в карбоновых кислотах связь O–H более полярна, чем в спиртах, а связь C=O менее полярна, чем в альдегидах?

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- По силе муравьиная кислота среди предельных одноосновных карбоновых кислот самая ... кислота, потому что ...
- Монохлоруксусная кислота ... чем уксусная кислота, потому что ...
- Кислотные свойства моногалогенопроизводных уксусной кислоты убывают в последовательности ... → ... → ... → ...
- Муравьиная кислота проявляет свойства и ... и ..., так как ...
- При действии на формиаты ... и ... образуются кислые соли.

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Какие навыки вы приобрели в результате усвоения данной темы?

■ III. Выполните задания.

A 1. Укажите соответственно формулы ацетата магния и формиата кальция.

1. $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Mg}$ 2. $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ 3. $(\text{HCOO})_2\text{Mg}$
 4. $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ 5. $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$

2. Из каких веществ получают муравьиную и уксусную кислоты в промышленности?

1. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 2. CH_4 3. C_4H_{10} 4. CH_3OH 5. CH_3CHO
 муравьиная кислота ___ уксусная кислота ___

B 3. Расположите вещества в ряд по убыванию их кислотных свойств.

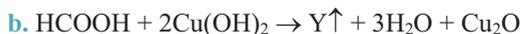
1. CClH_2COOH 2. CH_3COOH 3. CFH_2COOH
 4. CF_2HCOOH 5. CF_3COOH

4. Сколько кг уксусной кислоты можно получить каталитическим окислением $67,2 \text{ м}^3$ (н.у.) бутана? Выход кислоты составляет 60%.

С 5. Укажите, что верно или неверно для этановой кислоты. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет (-)
Дегидратацию ведут в присутствии оксида фосфора(III).		
При внутримолекулярной дегидратации образует ангидрид.		
Плотность электронов на связи O–H больше, чем в метановой кислоте.		
В водном растворе образует формиат анион.		
Уксусная эссенция – ее концентрированный водный раствор.		

6. Определите вещества X и Y, а также окислительно-восстановительную реакцию. Какой из X и Y используется в производстве первого представителя гомологического ряда одноосновных карбоновых кислот?



D 7. Масса 0,05 моль натриевой соли предельной одноосновной карбоновой кислоты равна 4,8 г. Установите формулу кислоты. $A_r(\text{Na}) = 23$.

8. Составьте уравнения превращений.

метан → ацетилен → ацетальдегид → этанол → уксусная кислота → метилацетат

●●● После
УРОКА

Составьте карту понятий карбоновых кислот.

3.1.5. Предельные и непредельные высшие карбоновые кислоты

• Вспомните пройденное •

- Почему бутановая кислота кипит при более высокой температуре, чем 2-метилпропановая кислота?
- В чем различия в химических свойствах предельных и непредельных карбоновых кислот?

Одни из веществ, которые составляют наш ежедневный рацион, – это жиры. Как вам известно из жиров подсолнечное, оливковое и др. масла – жидкие, сливочное, козье и др. масла – твердые вещества.



– Как можно объяснить то, что жиры находятся в разных агрегатных состояниях?



В молекулах *высших карбоновых кислот*, как правило, содержатся от 10-ти до 20-ти атомов углерода. Многие из них в виде сложных эфиров глицерина

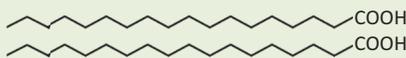
входят в состав жиров. Высшие карбоновые кислоты, образующие жиры, называют *жирными кислотами*.

Деятельность-1 • Состав, строение и физические свойства жирных кислот.

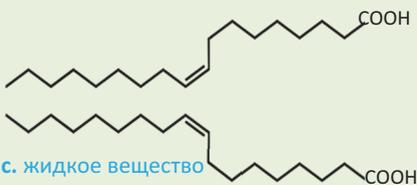
Сравните строение молекул и агрегатное состояние жирных кислот.



а. твердое вещество



б. твердое вещество



с. жидкое вещество

Обсудите:

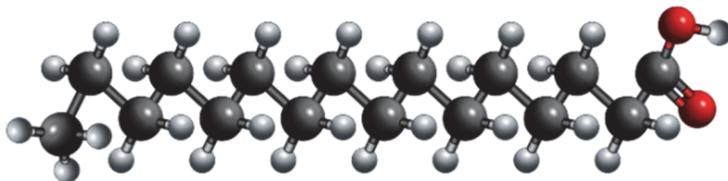
- Какие закономерности вы заметили в строении молекул, в числе атомов углерода и функциональных групп в молекуле приведенных жирных кислот?
- Почему кислота, изображенная на схеме **с**, в отличие от кислот, изображенных на схемах **а** и **б**, находится в жидком состоянии?
- Каким геометрическим изомером кислоты состава $C_{17}H_{33}COOH$ является кислота, изображенная на схеме **с**?

Жирные кислоты подразделяются на *предельные* и *непредельные*. В молекуле непредельных жирных кислот содержится минимум одна двойная $C=C$ связь.

Особенности жирных кислот:

1. В неразветвленной цепи молекул жирных кислот содержится четное число, как правило от 10-ти до 20-ти атомов углерода.
2. В природе (в виде триглицеридов) наиболее распространены пальмитиновая, стеариновая и олеиновая кислоты.
3. Остатки непредельных жирных кислот в составе жиров встречаются, главным образом, в форме цис-изомера.
4. Если не считать $C=C$ связь в непредельных кислотах, то в молекулах жирных кислот, кроме карбоксильной группы, нет других функциональных групп.
5. Температура плавления непредельных жирных кислот ниже, чем температура плавления предельных жирных кислот, содержащих столько же атомов углерода. С ростом числа $C=C$ связей в молекулах жирных кислот температура их плавления уменьшается.

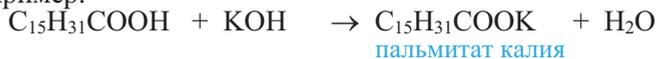
К предельным жирным кислотам относятся *пальмитиновая* ($C_{15}H_{31}COOH$) и *стеариновая* ($C_{17}H_{35}COOH$) кислоты, а к непредельным – *олеиновая* ($C_{17}H_{33}COOH$), *линолевая* ($C_{17}H_{31}COOH$) и *линоленовая* ($C_{17}H_{29}COOH$) кислоты. **Пальмитиновая** (гексадекановая) и **стеариновая** (октадекановая) кислоты.



$C_{15}H_{31}COOH$

(а) Шаро-стержневая модель молекулы пальмитиновой кислоты

Обе кислоты вступают в реакции, характерные для предельных карбоновых кислот, например:



Соли пальмитиновой и стеариновой кислот называются, соответственно, *пальмитатами* и *стеаратами*. Их натриевые и калиевые соли являются основными компонентами мыл.

Смесь пальмитиновой и стеариновой кислот применяется для изготовления стеариновых свеч.

Высшие карбоновые кислоты получают гидролизом жиров (стр. 107) и каталитическим окислением парафинов (стр. 78).

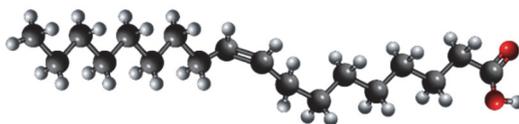
Примечание. Кальциевые и магниевые соли высших карбоновых кислот в воде не растворимы.

• Непредельные карбоновые кислоты

Олеиновая кислота – непредельная одноосновная карбоновая кислота, содержащая в молекуле одну C=C связь:

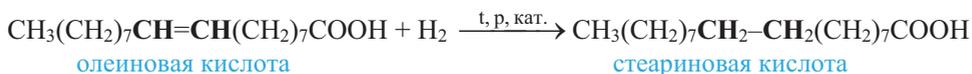


(б) Шаро-стержневая модель молекулы олеиновой кислоты

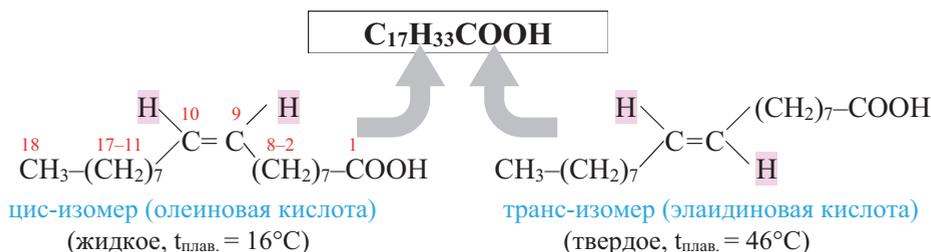


Олеиновая кислота относится к гомологическому ряду непредельных карбоновых кислот с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$ ($n \geq 2$). Поскольку в их молекулах содержится карбоксильная группа и C=C связь, то они проявляют свойства как кислот, так и непредельных углеводов.

Олеиновая кислота с основаниями образует соли, а со спиртами – сложные эфиры. Как непредельное соединение она вступает в реакции присоединения:



Олеиновая кислота является цис-изомером кислоты состава $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$. Транс-изомер этой кислоты называют *элаидиновой кислотой*. В отличие от жидкой олеиновой кислоты, элаидиновая кислота при обычных условиях (20°C) – твердое вещество и в природе в составе жиров не встречается.



Молекулы линолевой ($C_{17}H_{31}COOH$) и линоленовой ($C_{17}H_{29}COOH$) кислот содержат, соответственно, две и три $C=C$ связи. Обе кислоты, вместе с олеиновой кислотой, в виде сложных эфиров глицерина входят в состав растительных жиров – оливкового, подсолнечного, кукурузного и миндального масел.

Деятельность-2 • Строение и физические свойства высших карбоновых кислот.

Учитывая строение молекул жирных кислот, расположите их в порядке возрастания температур плавления.

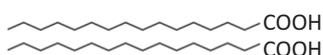
- | | |
|------------------------|------------------------------------|
| a. стеариновая кислота | 1. $t_{\text{пл.}} = -11^{\circ}C$ |
| b. олеиновая кислота | 2. $t_{\text{пл.}} = -5^{\circ}C$ |
| c. линолевая кислота | 3. $t_{\text{пл.}} = +16^{\circ}C$ |
| d. линоленовая кислота | 4. $t_{\text{пл.}} = +70^{\circ}C$ |

Обсудите: – Почему температура плавления жирных кислот закономерно изменяется в выбранном вами ряду?

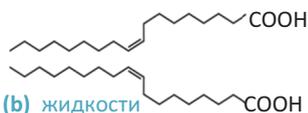
И з у ч и

Строение и температура плавления предельных и непредельных жирных кислот

Почему предельные жирные кислоты, имеющие строение (a), при комнатной температуре – твердые вещества, а непредельные кислоты, имеющие строение (b), – жидкости?



(a) твердые вещества



(b) жидкости

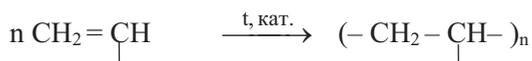
Решение:

Углеродные цепи соседних молекул предельных жирных кислот располагаются параллельно и плотнее друг к другу (a). Поэтому силы притяжения между такими молекулами большие, и чтобы их расплавить, требуется более высокая температура. Между цис-изомерами непредельных жирных кислот (b) силы притяжения действуют лишь между короткими сегментами цепи и по этой причине они слабые. Поэтому чтобы расплавить кислоты строения (b), требуется меньшая энергия (меньшая температура), и они при обычных условиях, в основном, – жидкости.

Примени

Почему с увеличением числа $C=C$ связей в молекуле температура плавления непредельных жирных кислот убывает?

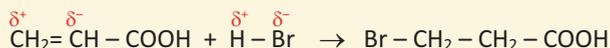
Первый представитель непредельных карбоновых кислот – акриловая (пропеновая) кислота $CH_2=CH-COOH$. Ее полимеризацией получают полиакриловую кислоту:



акриловая кислота

полиакриловая кислота

Присоединение полярных молекул типа HX (HCl , HBr , HON и др.) к акриловой кислоте происходит против правила Марковникова, например:



■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- На схемах молекул олеиновой и элаидиновой кислот объясните причины разного агрегатного состояния этих кислот, имеющих одинаковый состав – $C_{17}H_{33}COOH$.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Молекула стеариновой кислоты содержит ... атомов углерода и имеет ... углеродную цепь.
- ... жирные кислоты входят в состав жиров, главным образом в виде цис-изомеров.
- Олеиновая кислота проявляет свойства и..., и ..., так как ...
- Молекула олеиновой кислоты содержит ... атома ... в состоянии sp^2 гибридизации.
- Предельная жирная кислота плавится при ... температуре, чем ... жирная кислота, содержащая столько же атомов углерода.

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Какая информация больше всего вас заинтересовала на уроке?

■ III. Выполните задания.

- A** 1. Определите выражения, относящиеся ко всем трем кислотам – пальмитиновой, стеариновой и олеиновой.

1. жирные кислоты
2. предельные высшие карбоновые кислоты
3. одноосновные кислоты
4. в природе встречаются в виде сложных эфиров глицерина

2. Определите непредельные кислоты.

1. линолевая
2. акриловая
3. олеиновая
4. метакриловая

- B** 3. Сколько литров (н.у.) воздуха потребуется для полного сгорания 1 моль стеариновой кислоты? Объемную долю кислорода в воздухе примите равной 20%.

4. Завершите схемы и укажите уравнение реакции образования метилметакрилата.



- C** 5. Учитывая неравенство $t_{2(плав.)} < t_{1(плав.)} < t_{3(плав.)}$, установите соответствие и объясните свой ответ.

1. $t_{1(плав.)}$
2. $t_{2(плав.)}$
3. $t_{3(плав.)}$

линолевая кислота ___ пальмитиновая кислота ___ олеиновая кислота ___

6. Укажите, что верно или неверно для жирных кислот. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет (-)
Молекулы обычно содержат нечетное число атомов С		
Молекулы имеют неразветвленную углеродную цепь		
Содержат только одну функциональную группу		
В природе встречаются в основном в виде глицеридов		
Олеиновая кислота – транс-изомер кислоты $C_{17}H_{33}COOH$		

D 7. Неразветвленная цепь молекулы линолевой кислоты содержит одну двойную С=С связь, там же где и олеиновая кислота, а вторую – между 12-м и 13-м углеродными атомами. Составьте уравнения возможных реакций полного гидрирования линолевой кислоты и назовите известные вам две из образующихся кислот.

8. Какие выражения относятся к кислотам $C_{15}H_{31}COOH$ и $C_{17}H_{33}COOH$?

1. пентадекановая кислота
2. гексадекановая кислота
3. октадеценовая кислота
4. гептадеценовая кислота

a. пальмитаты b. стеараты c. олеаты

$C_{15}H_{31}COOH$ _____

$C_{17}H_{33}COOH$ _____

●●● После
УРОКА

Составьте уравнения реакций, отражающих химические свойства метакриловой кислоты, и назовите образующиеся новые органические вещества. Уравнения реакций и области применения метакриловой кислоты представьте в форме буклета.

3.2. ДВУХОСНОВНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

• Вспомните пройденное •

- Почему муравьиная кислота более сильная кислота, чем ее гомологи?
- Какими свойствами обладает карбоксильная группа – электронодонорными или электроноакцепторными?

Органическое вещество, состоящее из двух карбоксильных групп, применяется для очистки металлических изделий от ржавчины, тканей и сантехнического оборудования от ржавых пятен.



– О каком органическом соединении и его свойстве говорится в тексте?

Деятельность • **Муравьиная и щавелевая кислоты.** Составьте структурные формулы муравьиной и щавелевой кислоты и сравните их кислотные свойства. На основе строения их молекул объясните причины различия кислотных свойств этих кислот. Составьте уравнение диссоциации щавелевой кислоты в воде.

Обсудите: – Почему адипиновая кислота $[HOOC-(CH_2)_4-COOH]$ слабее щавелевой кислоты $(HOOC-COOH)$?

Молекулы двухосновных карбоновых кислот содержат две карбоксильные группы. В зависимости от природы углеводородного радикала различают *предельные, непредельные и ароматические* двухосновные карбоновые кислоты.

предельные
 $HOOC-COOH$
щавелевая кислота

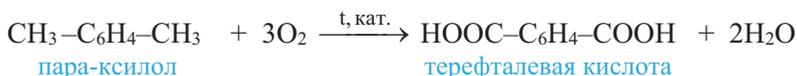
непредельные
 $HOOC-CH=CH-COOH$
малеиновая кислота

ароматические
 $HOOC-C_6H_4-COOH$
терефталевая кислота

К алкандикарбоновым кислотам, кроме щавелевой, относятся *малоновая* $(HOOC-CH_2-COOH)$, *янтарная* $[HOOC-(CH_2)_2-COOH]$ и *адипиновая* $[HOOC-(CH_2)_4-COOH]$ и др. кислоты.

Из двухосновных предельных карбоновых кислот в средней школе вы узнаете о *щавелевой* и *адипиновой*, а из ароматических – *терефталевой*.

Получение. Ниже приведены схемы реакций получения щавелевой, адипиновой и терефталевой кислот:



Физические свойства. Двухосновные карбоновые кислоты – кристаллические вещества белого цвета. Первые представители алкандикарбоновых кислот хорошо растворяются в воде, спирте и эфире.

Овощи,
богатые
щавелевой
кислотой



щавель



ревень

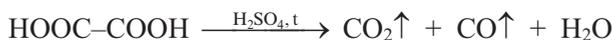
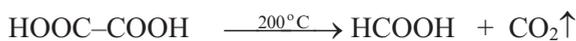


шпинат

Химические свойства. Двухосновные карбоновые кислоты, как и одноосновные, вступают в реакции с металлами, щелочами, спиртами. В зависимости от числа карбоксильных групп, участвующих в реакции, образуются *средние* или *кислые соли*, *полные* или *неполные* сложные эфиры, например:



При нагревании двухосновные карбоновые кислоты подвергаются декарбоксилированию (выделяют CO_2). В ходе этого процесса щавелевая кислота превращается в муравьиную кислоту. При нагревании в присутствии серной кислоты щавелевая кислота разлагается с образованием трех оксидов:



Двухосновные карбоновые кислоты сильнее соответствующих одноосновных кислот. Щавелевая кислота самая сильная из карбоновых кислот.

Применение. Щавелевая кислота применяется при отбеливании тканей, очистке металлов от ржавчины, для удаления накипи и т.д. Адипиновая кислота используется при синтезе волокна нейлона, а терефталевая кислота – для получения лавсанового волокна.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Сравните:



■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Щавелевая кислота сильнее метановой кислоты, так как карбоксильная группа...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

- Какой метод, использованный учителем, оказался для вас более эффективным?

■ III. Выполните задания.

A

1. Какие кислоты образуют средние и кислые соли?

1. олеиновая 2. адипиновая 3. сернистая 4. терефталевая

2. Установите соответствие.

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Адипиновая кислота | a. ароматическая кислота |
| 2. Терефталевая кислота | b. непредельная кислота |
| 3. Малеиновая кислота | c. предельная кислота |

B

3. Какой объем (н.у.) газообразных веществ образуется при разложении 0,5 моль щавелевой кислоты в присутствии серной кислоты?

4. Расположите вещества в порядке роста их кислотных свойств и обоснуйте этот ряд.

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. фенол | 2. метановая кислота |
| 3. уксусная кислота | 4. щавелевая кислота |

C

5. Расположите кислоты в порядке уменьшения числа атомов углерода, находящихся в состоянии sp^2 гибридизации.

1. щавелевая кислота 2. малеиновая кислота 3. терефталевая кислота

6. Составьте структурные формулы кислот.

- a. щавелевая кислота b. терефталевая кислота c. адипиновая кислота

D

7. Составьте графические формулы солей, приведенных в пунктах a, b и c.

- a. ацетат лития b. оксалат кальция c. гидрооксалат калия

8. Сколько граммов щавелевой кислоты можно получить из 80 г гидроксида натрия и 60 г монооксида углерода? В процессе используется и серная кислота. $M_r(\text{NaOH}) = 40$, $M_r(\text{CO}) = 28$.

●●● После
УРОКА

Составьте кластер из уравнений реакций, отражающих химические свойства карбоновых кислот.

3.3. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ

3.3.1. Номенклатура и изомерия

• Вспомните пройденное •

– Как называют реакции взаимодействия карбоновых кислот со спиртами?

Сложные эфиры широко применяются в производстве фруктовых соков и кондитерских изделий.



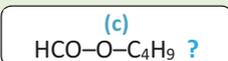
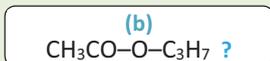
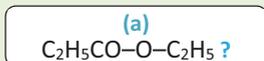
– Какими свойствами сложных эфиров обусловлено их применение в указанных областях?



Деятельность • Номенклатура и изомерия

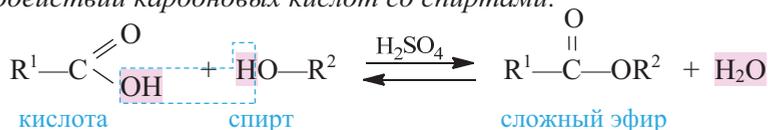
сложных эфиров. Учитывая общность в названии солей карбоновых кислот и сложных эфиров, назовите все 5 сложных эфиров.

Сравнивая элементный состав сложных эфиров (а), (b) и (с), установите их общую особенность.



Обсудите: – Почему сложные эфиры, содержащие алкильные радикалы, являются межклассовыми изомерами предельных карбоновых кислот?

Сложные эфиры – это органические соединения, образующиеся при взаимодействии карбоновых кислот со спиртами:

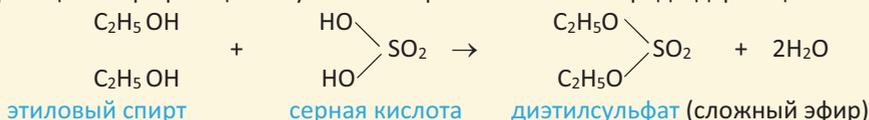


Реакция образования сложных эфиров называется *реакцией этерификации*.

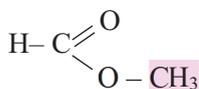
В формуле радикалы R^1 и R^2 могут быть одинаковыми или разными (в сложных эфирах муравьиной кислоты $R^1 = H$). Группа $-\text{COO}-$ является *функциональной группой* сложных эфиров.

Сложные эфиры, образованные предельными карбоновыми кислотами и предельными одноатомными спиртами, имеют общую формулу $C_nH_{2n}O_2$.

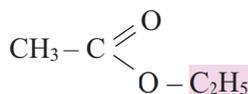
В реакцию этерификации вступают и неорганические кислородсодержащие кислоты:



Номенклатура. При названии сложного эфира к названию радикала спирта, образующего эфир, в одном случае к латинскому корню названия кислоты добавляют окончание “-ат”, в другом – к Международному названию кислоты добавляют “-оат” например:



метилформиат или метилметаноат



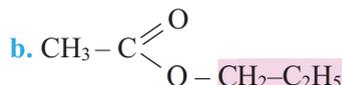
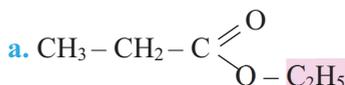
этилацетат или этилэтаноат

По рациональной номенклатуре к названию соответствующей кислоты и спирта прибавляют слово “эфир”, например, $\text{HCOO}-\text{CH}_3$ метиловый эфир муравьиной кислоты, $\text{CH}_3\text{COO}-\text{C}_2\text{H}_5$ этиловый эфир уксусной кислоты.

И з у ч и

Структурные формулы и номенклатура сложных эфиров

Назовите сложные эфиры тремя способами.



Решение:

Выделив радикалы спирта ($-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{CH}_2-\text{C}_2\text{H}_5$), назовем эфиры тремя способами:

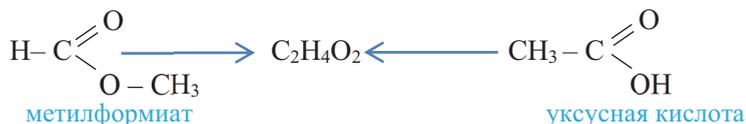
- a.
1. этилпропионат
 2. этилпропаноат
 3. этиловый эфир пропионовой кислоты

- b.
1. пропилацетат
 2. пропилэтаноат
 3. пропиловый эфир уксусной кислоты

Примени

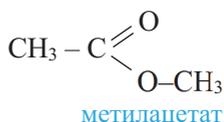
Составьте структурные формулы изопропилформиата и этилового эфира масляной кислоты.

Изомерия. Сложные эфиры и одноосновные предельные кислоты имеют одну и ту же общую формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ ($n \geq 2$). Поэтому они между собой образуют межклассовую изомерию, как на примере метилформиата и уксусной кислоты:

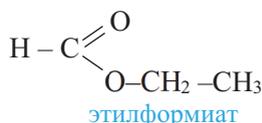


Внутриклассовая изомерия обусловлена несколькими причинами:

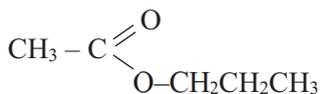
a) положением $-\text{COO}-$ группы в углеродной цепи:



и

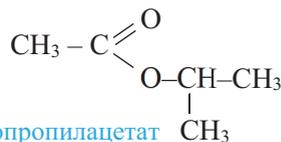


б) строением радикалов остатков кислоты и спирта. Например, изомерия нижеприведенных эфиров обусловлена строением радикалов в остатке спирта:



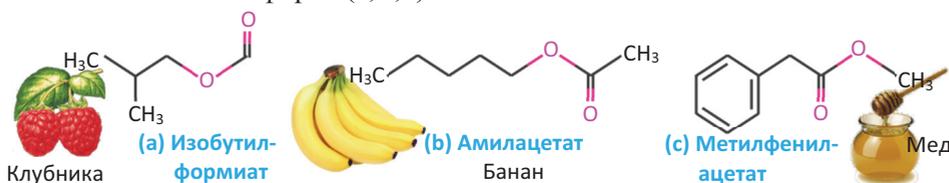
пропилацетат

и



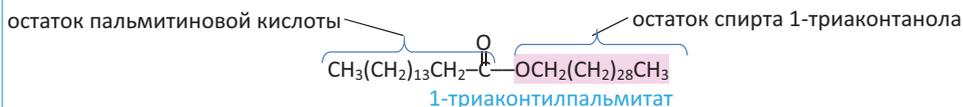
изопропилацетат

Сложные эфиры содержатся в составе цветов, ягод, плодов и фруктов. Специфический запах растений и фруктов обусловлен именно присутствием в их составе сложных эфиров (**a, b, c**).



Сложные эфиры высших карбоновых кислот с высшими одноатомными спиртами – это воскообразные вещества.

- **Знаете ли вы... • Растительные и животные воски.** Из-за большой относительной молекулярной массы растительные и животные воски при обычных условиях – твердые вещества; например, сложный эфир 1-триакотилпальмитат – основной компонент пчелиного воска:



- Воски выполняют защитную функцию для растений и животных.
- Многие воски применяются как косметические средства, свечи и мази.
- В отличие от восков растительного и животного происхождения, парафиновые воски состоят из высокомолекулярных алканов.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Составьте карту понятий, относящихся к сложным эфирам.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

- **I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.**

- У пропилформиата число внутриклассовых изомеров равно ...
- Межклассовый изомер этилформиата называют ...
- Реакция этерификации подчиняется правилу ..., так эта реакция является ... реакцией.

- **II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.**

- С какими трудностями вы столкнулись при выполнении задания деятельности?

III. Выполните задания.

A 1. Определите формулы, относящиеся к сложным эфирам.

1. $R^1-COO-R^2$ 2. $R-COO-H$ 3. $H-COO-R$ 4. $R^1-COO-R^1$ 5. R^1-CO-R^2

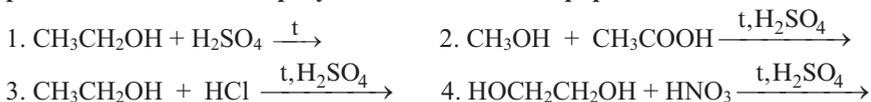
2. Какие сложные эфиры названы верно?

1. $CH_3COOC_2H_5$ – метилпропионат
 2. $CH_3COOCH(CH_3)_2$ – пропилацетат
 3. CH_3COOCH_3 – метиловый эфир уксусной кислоты
 4. $CH_3COOC_2H_5$ – этилацетат

B 3. В реакции этерификации с 70%-ным выходом получено 30,8 г этилацетата. Сколько граммов уксусной кислоты вступило в реакцию?

$M_r(CH_3COOH) = 60$, $M_r(CH_3COOC_2H_5) = 88$.

4. Учтя коэффициенты в приведенных схемах, составьте уравнения реакций и назовите образующиеся сложные эфиры.



C 5. Укажите, что верно или неверно для сложных эфиров. Обоснуйте ответы.

	Да(+)	Нет(-)
$-C \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} -$ группа – функциональная группа сложных эфиров		
Пропановая кислота – межклассовый изомер этилацетата		
Эфиры $HCOOC_3H_7$ и $CH_3COOC_2H_5$ изомерны друг к другу		
Пропилформиат и этилпропионат изомерны друг к другу		

6. Завершите схему и ответьте, какое из нижеприведенных действий надо выполнить, чтобы сдвинуть равновесие вправо?



1. образующуюся воду связать серной кислотой
 2. удалить эфир из системы
 3. добавить воду в систему

D 7. Составьте уравнение реакции образования сложного эфира, содержащего наименьшее число атомов углерода в молекуле.

8. Составьте уравнения превращений и структурную формулу конечного продукта.



●●● После
УРОКА

Составьте реферат по теме “Применение сложных эфиров в промышленности”

3.3.2. Получение и свойства

• Вспомните пройденное •

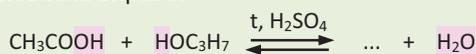
- Чем отличается функциональная группа сложных эфиров от карбоксильной группы?
- В каких условиях сложные эфиры подвергаются гидролизу?

Сложные эфиры как приправы являются наиболее многочисленными пищевыми добавками. В настоящее время известно более тысячи таких синтетических и природных приправ. Основная их часть – концентраты и экстракты, полученные из приятно пахнущих душистых растений.



– Как можно получить сложные эфиры?

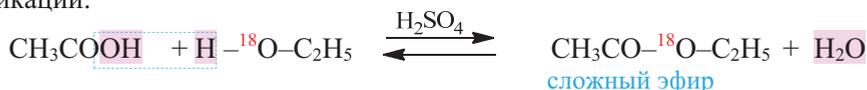
Деятельность • Реакции этерификации. Завершите схему реакции и назовите сложный эфир. Установите, какой фактор способствует протеканию реакции. В таблице укажите, как надо изменять количество реагентов и продуктов реакции, чтобы сместить равновесие вправо.



Кислота	
Спирт	
Вода	
Сложный эфир	

Обсудите: – Почему реакция этерификации является обратимой?

Природные сложные эфиры выделяют из растений методом экстракции органическими растворителями. Однако, большинство из них получают реакцией этерификации:

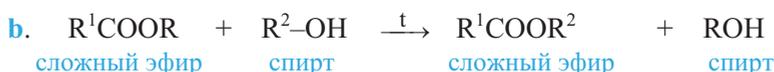
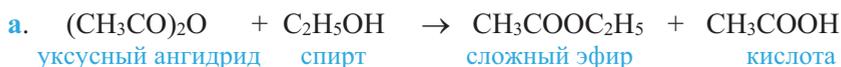


Некоторые особенности реакции этерификации: 1) В реакции вода образуется из –ОН группы карбоновой кислоты и атома водорода –ОН группы спирта; 2) реакция этерификации – *обратимая реакция*. 3) реакция проводится в присутствии концентрированной серной кислоты.

Для смещения равновесия в сторону образования эфира согласно принципу Ле Шателье надо выполнить следующее:

- в реакции спирт или кислоту следует взять в избытке;
- удалить эфир из реакционной среды методом дистилляции или образующуюся воду связать посредством водоотнимающих веществ;

Сложные эфиры получают также взаимодействием спиртов с ангидридами кислот (a) и спиртов со сложными эфирами (b):

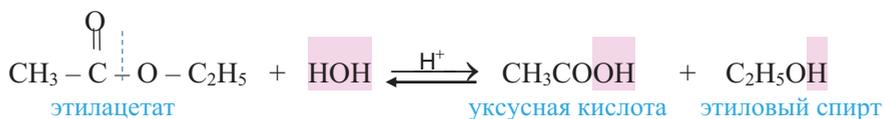


Последняя реакция (b) называется *переэтерификацией сложных эфиров*.

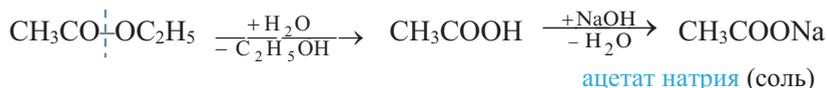
Физические свойства. Низкомолекулярные сложные эфиры одноосновных предельных карбоновых кислот – летучие жидкости, растворимые в воде; они легче воды. Из-за отсутствия в молекуле –ОН группы водородная связь между молекулами сложных эфиров не образуется. Сложные эфиры кипят при более низкой температуре, чем изомерные им карбоновые кислоты.

Многие из сложных эфиров имеют приятный фруктовый запах.

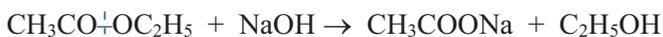
Химические свойства. Химические свойства сложных эфиров обусловлены легкостью разрыва в их молекулах *сложноэфирной связи* (R^1CO-OR^2); например, при действии на сложные эфиры водой происходит их гидролиз и образуются соответствующие кислота и спирт:



При проведении гидролиза в щелочной среде реакция становится необратимой и завершается образованием спирта и соли карбоновой кислоты



или



Гидролиз – важнейшее свойство сложных эфиров. Простые эфиры гидролизу не подвергаются.

Применение. Сложные эфиры используются как растворители.

(а) органическое стекло



Сложные эфиры, наряду с другими душистыми веществами, в виде фруктовых эссенций применяются в производстве фруктовых соков, прохладительных напитков, кондитерских изделий, а также в качестве душистых веществ в парфюмерии.

Непредельные сложные эфиры – метилакрилат $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_3$ и метилметакрилат

$\text{CH}_2=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{COOCH}_3$ – используются в производстве пластмасс.

Например, полиметилакрилат используется в производстве искусственной кожи и клея, а полиметилметакрилат – органического стекла – плексигласа (а), зубных протезов, часовых стекол и др.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- На примере пропилформиата определите связь между реакциями гидролиза сложных эфиров и этерификации. Объясните, почему в кислой среде гидролиз этого эфира является обратимой реакцией, а в щелочной среде – необратимой. Укажите сложноэфирную связь в молекуле пропилформиата.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- В кислой среде гидролиз сложных эфиров ... не протекает.
- Гидролиз сложного эфира в щелочной среде ... реакция, так как ... не взаимодействуют друг с другом.
- Этилацетат более летучий, чем уксусная кислота, так как ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Оправдались ли ваши ожидания от урока?

■ III. Выполните задания.

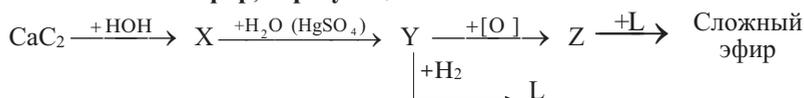
A 1. Определите высказывания относительно метилформиата.

1. летучая жидкость
2. имеет приятный запах
3. содержит –ОН группу
4. в воде растворяется
5. подвергается гидролизу

2. Укажите области применения сложных эфиров.

1. производство прохладительных напитков
2. в качестве растворителя
3. производство духов
4. производство пластмасс

B 3. Назовите сложный эфир, образующийся по схеме:

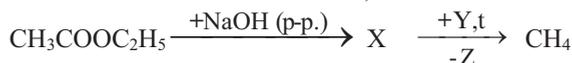


4. При гидролизе 17,6 г сложного эфира была получена предельная одноосновная кислота и 12 г пропилового спирта. Определите кислоту.

C 5. Укажите, что верно или неверно для сложных эфиров. Обоснуйте ответы.

	Да(+)	Нет(–)
Гидролизом сложного эфира в кислой среде можно получить мыло		
Температура кипения метилформиата больше, чем у метанола		
Температура кипения метилформиата больше, чем у метановой кислоты		
Сложные эфиры высших карбоновых кислот в воде растворимы		
Между молекулами метилформиата водородная связь не образуется		

6. Определите соответственно вещества X, Y и Z.



1. $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$
2. Na_2CO_3
3. CH_3COONa
4. CO_2
5. NaOH

D 7. Охарактеризуйте физические и химические свойства сложных эфиров. Составьте уравнения соответствующих реакций.

8. Составьте уравнения превращений.



После
УРОКА

Подготовьте реферат по теме “Сложные эфиры в нашем питании”.

3.4. ЖИРЫ

• Вспомните пройденное •

– Какие вещества образуются при взаимодействии глицерина и высших карбоновых кислот?

Независимо от происхождения, агрегатного состояния и состава важнейшая функция жиров в организме человека состоит в обеспечении организма энергией.



– В результате каких двух химических превращений жиры в организме выполняют указанную функцию?

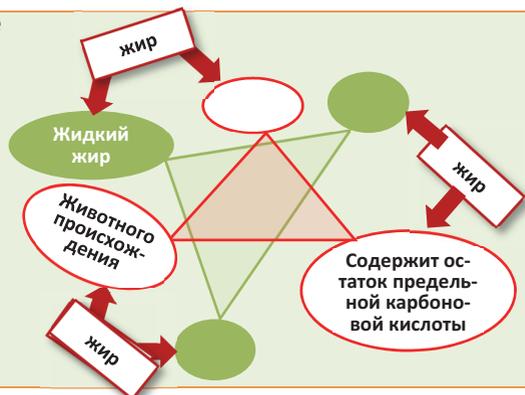
Жиры – это сложные эфиры глицерина и, главным образом, высших одноосновных карбоновых кислот. Их общее название *триглицериды*.

Деятельность • Состав, агрегатное состояние и происхождение жиров.

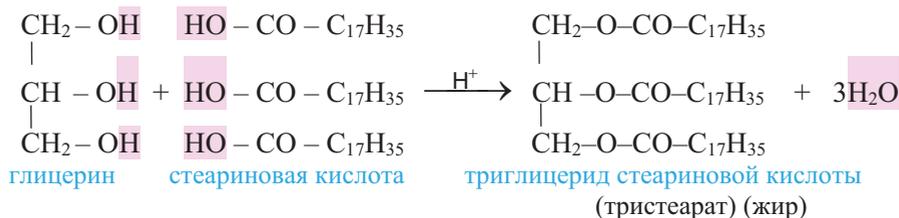
Дополните схему и на ее основе определите взаимосвязь между происхождением, агрегатным состоянием и составом кислотного остатка жиров.

Обсудите:

– Каким цветом окрашены линии, соединяющие группы жиров, к которым относятся бараний жир и оливковое масло? Обсудите ответ.



Жиры образуют главным образом пальмитиновая, стеариновая и олеиновая кислоты. Триглицерид стеариновой кислоты впервые был получен взаимодействием глицерина со стеариновой кислотой (1854 г; М.Бертло):





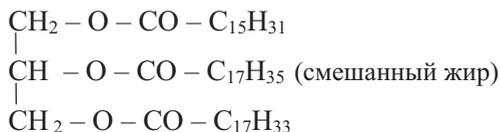
М.Бертло
(1827–1907)
Французский
химик

- Синтезировал большое число органических соединений (этиловый спирт, муравьиную кислоту, жиры и др.).

Классификация и строение. По происхождению жиры подразделяют на *растительные* и *животные*, по агрегатному состоянию – на *твердые* и *жидкие*, по составу – на состоящие в основном из остатков *предельных* и *непредельных* высших карбоновых кислот.

Твердые жиры образуют, в основном, *предельные* пальмитиновая ($C_{15}H_{31}COOH$) и стеариновая ($C_{17}H_{35}COOH$) кислоты. **Жидкие жиры** (масла) образуют *непредельные* – олеиновая ($C_{17}H_{33}COOH$), линолевая ($C_{17}H_{31}COOH$) и линоленовая ($C_{17}H_{29}COOH$) кислоты.

Обычно в состав триглицеридов входят остатки не одной, а разных кислот. Такие жиры называются *смешанными жирами*:



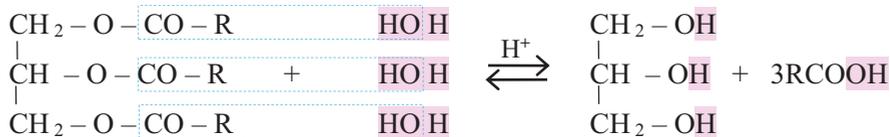
- **Знаете ли вы** • Линолевая и линоленовая кислоты (незаменимые кислоты) не могут быть синтезированы в организме. Поэтому они поступают в организм вместе с пищей.
- Иногда в состав жиров входят и низкомолекулярные карбоновые кислоты; например, в состав коровьего масла входит сложный эфир масляной кислоты (C_3H_7COOH).

Физические свойства. Жиры легче воды и в воде не растворяются. Они хорошо растворяются в органических растворителях, например, в бензоле, гексане и др. Природные твердые жиры представляют смесь различных триглицеридов, поэтому они плавятся не при постоянной температуре, а в некотором интервале температур.

Как правило, животные жиры (коровье масло, козий жир, бараний жир и др.) бывают твердыми, а растительные жиры (масла) (подсолнечное, оливковое, кукурузное) – жидкими. Однако, также известны жидкие жиры животного происхождения (рыбий жир) и твердые жиры растительного происхождения (пальмовое масло).

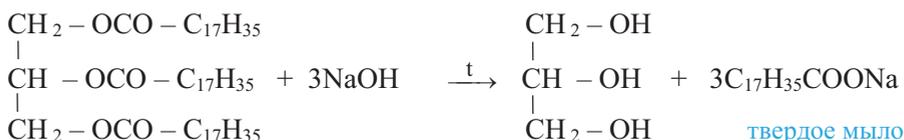
- **Знаете ли вы** • В чистом состоянии жиры – вещества без цвета, запаха и вкуса. Вкус, цвет и запах жиров обусловлены другими растворенными в них веществами; например, желтый цвет маргарина обусловлен каротином, добавляемым в процессе приготовления маргарина.

Химические свойства. Жиры подвергаются *гидролизу*. В результате гидролиза образуются глицерин и карбоновые кислоты:



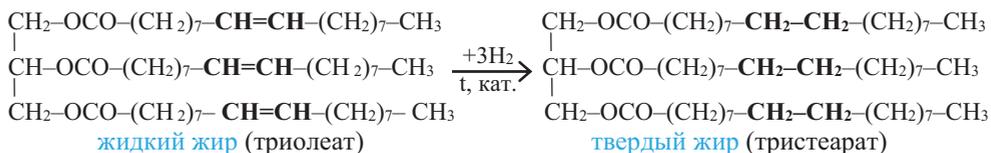
Жиры, принимаемые в виде пищи, в пищеварительных органах под действием фермента *липазы* подвергаются гидролизу. Из продуктов гидролиза – глицерина и высших карбоновых кислот – под влиянием других ферментов синтезируются характерные для данного организма новые жиры.

Гидролиз жиров – *обратимый* процесс. При проведении гидролиза в присутствии щелочи или соды гидролиз становится *необратимым*:



Так как раньше этим способом получали мыло, гидролиз жиров в щелочной среде называют *омылением жиров*.

При гидрировании С=C связей, входящих в состав жидких жиров, масла превращаются в твердые жиры:



Эта реакция используется в промышленности для получения *маргарина* из растительных масел. Маргарин состоит из смеси гидрированного масла, животного жира, молока и других веществ (соли, сахара, витаминов и др).

• **Знаете ли вы...** • **Транс-жирные кислоты.** *Транс-изомеры* жирных кислот встречаются и в природных продуктах, и в пищевых продуктах, производимых в промышленности. Обычно их содержание в природных мясных и молочных продуктах составляет 5–8%. В промышленных продуктах транс-жиры появляются в ходе гидрирования жидких масел; например, при производстве маргарина образуется около 20–30% транс-жиров (при полном гидрировании образующееся масло бывает слишком твердым).

Употребление транс-жиров в пищу создает почву для сердечно-сосудистых и злокачественных заболеваний, а также для заболеваний печени и сахарного диабета. Поэтому Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) запретила использование промышленных продуктов, содержащих транс-жиры, или строго ограничила их применение.

На этикетках многих пищевых продуктов имеется указание об отсутствии транс-жиров в их составе.

Применение. В промышленности жиры используются для получения глицерина, карбоновых кислот, мыла.

Жиры, как составная часть пищи, играют важную роль в жизнедеятельности. Они являются основным источником энергии организма. Энергия, получаемая организмом при окислении жиров, примерно в 2 раза больше энергии, образующейся при окислении углеводов или белков:

жир: ≈ 39 кДж/г; белок: ≈ 19 кДж/г; углевод: ≈ 17 кДж/г.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте формулы возможных триглицеридов, в каждом из которых содержатся различные кислотные остатки (А, В, С)

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Реакцией ... из жидких жиров можно получить твердые жиры.
- Твердые жиры в своем составе обычно содержат остатки ... кислот.
- Жидкие жиры в основном, имеют ... происхождение.

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Где вы сможете применить усвоенное на уроке?

■ III. Выполните задания.

А 1. Определите выражения относящиеся к твердым и жидким жирам.

1. Обычно содержат остатки предельных карбоновых кислот.
2. Обычно содержат остатки непредельных карбоновых кислот.
3. Имеют, главным образом, растительное происхождение.
4. Имеют, в основном животное, происхождение.
5. В организме подвергаются гидролизу.

твердые жиры ___ жидкие жиры ___

2. Какие схемы отражают омыление жиров?

1. жир + НОН $\xrightarrow{\text{ферменты}}$
2. жидкий жир + NaOH \rightarrow
3. жир + Na₂CO₃ \rightarrow
4. твердый жир + КОН \rightarrow

В 3. Установите соответствие.

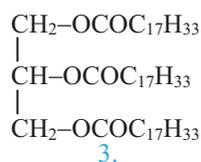
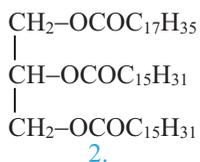
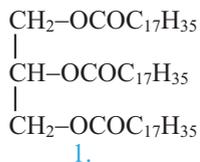
1. бараний жир
 2. рыбий жир
 3. оливковое масло
 4. кокосовое масло
 5. хлопковое масло
 6. кукурузное масло
- твердые жиры ___
жидкие жиры ___

4. При гидролизе 133 г твердого жира образовались одна предельная карбоновая кислота и 15,18 г глицерина. Определите формулу кислоты. M_r (глицерин) = 92.

С 5. Триглицериды содержат в своем составе кислотные остатки, приведенные в **а**, **б** и **с**. Расположите триглицериды в порядке возрастания их температур плавления.

- а.** пальмитиновой, пальмитиновой, стеариновой
- б.** олеиновой, стеариновой, пальмитиновой
- с.** олеиновой, линолевой, олеиновой

6. Укажите, соответственно, формулы жидкого и смешанного жиров.



Жидкий жир ___

Смешанный жир ___

Д 7. Опишите химические свойства жиров и составьте уравнения соответствующих реакций.

8. Сколько атомов углерода содержится в молекулах карбоновых кислот, образующих, соответственно, триглицерид пальмитиновой кислоты и триглицерид олеиновой кислоты.

●●● После
УРОКА

Подготовьте презентацию о жирах.

Рекомендуемый план презентации:

Распространение жиров в природе;

Роль жиров в организме человека;

Применение жиров в разных областях;

Производство жиров;

Влияние отходов производства жиров на окружающую среду.

3.5. МЫЛА И СИНТЕТИЧЕСКИЕ МОЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

• вспомните пройденное •

- Почему при стирке мылом нецелесообразно использовать жесткую воду?
- Какая часть молекулы пальмитиновой кислоты является гидрофильной, какая – гидрофобной?

Мыло изготавливали еще за 2800 лет до н.э. в Шумере и Вавилоне. Согласно древним записям, мыло готовили кипячением смеси кунжутного масла, щелочи, воды и сока лайма (цитрусовое растение).



– Согласно этой информации, из чего состоит основная часть мыла?



• Мыло

Мыла – это натриевые и калиевые соли высших карбоновых кислот.

Деятельность • Сравнение моющих свойств мыла и синтетических моющих веществ.

Обеспечение: две пробирки, раствор хлорида кальция, мыло, синтетический моющий порошок.

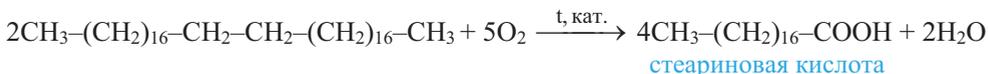
Ход работы: прилейте в 2 пробирки по 3–4 мл жесткой воды (например, раствор хлорида кальция). Взбалтывая содержимое пробирок, по каплям прилейте в одну пробирку раствор мыла, в другую раствор синтетического моющего порошка.

Обсудите:

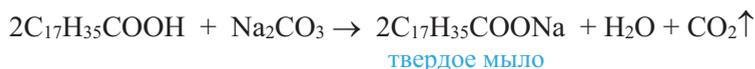
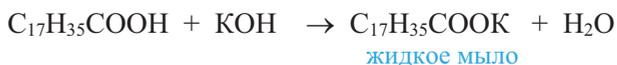
- В каком случае для образования устойчивой пены пришлось прилить больший объем моющего раствора?
- Какая моющая система и в жесткой воде сохраняет свои моющие свойства? Почему?

Обычное мыло состоит из смеси солей пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот. Натриевые соли составляют основную часть твердого мыла, а калиевые соли – жидкого мыла. Калиевые соли, по сравнению с солями натрия, в воде лучше растворимы, и по этой причине они обладают большей моющей способностью.

В настоящее время карбоновые кислоты, необходимые для производства мыл, получают в основном окислением парафинов нефти:

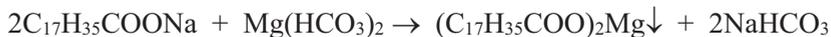


Соли, составляющие основную часть жидких и твердых мыл, можно получить следующими реакциями:



Добавляя глицерин, красители, душистые и антисептические вещества, а также растительные экстракты к полученным солям, получают мыло.

В жесткой воде мыло плохо пенится, так как кислотные остатки, входящие в состав мыл, вместе с содержащимися в жесткой воде ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} образуют осадки. Как следствие, моющая способность мыл уменьшается:

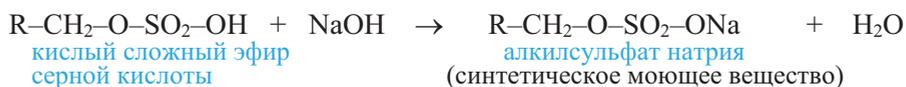
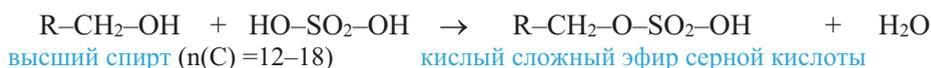


С другой стороны, образующаяся при гидролизе мыла щелочная среда, влияя на ткань, ухудшает ее качество. Поэтому в быту и на производстве, наряду с мылами, используют и *синтетические моющие вещества*, которые лишены этих недостатков.

• Синтетические моющие вещества

Синтетические моющие вещества – это натриевые соли кислых сложных эфиров, образованных высшими одноатомными спиртами и серной кислотой.

В общем виде образование синтетических моющих веществ можно представить следующими двумя уравнениями:



Обычно в молекулах высших спиртов R представляет собой углеводородный радикал предельного, ароматического и др. углеводорода, имеющий неразветвленное строение.

И з у ч и

Строение “молекулы” мыла

Какая часть пальмитат иона имеет сродство к воде, а какая – к жирам?

пальмитат ион →



Решение:

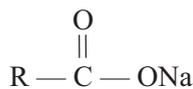
В воде “молекула” пальмитата натрия диссоциирует на пальмитат ион и ион натрия. Отрицательно заряженная карбоксильная группа пальмитат иона, притягивая полярные молекулы воды к себе, проявляет сродство к воде.

Незаряженный и неполярный углеводородный радикал (R) пальмитат иона, пытаясь удалиться от полярных молекул воды, будет стремиться к контакту с жирами, имеющими неполярное строение. Поэтому углеводородный радикал мыла имеет сродство к жирам и в процессе стирки непосредственно участвует в удалении жировых частиц с поверхности изделия.

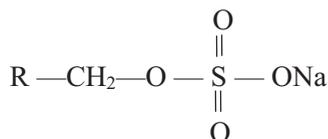
Примени

Определите гидрофильную и гидрофобную части иона додецилсульфата $[\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4]^-$, образующего синтетическое моющее вещество.

Формулы мыла и синтетических моющих веществ в общем виде можно представить следующим образом:



МЫЛО



СИНТЕТИЧЕСКОЕ МОЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО

Синтетические моющие вещества также имеют недостатки. В отличие от мыла, они после использования в природных условиях не разлагаются, оказывая тем самым вредное воздействие на окружающую среду и, в частности, приводя к уничтожению флоры и фауны.

Синтетические моющие вещества используются вместе с некоторыми добавками – стабилизаторами пен, отбеливателями и др.

• **Знаете ли вы ...** •

• **Как моют мыла.**

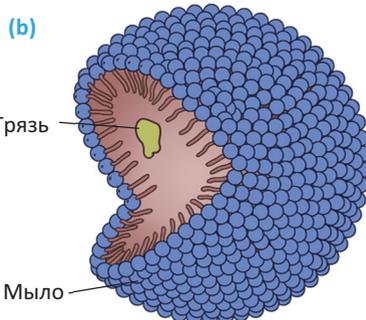
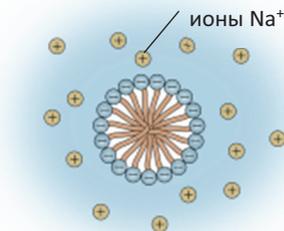
В водной среде “молекулы” мыла (напр., RCOONa) диссоциируют на ион Na^+ и анион кислотного остатка. Поскольку гидрофильные полярные карбоксильные группы аниона RCOO^- гидратируются молекулами воды, а их радикалы R являются гидрофобными, то кислотные остатки RCOO^- собираются, образуя мыльные мицеллы, как показано на схеме (a).

При стирке загрязненного изделия (ткани) углеводородный радикал мыла, проникая в загрязнение (жиры, пятна нефти), состоящее из неполярных веществ, отщепляет и “растворяет” их в себе (b). Поскольку мыльные частицы (b) смачиваются в воде, то они легко смываются при стирке водой.

- Обычно для стирки изделий из шерсти и шелка рекомендуют использовать порошки, не содержащие в своем составе соду и другие вещества с щелочными свойствами.

При стирке тканей из хлопка и льна рекомендуется применять моющие порошки, содержащие в своем составе соду, силикат натрия и полифосфат натрия, так как эти ткани устойчивы к щелочной среде.

(a) Боковой срез мыльной мицеллы в водной среде



■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Составьте уравнения реакций получения синтетического моющего вещества из гексадекана.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- В производстве ... мыл нельзя использовать соду.
- Окисление ... широко используется в производстве мыла.
- Недостатком ... является уменьшение их моющих свойств в жесткой воде.
- Недостатком синтетических моющих веществ является ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

- Что бы вы поменяли в ходе проведения урока?

■ III. Выполните задания.

A 1. Укажите, соответственно, составную часть твердых и жидких мыл.

1. $C_{15}H_{31}COONa$
2. $C_{17}H_{35}COOK$
3. $C_{12}H_{25}-CH_2OSO_2ONa$
4. $C_{17}H_{35}COONa$

2. Определите выражения, относящиеся к твердым мылам.

1. Получают по схеме $C_{17}H_{35}COOH + KOH \rightarrow$.
2. Получают по схеме $C_{15}H_{31}COOH + Na_2CO_3 \rightarrow$.
3. Имеют большую моющую способность, чем жидкие мыла.

B 3. Какие выражения относятся к жидким мылам?

1. Можно получить по схеме: растительное масло + $KOH_{p-p} \rightarrow$.
2. Можно получить по схеме: твердый жир + $KOH_{p-p} \rightarrow$.
3. Получают по схеме $C_{17}H_{35}COOH + K_2CO_3 \rightarrow$.
4. В жесткой воде не образуют осадок.

4. Составьте структурную формулу иона цетилсульфата, получаемого из цетилового спирта ($C_{15}H_{31}CH_2OH$). Укажите в формуле гидрофильный и гидрофобный концы иона.

C 5. Укажите, что верно или неверно для твердых и жидких мыл. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет (-)
Имеют одинаковую растворимость в воде		
Имеют одинаковую моющую способность		
В водном растворе образуют щелочную среду		
В воде образуют осадки с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+}		
В жесткой воде хорошо пенятся		

6. Определите верные высказывания.

Синтетическое моющее вещество ...

- натриевая соль кислого сложного эфира высшего спирта и серной кислоты
- не теряет моющего свойства в жесткой воде.
- не оказывает вредного воздействия на окружающую среду.
- может иметь состав $C_{12}H_{25}-CH_2OSO_2ONa$.
- может быть получен последовательно по схемам **a** и **b**



D 7. Составьте уравнения получения синтетического моющего вещества, исходя из цетилового спирта ($C_{15}H_{31}CH_2OH$), назовите промежуточное и конечное вещества.

8. Каким требованиям должен соответствовать спирт, с точки зрения состава и строения, для получения из него синтетического моющего вещества?

●●● После
УРОКА

Используя образец задания (вопрос 1), ответьте на вопросы, соответствующие номерам стрелок в схеме "синтетические моющие вещества", и завершите причинно-следственные связи в схеме.

- Где применяются?
- Какие моющие вещества используются?
- Какое отрицательное влияние они оказывают на людей; на изделия из тканей при стирке?
- Что предпринимают люди для устранения этого отрицательного влияния?
- Какое влияние оказывают синтетические моющие вещества на экосистему?

Синтетические
моющие
вещества



1. Карбоновые кислоты, сложные эфиры, жиры и мыла – органические соединения, содержащие –COO– группу.
2. Основность карбоновой кислоты определяется числом карбоксильных групп в ее молекуле.
3. Предельные одноосновные карбоновые кислоты образуют межклассовую изомерию со сложными эфирами.
4. Уксусную кислоту получают каталитическим окислением уксусного альдегида и бутана.
5. В промышленности муравьиную кислоту получают каталитическим окислением метана.
6. В промышленности высшие карбоновые кислоты получают каталитическим окислением алканов, содержащих в молекуле 28–36 атомов углерода.
7. Более высокая температура кипения предельных одноосновных карбоновых кислот, по сравнению со спиртами с тем же числом атомов углерода, обусловлена более прочными водородными связями в случае кислот.
8. Первые представители ряда предельных карбоновых кислот с водой смешиваются в любых соотношениях, так как их молекулы образуют водородные связи с молекулами воды.
9. Акриловая кислота – непредельная, бензойная кислота – ароматическая кислота.
10. Первые представители карбоновых кислот являются слабыми электролитами; их растворы окрашивают синюю лакмусовую бумагу в красный цвет.
11. Соли уксусной кислоты называются ацетатами, муравьиной – формиатами.
12. Муравьиная кислота – самая сильная в гомологическом ряду, и, в отличие от других членов ряда, вступает в реакцию “серебряного зеркала”.
13. Пальмитиновая, стеариновая и олеиновая кислоты – высшие жирные кислоты.
14. Высшие жирные кислоты с глицерином образуют сложные эфиры.
15. Натриевые соли пальмитиновой и стеариновой кислот – основная составная часть твердого мыла, калиевые соли – жидкого мыла.
16. Непредельные жирные кислоты плавятся при более низкой температуре, чем предельные жирные кислоты с тем же числом атомов углерода.
17. Щавелевая и терефталевая кислоты – двухосновные кислоты.
18. Реакция этерификации – обратимая реакция.
19. Важнейшее химическое свойство сложных эфиров – гидролиз.
20. Жиры – сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот.
21. Животные жиры – обычно твердые вещества, растительные жиры, в основном – жидкие вещества.
22. Омыление – гидролиз жиров в присутствии щелочи (или соды).
23. Гидрирование растительных масел используется в производстве маргарина.
24. Синтетические моющие вещества – это натриевые соли кислых сложных эфиров высших одноатомных спиртов с серной кислотой.

1. Составьте молекулярную и структурную формулы пропионовой и масляной кислот.

2. Назовите кислоты и определите число π-связей в каждой молекуле.

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. $C_{15}H_{31}COOH$ | 2. $C_{17}H_{29}COOH$ |
| 3. $C_{17}H_{35}COOH$ | 4. $C_{17}H_{33}COOH$ |

3. Расположите кислоты в ряд по возрастанию их температур плавления.

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. $C_{15}H_{31}COOH$ | 2. $C_{17}H_{31}COOH$ |
| 3. $C_{17}H_{35}COOH$ | 4. $C_{17}H_{33}COOH$ |

4. Нарисуйте три возможные схемы образования водородных связей между молекулами муравьиной кислоты и воды.

5. Расположите кислоты в ряд по возрастанию их кислотных свойств.

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. CFH_2COOH | 2. CH_3COOH |
| 3. $CClH_2COOH$ | 4. $CBrH_2COOH$ |
| 5. ClH_2COOH | |

6. Составьте уравнения реакций получения угарного газа из формиата натрия.

7. Завершите схемы и назовите органические продукты реакций.

- $C_{15}H_{31}COOH + NaOH \rightarrow$
- $C_{17}H_{33}COOH + Na_2CO_3 \rightarrow$
- $C_{15}H_{31}COOH + C_2H_5OH \xrightarrow{t, H_2SO_4} \rightarrow$
- $CH_2=CHCOOH + CH_3OH \xrightarrow{t, H_2SO_4} \rightarrow$

8. Что верно для приведенных сложных эфиров?

- Вступает в реакцию гидролиза
- В кислой среде вступает в обратимую реакцию
- В щелочной среде вступает в необратимую реакцию
- Растворяется в воде
- Кипит при более низкой температуре, чем этанол.



9. Назовите реакции и продукты реакций.

- пальмитиновый триглицерид + $H_2O \rightarrow$
- олеиновый триглицерид + $H_2O \rightarrow$
- стеариновый триглицерид + $NaOH_{p.p.} \rightarrow$
- олеиновый триглицерид + $H_2 \xrightarrow{t, \text{кат.}} \rightarrow$

10. Укажите вещества, используемые в производстве моющего вещества.

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. NaOH | |
| 2. H_2SO_4 | |
| 3. KOH | Твердое мыло $\underline{\hspace{1cm}}$ |
| 4. Na_2CO_3 | Жидкое мыло $\underline{\hspace{1cm}}$ |
| 5. $C_{15}H_{31}CH_2OH$ | Синтетическое моющее вещество $\underline{\hspace{1cm}}$ |
| 6. $C_{15}H_{31}COOH$ | |



ЧАСТЬ I

КИСЛОРОД-
СОДЕРЖАЩИЕ
ОРГАНИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ

глава

4

УГЛЕВОДЫ (САХАРИДЫ)

4.1. Моносахариды

4.1.1. Глюкоза: строение и физические свойства

4.1.2. Глюкоза: химические свойства и применение

4.1.3. Фруктоза, рибоза и дезоксирибоза

4.2. Дисахариды. Сахароза

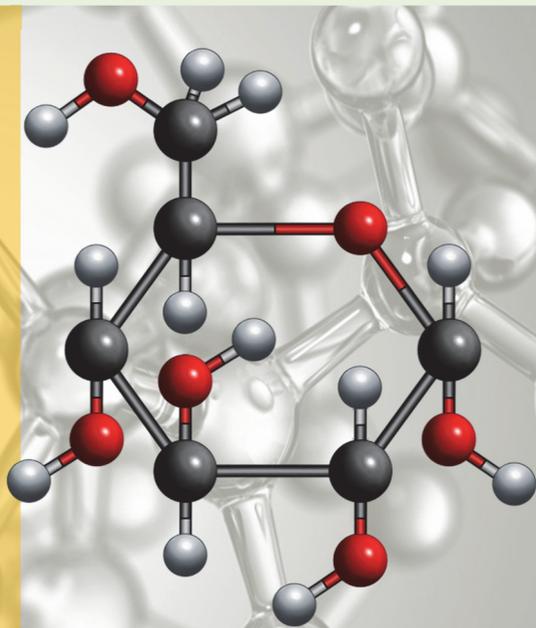
4.3. Полисахариды

4.3.1. Крахмал

4.3.2. Целлюлоза

Практическая работа-2. Химические свойства карбоновых кислот, сложных эфиров, моющих веществ и углеводов

- углеводы
- моносахариды
- дисахариды
- полисахариды
- глюкоза
- таутомерия
- альдегидоспирт
- сорбит
- глюконовая кислота
- гликозидная группа
- фруктоза
- галактоза
- рибоза
- дезоксирибоза
- сахароза
- мальтоза
- лактоза
- крахмал
- гликоген
- амилоза
- амилопектин
- целлюлоза
- пироксилин
- ацетатный шелк
- вискозный шелк



Углеводы являются широко распространенными веществами, особенно в растительном мире. 80% сухого вещества растений приходится на долю углеводов, в то время как в животных организмах их содержится около 2% сухой массы.

В организме человека углеводы выполняют прежде всего энергетическую функцию: при окислении глюкозы выделяется необходимая для жизнедеятельности организма энергия. Глюкоза образуется в организме при гидролизе дисахаридов и крахмала. Кроме того, галактоза и фруктоза также превращаются (в печени) в глюкозу. Поэтому в крови из моносахаридов содержится только глюкоза (около 0,1%). 60% глюкозы в крови расходуется на деятельность головного мозга человека. Считается, что содержание крахмала в пище древних людей способствовало развитию мышления, что и привело к эволюции.

В промышленности превращения углеводов лежат в основе процессов брожения, химического превращения древесины, изготовления тканей и бумаги.

В настоящее время большой интерес к углеводам связан с возможностью синтеза искусственных полимеров на основе крахмала и целлюлозы, которые после использования легко разлагаются микроорганизмами в природных условиях, не загрязняя окружающую среду.

Вспомните изученное в IX классе и выполните задания

1. Объясните значение слова “углеводы”.
2. Какие общие формулы выражают состав углеводов ($n \geq 3$)?
 - a. $C_nH_{2m}O_m$
 - b. $C_nH_{2n}O_2$
 - c. $C_n(H_2O)_m$
 - d. $C_nH_{2n}O_3$
3. В чем заключается особенность процесса образования углеводов в природе?
4. Определите моносахариды.
 - a. сахароза
 - b. фруктоза
 - c. крахмал
 - d. глюкоза
5. Определите основные составные компоненты мёда и обычного сахарного песка.
 - a. сахароза
 - b. фруктоза
 - c. дезоксирибоза
 - d. глюкоза

Мёд ____ Сахарный песок ____
6. Определите углеводы, подвергающиеся гидролизу.
 - a. моносахариды
 - b. дисахариды
 - c. полисахариды
7. С помощью какого вещества определяют крахмал?
8. Укажите основной компонент древесины.
 - a. белок
 - b. крахмал
 - c. целлюлоза
 - d. гликоген

глава 4

УГЛЕВОДЫ (САХАРИДЫ)

• “Углевод” – означает “гидратированный углерод” (гидрат углерода).

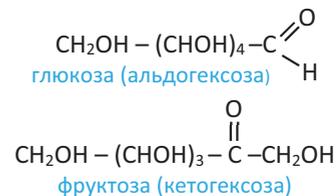
Углеводы – это органические вещества, содержащие гидроксильные группы, а также альдегидную или карбонильную группу. Название *углеводы* связано с тем, что первые изученные их представители по составу, как бы соответствовали соединениям углерода и воды – $C_n(H_2O)_m$ (n и $m \geq 3$). Однако, впоследствии стало известно, что существуют и углеводы, которые по составу не отвечают этой формуле, но по свойствам относятся к этому классу веществ, например, $C_6H_{12}O_5$ – рамноза, $C_5H_{10}O_4$ – дезоксирибоза и др. Несмотря на это, название “углеводы” все еще сохранилось за ними.

Углеводы подразделяют на *моносахариды*, *дисахариды* и *полисахариды*:



Моносахариды, содержащие альдегидную группу, называются **альдозами**, кетонную группу – **кетозами**.

По числу атомов углерода в молекуле моносахариды подразделяются на триозы ($n = 3$), тетрозы ($n = 4$), пентозы ($n = 5$), гексозы ($n = 6$) и т.д.; например, глюкоза – это альдогексоза, а фруктоза – кетогексоза:



• Знаете ли вы ... •

- Несмотря на то, что формулы формальдегида (CH_2O), уксусной кислоты [$\text{C}_2(\text{H}_2\text{O})_2$] и некоторых других органических соединений соответствуют формуле $C_n(\text{H}_2\text{O})_m$, однако по ряду свойств они отличаются от углеводов.
- Saccharum – с латинского означает “сахарный тростник”.

Рибоза [$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$] и дезоксирибоза [$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$] относятся к пентозам.

4.1. МОНОСАХАРИДЫ

4.1.1. Глюкоза: строение и физические свойства

• вспомните пройденное •

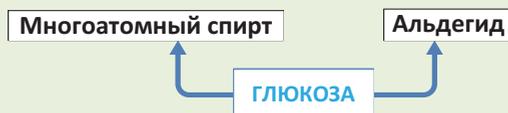
- Какие группы являются функциональными группами спиртов и альдегидов?
- Какие свойства проявляют вещества, содержащие эти функциональные группы?

Примерно половина энергии, необходимой для деятельности человека, производится за счет превращений глюкозы, растворенной в крови.



- В какую реакцию вступает глюкоза в ходе этого превращения?
- Каким путем восстанавливается содержание глюкозы в крови при ее уменьшении?

Деятельность • **Строение и физические свойства глюкозы.** Сопоставьте глюкозу с приведенными на схеме веществами и определите их общие особенности.

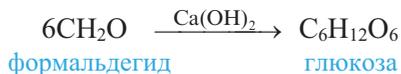


Обсудите: – Как можно связать твердое агрегатное состояние и хорошую растворимость глюкозы в воде с ее строением?

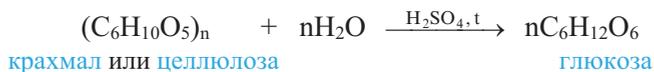
В природе глюкоза содержится в виноградном соке, меде, спелых фруктах и ягодах. В организме человека глюкоза, наряду с мышцами, содержится в крови (около 0,1%) и в меньшем количестве во всех тканях. Образуется при фотосинтезе растений:



Получение. Глюкоза впервые была синтезирована из формальдегида (А.Бутлеров, 1861):



В промышленности глюкозу получают гидролизом крахмала или целлюлозы:

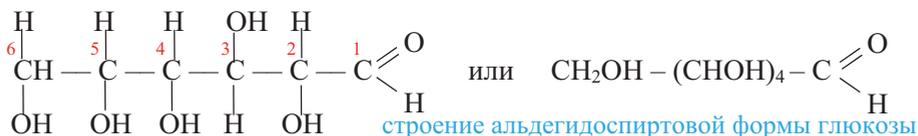


Примечание. В нашей республике глюкозу получают из промежуточных продуктов обработки кукурузы на Огузском заводе по производству глюкозы.

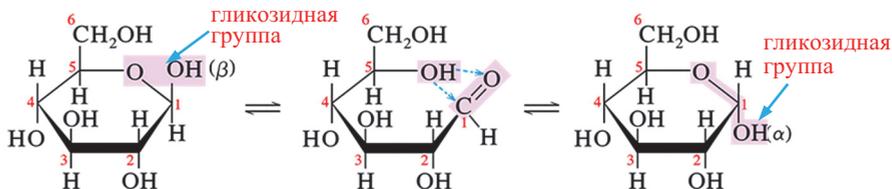
Изомерия. Глюкоза имеет несколько изомеров. Два из них называются *фруктозой* и *галактозой*.

Физические свойства. Глюкоза – белое кристаллическое вещество со сладким вкусом, хорошо растворимое в воде и малорастворимое в спирте. Из водного раствора она выделяется в виде кристаллогидрата $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Строение. Молекула глюкозы в водном растворе существует в трех изомерных формах – *пятиатомного альдегидоспирта* и в двух циклических – α - и β -формах. В неразветвленной углеродной цепи молекулы альдегидоспиртовой формы содержится 5 –ОН и одна альдегидная группы:



В каждой из циклических форм глюкозы также содержится 5 –ОН групп, но альдегидная группа отсутствует:



в водном растворе:	β -циклическая форма ($\approx 63\%$)	альдегидоспиртовая форма ($\approx 0,1\%$)	α -циклическая форма ($\approx 37\%$)
--------------------	--	---	---

- Альдегидоспиртовая и две циклические формы молекулы глюкозы (атомы углерода кольца не показаны)

В водном растворе глюкозы альдегидоспиртовая форма присутствует в очень малом количестве ($\approx 0,1\%$). В α -циклической форме –ОН группы, связанные с C_1 и C_2 атомами углерода, расположены по одну сторону цикла молекулы, а в β -форме – по обе стороны цикла.

В кристаллическом состоянии глюкоза находится в α -циклической форме. В водном же растворе она существует, в основном, в α - и β -формах, которые посредством альдегидоспиртовой формы с большой скоростью превращаются друг в друга.

Процесс взаимного превращения α - и β -форм глюкозы называется *таутомерией*, α - и β -формы – *таутомерами*. В растворах таутомеры находятся в динамическом равновесии.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Объясните процесс превращения альдегидоспиртовой формы глюкозы в циклическую форму.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Так как глюкоза не подвергается гидролизу, то она относится к ...
- Глюкоза относится к альдогексозам, так как ...
- В молекуле глюкозы содержится ..., поэтому она – многоатомный альдегидоспирт.

4.1.2. Глюкоза: химические свойства и применение

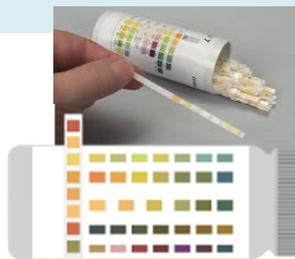
• Вспомните пройденное •

- Как можно определить многоатомные спирты?
- Какие реакции характерны для альдегидов?

Одной из наиболее частых процедур в биохимических лабораториях является определение глюкозы в крови, моче или в других биологических жидкостях. С этой целью используется фермент *глюкозооксидаза*.



– Какая группа молекулы глюкозы участвует в этом тесте и в какую реакцию глюкоза вступает в ходе реакции?



Деятельность • Строение молекулы глюкозы и ее химические свойства.

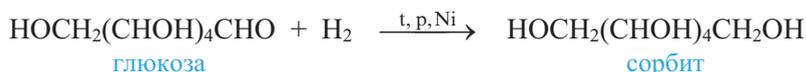
Учитывая строение молекулы глюкозы, укажите, что верно или неверно для нее.

Глюкоза	Да (+)	Нет (-)
С гидроксидом меди(II) образует ярко-синий раствор.		
Вступает в реакцию “серебряного зеркала”.		
Образует осадок красного цвета при нагревании с $\text{Cu}(\text{OH})_2$.		
При восстановлении с водородом образует спирт.		

Обсудите: Почему глюкоза, несмотря на то, что в растворе находится в основном в циклической форме, легко вступает в реакции, характерные для альдегидов?

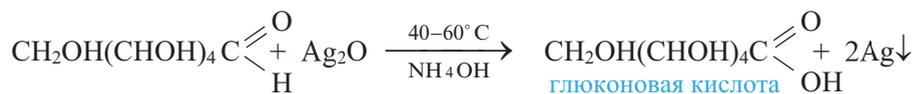
Реакции альдегидной группы глюкозы

Восстановление глюкозы. В присутствии катализатора глюкоза восстанавливается водородом, образуя шестиатомный спирт – *сорбит*:



- **Знаете ли вы ...** • Сладость сорбита составляет 60% сладости обычного сахара; сорбит используют в качестве сахарозаменителя для больных диабетом.

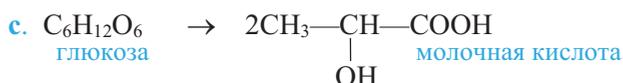
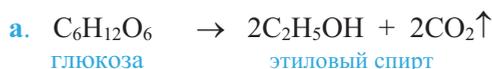
Окисление глюкозы. Глюкоза при действии оксида серебра (I) и при слабом нагревании с гидроксидом меди (II) окисляется в *глюконовую кислоту*. Обе реакции подтверждают наличие альдегидной группы в молекуле глюкозы:



Поскольку в этих реакциях углевод восстанавливает окислитель, то подобные углеводы называют *восстанавливающими сахарами*.

Специфические свойства глюкозы

Под действием ферментов глюкоза подвергается *спиртовому (а)*, *масляно-кислому (б)* и *молочнокислому (в)* брожению:



Применение. Глюкоза – легкоусвояемое питательное вещество. Поэтому в медицине ее используют при консервации крови, а также как средство для укрепления организма. Она используется в текстильной промышленности при нанесении узоров на ткани, в кондитерской промышленности, а также при синтезе витамина С (аскорбиновой кислоты). На практике брожением глюкозы получают этиловый спирт (**а**).

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Вещество состава $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$ и молярной массой 180 г/моль вступает в реакцию “серебряного зеркала”. Учитывая это, определите число первичных и вторичных спиртовых групп (в отдельности) в альдегидспиртовой форме углевода.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- В названии органического соединения окончание “-аль” означает принадлежность вещества к ..., а окончание “-оза” – к ...
- Большое количество энергии, выделяемое в результате окисления глюкозы в организме, не вызывает осложнения, так как ...
- Глюкоза с гидроксидом меди(II) реагирует двояко потому, что...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Какие навыки вы приобрели, усвоив данную тему?

■ III. Выполните задания.

A 1. Химические свойства каких классов органических соединений проявляет глюкоза?

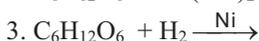
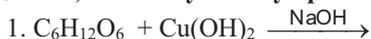
1. карбоновых кислот 2. альдегидов 3. кетонов 4. спиртов

2. С какими веществами взаимодействует глюкоза?

1. гидроксид меди(II) 2. водород 3. глюкоза 4. натрий

B 3. При брожении глюкозы выделилось 67,2 л (н.у.) диоксида углерода. Вычислите массу (г) образовавшегося этилового спирта. $M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46$.

4. Завершите схемы реакций образования сорбита и глюконовой кислоты и определите, к какому классу органических соединений они относятся.



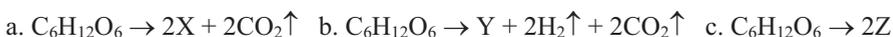
С 5. Укажите, что верно или неверно для глюкозы. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет (-)
С уксусным ангидридом образует сложный эфир		
С гидроксидом меди(II) реагирует только по альдегидной группе		
При гидрировании образует шестиатомный предельный спирт		
Вступает в реакцию “серебряного зеркала” с участием –ОН группы		

6. С помощью каких веществ можно отличить глюкозу от глицерина?

1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 3. Cu_2O 4. Ag_2O 5. H_2SO_4

Д 7. Завершите схемы реакций брожения и назовите вещества X, Y и Z.



8. Составьте уравнения превращений.



●●● После УРОКА Подготовьте реферат на тему “Определение глюкозы в биологических жидкостях”.

4.1.3. Фруктоза, рибоза и дезоксирибоза

• Вспомните пройденное •

- Вступают ли кетоны в реакцию “серебряного зеркала”?
- Какой класс веществ образуется при восстановлении альдегидов водородом?

Фруктоза, называемая также и плодовым сахаром, является уникальным питательным веществом, которое может принимать любой из нас. В отличие от глюкозы, фруктоза медленно всасывается в кишечнике, однако быстро расщепляется. В это время выделяется много энергии.



– Почему люди, употребляющие фруктозу длительное время, чувствуют себя бодрыми?

Деятельность • **Химические свойства фруктозы.** Учитывая химические свойства глюкозы и строение молекулы фруктозы, отметьте на схеме знаком “+” те реакции, в которые вступает фруктоза.

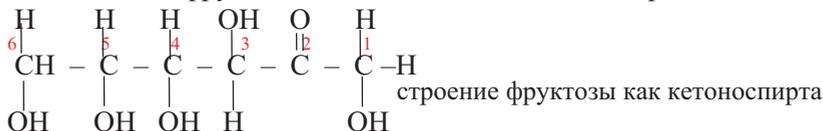


Обсудите: – Как отражается строение фруктозы в ее химических свойствах?

А Фруктоза

Фруктоза ($C_6H_{12}O_6$; *плодовый сахар*), являясь изомером глюкозы, вместе с ней встречается в сладких фруктах. Она слаще сахарозы в 1,5 раза и глюкозы в 3 раза. Большая сладость меда связана с присутствием в его составе фруктозы.

В отличие от глюкозы, фруктоза – *пятиатомный кетоноспирт*:



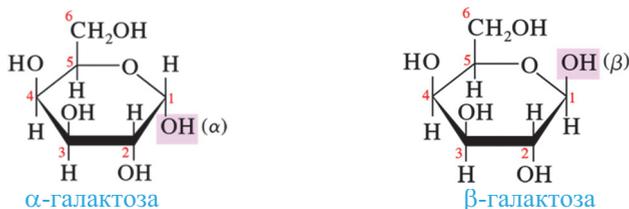
В растворе фруктоза также существует в циклических α - и β -формах:



Как и многоатомные спирты, она реагирует с активными металлами, основаниями [$\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и др.], образуя сахараты типа алколюлятов, а с кислородсодержащими кислотами – сложные эфиры. Поскольку в ее составе нет альдегидной группы, она, в отличие от глюкозы, не реагирует с оксидом серебра(I) и гидроксидом меди(II).

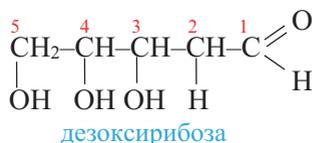
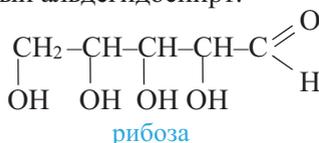
- Под действием сильных окислителей фруктоза окисляется, образуя щавелевую и винную кислоты.

Другой изомер глюкозы называют *галактозой*. Она отличается от глюкозы только по расположению в пространстве атома H и $-\text{OH}$ группы при четвертом атоме углерода (^4C) цикла:



В Рибоза и дезоксирибоза

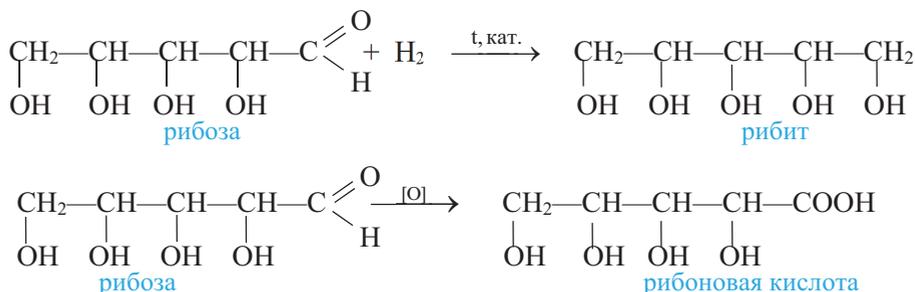
Рибоза ($C_5H_{10}O_5$) и дезоксирибоза ($C_5H_{10}O_4$) – представители пентоз. В альдегидспиртовой форме рибоза – четырехатомный, а дезоксирибоза – пятиатомный альдегидоспирт.



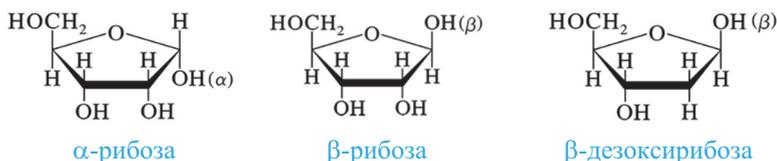
В молекуле дезоксирибозы у 2-го атома углерода вместо –ОН группы расположен атом водорода. По этой причине состав дезоксирибозы (C₅H₁₀O₄) не соответствует общей формуле углеводов – C_n(H₂O)_m.

Как многоатомные альдегидспирты, рибоза и дезоксирибоза окисляются по реакции “серебряного зеркала” и под действием гидроксида меди(II) восстанавливаются водородом, с гидроксидом меди(II) также образуют сахарацы ярко-синего цвета, а с карбоновыми кислотами – сложные эфиры.

При восстановлении рибозы водородом образуется пятиатомный спирт – *рибит*, а при окислении – *рибовая кислота*:



Рибоза входит в состав рибонуклеиновых кислот (РНК), а дезоксирибоза – дезоксирибонуклеиновых кислот (ДНК). В составе нуклеиновых кислот рибоза и дезоксирибоза находятся в β-циклической форме.



Азиз Санджар (1946)
Американский химик турецкого происхождения

Выдающийся ученый в 2015 г. за исследования в области “Механизмы восстановления ДНК” удостоен Нобелевской премии.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Объясните превращение кетонспиртовой формы фруктозы в циклическую форму.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- В молекуле дезоксирибозы имеется 5 атомов углерода, поэтому она относится к ... Атомность фруктозы, рибозы и дезоксирибозы возрастает в ряду ..., так как...
- Из-за отсутствия в молекуле фруктозы ... она не является восстанавливающим углеводом.

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– С кем из товарищей было интереснее выполнять задание?

■ III. Выполните задания.

A 1. Что относится к фруктозе и рибозе?

1. альдоза 2. пентоза 3. кетоза
4. виноградный сахар 5. гексоза

фруктоза ___ рибоза ___

2. С помощью каких веществ можно отличить фруктозу от глюкозы?

1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 3. Cu_2O
4. Ag_2O 5. H_2SO_4

B

3. Укажите выражения, относящиеся к галактозе.

1. изомер глюкозы
2. изомер фруктозы
3. в растворе содержит альдегидную группу
4. шестиатомный кетонспирт

4. Где больше массовая доля углерода – в рибоновой кислоте или рибите?

C

5. Укажите, что верно или неверно для фруктозы. Обоснуйте ответы.

	Да(+)/Нет(-)
В растворе существует только в одной форме.	
В открытой форме является шестиатомным кетонспиртом.	
Простейшая формула CH_2O .	
С $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образует раствор ярко-синего цвета.	
Ее M_r в два раза меньше M_r сахарозы.	

6. Укажите, что верно или неверно и для рибозы, и для дезоксирибозы. Обоснуйте ответы.

	Да(+)/Нет(-)
В обеих молекулах отношение $m_C:m_H:m_O$ одинаковое.	
Существуют в альдегидспиртовой и циклических формах.	
С $\text{Cu}(\text{OH})_2$ образуют растворы ярко-синего цвета.	
Вступают в реакцию “серебряного зеркала”.	
В открытой форме имеют строение кетонспирта.	

D

7. В чем состоит различие в строении молекул глюкозы и галактозы? Возможно ли превращение галактозы в глюкозу в организме человека? Если возможно, то как это можно представить?

8. Установите простейшую и молекулярную формулы вещества, содержащего 40% С, 53,3% О и 6,7% Н. Зная, что в молекуле содержится 2 первичные спиртовые группы, составьте ее структурную формулу.
 $M_r(\text{вещества}) = 180$.



Используя различные источники, подготовьте реферат о жизни и творчестве лауреата Нобелевской премии Азиза Санджара.

4.2. ДИСАХАРИДЫ. САХАРОЗА

• вспомните пройденное •

- Чем отличаются молекулы глюкозы и фруктозы по строению друг от друга?
- Какая –ОН группа циклической формы глюкозы отличается от других?

Свекла, предназначенная для корма животных, содержит 1,3% сахарозы, и поэтому для производства сахара невыгодна.

Еще в 1747 г. в Европе для удовлетворения потребности в сахаре селекционеры начали создавать новые сорта свеклы, содержащей много сахара. Выращиваемая в настоящее время сахарная свекла содержит более 20% сахарозы.



– Что объединяет сахарную свеклу, ростки пшеницы и молоко?



Деятельность • Строение дисахаридов. Составьте уравнения гидролиза дисахаридов на основе таблицы, отражающей их состав.

Дисахарид \ Остаток моносахарида	Сахароза	Лактоза	Мальтоза
Остаток глюкозы	+	+	+
Остаток фруктозы	+	–	–
Остаток галактозы	–	+	–

Обсудите:

- Почему в молекуле моносахарида гликозидная –ОН группа активнее, чем другие?
- Какой особенностью строения молекул лактозы и мальтозы можно объяснить то, что они, в отличие от сахарозы, вступают в реакцию “серебряного зеркала”?

В молекулах *сахарозы*, *мальтозы* и *лактозы* два остатка моносахаридов соединены друг с другом *гликозидной связью*.

Нахождение в природе. Сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$) содержится в основном в соке сахарной свеклы (12–20%) и сахарного тростника (14–26%). Поэтому ее называют также *свекловичным сахаром* и *тростниковым сахаром*. Она содержится также в спелых плодах многих фруктов и овощей.

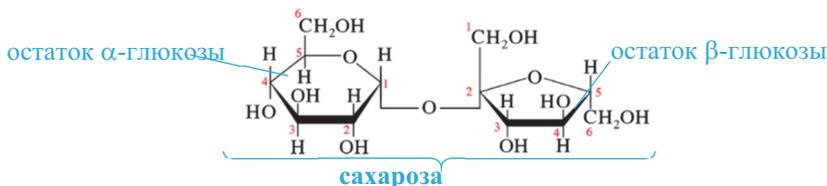
Получение. Сахарозу выделяют из сахарного тростника и сахарной свеклы. Для этого свеклу мелко нарезают и обрабатывают горячей водой. При этом сахароза из состава свеклы растворяется и переходит в раствор. В раствор, наряду с сахарозой, переходят также и различные органические кислоты, белки и красящие вещества. Для осаждения этих примесей раствор обрабатывают известковым молоком. При этом сахароза с гидроксидом кальция образует сахарат кальция состава $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO \cdot 2H_2O$, растворимый в воде (1). Далее для осаждения избытка гидроксида кальция из раствора и кальция, содержащегося в составе сахарата кальция, в раствор пропускают углекислый газ (2,3):

- $C_{12}H_{22}O_{11} + Ca(OH)_2 + H_2O \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO \cdot 2H_2O$
сахарат кальция
- $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO \cdot 2H_2O + CO_2 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$
- $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$

Путем фильтрации раствор отделяют от осадка, в условиях вакуума испаряют воду и содержащуюся в нем сахарозу выделяют методом кристаллизации. Если сахароза недостаточно чиста, ее заново растворяют в воде, раствор пропускают через активированный уголь, испаряют и повторно кристаллизуют. После кристаллизации содержание сахара в растворе может достигать 50%. Такой раствор называют *мелассой*. Меласса используется в производстве этанола, лимонной кислоты, молочной кислоты и др.

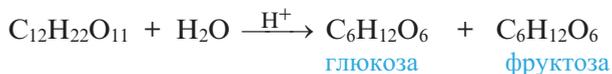
Примечание. В нашей республике, на Имишлинском сахарном заводе сахарозу получают из сахарной свеклы.

Строение. Молекула сахарозы состоит из остатков α -глюкозы и β -фруктозы. В образовании молекулы сахарозы участвуют гликозидные $-\text{OH}$ группы каждого моносахарида, в результате чего глюкоза и фруктоза, выделяя 1 молекулу воды, соединяются друг с другом посредством кислородного мостика:

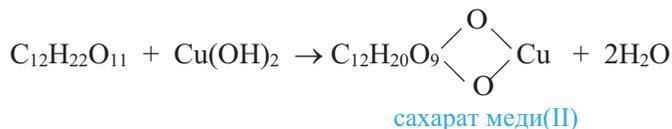


Физические свойства. Сахароза (*обычный сахар*) – белое кристаллическое вещество, намного слаще чем глюкоза, в воде хорошо растворяется; плавится при температуре, равной 160°C .

Химические свойства. Сахароза в присутствии ионов H^+ подвергается гидролизу, образуя глюкозу и фруктозу:

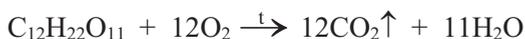


Как многоатомный спирт, сахароза с активными металлами и гидроксидами металлов $[(\text{Ca}(\text{OH})_2, \text{Cu}(\text{OH})_2)]$ образует *сахараты*; например, с гидроксидом меди(II) образует ярко-синий раствор сахарата меди(II):



Поскольку в ее молекуле отсутствует альдегидная группа, она не окисляется по реакции “серебряного зеркала” и гидроксидом меди(II) (т.е. она их не восстанавливает).

При горении сахарозы образуются углекислый газ и вода:



• Мальтоза и лактоза

Мальтоза и лактоза – изомеры сахарозы.

2. Какой дополнительный продукт образуется в производстве сахарозы?

1. меласса 2. мальтоза 3. уксусная кислота

В 3. Завершите схемы реакций, протекающих в процессе выделения сахарозы из сахарной свеклы.

- a. $C_{12}H_{22}O_{11} + Ca(OH)_2 + H_2O \rightarrow \dots$
 b. органические кислоты + $Ca(OH)_2 \rightarrow \dots \downarrow$ + ...
 c. $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO \cdot 2H_2O + CO_2 \rightarrow \dots$ + $\dots \downarrow$ + $2H_2O$
 d. $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow \dots \downarrow$ + ...

4. Сколько кг сахарозы было подвергнуто гидролизу, если было получено 90 кг смеси моносахаридов. $M_r(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342$, $M_r(C_6H_{12}O_6) = 180$.

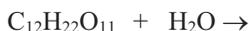
С 5. Укажите, что верно или неверно для сахарозы. Обоснуйте ответы.

	Да(+)/Нет(-)
Состоит из молекул двух моносахаридов.	
Простейшая формула CH_2O .	
M_r можно вычислить выражением $M_r(\text{глюкоза}) + M_r(\text{фруктоза})$.	
При гидролизе образует две молекулы глюкозы.	
В водном растворе очень мало ее альдегидспиртовой формы.	

6. Установите соответствие между дисахаридами и остатками моносахаридов.

1. остаток α -глюкозы 2. остаток β -галактозы 3. остаток β -фруктозы
 сахароза _____ мальтоза _____ лактоза _____

Д 7. Завершите схему гидролиза сахарозы и определите массовые отношения реагентов и продуктов реакции.



8. Укажите области применения сахарозы в форме кластера.

●●● После
УРОКА

Выразите понятия, относящиеся к углеводам. Их особенности представьте в виде цепи аналогий.

Вопрос:	Ответ:
• Какое вещество сахароза?	• Белое кристаллическое вещество
• Какое еще вещество белое кристаллическое?	...
• Какое вещество глюкоза?	• Сладкое на вкус
• Какое кристаллическое вещество также сладкое?	...
• ... Продолжай...	...

Название вещества:
сахароза

Свойство:
белые кристаллы

Другое вещество с аналогичным свойством: ...

Другое свойство:
...

4.3. ПОЛИСАХАРИДЫ

4.3.1. Крахмал

• Вспомните пройденное •

- Можно ли рассматривать молекулу мальтозы как димер α -глюкозы?
- Какой биополимер – продукт поликонденсации α -глюкозы – вам известен?

В процессе созревания фруктов содержание крахмала в нем, как правило, уменьшается; например, в незрелых бананах содержание крахмала – 18%, а в зрелых – 2%, в незрелом яблоке – 4–5%, а в зрелом – 1%.



– Чем объясните уменьшение содержания крахмала во фруктах в процессе их созревания?

Деятельность • **Состав и строение макромолекулы крахмала.** На основе структурной единицы крахмала заполните таблицу.

	Ответ
Название моносахарида, образующего макромолекулу	
Форма остатка моносахарида в макромолекуле (α/β)	
Номера атомов углерода, –ОН группы которых участвуют в образовании кислородного мостика	
Молекулярная формула крахмала с указанием числа –ОН групп в структурной единице	



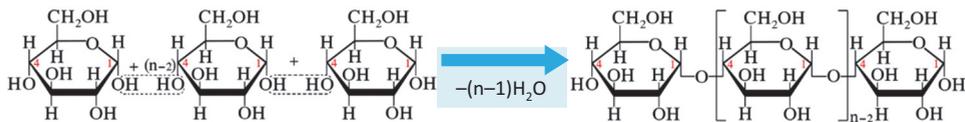
Обсудите: – Как могут участвовать –ОН группы структурных единиц в образовании разветвленных макромолекул крахмала?

Крахмал $[(C_6H_{10}O_5)_n]$ и *целлюлоза* в растительном мире широко распространенные полисахариды. Молекулы крахмала, целлюлозы, а также полисахарида гликогена состоят из большого числа остатков глюкозы, соединенных между собой гликозидной связью.

Крахмал накапливается в картофеле ($\approx 20\%$), пшенице ($\approx 70\%$), рисе ($\approx 80\%$) и в корнях растений.

Получение. Крахмал получают в основном из картофеля, риса и кукурузы. С этой целью из размельченного продукта крахмал вымывается на сите водой. Из суспензии крахмала, прошедшей через сито в виде “картофельного молока”, крахмал осаждают методом отстаивания, раствор фильтруют и оставшийся крахмал высушивают.

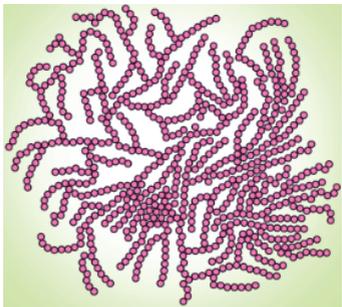
Строение. Крахмал – природный полимер состава $(C_6H_{10}O_5)_n$, состоящий из остатков α -глюкозы. Его макромолекула образуется в результате реакции поликонденсации продукта фотосинтеза – α -глюкозы (а):



(а) получение крахмала неразветвленного строения (амилозы) поликонденсацией α -глюкозы

Применение. Крахмал, как питательный продукт, удовлетворяет потребность человека в углеводах. В организме в результате гидролиза крахмала (точнее, продуктов его частичного гидролиза – декстринов) образуется глюкоза. Часть глюкозы усваивается организмом, а избыток ее превращается в *гликоген* (животный крахмал) и откладывается в печени как резервное вещество.

Из крахмала получают декстрины, *патоку* (смесь декстринов с глюкозой), используемые в производстве карамельных изделий, а также глюкозу и этанол. Он используется для приготовления клея, накрахмаливания белья, в бумажной и полиграфической промышленности. На его основе приготавливают антибиотики, витамины, присыпки, капсулы для лекарств и др.



(e) Макромолекула гликогена

• Гликоген

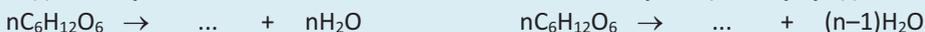
В отличие от крахмала – резервного полисахарида растений, гликоген (e) – резервное вещество для организма животных и человека. По составу он одинаков с крахмалом: $(C_6H_{10}O_5)_n$. Однако макромолекулы гликогена имеют большую относительную молекулярную массу и более разветвленное строение.

В организме нормально развитого человека содержится около 350 г гликогена, равномерно распределенного в мышцах и печени. При возникновении потребности организма в глюкозе гликоген подвергается гидролизу, образуя глюкозу.

• **Знаете ли вы...** • При термической обработке картофеля и хлеба химические превращения, происходящие с крахмалом, придают продуктам обработки больший вкус, а продукты превращения еще легче подвергаются гидролизу.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Назовите реакцию, схемы которой приведены ниже. Учитывая коэффициент воды, завершите обе схемы и отметьте значение этой реакции в природе.



■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Молекула гликогена, в отличие от молекулы крахмала, имеет...
- Крахмал – невосстанавливающий углевод, потому что ...
- При выпечке хлеба образуются декстрины, так как в ходе процесса ...
- Структурная единица макромолекулы крахмала состоит из ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Какие жизненные навыки вы приобрели при изучении этой темы?

■ III. Выполните задания.

A 1. Что имеет отношение к процессу образования крахмала в природе?

1. фотосинтез
2. каталитический процесс
3. реакция поликонденсации
4. экзотермический процесс
5. угарный газ
6. вода
7. оксид углерода(IV)

2. Определите природные продукты, содержащие крахмал.

1. картофель 2. пшеница 3. хлопок 4. рис 5. древесина

В 3. Сколько кг этанола можно получить из 1 тонны пшеницы, содержащей 64,8% крахмала? Потеря спирта в производстве составляет 25%.

$M_r(C_2H_5OH) = 46$, $M_r(\text{крахмал}) = 162n$.

4. Какие вещества образуются при ступенчатом гидролизе крахмала?

1. фруктоза 2. декстрины 3. глюкоза 4. мальтоза 5. сахароза

С 5. Укажите, что верно или неверно для крахмала. Обоснуйте ответы.

	Да(+)/Нет (-)
Состоит из остатков β -глюкозы.	
Химическая формула $(C_6H_{12}O_6)_n$.	
M_r крахмала можно вычислить выражением $180 \cdot n$	
M_r крахмала можно вычислить выражением $(12 \cdot 6n + 18 \cdot 5n)$	
Имеет зернистое строение.	

6. Определите выражения, относящиеся к гликогену.

- По элементному составу отличается от крахмала.
- Резервное вещество организма человека.
- Называют животным крахмалом.
- Имеет более разветвленное строение, чем крахмал.
- В основном накапливается в желудке и кишечнике.

D 7. Укажите общие и отличительные особенности в строении макромолекул амилозы и амилопектина.

8. Составьте уравнения превращений.

крахмал \rightarrow декстрины \rightarrow мальтоза \rightarrow глюкоза \rightarrow этанол \rightarrow этилацетат \rightarrow ацетат натрия

●●● После
УРОКА

Подготовьте презентацию по теме "Состав, строение и физические свойства крахмала".

4.3.2. Целлюлоза

• Вспомните пройденное •

- Чем отличаются α - и β -глюкоза друг от друга (по строению и свойствам)?
- Сколько видов сложного эфира образует глицерин с одной и той же кислотой?

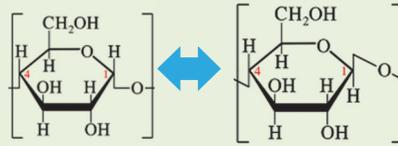
Целлюлоза – наиболее распространенное в природе органическое вещество. В отличие от крахмала, целлюлоза в растениях встречается в виде волокон.



– Почему целлюлоза образует волокна?



Деятельность • Свойства и строение целлюлозы. На основе структурных единиц целлюлозы и крахмала заполните таблицу.



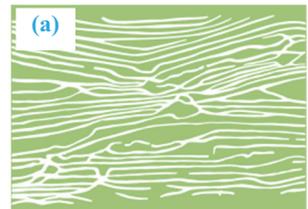
	Целлюлоза	Крахмал
Форма остатка глюкозы в их составе. (α/β)		
Используется как продукт питания. (+/-)		
Растворимость в холодной воде. (+/-)		
Макромолекулы образуют волокна. (+/-)		
Состоит только из неразветвленных макромолекул. (+/-)		
Молекулярная формула с указанием числа -ОН групп в структурной единице.		

Обсудите: – Чем обусловлены отличительные особенности целлюлозы по отношению к крахмалу?

Целлюлоза $[(C_6H_{10}O_5)_n]$, по сравнению с крахмалом, более распространенный углевод. Она образует стенки всех растительных клеток; в древесине содержится около 50%, а в волокнах хлопка и фильтровальной бумаге – порядка 98% целлюлозы.

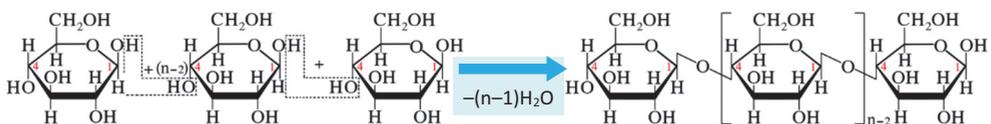
Получение. Целлюлозу выделяют из хлопка, древесины, тростника и др. Из древесины ее выделяют, в основном, *сульфитным способом*: измельченная древесина под давлением и в щелочной среде нагревается с раствором гидросульфита кальция $Ca(HSO_3)_2$. При этом все вещества, имеющиеся в древесине, кроме самой целлюлозы, переходят в раствор. Раствор фильтруют, а отделившуюся целлюлозу высушивают.

Строение. Целлюлоза, как и крахмал, – *природный полимер* состава $(C_6H_{10}O_5)_n$. Однако они имеют *ряд различий*. Так, средняя относительная молекулярная масса целлюлозы больше молекулярной массы крахмала и достигает значения в несколько миллионов. В отличие от крахмала, макромолекулы целлюлозы имеют только *неразветвленное строение*. По этой причине макромолекулы целлюлозы, располагаясь в одном направлении, образуют волокна (льна, хлопка и др.) (a).



Наконец, макромолекулы целлюлозы состоят не из остатков α -глюкозы, как в крахмале, а из остатков β -глюкозы. Поэтому образование макромолекулы целлюлозы можно представить следующим образом:

(b) образование целлюлозы поликонденсацией β -глюкозы



Неразветвленное строение молекулы целлюлозы и ее образование из остатков β -глюкозы приводит к существенному отличию в их свойствах: если крахмал – питательный продукт, то целлюлоза для этой цели не пригодна.

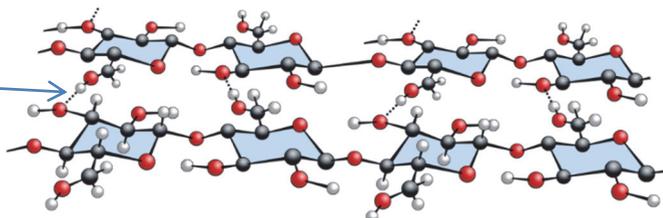
Учитывая наличие трех $-\text{OH}$ групп в каждой структурной единице $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$, формулу целлюлозы можно представить и в следующем виде:



- **Знаете ли вы ...** • На латыни “cellula” означает “клетка”.
 - $M_r(\text{волокна льна}) \approx 6\,000\,000$, $M_r(\text{волокна хлопка}) \approx 1,7\,000\,000$
 - Гидролиз целлюлозы в живых организмах протекает с участием фермента β -глюкозидазы. Поскольку этот фермент присутствует в пищеварительной системе только жвачных животных, то целлюлоза не переваривается в организме нежвачных животных и человека.
- Организм человека переваривает из полисахаридов только крахмал и гликоген.

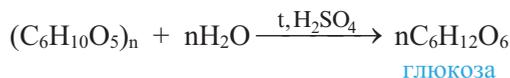
Физические свойства. Целлюлоза – белое твердое волокнистое вещество, не растворимое в воде и обычных растворителях (спирте, эфире, ацетоне). Нерастворимость целлюлозы и механическая прочность ее волокон обусловлены возникновением большого числа водородных связей между макромолекулами, имеющими неразветвленное строение.

(с) Водородная связь между макромолекулами целлюлозы



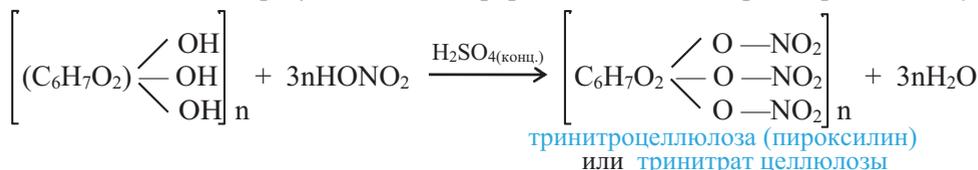
Однако, целлюлоза хорошо растворяется в растворе гидроксида меди(II) в аммиачной воде – *реактиве Швейцера*.

Химические свойства. При нагревании с разбавленными кислотами целлюлоза подвергается гидролизу, образуя глюкозу:



Гидролиз целлюлозы также протекает поэтапно.

В присутствии концентрированной серной кислоты с концентрированной азотной кислотой образует сложные эфиры – *моно-, ди- и тринитроцеллюлозу*:



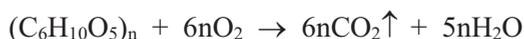
Тринитроцеллюлоза используется как мощное взрывчатое вещество и в изготовлении бездымного пороха. В технике продукт на основе тринитроцеллюлозы называют *пироксилином*, а на основе динитроцеллюлозы – *коллоксилином*. Из коллоксилина изготавливают *коллодиум*, применяемый в медицине, а из смеси коллоксилина с камфорой – *целлулоид*.

С уксусной кислотой или с уксусным ангидридом целлюлоза образует сложные эфиры – *моно-, ди- и триацетилцеллюлозу*. Они используются в производстве ацетатного шелка, негорючей фотопленки и органического стекла, пропускающего ультрафиолетовые лучи.

Из целлюлозы получают *вискозный шелк* и *целлофан*. Оба продукта по составу состоят из целлюлозы. Однако в отличие от обычной целлюлозы, в нитях вискозного шелка и в целлофане макромолекулы расположены в одном направлении. Это достигается в ходе ряда химических и физических превращений. При пропускании конечного раствора, называемого *вискозой*, через мелкие отверстия фильтры получают нити вискозного шелка, а через узкие длинные щели – целлофан.

Поскольку в составе целлюлозы отсутствует альдегидная группа, то она, как и крахмал, не вступает в реакцию “серебряного зеркала”.

Целлюлоза хорошо горит:



При сильном нагревании в отсутствие воздуха целлюлоза разлагается – подвергается *пиролизу*. При пиролизе образуются древесный уголь, вода и органические вещества – *метан, метанол, уксусная кислота, ацетон* и др.

В виде льна и хлопка целлюлоза используется в производстве тканей. Большое ее количество расходуется на производство бумаги и этилового спирта.

Брожением глюкозы, полученной из целлюлозы, получают этиловый спирт. Этиловый спирт, полученный таким способом, называется гидролизным спиртом (из 1 тонны древесины можно получить около 200 л гидролизного спирта).

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Завершите схемы реакций этерификации целлюлозы и назовите органические продукты реакции:



■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

- I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Целлюлоза не используется в качестве питательного продукта, так как ...
- В отличие от крахмала, производные целлюлозы широко применяются, так как ...

• Целлюлоза – невосстанавливающий углевод, потому что ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– На каком этапе урока вы почувствовали себя еще более уверенным?

■ III. Выполните задания.

A 1. Что из перечисленного в основном состоит из целлюлозы?

1. фильтровальная бумага 2. пшеница 3. хлопок
4. рис 5. древесина

2. Что имеет отношение к процессу образования целлюлозы в природе?

1. α-глюкоза 2. β-глюкоза 3. газ кислород
4. углекислый газ 5. вода 6. хлорофилл
7. экзотермический процесс 8. реакция полимеризации

B 3. Составьте уравнение полного сгорания 1 моль целлюлозы и определите сумму стехиометрических коэффициентов в уравнении.

4. Сколько кг древесины, содержащей 50% целлюлозы, необходимо взять, чтобы получить 184 кг этилового спирта?

$$M_r(C_2H_5OH) = 46, M_r(C_6H_{10}O_5)_n = 162n$$

C 5. Укажите, что верно или неверно для целлюлозы. Обоснуйте ответы.

	Да (+)/Нет (-)
Состоит из остатков β-фруктозы.	
Как и крахмал, имеет общую формулу $(C_6H_{12}O_6)_n$.	
M_r можно вычислить выражением $162 \cdot n$.	
В макромолекуле содержит $6n$ –ОН групп.	
Макромолекулы образуют волокна.	

6. Исправьте неверные высказывания относительно целлюлозы.

- a. Из древесины выделяют сульфитным способом.
b. Между макромолекулами отсутствует водородная связь.
c. Состав можно изобразить в виде $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$.
d. В отличие от крахмала, гидролиз ее протекает в одну стадию.
e. Применяется в производстве вязкозного шелка.

D 7. Чем отличается целлюлоза от крахмала?

1. по элементному составу
2. по строению остатка моносахарида, образующего макромолекулу
3. по способности образовать волокна
4. по перевариваемости в организме человека

8. Установите соответствие.

1. пироксилин
2. ацетатный шелк
3. органическое стекло
4. бездымный порох
5. негорючая пленка
6. взрывчатое вещество



На основании фрагмента информации, взятой со страниц газеты, ответьте на вопросы, приведенные в рамках.

Статья в газете:



... Без сомнения, если **нефть** называют “черным золотом”, **природный газ** – “голубым золотом”, **хлопок** – “белым золотом”, то **лес** можно назвать “зеленым золотом”.

С древних времен люди используют леса для удовлетворения своих различных потребностей (как строительный материал, для обогрева домов, в производстве бумаги и других продуктов и т.д.).

Уже многие века древесина, как единственное сырье, используется для производства бумаги. В настоящее время для производства бумаги ежегодно расходуются десятки миллионов кубометров древесины.

Вырубка лесов, которые называют “легкими планеты”, является одной из глобальных проблем современности...

ЗАЧЕМ?

(обсуждаемая
проблема)

Почему производство бумаги так влияет на вырубку лесов?

Вывод:

КАК?

(изображение
технологического
процесса)

Как производят бумагу из древесины?

Вывод:

ЧТО ДЕЛАТЬ?

(предложения по
решению проблемы)

Что можно сделать для предотвращения вырубки лесов в целях производства бумаги?

Вывод:

А

Взаимодействие уксусной кислоты с металлами

- В пробирку с уксусной кислотой объемом 2 мл добавьте 1-2 гранулы цинка и пробирку слабо нагрейте на спиртовке.

В

Получение сложного эфира уксусной кислоты

- В пробирку с 2 мл этанола прилейте 2 мл уксусной кислоты и 1 мл концентрированной серной кислоты. Закройте пробирку пробкой с газотводной трубкой и в течение нескольких минут нагревайте на водяной бане. После охлаждения к раствору прилейте 3–5 мл воды. При этом на поверхности воды образуется слой этилацетата и чувствуется приятный запах из пробирки.

С

Действие оксида серебра(II) на глюкозу и сахарозу

- В две пробирки, в одной из которых содержится 2 мл раствора глюкозы, а в другой – столько же раствора сахарозы, прилейте 1-2 мл раствора оксида серебра(II) в аммиачной воде и обе пробирки нагрейте на кипящей “водяной бане”.

D

Действие йода на крахмал

- В пробирку с 2 мл крахмального клейстера добавьте несколько капель раствора йода в этаноле и наблюдайте за происходящими изменениями.
- Закройте пробирку пробкой и слабо нагрейте смесь на спиртовке, наблюдая за происходящим.
- Далее пробирку опустите в холодную воду и наблюдайте за изменениями.

Обсудите результаты:

- Что вы заметили при нагревании пробирки? Какой газ выделяется из пробирки?
- Составьте уравнение реакции.
- Какие из металлов реагируют с уксусной кислотой, какие не реагируют?

Обсудите результаты:

- Составьте уравнение реакции уксусной кислоты с этанолом.
- В чем состоит роль серной кислоты в реакции?
- Как называется протекающая реакция?

Обсудите результаты:

- Что заметили в каждой из пробирок?
- С чем связано это различие?
- Какая форма глюкозы вступает в реакцию “серебряного зеркала” – альдегидоспиртовая или циклическая?
- Составьте уравнение реакции.

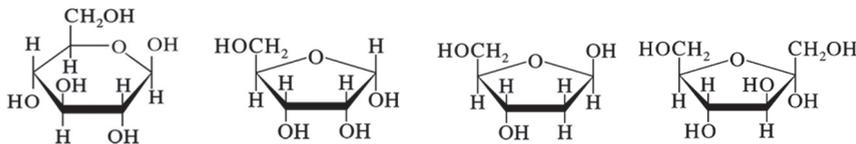
Обсудите результаты:

- Что вы заметили, когда прилили раствор йода к крахмальному клейстеру?
- Что происходит с крахмальным клейстером при нагревании? Как можно это объяснить?
- Как вы объясните изменения, которые произошли при помещении пробирки в холодную воду?

1. Большинство углеводов – природные полимеры с общей формулой $C_n(H_2O)_m$.
2. Углеводы подразделяются на моносахариды, дисахариды и полисахариды.
3. Моносахариды – углеводы, не подвергающиеся гидролизу.
4. Дисахариды – углеводы, при гидролизе которых из одной молекулы образуются две молекулы моносахаридов.
5. Полисахариды – углеводы, при гидролизе которых из одной молекулы образуется много молекул моносахарида.
6. Окончание “-оза” в названии вещества означает его принадлежность к углеводам.
7. Фруктоза и галактоза – изомеры глюкозы.
8. В растворе глюкоза существует в форме пятиатомного альдегидспирта, а также в α и β -циклических формах.
9. Явление превращения α - и β -форм глюкозы друг в друга называется таутомерией, а α - и β -формы – таутомерами.
10. В кристаллическом состоянии глюкоза находится в циклической α -форме.
11. Под действием оксида серебра(I) или при слабом нагревании с гидроксидом меди(II) глюкоза окисляется в глюконовую кислоту.
12. В щелочной среде глюкоза с гидроксидом меди(II) образует ярко-синий раствор сахарата меди(II).
13. В зависимости от условий глюкоза подвергается брожению и превращается в этиловый спирт, масляную кислоту и молочную кислоту.
14. Фруктоза – пятиатомный кетонспирт; она не окисляется оксидом серебра(I) и гидроксидом меди(II).
15. В молекуле сахарозы остатки α -глюкозы и β -фруктозы соединены между собой гликозидной связью.
16. Сахароза не окисляется оксидом серебра(I) и гидроксидом меди(II).
17. Мальтоза, лактоза, а также глюкоза, рибоза и дезоксирибоза относятся к восстанавливающим углеводам.
18. Крахмал, целлюлоза и гликоген – полисахариды.
19. Крахмал состоит из остатков α -глюкозы, а целлюлоза – β -глюкозы.
20. Макромолекулы крахмала имеют как разветвленное, так и неразветвленное строение.
21. Макромолекулы крахмала неразветвленного строения называются амилозой, а разветвленного строения – амилопектином.
22. В горячей воде крахмал образует крахмальный клейстер.
23. Под действием йода крахмал окрашивается в синий цвет.
24. Целлюлоза – биополимер неразветвленного строения.
25. Целлюлоза хорошо растворяется в растворе гидроксида меди(II) в аммиачной воде.
26. Сложные эфиры целлюлозы находят широкое применение.

1. Установите соответствие.

1. глюкоза 2. фруктоза 3. галактоза 4. рибоза 5. дезоксирибоза
альдогексоза __ **кетогексоза** __ **альдопентоза** __

2. Установите соответствие.

1. **глюкоза** __ 2. **фруктоза** __ 3. **рибоза** __ 4. **дезоксирибоза** __

3. Какие углеводы подвергаются гидролизу?

1. глюкоза; 2. сахароза; 3. крахмал; 4. мальтоза; 5. фруктоза; 6. целлюлоза

4. Завершите высказывания, относящиеся к глюкозе или ее молекуле.

- a. В кристаллическом состоянии глюкоза существует только __ форме.
 b. В растворе глюкоза существует в двух __ и в одной __ форме.
 c. Явление превращения α - и β -форм глюкозы друг в друга называют __.
 d. В альдегидспиртовой форме содержит 5 __ групп и одну __ группу.

5. С помощью какого вещества можно определить глицерин и глюкозу?

- A) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ B) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ C) Cu_2O
 D) Ag_2O E) H_2SO_4

6. Исправьте неверные высказывания относительно обоих моносахаридов – рибозы и дезоксирибозы.

- a. Четырехатомные альдегидспирты.
 b. Состав соответствует формуле $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_m$.
 c. Замкнутые циклы содержат одинаковое число атомов.
 d. Относятся к гексозам.
 e. Восстанавливаются водородом.

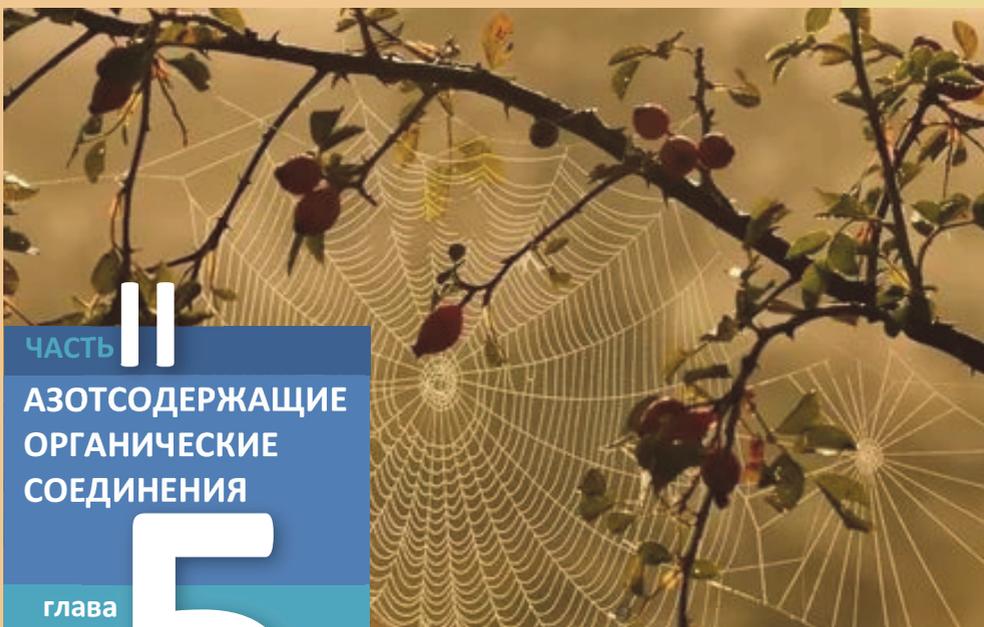
7. Завершите схемы, отражающие химические свойства сахарозы.

1. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \xrightarrow{\text{брожение}}$ 2. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow$
 3. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{O}_2 \xrightarrow{t}$ 4. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+}$
 5. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{I}_2 \rightarrow$

8. С какими веществами реагирует крахмал?

1. H_2O 2. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 3. Ag_2O 4. I_2 5. O_2

9. Сколько –ОН групп содержится в каждой из молекул глюкозы, сахарозы, крахмала и целлюлозы?**10. Сколько граммов оксида серебра(I) потребуется для окисления 2 моль глюкозы в глюконовую кислоту? $M_r(\text{Ag}_2\text{O}) = 232$.**



ЧАСТЬ II

АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ
ОРГАНИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ

глава

5

НИТРОСОЕДИНЕНИЯ, АМИНЫ, АМИНОКИСЛОТЫ И БЕЛКИ

5.1. Нитросоединения

5.2 Амины

5.2.1. Номенклатура и изомерия

5.2.2. Получение, строение и физические свойства

5.2.3. Химические свойства и применение

5.2.4. Анилин

5.3. Аминокислоты

5.3.1. Номенклатура, изомерия, получение и строение

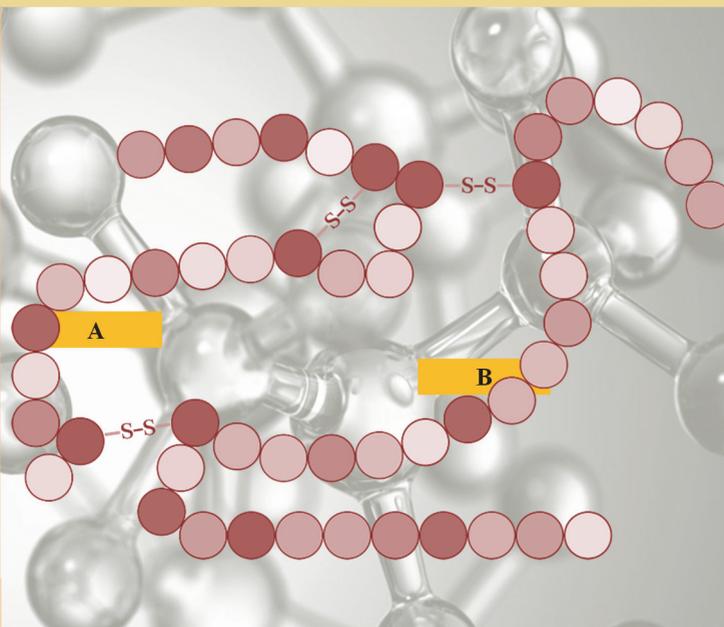
5.3.2. Свойства и применение

5.4. Белки

5.4.1. Строение

5.4.2. Свойства и применение

- нитросоединения
- моноамины
- диамины
- первичные, вторичные и третичные амины
- органические основания
- анилин
- α -аминокислоты
- глицин
- внутренняя соль
- органическое амфотерное соединение
- полипептид
- пептидная группа
- пептидная связь
- протеины
- протеиды
- строение белка
- денатурация белка
- ренатурация



Среди азотсодержащих органических соединений особое место принадлежит белкам и образующим их аминокислотам.

Белки – основа структуры и функций живых организмов. Само название *протеины* (от греч. *protos* – “первый”, “важнейший”) и отражает первостепенное биологическое значение этого класса веществ. Несмотря на то, что они образуются всего из 20 аминокислот, их очень много. Подсчитано, что в природе встречается примерно 10^{10} – 10^{12} различных белков, обеспечивающих существование около 10^6 видов живых организмов. Из них в организме человека насчитывается более 50 000 разнообразных белков. До настоящего времени установлено строение около 2500 белков.

Белки образуются в клетках живых организмов из аминокислот в ходе *биосинтеза*. Белки можно синтезировать и в химических лабораториях. Для этого необходимо установить их первичную структуру и далее, соединить аминокислотные остатки в полипептидную цепь в соответствии с первичной структурой. Однако эта задача очень сложная. Например, для синтеза одной полипептидной цепи (A) простейшего белка – *инсулина* пришлось осуществить 89 химических реакций, а другой полипептидной цепи (B) – 138 реакций, на что потребовалось около 10 лет.

Вспомните учебный материал, изученный в VII–X классах, и выполните задания

1. Назовите две группы (радикалы), образующие соединение состава CH_3NH_2 , и укажите валентность каждой из них.
2. В состав каких органических соединений, изученных в IX классе, входит группа NH_2 ?
 - a. аммонийных солей карбоновых кислот
 - b. только белков
 - c. аминокислот
 - d. полиамидных волокон
3. Составьте структурные формулы метиламина (CH_3NH_2), этиламина ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$) и фениламина ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$).
4. Производными какого вещества можно рассматривать амины?
 - a. углеводов
 - b. молекулярного азота
 - c. аммиака
 - d. катиона аммония
5. Как вы думаете, почему метанол при обычных условиях жидкость, а метиламин – газообразное вещество?
6. Учитывая растворимость аммиака в воде, что можете сказать о растворимости метиламина в воде? Ответ обоснуйте.
7. Почему аминокислоты считаются органическими амфотерными соединениями?
8. Какой связью соединены между собой остатки аминокислот в молекулах белков?
 - a. амидной связью
 - b. сложноэфирной связью
 - c. связью $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$
 - d. пептидной связью

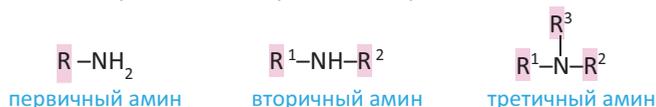


функциональная
группа называется
аминогруппой

К азотсодержащим органическим соединениям относятся **нитросоединения, амины, аминокислоты, белки** и др.

- **Нитросоединения** – это органические соединения, в молекулах которых одна или несколько нитрогрупп ($-\text{NO}_2$) связаны с углеводородным радикалом.
- **Амины** – это производные аммиака, в молекуле которого атомы водорода замещены углеводородными радикалами.

В зависимости от числа радикалов, связанных с атомом азота, различают *первичные, вторичные и третичные амины*:



Функциональная группа $-\text{NH}_2$ называется аминогруппой.

Амины, содержащие в молекуле одну аминогруппу, называют **моноаминами**, две аминогруппы – **диаминами**; например, CH_3-NH_2 и $\text{C}_6\text{H}_5-\text{NH}_2$ моноамины, $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ (этилендиамин) и $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ (гексаметилендиамин) – диамины.

Обычно **ди-, три-** и др. амины, а также **ароматические амины**, например, фениламин ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$), рассматриваются как производные углеводов.

В средней школе, в основном, изучают предельные моноамины, а из ароматических аминов только анилин (фениламин).

- **Аминокислоты** – это органические вещества, в молекулах которых содержатся амино- ($-\text{NH}_2$) и карбоксильная ($-\text{COOH}$) группы.
- **Белки** – это высокомолекулярные органические соединения сложного состава и строения, в молекулах которых остатки α -аминокислот соединены между собой пептидной связью.

5.1. НИТРОСОЕДИНЕНИЯ

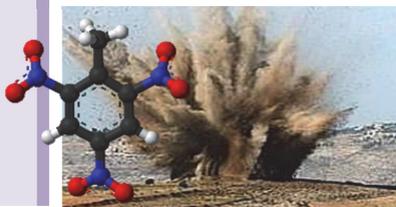
• Вспомните пройденное •

- По какой реакции получают нитросоединения алканов и аренов?
- Какое ароматическое нитросоединение известно вам как пикриновая кислота?

Предполагают, что прототипом современных взрывчатых веществ является “греческий огонь”, который был разработан в конце VII века. В последующие годы для изготовления взрывчатых смесей применялись в основном производные азотной кислоты, в том числе и нитросоединения. В годы Первой мировой войны для изготовления артиллерийских снарядов широко использовали пикриновую кислоту и ее соли, а также тротил.



– Производными каких ароматических соединений являются пикриновая кислота и тротил?



Деятельность • Нитросоединения и сложные эфиры азотной кислоты.

Заполните таблицу и определите отличительную особенность нитрогруппы в этих двух соединениях.

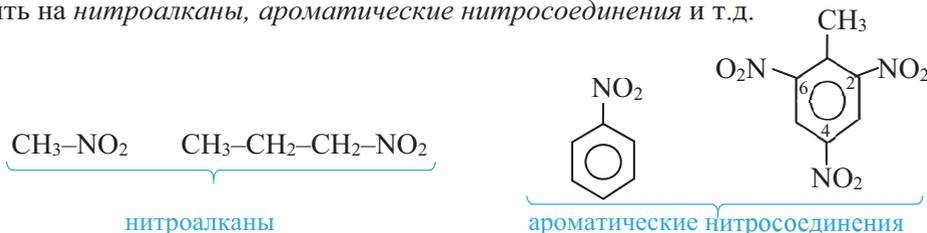
	$C_6H_5NO_2$	$C_3H_5O_3(NO_2)_3$
Составьте структурные формулы соединений		
Отметьте сложные эфиры (+)		
Напишите правильные названия веществ		
Отметьте вещество, содержащее связь N–C (+)		
Отметьте вещество, содержащее одинарную N–O связь (+)		

Обсудите: – Чем отличается связь нитрогруппы с остатками C_6H_5 и $C_3H_5O_3$ в приведенных соединениях?

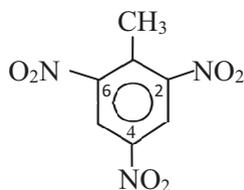
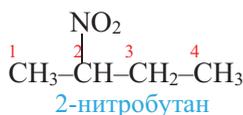
• Органические соединения, в молекулах которых одна или несколько нитрогрупп ($-NO_2$) связаны с углеводородным радикалом, называются *нитросоединениями*.

Например, CH_3-NO_2 , $C_2H_5-NO_2$, $C_3H_7-NO_2$ и др. – нитросоединения.

По природе углеводородного радикала нитросоединения можно подразделить на *нитроалканы*, *ароматические нитросоединения* и т.д.

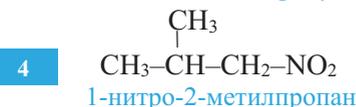
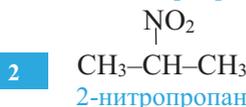
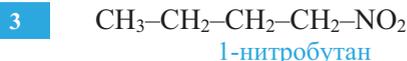


По *Международной номенклатуре* названия нитросоединений составляют добавлением приставки “нитро” к названию алкана, соответствующего углеводородному радикалу нитросоединения и при необходимости указывают место нитрогруппы в цепи цифрой, например:

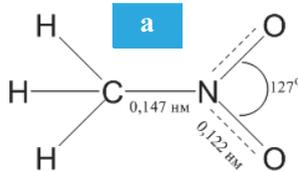


2,4,6-тринитротолуол

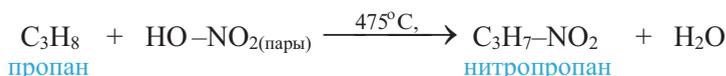
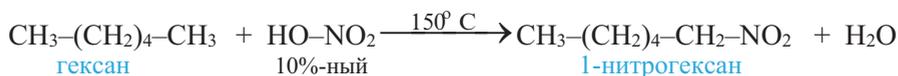
Изомерия в нитросоединениях обусловлена положением нитрогруппы в углеводородной цепи (1, 2) и строением этой цепи (3, 4), например:



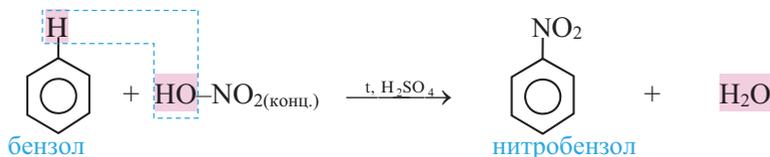
В нитросоединениях валентность атома азота IV, а степень окисления равна +3. Как и в случае молекулы азотной кислоты, несмотря на то, что в нитрогруппе одна из N–O связей образована за счет неподеленной электронной пары атома азота, длина обеих связей N–O одинакова. Атом азота находится в состоянии sp^2 гибридизации (а).



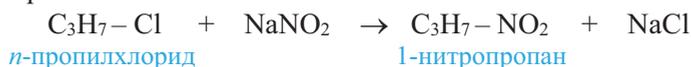
Получают нитросоединения в основном *реакцией нитрования* углеводородов. Нитроалканы получают взаимодействием алканов с разбавленной азотной кислотой (реакция Коновалова) или с парами этой кислоты ($\approx 475^\circ\text{C}$):



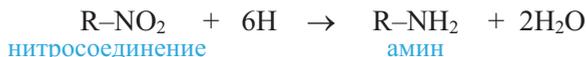
Ароматические углеводороды, по сравнению с другими углеводородами, легче нитруются. Их нитрование обычно проводят смесью концентрированных азотной и серной кислот:



Нитросоединения получают также взаимодействием алкилгалогенидов с нитритом натрия:



Важнейшее химическое свойство нитросоединений – превращение их в амины при восстановлении водородом:



Нитросоединения используются в производстве аминов, альдегидов, карбоновых кислот. Полинитросоединения, например, 2,4,6-тринитротолуол, применяются в качестве взрывчатых веществ.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Составьте уравнения реакций образования пикриновой кислоты и тротила. В каждом уравнении укажите другое название органического продукта.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Нитрование ароматических углеводородов происходит под действием ...
- Соединение $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ относится к ароматическим нитросоединениям, так как ...
- 2,4,6-тринитротолуол относится к тринитросоединениям, потому что ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопросы.

- Что вы усвоили по теме урока?
- Чему бы вы уделили больше внимания на следующих уроках?

■ III. Выполните задания.

A 1. Определите моонитросоединения.

- | | |
|------------------|-------------------------|
| 1. 1-нитропентан | 2. нитроглицерин |
| 3. нитробензол | 4. 2,4,6-тринитротолуол |

2. По каким схемам образуются нитроалканы?

- | | |
|---|---|
| 1. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3 + \text{HNO}_3(\text{разб.}) \xrightarrow{\text{t, p}}$ | 2. $\text{C}_5\text{H}_{12} + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{\text{t, p}}$ |
| 3. $\text{C}_7\text{H}_8 + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{\text{t, H}_2\text{SO}_4}$ | |

B 3. Сколько граммов нитробензола можно получить из 0,5 моль бензола, если выход продукта составляет 80% от теоретического? $M_r(\text{нитробензола}) = 123$.

4. Составьте структурные формулы 1,3-динитробензола и *m*-нитротолуола.

C 5. Составьте уравнение реакции восстановления 2-нитропропана водородом.

6. Составьте формулу изомера 2-нитробутана по строению углеводородного радикала и назовите его по Международной номенклатуре.

D 7. Составьте уравнения реакций получения 2,4,6-тринитротолуола из ацетилен, с указанием условий протекания реакций.

8. Запишите уравнение реакции получения нитросоединения взаимодействием нитрита калия с вторичным бутилхлоридом и назовите это соединение по Международной номенклатуре.

●●● После УРОКА

- Составьте уравнения реакций нитрования бензола и толуола.
- По составу продуктов реакции определите, какая реакция протекает легче и объясните причину этого явления.

5.2. АМИНЫ

5.2.1. Номенклатура и изомерия

• Вспомните пройденное •

- Что общего у нитросоединений и аминов?
- Производными какого неорганического вещества можно рассматривать спирты?

В конце XIX века было установлено, что у людей, длительное время употребляющих очищенный рис, наблюдаются потеря веса и признаки расстройства нервной системы. В результате исследований было установлено, что причиной заболевания является отсутствие в пище этих людей вещества, содержащего аминогруппу ($-\text{NH}_2$) и названного “витамином” (амин жизни), который присутствует только в коже риса.



– О наличии каких свойств у аминокислоты, содержащегося в коже риса, указывают эти данные?

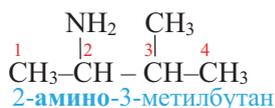
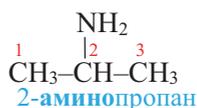
Деятельность • Структурная изомерия аминов. Составьте структурные формулы аминов состава $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$, зная, что амины – производные аммиака.

Обсудите: – Какие причины обуславливают структурную изомерию аминов?

Номенклатура. По *Международной номенклатуре* название предельного первичного амина составляют добавлением приставки “амино” к названию алкана, соответствующего углеводородному радикалу амина, например:

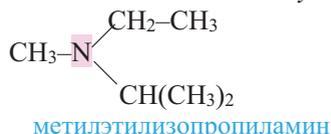
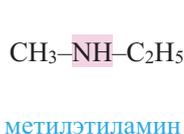
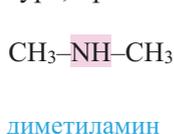


Начиная с амина состава $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$, цифрой указывают также и положение аминогруппы в цепи. Нумерацию атомов углерода цепи начинают с того конца, куда ближе аминогруппа:



По *рациональной номенклатуре* названия первичных аминов составляют путем прибавления к названию радикала слова “амин”: CH_3-NH_2 метиламин, $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ этиламин и др.

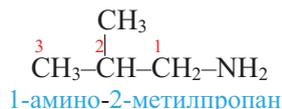
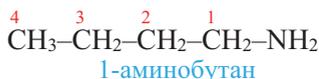
Вторичные и третичные амины называют в основном по рациональной номенклатуре; при этом радикалы называют в порядке от меньшего к большему:



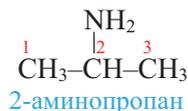
Примечание. Соединения, в которых атом азота соединен с четырьмя атомами или группами атомов, называют следующим образом: $[\text{RNH}_3]^+$ – катион алкиламмония, $[(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}_2]\text{Cl}$ – хлорид диэтиламмония и т.д.

Изомерия. У аминов структурная изомерия наблюдается по трем причинам:

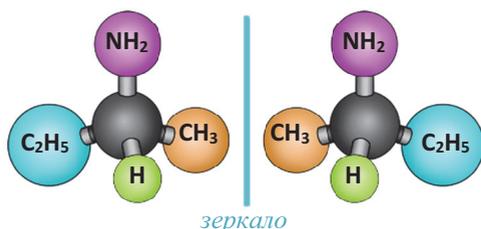
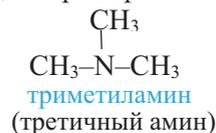
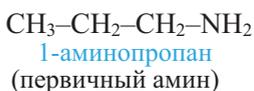
1) по строению углеводородного радикала, например:



2) по положению аминогруппы —NH_2 в углеводородной цепи, например:



3) по числу радикалов, присоединенных к атому азота, например:



оптические изомеры 2-аминобутана

У аминов **оптическая изомерия** начинается с 2-аминобутана. В его молекуле вторичный атом углерода связан с 4 различными атомами и группами атомов (—H , —NH_2 , —CH_3 , $\text{—C}_2\text{H}_5$), в результате чего молекула существует в виде двух оптических изомеров.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте структурные формулы всех структурных изомеров аминов состава $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NH}_2$ и назовите их по Международной номенклатуре. Укажите амины, содержащие асимметрический атом углерода.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Пропиламин и изопропиламин – изомеры друг друга, потому что ...
- Число изомеров бутиламина ... числа изомеров пропиламина, так как у аминов состава $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$ наблюдается изомерия ...
- Третичный амин состава $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$, содержащий 3 первичных атома углерода, по рациональной номенклатуре называется ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

- Какая информация показалась вам более интересной?

III. Выполните задания.

A 1. Укажите моноамины.

1. CH_3NH_2 2. $\text{CH}_3\text{NHC}_2\text{H}_5$ 3. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 4. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ 5. $(\text{CH}_3)_3\text{N}$

2. Назовите амины по Международной номенклатуре.

1. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—NH}_2$ 2. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_3 \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$ 3. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$

B 3. Составьте структурную формулу амина, полученного замещением одного атома водорода в метильной группе метиламина на изопропильный радикал, и назовите его по Международной номенклатуре.

4. Определите формулу предельного амина типа R_2NH , содержащего 31,1% азота.

C 5. Составьте структурные формулы аминов.

- вторичный алифатический амин состава $\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$
- вторичный ароматический амин состава $\text{C}_7\text{H}_9\text{N}$
- третичный ароматический амин состава $\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$

6. Установите соответствие.

- | | | |
|-----------------------------------|--|------------------------------|
| 1. $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$ | 2. $\text{CH}_3\text{NHC}_2\text{H}_5$ | 3. $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ |
| а. триметиламин | б. изопропиламин | с. метилэтиламин |

первичный амин ___ вторичный амин ___ третичный амин ___

D 7. Выразите относительную молекулярную массу первичного предельного амина посредством числа атомов углерода в молекуле (n).

8. Составьте структурные формулы возможных изомеров аминов состава $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$ и назовите их по Международной номенклатуре. Сравните число изомеров с числом изомеров предельного спирта состава $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, объясните причину различия.



Подготовьте бюллетень по теме "Роль аминов в жизни".

5.2.2. Получение, строение и физические свойства

• вспомните пройденное •

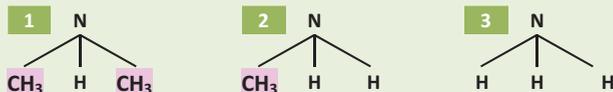
- Чем обусловлены основные свойства аммиака?
- Почему аммиак в воде хорошо растворяется?

Алкиламины и ароматические амины, используемые в качестве лекарств, обычно принимают внутрь в виде их гидрохлоридных солей.



- Как вы думаете, за счет чего молекулы аминов образуют соединения с хлороводородом?

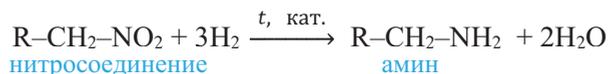
Деятельность • Электронное строение молекул алкиламинов и аммиака. Учитывая электронное строение молекул диметиламина, метиламина и аммиака заполните таблицу.



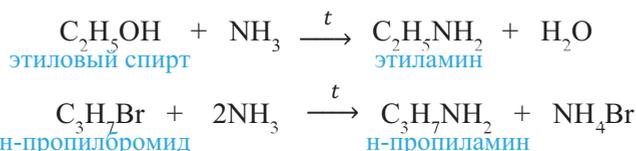
	1	2	3
Состояние гибридизации атома азота			
Число неподеленных электронных пар атома азота			
Тип орбитали, содержащей неподеленную пару электронов			
Вещество, которое содержит электронодонорный радикал (+)			

Обсудите: – В какой последовательности приведенных трех веществ электронная плотность на атоме азота возрастает? Чем это обусловлено?

Получение. Предельные амины получают в основном восстановлением нитросоединений водородом:



Алкиламины получают также и действием аммиака на спирты или алкилгалогениды:

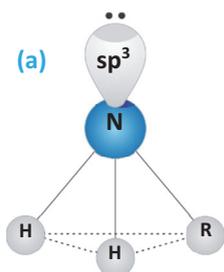


В последних двух реакциях образуется смесь первичных, вторичных и третичных аминов (RNH_2 , R_2NH , R_3N).

Электронное строение аминов. В молекулах аминов, как и в молекуле аммиака, атом азота находится в состоянии sp^3 гибридизации и неподеленная пара электронов расположена на этой орбитали (а). Поэтому алкиламины, как и аммиак, обладают *основными свойствами*, т.е. амины – *органические основания*.

Поскольку алкильная группа, по сравнению с атомом водорода, имеет электронодонорные свойства, то на атоме азота алкиламина электронная плотность больше, чем в случае аммиака. Поэтому алкиламины проявляют *большие основные свойства, чем аммиак*. С ростом числа алкильных групп в молекуле основные свойства аминов усиливаются.

Поскольку фенильная группа, по сравнению с атомом водорода, имеет электроноакцепторные свойства, то на атоме азота анилина ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) электронная плотность



5.2.3. Химические свойства и применение

• Вспомните пройденное •

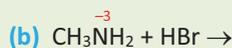
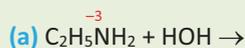
- С какими веществами амины могут взаимодействовать? Почему?
- В какой цвет окрасится лакмус в водном растворе алкиламинов? Почему?

Из-за схожести запаха низших аминов с запахом аммиака их путали с аммиаком. Лишь в 1849 г. Французский химик Шарль Вюрц обратил внимание на то, что амины горят на воздухе, и на основании своих новых представлений ему удалось синтезировать метиламин и этиламин.



– Каким образом Ш.Вюрц пришел к выводу, что амины не являются аммиаком?

Деятельность • Химические свойства алкиламинов. Завершите схемы **a** и **b**. Назовите органические вещества в уравнениях реакций и ответьте на вопросы, приведенные в таблице.



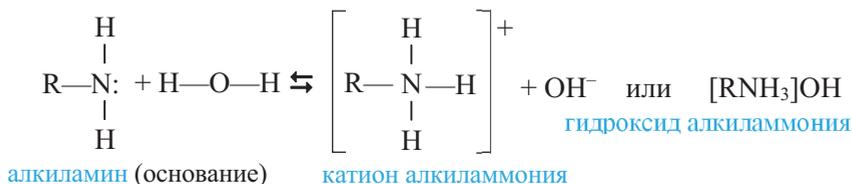
Вопрос	a	b
Какие свойства аминов отражают схемы a и b ?		
К каким типам реакций относятся реакции a и b ?		
Какова степень окисления и валентность азота в продуктах реакций?		
Какой атом в продуктах реакций является донором, какой – акцептором?		

Обсудите:

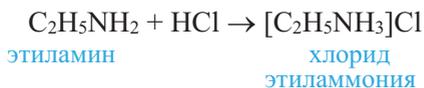
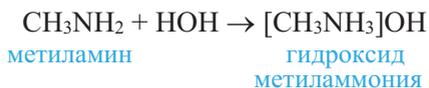
- Что общего в реакциях аминов **a** и **b** с соответствующими реакциями аммиака?
- Что может произойти с продуктом реакции **b**, если его нагреть с щелочью?

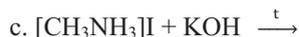
Химические свойства предельных аминов, главным образом, определяются их основными свойствами.

Химические свойства. Поскольку алкиламины обладают основными свойствами, то в водном растворе они окрашивают лакмус в **синий цвет**:

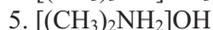
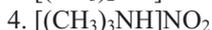
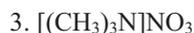
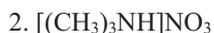
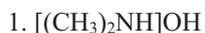


Другими словами, **амины** – органические основания. По этой причине предельные амины с водой образуют гидроксиды алкиламмония, с кислотами – растворимые в воде соли алкиламмония:



В 3. Завершите схемы реакций.

4. Укажите формулы гидроксида диметиламмония и нитрата триметиламмония.

**С** 5. При пропускании продуктов сгорания предельного первичного амина массой 11,8 г через водный раствор щелочи был получен газ объемом 2,24 л (н.у.). Определите формулу амина.

6. Укажите, что верно или неверно для аминов. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет (-)
Водные растворы алкиламинов действуют на индикаторы		
В водном растворе этиламина концентрация ионов H^+ больше, чем в чистой воде.		
Соли алкиламмония – неэлектролиты.		
В катионе метиламмония атом азота – донор электронов.		

Д 7. Почему амины вступают в реакции присоединения с кислотами?

8. Составьте графические формулы приведенных веществ.

1. гидроксид диметилэтиламмония

2. йодид диметиламмония

3. бромид метилфениламмония

●●● После
УРОКА

Подготовьте электронную презентацию по теме “Соли аминов – лекарственные препараты”.

5.2.4. Анилин

• Вспомните пройденное •

- Какие вещества образуются при действии на фенол бромной воды и азотной кислоты?
- В чем состоит основное различие в химических свойствах анилина и фенола?

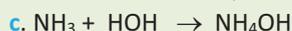
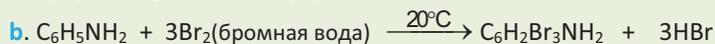
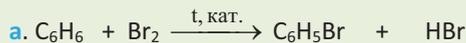
Анилин, как и некоторые амины, очень ядовитое вещество. Он, проникая через кожу в кровь, нарушает функции гемоглобина. При больших концентрациях или длительном воздействии анилина возможен и смертельный исход. Поэтому при попадании на кожу анилина его быстро смывают ватой, смоченной в спирте.



– Почему анилин смывают с поверхности кожи ватой, смоченной не в воде, а в спирте?

Анилин $C_6H_5NH_2$ (аминобензол, фениламин) – простейший представитель ароматических аминов (по арабс. *an-nil* – темно-синий).

Деятельность • **Взаимное влияние групп атомов в молекуле анилина.** Рассмотрите схемы реакций анилина, бензола и аммиака и ответьте на вопросы, приведенные в таблице.



Вопрос	Ответ
Какие схемы отражают влияние аминогруппы на бензольное кольцо?	
Какие схемы отражают влияние бензольного кольца на аминогруппу?	

Обсудите: – Как связаны ваши ответы с электронным строением молекулы анилина?

Получение. Анилин получают в основном восстановлением нитробензола. Эту реакцию впервые осуществил Н.Н.Зинин, который в качестве восстановителя использовал сульфид аммония:



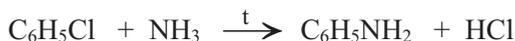
Н.Н.Зинин
(1812–1880)
Русский химик-органик

- В 1842 году открыл реакцию восстановления ароматических нитросоединений и получил анилин. Доказал основные свойства аминов.

В промышленности анилин получают восстановлением нитробензола атомарным водородом или в присутствии катализатора молекулярным водородом:

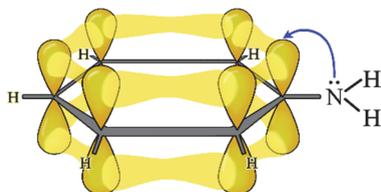


Анилин можно получить также взаимодействием хлорбензола с аммиаком:



Физические свойства. Анилин – бесцветная маслянистая жидкость, с характерным запахом, тяжелее воды, **ядовит**. В воде плохо, а в спирте, эфире и бензоле хорошо растворим. На воздухе *темнеет* (чернеет) в результате частичного окисления.

Строение. Электронное строение анилина приведено на схеме. Из схемы видно, что неподеленная пара электронов атома азота смещается в сторону π-электронной системы бензольного кольца. Это смещение находит свое отражение в химических свойствах анилина:



1) из-за уменьшения электронной плотности на атоме азота основные свойства анилина по сравнению с аммиаком ослабевают;

2) реакция замещения бромом атомов H, соединенных с атомами C в положениях кольца 2,4,6-, облегчается по сравнению с бензолом.

Химические свойства

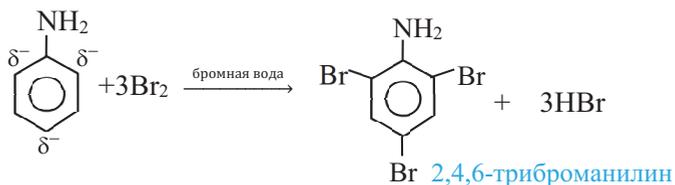
I. Основные свойства (влияние фенильной группы на аминогруппу). Из-за уменьшения основных свойств анилина по сравнению с аммиаком он, в отличие от алкиламинов и аммиака, в водном растворе *не изменяет* фиолетовый цвет лакмуса, однако с сильными кислотами образует соли:



При действии щелочей эти соли разлагаются, выделяя анилин:



II. Реакции бензольного кольца (влияние аминогруппы на бензольное кольцо). Из-за влияния аминогруппы на бензольное кольцо реакции замещения атомов водорода, соединенных с атомами углерода в положениях кольца 2,4,6-, облегчаются. Например, анилин, в отличие от бензола, легко реагирует (без нагревания и без катализатора) не только с бромом, но даже с бромной водой, образуя белый осадок 2,4,6-триброманилина:



Бензол же с бромной водой *не реагирует*. В отличие от бензола, анилин также окисляется кислородом воздуха и другими окислителями, образуя вещества разной окраски, например, применяемый в качестве красителя “черный анилин”.

Применение. Анилин как исходное сырье используется для получения анилиновых красителей, лекарственных веществ (белый стрептоцид, новокаин, сульфадемизин и др.), анилинформальдегидных смол и и др.

Определение. Анилин определяют по образованию фиолетовой окраски при действии на него хлорной известью.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Укажите число химических связей и типы (σ -, π -) связей в молекуле анилина.

	C–H	C–C	C–N	N–H
Число				
Тип				

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Причина ... основных свойств анилина по сравнению с аммиаком связана с ...
- Анилин, в отличие от аммиака и ..., в водном растворе ... цвет лакмуса потому, что ...
- Анилин, в отличие от бензола, с ... легче вступает в реакцию замещения, так как ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Довольны ли вы своей деятельностью на уроке?

■ III. Выполните задания.

A

1. Какое вещество реагирует с этанолом, аммиаком, этиламином и анилином?

1. KOH 2. H₂O 3. Cu(OH)₂ 4. HCl 5. NH₄OH

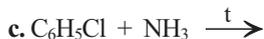
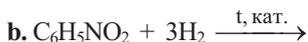
2. В производстве каких веществ используется анилин?

1. красителей
2. анилинформальдегидной смолы
3. лекарственных препаратов
4. нитробензола

B

3. Сколько граммов анилина можно получить восстановлением 6,15 г нитробензола? $M_r(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 123$, $M_r(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 93$.

4. Завершите схемы и укажите уравнение реакции, по которой был впервые получен анилин.



C

5. Определите вещества X, Y и Z.



6. Укажите, что верно или неверно для анилина. Обоснуйте ответы.

	Да(+)	Нет(-)
На воздухе самопроизвольно окисляется.		
Водный раствор изменяет цвет лакмуса.		
Не обесцвечивает бромную воду.		
С хлороводородом образует соль.		

D

7. Опытным путем докажите, что в молекуле анилина фенильная группа влияет на аминогруппу. Результат опыта объясните.

8. Составьте уравнение реакции, отражающей влияние аминогруппы на бензольное кольцо в молекуле анилина. Укажите внешний признак реакции и назовите органический продукт реакции.

●●● После
УРОКА

Составьте уравнения превращений.



5.3. АМИНОКИСЛОТЫ

5.3.1. Номенклатура, изомерия, получение и строение

• Вспомните пройденное •

- Какие химические свойства придает веществу наличие в нем аминогруппы?
- При гидролизе каких веществ образуются аминокислоты?

Аминокислоты в организме выполняют различные функции. Например, большинство аминокислот, поступающих в организм в виде белков, участвуют в построении клеток мышечных тканей.



– Что еще вы знаете о роли аминокислот в организме?

Деятельность • Структурная изомерия аминокислот. Поочередно замените на аминогруппу ($-\text{NH}_2$) по одному атому водорода, связанному с атомом углерода в молекуле бутановой кислоты ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$) и составьте структурные формулы образующихся аминокислот.

Обсудите: – Какие причины обуславливают структурную изомерию аминокислот?

Аминокислоты – это органические вещества, в молекулах которых содержатся и амино- ($-\text{NH}_2$), и карбоксильная ($-\text{COOH}$) группы.

Аминокислоты рассматриваются как производные карбоновых кислот, в углеводородном радикале которых атом водорода замещен на аминогруппу ($-\text{NH}_2$), обладающую основными свойствами; например:



Гидролизом природных белков получено около 20 аминокислот. У природных аминокислот амино- и карбоксильная группы соединены с *одним и тем же* атомом углерода. Такие аминокислоты называют α -аминокислотами. Общую формулу α -аминокислот изображают так:



Ряд аминокислот синтезирован и в химических лабораториях. Такие аминокислоты называют *синтетическими аминокислотами*.

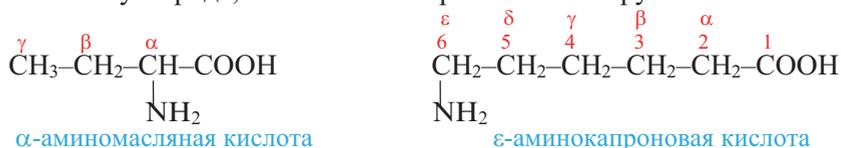
Примерно половина из 20 природных аминокислот называются *незаменимыми аминокислотами* (например, валин, лейцин и др.), поскольку они не могут быть синтезированы в организме человека. По этой причине они должны поступать в организм при приеме пищи. Аминокислоты же, которые синтезируются в организме в процессе обмена веществ, называются *заменимыми аминокислотами* (например, глицин, аланин и др.).

Номенклатура. Названия аминокислот по *Международной номенклатуре* образуют из названия соответствующей карбоновой кислоты с добавлением приставки “-амино” и указанием положения аминогруппы в цепи цифрой.

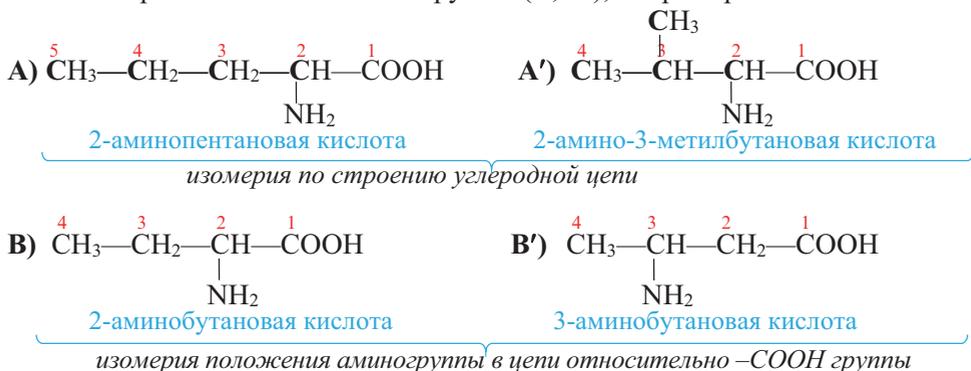
Нумерацию атомов углерода цепи начинают с атома углерода карбоксильной группы:



По *рациональной номенклатуре* положение аминогруппы в цепи указывают буквами греческого алфавита (α , β , γ и др.). В этом случае обозначение начинают с атома углерода, связанного с карбоксильной группой:

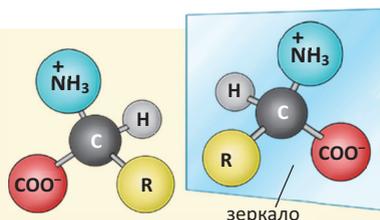


Изомерия. Для аминокислот характерны два вида изомерии – *структурная и пространственная* (стереоизомерия). Структурная изомерия обусловлена строением углеродной цепи (A, A') и положением аминогруппы в цепи относительно карбоксильной –COOH группы (B, B'), например:

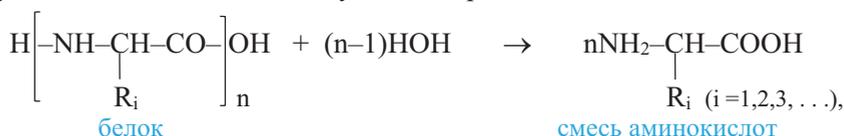


Стереосомерия (оптическая активность) аминокислот.

Из-за наличия в молекуле аминокислот (за исключением глицина) асимметрического атома углерода аминокислоты обладают стереоизомерией.



Получение. Аминокислоты получают гидролизом белков



С 5. Укажите, что верно или неверно для α -аминокислот. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет (-)
Функциональные группы соединены с разными атомами углерода		
В водных растворах существуют в виде молекул		
Твердые вещества ионного строения		
Внутриклассовая структурная изомерия обусловлена двумя причинами		

6. Рассмотрите взаимное влияние функциональных групп в α -аминокислотах.

D 7. Составьте структурные формулы изомеров α -аминопропионовой и β -аминонасыщенной кислот.

8. Составьте уравнение гидролиза трипептида, аминокислотные остатки которого расположены в последовательности: глицил-аланил-глицин.

●●● После УРОКА

В соответствующих ячейках составьте структурные формулы изомеров 2-аминопентановой кислоты по разным признакам.



5.3.2. Свойства и применение

• Вспомните пройденное •

- Почему аминокислоты реагируют друг с другом?
- Как называют вещество, проявляющее и кислотные, и основные свойства?

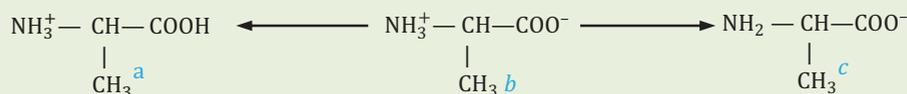
В результате изучения строения аминокислот было установлено, что наряду с неорганическими амфотерными соединениями, существуют также и органические амфотерные соединения.



– В чем различие между неорганическими и органическими амфотерными соединениями?

Деятельность • Свойства аминокислот. Составьте уравнения реакций взаимодействия 2-аминопропановой кислоты (в форме внутренней соли) с соляной кислотой и гидроксидом натрия.

Обсудите: – В какой среде 2-аминопропановая кислота существует в растворе в виде катиона (a), – внутренней соли (b) и – аниона (c) ?



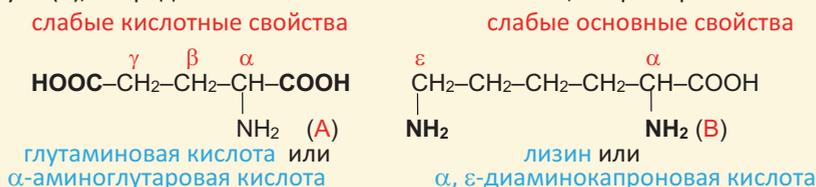
Физические свойства. Аминокислоты – бесцветные кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде и плавящиеся с разложением при температуре выше 250°C. Их водные растворы проводят электрический ток. Многие из них имеют сладкий вкус.

Химические свойства

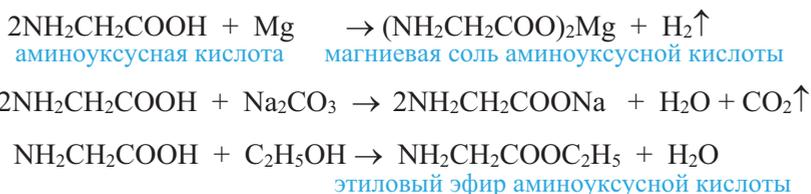
А Действие на индикаторы. Растворы аминокислот, в молекуле которых содержится одинаковое число amino- и карбоксильных групп, имеют нейтральную среду и на индикаторы не действуют.

Аминокислоты со слабыми кислотными и основными свойствами

Если в молекуле аминокислоты число карбоксильных групп больше, чем число аминогрупп, то она проявляет слабые кислотные свойства (А), если больше число аминогрупп (В), то среда имеет слабые основные свойства, например:



В Кислотные свойства. Аминокислоты реагируют с активными металлами, основными оксидами, основаниями, солями слабых кислот и со спиртами:



С Основные свойства. Аминокислоты с участием аминогруппы взаимодействуют с сильными неорганическими кислотами, образуя соли:



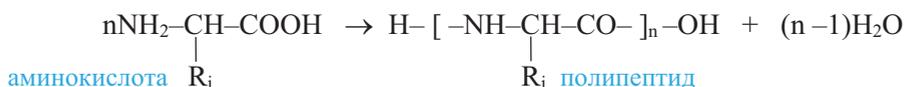
Таким образом, аминокислоты – органические амфотерные соединения.

Д Образование пептидной связи. Аминокислоты также реагируют и между собой, за счет –COOH группы одной кислоты и –NH₂ группы другой:



Группа атомов –CO–NH– называется **пептидной** или **амидной группой**, а связь между атомами углерода и азота – **пептидной** или **амидной связью**.

Продукт реакции, состоящий из остатков двух кислот, называют *дипептидом*. Поскольку дипептид также содержит амино- и карбоксильную группы, то он может вступать в реакцию с третьей, четвертой и т.д. молекулами аминокислоты. В зависимости от числа молекул аминокислот, вступивших в реакцию, образуются *дипептиды*, *трипептиды*, *тетрапептиды* и т.д., например: (А изображает аминокислоту, А' – остаток аминокислоты):

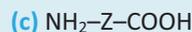
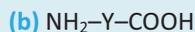
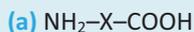


Последняя реакция называется *реакцией поликонденсации*.

Применение. В живых организмах белки синтезируются из аминокислот. Человек и животные получают эти аминокислоты с белковой пищей. В медицине аминокислоты используются как лечебные средства (лизин, гистидин, триптофан, метионин), в сельском хозяйстве – в качестве добавок к кормам животных (лизин, метионин). Из ϵ -аминокапроновой и ω -аминоэнантовой кислот, имеющих неразветвленную углеродную цепь, получают волокна капрона и энанта.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте формулы возможных трипептидов, образованных взаимодействием всех трех **a**, **b** и **c** аминокислот, и объясните, почему эти трипептиды имеют разные свойства.



■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Наличие между “молекулами” аминокислот в твердом состоянии ... связи обусловлено ...
- В полипептидах остатки аминокислот связаны между собой ... связью, так как ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Оправдались ли ваши ожидания от урока?

■ III. Выполните задания.

A 1. По какой схеме образуется дипептид?



2. Определите схемы реакций, отражающих кислотные свойства аминокислот.



В 3. При поликонденсации аминокислоты выделилось 3,6 г воды и образовался пентапептид массой 18,65 г. Вычислите M_r аминокислоты. $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$.

4. Завершите схемы реакций.



С 5. Укажите, что верно или неверно для α -аминокислот. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет(-)
Хорошо растворяются в воде.		
Глицин плавится при более низкой температуре, чем уксусная кислота.		
Образуются гидролизом белков.		
Амфотерные соединения.		

6. Составьте уравнения реакций взаимодействия α -аланина с серной кислотой и гидроксидом натрия.

Д 7. Составьте структурные формулы возможных трипептидов, образующихся из одной молекулы α -аланина и двух молекул цистеина ($\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{SH})-\text{COOH}$). Запишите уравнение реакции получения одного из трипептидов.

8. Какими особенностями обладают аминокислоты, используемые в производстве волокон? Напишите структурные формулы двух таких кислот.

●●● После
УРОКА

Составьте формулы трипептидов, образующихся взаимодействием всех трех аминокислот – глицина, аланина и цистеина $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{SH})-\text{COOH}$.

5.4. БЕЛКИ

5.4.1. Строение

• Вспомните пройденное •

- В состав какого биополимера входит большее число функциональных групп?
- Как называют мономеры таких полимеров?

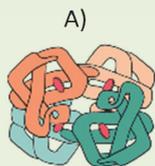
Белки мяса, молока и яиц, с точки зрения питательной ценности для человека, более важны, чем растительные, потому что аминокислотный состав первых ближе к аминокислотному составу органов и клеток человека.



– О какой структуре белка идет речь в приведенной информации?

Деятельность • Структуры молекулы белка

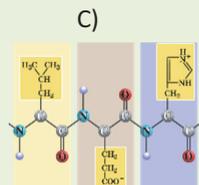
В схемах А, В, С и D приведены первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры молекулы белка. Установите их соответствие.



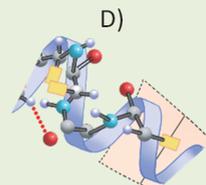
первичная ___



вторичная ___



третичная ___



четвертичная ___

Обсудите:

– Чем отличаются силы, удерживающие первичную и вторичную структуры белка?

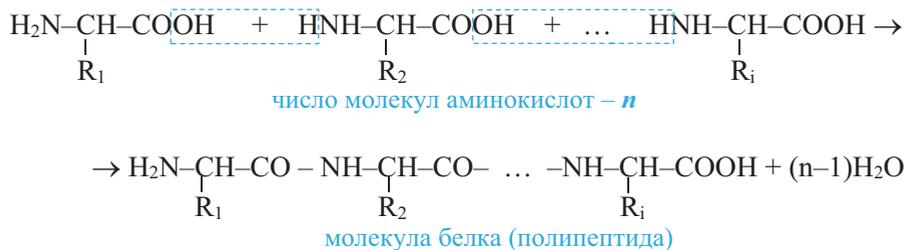
Белки – это высокомолекулярные органические соединения сложного состава и строения, в молекулах которых остатки α -аминокислот соединены между собой пептидной связью.

Белки образованы, в основном, 20 разными α -аминокислотными остатками. В таблице приведены названия и формулы некоторых α -аминокислот.

Ряд аминокислот, полученных из белков (в скобках указано их сокращенное обозначение)

заменяемые		незаменяемые	
Глицин (Гли)	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Валин (Вал)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{CH}(\text{CH}_3)_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Аланин (Ала)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Фенилаланин (Фен)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Цистеин (Цис)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{CH}_2-\text{SH}}{\text{CH}}-\text{COOH}$	Лейцин (Лей)	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$

Белки (протеины) образуются поликонденсацией α -аминокислот. В молекулах белков аминокислотные остатки связаны между собой *пептидной связью* ($-\text{CO}-\text{NH}-$):



Важные данные о строении и химии белков были получены в результате исследований русского биохимика А.Я.Данилевского и немецкого химика-органика Э.Фишера.

Белки могут быть классифицированы по различным признакам:



Белки, содержащие в своем составе наряду с остатками заменимых аминокислот и остатки всех незаменимых аминокислот, называются *полноценными*, не содержащие их – *неполноценными белками*. Полноценные белки в основном имеют животное происхождение. Так, в яичном белке содержатся почти все необходимые человеку аминокислоты и в нужном соотношении.

При гидролизе протеинов образуются только α -аминокислоты. При гидролизе же протеидов, наряду с α -аминокислотами, образуются также вещества небелковой природы (углеводы, нуклеиновые кислоты, ортофосфорная кислота, липиды и др.).

Растворимые белки обычно имеют сферическую форму. К таким белкам относятся, например, *гемоглобин* (белок крови), *альбумин* (яичный белок), *инсулин* (белок поджелудочной железы).

Нерастворимые белки, как правило, имеют нитевидную форму. К ним относятся, например, *фиброин* (белок природного шелка), *коллаген* (белок мышц и соединительной ткани), *β -кератин* (белок волос и ногтей) (1).



(1) *Формы молекул и относительные молекулярные массы некоторых белков*

Белки подразделяют также и по тем функциям, которые они выполняют в организме.

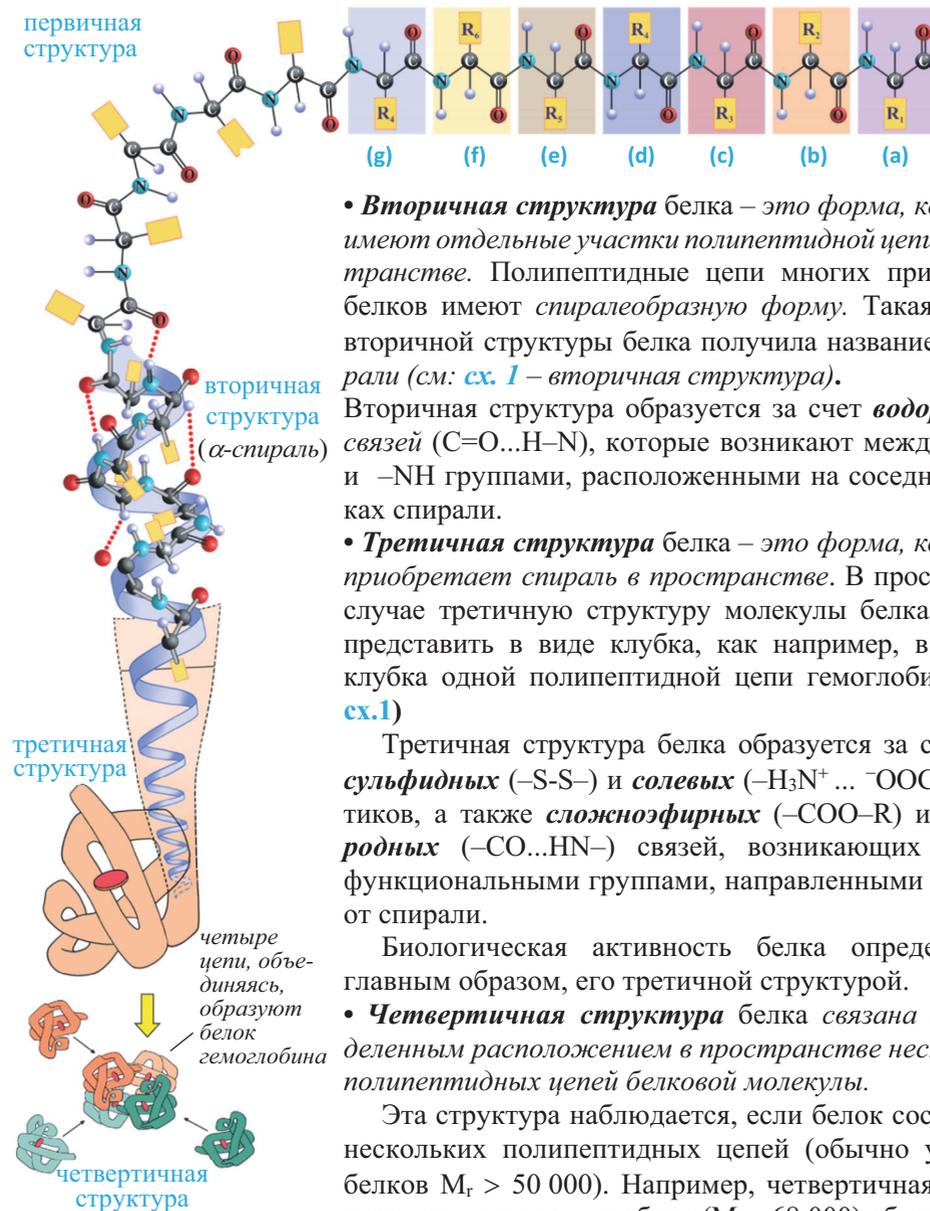
Структура белков

Установлены *первичная, вторичная, третичная и четвертичная* структуры молекулы белка.

• **Первичная структура** белка – это *последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи*. Так, первичная структура белка, изображенного на схеме 1, определяется **a-b-c-d-e-f-g...** последовательностью аминокислотных остатков, образующих этот белок.

Если в цепи аминокислотных остатков изменяется их последовательность или число, то первичная структура также изменяется. По этой причине из 20 различных α -аминокислот возможно образование тысяч и миллионов белков.

(1) Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры простого белка



• **Вторичная структура** белка – это форма, которую имеют отдельные участки полипептидной цепи в пространстве. Полипептидные цепи многих природных белков имеют спиралеобразную форму. Такая форма вторичной структуры белка получила название α -спирали (см: [сх. 1](#) – вторичная структура).

Вторичная структура образуется за счет **водородных связей** ($C=O \dots H-N$), которые возникают между $-CO-$ и $-NH$ группами, расположенными на соседних витках спирали.

• **Третичная структура** белка – это форма, которую приобретает спираль в пространстве. В простейшем случае третичную структуру молекулы белка можно представить в виде клубка, как например, в случае клубка одной полипептидной цепи гемоглобина (см: [сх.1](#))

Третичная структура белка образуется за счет **дисульфидных** ($-S-S-$) и **солевых** ($-H_3N^+ \dots ^-OOC-$) мостиков, а также **сложноэфирных** ($-COO-R$) и **водородных** ($-CO \dots HN-$) связей, возникающих между функциональными группами, направленными наружу от спирали.

Биологическая активность белка определяется, главным образом, его третичной структурой.

• **Четвертичная структура** белка связана с определенным расположением в пространстве нескольких полипептидных цепей белковой молекулы.

Эта структура наблюдается, если белок состоит из нескольких полипептидных цепей (обычно у таких белков $M_r > 50\,000$). Например, четвертичная структура молекулы гемоглобина ($M_r = 68\,000$) обусловлена расположением четырех полипептидных цепей, так как это показано на [схеме 1](#).

Четвертичная структура возникает за счет тех же сил, которые определяют третичную структуру белка, однако в этом случае они действуют между разными полипептидными цепями.

• Знаете ли вы... •

Содержание белков в некоторых продуктах питания (в %)

Мясо	18–22	Сыр	20–36	Ржаной хлеб	7,8	Молоко	3,5
Рыба	17–22	Яйцо	13	Рис	8		

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Запишите в таблице формулы тех функциональных групп, которые образуют мостики и связи, обуславливающие третичную структуру белка.

Название мостика или связи	Дисульфидный мостик	Солевой мостик	Сложноэфирная связь	Водородная связь
Функциональные группы, образующие мостик или связь				

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Простые природные белки – продукты поликонденсации ...
- Первичная структура белка возникает за счет ... связей, а вторичная структура за счет ... связей.

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– На что вы попросили бы преподавателя обратить внимание на следующих уроках?

■ III. Выполните задания.

A 1. Какие выражения относятся к синтезу белков в организме?

1. ДНК
2. α-аминокислоты
3. полимеризация
4. поликонденсация

2. Что из нижеприведенного имеет отношение к составу и строению белков?

1. полипептид
2. остатки аминокислот
3. Э.Фишер
4. А.Данилевский
5. Н.Зинин
6. пептидная связь

B 3. Определите, что имеет отношение к протеинам и протеидам.

- | | | | |
|------------------------|------------------|----------|-----|
| 1. сложный белок | 2. простой белок | протеины | ___ |
| 3. остатки аминокислот | 4. полипептиды | протеиды | ___ |

4. Установите соответствие.

- | | | | |
|----------------------|------------|---------------------|-------------|
| 1. гемоглобин | 2. фиброин | 3. инсулин | 4. коллаген |
| а. сферическая форма | | б. нитевидная форма | |

растворимый белок ___

нерастворимый белок ___

С 5. Укажите, что верно или неверно для строения белка. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет(-)
I структура – последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи.		
II структура – удерживается силами солевых мостиков.		
III структуру белка представляют как клубочковидную структуру		
IV структура наблюдается у всех белков.		

6. В каком случае изменится первичная структура белка?

1. При изменении порядка аминокислотных остатков в цепи.
2. При изменении числа аминокислотных остатков в цепи.
3. При денатурации белка.

D 7. Напишите формулы четырех функциональных групп, часто встречающихся в составе белков.

1. ___ 2. ___ 3. ___ 4. ___

8. Почему животные белки считаются более полноценными, чем растительные белки? Ответ обоснуйте.

●●● После
УРОКА

Подготовьте презентацию по теме “Вторичная структура белков”.

5.4.2. Свойства и применение

• **Вспомните пройденное** •

- Какая связь в белках разрывается при гидролизе белков?
- Какие функциональные группы белков участвуют в их цветных реакциях?

Впервые белок был выделен в 1728 г итальянским ученым Я.Б.Беккари из пшеничной муки. При изучении свойств белков было установлено, что они, в отличие от жиров, углеводов и других органических веществ, обладают “специфическим свойством”. По этой причине белки выделили в отдельный биологический класс веществ.



- Какое свойство белков подразумевается под выражением “специфическое свойство” белков.
- Какова связь изображенного на рисунке с этим “свойством”?



Деятельность • **Некоторые характерные реакции белков.**

Обеспечение: медный купорос, ацетат свинца(II), концентрированная азотная кислота, растворы белка (яичного белка), три пробирки, спиртовка.

A) ОСАЖДЕНИЕ БЕЛКОВ СОЛЯМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Ход работы: в каждую из 2-х пробирок прилейте по 1–2 мл раствора белка и по каплям, взбалтывая пробирки, добавьте в одну из них раствор медного купороса, а в другую – ацетата свинца(II), и наблюдайте за изменениями.

В) КСАНТОПРОТЕИНОВАЯ РЕАКЦИЯ

Ход работы: 1. В пробирку с 2–3 мл раствора белка добавьте несколько капель концентрированного раствора азотной кислоты и отметьте происходящие изменения.

2. Нагрейте раствор в пробирке.

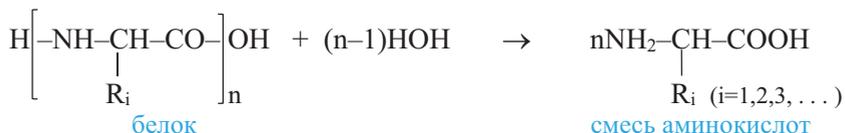
Обсудите результаты:

- Какие изменения вы наблюдали в пробирках при проведении опытов **A** и **B**?
- Какое значение может иметь опыт **A** при отравлении организма соединениями тяжелых металлов?
- Как объясните изменения, происходящие в растворе при нагревании содержимого в пробирке (опыт **B**)?

Физические свойства. Часть белков (глобулярные) растворяются в воде с образованием коллоидных растворов, другая часть – в разбавленных растворах солей, а фибриллярные белки в воде не растворяются совсем. Некоторые белки существуют и в кристаллическом состоянии. Белки – электролиты.

Химические свойства. Характерные химические свойства белков обусловлены их способностью вступать в *цветные реакции*, подвергаться *гидролизу* и *денатурации*.

Гидролиз. Гидролиз белков – одно из важнейших их свойств. Гидролиз белков происходит или под действием ферментов, или же при нагревании их с кислотами или щелочами. Конечный продукт гидролиза – α -аминокислоты:



Данные о составе и химическом строении белков получают именно в результате их гидролиза. Гидролиз белков – основа процесса пищеварения.

Денатурация – это разрушение вторичной и третичной структуры белка

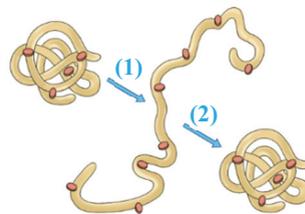
(1). Денатурация происходит под действием щелочей, сильных кислот, этанола, солей тяжелых металлов (Hg, Pb, Fe и др.), радиации и нагревания.

При варке яиц, приготовлении пищи, свертывании крови, скисании молока и в др. случаях мы наблюдаем явление денатурации.

При денатурации белок теряет специфическую пространственную форму молекулы **(1)**, биологическую активность и растворимость в воде.

Если фактор, вызывающий денатурацию, действует кратковременно или слаб, то первоначально осажденный белок растворяется, восстанавливая исходное строение и свойства **(2)**. Такое явление называют *ренатурацией*.

Определение (цветные реакции). Белки определяют по их характерным цветным реакциям (**a, b, c**), а также по запаху *жженных перьев* при сильном нагревании белков.



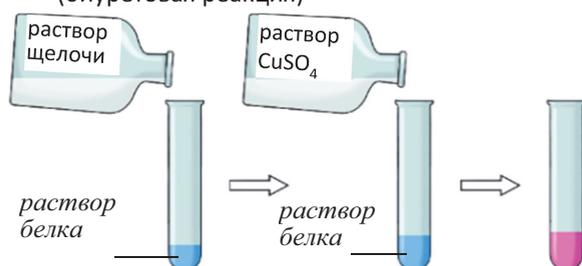
Денатурация **(1)** и ренатурация **(2)** молекулы белка.

а При действии на растворы белков в щелочной среде сульфатом меди(II) раствор окрашивается в красно-фиолетовый цвет (**d**). Эту реакцию называют *биуретовой реакцией* и используют для доказательства присутствия в веществе пептидной связи.

б При действии концентрированной азотной кислоты на белки, молекулы которых содержат ароматическую аминокислоту, наблюдается желтое окрашивание (бензольное кольцо нитруется).

с При действии на растворы белка, содержащего в своем составе серу, ацетата свинца(II) и гидроксида натрия с последующим нагреванием наблюдается выпадение *черного осадка* сульфида свинца(II).

(d) Определение пептидной связи (биуретовая реакция)



Получение. Белки образуются в клетках человека, животных и растений. Процесс образования белков из аминокислот, протекающий в клетках живых организмов, называется *биосинтезом*. Биосинтез протекает с участием нуклеиновых кислот.

Значение белков и их применение. Белки – важная составная часть живых организмов. Они входят в состав протоплазмы и ядра растительных и живых клеток. Белки регулируют характерные признаки и функции живых организмов – рост, наследственность, движение, деятельность органов чувств, природу заболеваний, явление иммунитета и др. Недостаток белка в пище вызывает серьезные заболевания.

В настоящее время многие из белковых веществ, например, гормоны и ферменты, получают биотехнологическими методами с помощью микроорганизмов. В промышленности белки применяются в виде природных волокон (шелка, шерсти), кожи, пластмасс и клеев.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте уравнение гидролиза белка и выразите x и y посредством n .



■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Гидролизом белков получают информацию об их ... и ...
- При денатурации белка разрушаются ... и ... молекулы белка.

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Что бы вы поменяли в ходе урока?

III. Выполните задания.

A

1. К характерным химическим свойствам белков относятся:

- денатурация
- разложение при нагревании
- гидролиз
- реакция “серебряного зеркала”

2. Определите факторы, вызывающие денатурацию белков.

- щелочи и сильные кислоты
- соли тяжелых металлов
- соли легких металлов
- радиация и нагревание
- этанол

B

3. По каким схемам можно определить белки?

- белок $\xrightarrow{\text{сильное нагревание}}$
- белок + PbS $\xrightarrow{\text{NaOH}}$
- белок + CuSO₄ $\xrightarrow{\text{NaOH}}$
- белок + HNO₃(конц.) \rightarrow
- белок + CuS $\xrightarrow{\text{NaOH}}$

4. По каким реакционным схемам:

- раствор окрашивается в красно-фиолетовый цвет?
- из раствора выделяется черный осадок?

- белок + CuSO₄ $\xrightarrow{\text{NaOH}}$
- белок + CuS $\xrightarrow{\text{NaOH}}$
- белок + HNO₃(конц.) \rightarrow
- белок + (CH₃COO)₂Pb $\xrightarrow{\text{NaOH}}$

C

5. Укажите, что верно или неверно для денатурации белков. Обоснуйте ответы.

	Да (+)	Нет (-)
Разрушается первичная структура.		
Не изменяется специфическая пространственная форма молекулы.		
Теряется биологическая активность.		
Теряется способность растворяться в воде.		

6. По каким схемам доказывают наличие в молекуле белка а) S–H связи; б) пептидной связи?

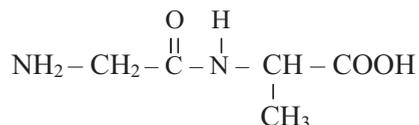
- белок + CuSO₄ $\xrightarrow{\text{NaOH}}$
- белок + CuS $\xrightarrow{\text{NaOH}}$
- белок + HNO₃(конц.) \rightarrow
- белок + (CH₃COO)₂Pb $\xrightarrow{\text{NaOH}}$

D

7. Определите X.

Трипептид аминокислоты	Масса, г	Масса аминокислоты, образующейся при гидролизе, г	Молярная масса аминокислоты, г/моль
	m	m+6	X

8. Назовите дипептид. В формуле укажите амидную группу и пептидную связь.



●●● После
УРОКА

• Подготовьте презентацию по теме “Промышленные изделия (материалы) белковой природы”.

1. **Амины** – это производные аммиака, в молекуле которого атомы водорода замещены углеводородными радикалами.
2. Амины состава RNH_2 , $\text{R}^1\text{R}^2\text{NH}$ и $\text{R}^1\text{R}^2\text{R}^3\text{N}$ называются, соответственно, первичными, вторичными и третичными.
3. Метиламин (CH_3NH_2) – предельный, фениламин ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) – ароматический амин.
4. Структурная изомерия аминов обусловлена строением углеводородного радикала, положением аминогруппы в цепи и числом радикалов, присоединенных к атому азота.
5. Амины – органические основания.
6. Основные свойства аминов обусловлены наличием неподеленной электронной пары атома азота.
7. Алкиламины проявляют более сильные основные свойства, чем аммиак.
8. С ростом числа алкильных радикалов основные свойства аминов усиливаются.
9. Основные свойства анилина слабее, чем у аммиака.
10. С ростом числа фенильных радикалов основные свойства ароматических аминов ослабевают.
11. Предельные амины получают восстановлением нитросоединений водородом.
12. Нитрометан (CH_3NO_2) и 2,4,6-тринитробензол [$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_3$] – нитросоединения.
13. Предельные амины с кислотами образуют соли алкиламмония.
14. При действии щелочи на соли аминов они разлагаются с выделением амина.
15. В молекуле анилина аминогруппа и фенильный радикал влияют друг на друга.
16. Водный раствор анилина не изменяет цвет красной лакмусовой бумаги.
17. Аминокислоты – органические вещества, содержащие в своем составе аминок- и карбоксильную группы.
18. В α -аминокислотах $-\text{NH}_2$ и $-\text{COOH}$ группы присоединены к одному атому С.
19. У аминокислот наблюдается структурная и пространственная изомерия.
20. При гидролизе белков образуются аминокислоты.
21. В водных растворах аминокислот протекает внутримолекулярная нейтрализация.
22. Аминокислоты существуют в виде внутренней соли или биполярного иона.
23. Аминокислоты – органические амфотерные соединения.
24. Поликонденсацией аминокислот образуются полипептиды.
25. Группу $-\text{CO}-\text{NH}-$ называют пептидной группой, а связь $\text{C}-\text{N}$ пептидной связью.
26. В молекулах белков остатки аминокислот соединены между собой пептидной связью.
27. Белки имеют первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры.
28. Важнейшим химическим свойством белков является их гидролиз.
29. Денатурация – разрушение вторичной и третичной структур белка.
30. Белки определяют по характерным цветным реакциям и по появлению запаха жженных перьев при их сильном нагревании.

1. Установите соответствие.

1. $\text{CH}_3\text{NHC}_2\text{H}_5$ 2. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 3. $(\text{C}_4\text{H}_9)_2\text{NH}$
 4. $(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_2$ 5. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 6. $(\text{C}_3\text{H}_7)_3\text{N}$

Моноамин __ Вторичный амин __ Третичный амин __

2. Определите структурные изомеры диэтиламина и обоснуйте ваш выбор.

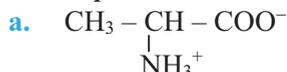
- a. метилизопропиламин b. 2-аминобутан
 c. диметилэтиламин d. метилбутиламин

3. Составьте молекулярные формулы аминов и расположите их в порядке убывания основных свойств.

1. дифениламин 2. метиламин
 3. метилфениламин 4. метилэтиламин 5. анилин

4. Завершите схемы реакций и назовите органические продукты.

- a. $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{горение}}$ b. $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} + \text{HCl} \rightarrow$
 c. $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3]\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{t}$

5. Используя соответствующие схемы и уравнения, докажите взаимное влияние групп атомов в молекуле анилина.**6. Ответьте на вопросы относительно аминокислоты, имеющей строение а.**

1. Как называется приведенная структура аминокислоты?
 2. В ходе какой реакции образуется приведенная структура аминокислоты?
 3. Какое строение имеет аминокислота в твердом состоянии?
 4. Как называют аминокислоту по Международной и рациональной номенклатуре?

7. Завершите схемы реакций и установите соответствие.

1. $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{COOH} + \text{HI} \rightarrow$ 2. $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow$
 3. $2\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{COOH} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$ 4. $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow$

Основные свойства аминокислоты __ Кислотные свойства аминокислоты __

8. Определите выражения, относящиеся к вторичной структуре белка.

1. α -спираль 2. водородная связь типа $>\text{C}=\text{O} \cdots \text{H}-\text{N}<$
 3. пептидная связь 4. сложноэфирная связь 5. солевой мостик

9. Какие внешние признаки наблюдаются в реакциях белков с сульфатом меди(II) и ацетатом свинца(II). Какие выводы делаются относительно белков на основании этих признаков?**10. Завершите выражения.**

- a. Амины рассматриваются как производные __ .
 b. Аминокислоты рассматриваются как производные __ .
 c. При изменении __ и __ аминокислотных остатков изменяется первичная структура белка.
 d. Процесс биосинтеза белков протекает с участием __ .



ЧАСТЬ III

ВЫСОКО-
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ
СОЕДИНЕНИЯ

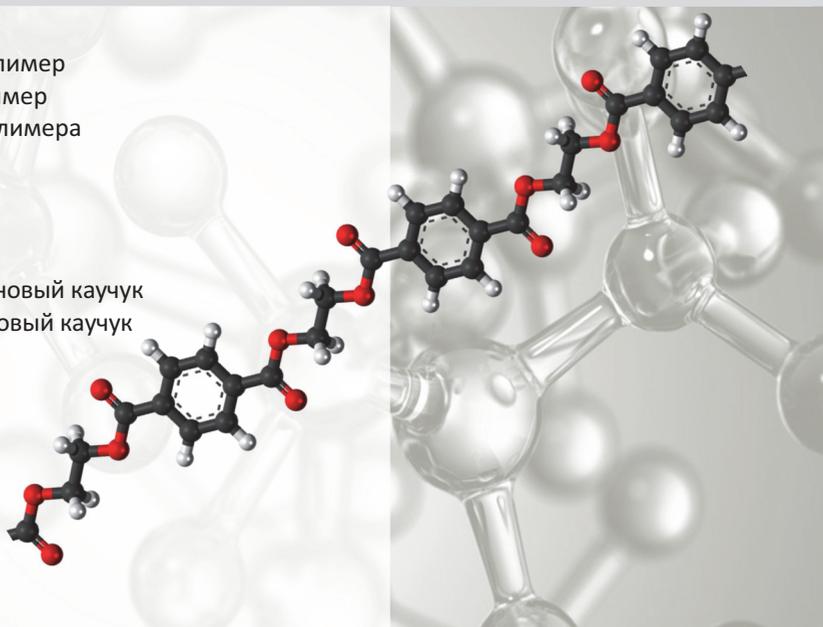
глава

6

ПОЛИМЕРЫ

- 6.1. Строение и физические свойства полимеров. Пластмассы
 - 6.2. Природные и синтетические каучуки
 - 6.3. Волокна
 - 6.4. Защита окружающей среды от загрязнения полимерными веществами
 - 6.5. Урок-дебат. Польза и вред полимеров
- Практическая работа-3.** Физические и химические свойства белков и полимеров

- сополимер
- термопластический полимер
- терморезистивный полимер
- стереорегулярность полимера
- поливинилхлорид
- полистирол
- пластмасса
- природный каучук
- синтетический бутадиеновый каучук
- синтетический изопреновый каучук
- хлоропреновый каучук
- дивиниловый каучук
- резина
- вулканизация
- капроновое волокно
- нейлоновое волокно
- лавсановое волокно
- энантовое волокно



Полимеры в виде *пластмасс, каучуков и волокон* применяются практически в любой сфере человеческой деятельности – строительстве, сельском хозяйстве, электротехнике, радиотехнике, автомобильной промышленности, самолетостроении и в быту.

Особое место полимеры занимают в медицине, и в особенности в хирургии. Из полимеров изготавливают протезы кровеносных сосудов, пищевода, желчных протоков, клапанов сердца, а также сложные медицинские приборы – аппараты “искусственное сердце”, “искусственные легкие”, “искусственная почка” и др. При операциях на кровеносных сосудах применяют материалы из лавсана, полипропилена, капрона и кремнийорганических полимеров. Для изготовления искусственных зубов и протезов широко используют полиакриловые полимеры.

Высокомолекулярные соединения (поливиниловый спирт и др.), которые по свойствам близки к плазме крови, применяются в качестве синтетических кровезаменителей. В некоторые полимеры-кровезаменители вводят специальные вещества для лечения туберкулеза, склероза, а также антибиотики и противораковые препараты. В последнем случае полимеры, образуя устойчивые водные растворы, совмещаются с кровяной плазмой. Так решается задача использования полимеров в качестве *пролонгаторов* – средств, продлевающих время действия лекарства.

Вспомните учебный материал, изученный в VII–X классах, и выполните задания

1. Укажите на схеме мономер, полимер и степень полимеризации.



2. Определите мономеры, молекулы которых содержат одну и две С=С связи. Составьте структурные формулы этих мономеров.

- a. винилхлорид
- b. пропилен
- c. дивинил
- d. изопрен

одну С=С связь _____

две С=С связи _____

3. Определите природные полимеры.

- a. лавсан
- b. белок
- c. крахмал
- d. целлюлоза

4. Определите синтетические полимеры.

- a. ацетатное волокно
- b. поливинилхлорид
- c. капрон
- d. дивиниловый каучук

5. Приведите по 2 примера полимеров разветвленного и неразветвленного строения.

6. Какие полимеры имеют сетчатое строение?

- a. резина
- b. каучук
- c. полистирол
- d. фенолформальдегидная смола (бакелит)

7. Объясните общие и отличительные особенности реакций полимеризации и поликонденсации.

8. С какой целью каучуки превращают в резину? Как называется этот процесс?

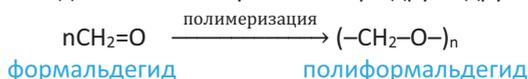
- В выражении **полимер** – “поли” означает “много”, “meros” – “часть”.

Полимеры или высокомолекулярные соединения – это вещества, молекулы которых состоят из многократно повторяющихся групп атомов.

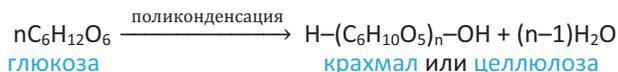


Полимеры получают из мономеров реакциями *полимеризации* и *поликонденсации*.

Реакции полимеризации – это реакции образования высокомолекулярных веществ в результате многократного соединения молекул мономера друг с другом:



Реакции поликонденсации – это реакции образования высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных, сопровождающиеся выделением в качестве побочного продукта воды, аммиака и др.:



•Знаете ли вы...•

- Соединения, имеющие $M_r < 500$ называют **низкомолекулярными**, а в интервале 500–5000 – **олигомерами**.
- Для любого полимера степень полимеризации не постоянная величина, т.е. разные макромолекулы одного и того же полимера могут содержать разное число структурных единиц. Как следствие, относительная молекулярная масса полимера принимает разные значения. По этой причине полимеры принято характеризовать средней относительной молекулярной массой.

Полимеры, полученные реакциями полимеризации (a) и поликонденсации (b)	
a	b
Полиэтилен высокой плотности	Белки
Полиэтилен низкой плотности	Крахмал (амилоза, амилопектин)
Полипропилен	Целлюлоза
Полистирол	Фенолформальдегидная смола
Политетрафторэтилен (тефлон)	Капрон
Повинилхлорид	Лавсан

6.1. СТРОЕНИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ. ПЛАСТМАССЫ

• Вспомните пройденное •

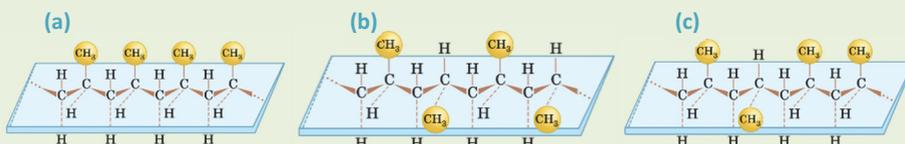
- В XI классе на примере каких органических соединений вы рассматривали зависимость физических свойств от их строения?

Современные полимерные материалы широко применяют в производстве автомобилей, кораблей, самолетов, а также в космической промышленности. Например, из полиэтилена изготавливают пленки, покрытия, трубы и т.д.



– Каким образом удастся из полимера одного и того же состава изготавливать изделия с различными свойствами?

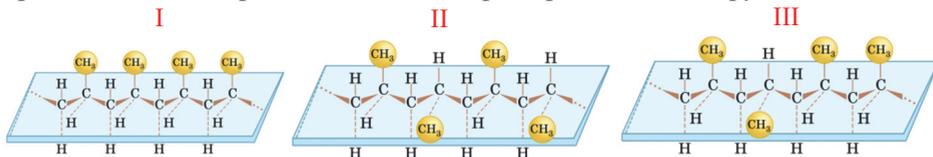
Деятельность • Стереорегулярное строение полимеров. В каких макромолекулах пропилена метильные группы расположены закономерным (упорядоченным) образом относительно плоскости углеродной цепи?



Обсудите:

- Почему силы притяжения между макромолекулами строения **a** и **b** больше, чем силы притяжения между макромолекулами строения **c**?

Стереорегулярность полимеров (пространственный порядок). Под **стереорегулярностью полимера** подразумевают упорядоченное (регулярное) расположение групп атомов его макромолекулы в пространстве. Например, полимеризацией пропилена получают полипропилены I–III, макромолекулы которых отличаются расположением в пространстве CH_3 -групп:



стереорегулярного строения
(изотактический пропилен)

стереорегулярного строения
(синдиотактический пропилен)

нестереорегулярного строения
(атактический пропилен)

Если радикалы, в нашем случае метильные группы, расположены по одну сторону от плоскости углеродной цепи (I) или по обе стороны упорядоченным образом (II), то такие полимеры называют *полимерами стереорегулярного строения* (соответственно, *изотактическими* и *синдиотактическими*). Если радикалы расположены сверху и снизу от этой плоскости беспорядочным образом (III), то такие полимеры называют полимерами *нестереорегулярного строения* (*атактические*).

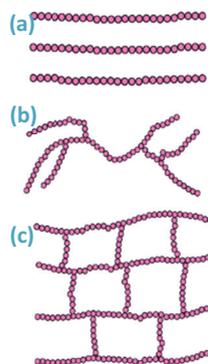
Физические свойства полимеров. Из-за большой молекулярной массы полимеров между их макромолекулами действуют большие силы притяжения. Поэтому полимеры обладают высокой температурой плавления (разложения), малой растворимостью и высокой механической прочностью. Поскольку в макромолекулах одного и того же полимера степень полимеризации имеет разное значение, то полимеры не имеют постоянную температуру плавления, а плавятся в определенном температурном интервале.

Влияние строения полимера на его физические свойства. Макромолекулы полимеров с неразветвленным строением (а) плотно расположены друг к другу, поэтому между ними силы притяжения большие. Как следствие, плотность, прочность и температура плавления этого полимера больше, чем у соответствующего полимера разветвленного строения.

По этой же причине полимеры стереорегулярного строения (I и II) имеют большую плотность, прочность и высокую температуру плавления, чем полимеры нестереорегулярного строения (III).

В отличие от полимеров разветвленного и неразветвленного строения (а, б), сетчатые полимеры (с) не плавятся и не растворяются в растворителях, так как макромолекулы сетчатых полимеров сшиты друг с другом.

Макромолекулы полимеров неразветвленного (а), разветвленного (б) и сетчатого (с) строения.



Аяз Эфендиев
(1938-2007) Азербайджанский химик по высокомолекулярным соединениям

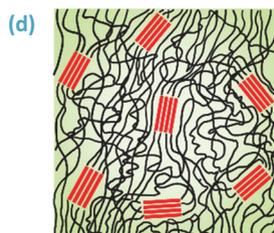
- Разработал новые способы получения полимерных сорбентов, образующих комплексы с металлами, и металлосодержащих полимерных катализаторов.



Надир Сеидов
(1932 - 2015) Азербайджанский химик по высокомолекулярным соединениям

- Всесторонне изучил реакции сополимеризации этилена с пропиленом, бутиленами, амиленами, гексеном-1 и диенами, в результате чего был решен ряд важных технологических проблем в этой области.

Свойства полимеров зависят также и от **степени их кристалличности**. Обычно длинные макромолекулы полимеров расположены беспорядочно. Однако, при определенных условиях определенное число макромолекул или же определенные части молекул в пространстве могут расположиться упорядоченным образом (d). В этих случаях говорят, что полимер имеет *определенную степень кристалличности*. Полимеры, обладающие определенной степенью кристалличности, по сравнению с тем же полимером



аморфного строения имеют более высокую температуру плавления и прочность.

Наконец, свойства полимера зависят и от его степени полимеризации (n). Например, полиэтилен со степенью полимеризации $n = 20$ – жидкость, а с $n = 5000$ – 6000 – очень твердый материал.

Большая часть полимеров применяется в виде *пластмасс, каучуков и волокон*.

Пластмассы

• **Пластмассы** – это материалы, полученные на основе полимеров, способные при нагревании принимать заданную форму и сохранять ее в процессе эксплуатации.

Пластмассы, помимо полимера, содержат и другие компоненты: *красители* (придают окраску), *наполнители* (придают прочность пластмассе), *пластификаторы* (придают эластичность, способность изгибаться) и др.

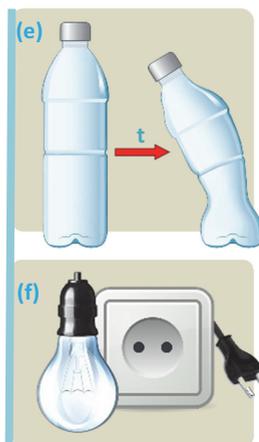
Пластмассы подразделяются на *термопластичные* и *термореактивные*.

Термопластичные пластмассы при нагревании смягчаются, плавятся и при охлаждении сохраняют приданную форму

(e). Термопластичные пластмассы изготавливают на основе полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида, полистирола и его сополимеров, лавсана, капрона, каучука и др. В настоящее время 85% используемых пластмасс являются термопластичными.

Термореактивные пластмассы (после синтеза) при нагревании хоть и смягчаются, но не плавятся (f), поскольку при первоначальном их нагревании их макромолекулы сшиваются друг с другом. По этой причине они, в отличие от термопластичных пластмасс, *непригодны для повторной переработки*. Термореактивные пластмассы – это полимеры, имеющие пространственное строение (сшитые, сетчатые полимеры). К термореактивным пластмассам относятся фенолформальдегидные смолы, эпоксидные смолы и др.

Применение. Легкость пластмасс, их высокая химическая и механическая устойчивость, способность не проводить тепло и электричество широко используются на практике – в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, быту и т.д. (g).



• **Знаете ли вы...** • В нашей республике на Сумгайтском Этилен-полиэтиленовом заводе за год производится более 100 тысяч тонн полиэтилена.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте схемы макромолекул полистирола стереорегулярного строения.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Строение макромолекулы влияет на физические свойства полимера, так как ...
- В макромолекуле полистирола изотактического строения фенильные группы ...
- Полимер не плавится при постоянной температуре, потому что ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– На каком этапе урока вы себя чувствовали увереннее?

■ III. Выполните задания.

A

 1. Назовите полимеры, соответствующие структурным единицам.

1. $(-F_2C-CF_2-)$ 2. $(-CH_2-O-)$ 3. $(-CH_2-\underset{\text{Cl}}{\underset{|}{CH}}-)$ 4. $(-C_6H_{10}O_5-)$

2. Определите непостоянные величины полимера.

1. степень полимеризации 2. относительная молекулярная масса
3. температура плавления (разл.) 4. элементный состав полимера

B

 3. Определите степень полимеризации полистирола со средней относительной молекулярной массой, равной $52\,000$ $M_r(CH_2=CH-C_6H_5) = 104$.

4. Установите соответствие между строением полимера и его свойствами.

1. не плавится при нагревании ___
2. частично растворяется в органических растворителях ___

- а. имеет сетчатое строение
б. имеет неразветвленное строение
с. имеет разветвленное строение

C

 5. Определите полимеры разветвленного и неразветвленного строения.

1. целлюлоза 2. бакелит 3. резина 4. полистирол 5. гликоген
неразветвленный полимер ___ разветвленный полимер ___

6. Укажите, что верно (+) или неверно (–) для полимеров. Обоснуйте ответы.

	Полиформальдегид	Целлюлоза
Природный полимер		
Имеет неразветвленное строение		
При синтезе из мономера образуется лишь одно вещество		
По элементному составу не отличается от мономера		
Макромолекула состоит из молекул мономера		

D

 7. Какие полимеры называются изотактическими, синдиотактическими и атактическими?

8. Почему полимеры имеют высокую температуру плавления (или разложения) и низкую способность к растворению?



Подготовьте презентацию по теме “Заслуги азербайджанских химиков в развитии химии полимеров”.

6.2. ПРИРОДНЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ КАУЧУКИ

• Вспомните пройденное •

– С какой целью проводят вулканизацию каучуков?

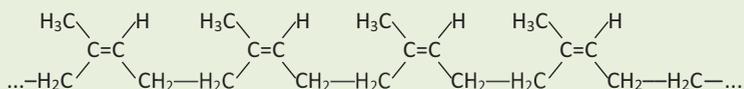
В 1823 году шотландский химик Дж.Макинтош, пропитав плотные ткани раствором каучука в керосине, получил водонепроницаемую ткань. Из этой ткани изготавливали плащи, калоши, сумки. Однако, при их использовании во время сильных морозов или же в жаркие летние дни возник ряд проблем, в результате чего эти ткани не нашли широкого применения.



– В чем состоит недостаток тканей, пропитанных каучуком?

Деятельность • Строение макромолекулы природного каучука.

На основании схемы макромолекулы природного каучука заполните таблицу.



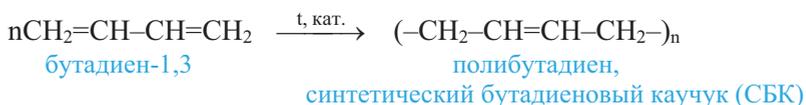
	Ответ
Строение макромолекулы (разветвленное/неразветвленное)	
Класс углеводородов, к которому относится мономер	
Геометрическая форма структурной единицы (цис/транс)	
Молекулярная формула полимера и его название	

Обсудите: – Почему при нагревании каучуков с серой образуется полимер сетчатого строения? Какие группы исходной макромолекулы участвуют в этом процессе?

Каучуки – это эластичные материалы, превращающиеся при вулканизации в резину. По происхождению различают каучуки *природные* и *синтетические*. Природный (натуральный) каучук получают из млечного сока дерева *гевеи*, а синтетические – из алкадиенов и их производных.

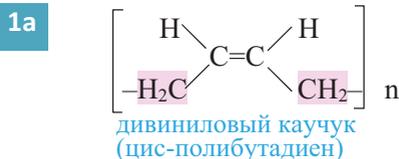
Природный каучук растворяется в бензине, бензоле, дисульфиде углерода; эластичен и не пропускает воду и газы. Он имеет состав $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$ и строение, приведенное выше. В его макромолекуле метиленовые $>\text{CH}_2$ группы по отношению к связи $\text{C}=\text{C}$ расположены только в цис-положении. Поэтому природный каучук является *цис-полимером изопрена стереорегулярного строения*, т.е. *цис-полиизопреном*.

Если в одной макромолекуле $>\text{CH}_2$ группы расположены и в цис-, и в транс-положениях, то такие макромолекулы считаются *нестереорегулярного строения*. Первый синтетический каучук, синтезированный в промышленном масштабе (С.Лебедев, 1932 г.) – *бутадиеновый каучук*, имел нестереорегулярное строение:

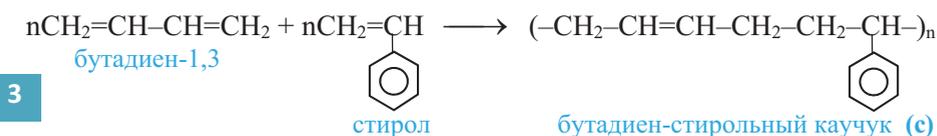
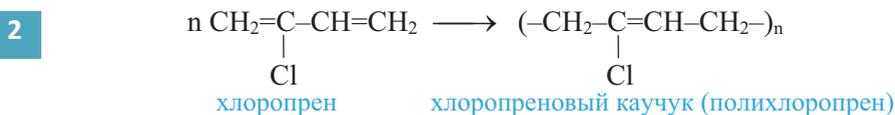


Поэтому он по эластичности и устойчивости к трению уступал природному.

В настоящее время в присутствии катализатора $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3 + \text{TiCl}_4$ получают бутадиеновый каучук стереорегулярного строения, названный *дивиниловым каучуком (1a)*. Этим способом получен также синтетический изопреновый каучук (**1b**), имеющий строение, аналогичное строению природного каучука:



Синтетический изопреновый и дивиниловый каучуки регулярного строения по свойствам близки к природному каучуку. Дивиниловый каучук, а также хлоропреновый (**2**) и бутадиен-стирольный каучуки (**3**) по устойчивости к трению даже превосходят природный каучук:

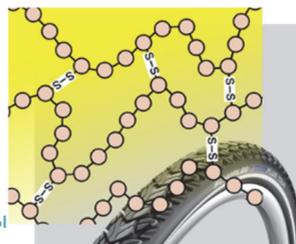


Недостатки каучуков (при повышенной температуре становятся *мягкими* и *липкими*, а на холоде теряют эластичность и становятся *твердыми* и *хрупкими*) устраняют, превращая их в *резину*:



Резина имеет сетчатое строение. Поэтому она, в отличие от каучука, более эластична и прочна, устойчива к изменениям температуры и действию растворителей (в отличие от каучука резина в бензине не растворяется, а лишь набухает).

Макромолекула резины



И з у ч и

Вычисления, связанные со строением макромолекулы каучука

Вычислите общее число атомов углерода, находящихся в состоянии sp^2 гибридизации, в макромолекуле бутадиен-стирольного каучука (**с**), содержащего n структурных единиц.

Решение:

Число атомов углерода в состоянии sp^2 гибридизации в структурной единице молекулы (**с**) равна 8: в бензольном кольце – 6 и 2 в фрагменте $>\text{CH}=\text{CH}<$. Следовательно, общее число sp^2 гибридизированных атомов углерода в молекуле (**с**) составит: $8 \cdot n$

Вычислите общее число атомов углерода, находящихся в состоянии sp^3 гибридизации в макромолекуле природного каучука.

Применение. Различные виды синтетических каучуков широко применяются в транспортных средствах, машиностроении, электротехнике, обувной промышленности, в производстве клеев и эбонита, медицинских и бытовых изделий.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

■ Составьте схему макромолекулы гутта-перчи – транс-полимера изопрена.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Макромолекулу каучука можно рассматривать как неопределенный ..., потому что ...
- Макромолекула дивинилового каучука имеет стереорегулярное строение, так как ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Где вы можете применить усвоенное на уроке?

■ III. Выполните задания.

A 1. Определите каучуки, макромолекулы которых имеют цис-строение.

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1. бутадиеновый | 2. природный |
| 3. дивиниловый | 4. хлоропреновый |

2. Какие свойства природного каучука обуславливают его широкое применение?

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. водо- и газонепроницаемость | 2. эластичность |
| 3. растворимость в воде | 4. способность к вулканизации |

B 3. Сколько граммов брома потребуется для полного бромирования двойных связей в 5,4 г дивинилового каучука? $A_r(\text{Br}) = 80$, $M_r(\text{C}_4\text{H}_6) = 54$.

4. Определите каучуки, имеющие одинаковую химическую формулу.

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. бутадиеновый | 2. дивиниловый |
| 3. изопреновый | 4. природный |

C 5. Чем отличается дивиниловый каучук от бутадиенового?

- | | |
|--------------------------------|----------------|
| 1. условием синтеза | 2. по составу |
| 3. по свойствам | 4. по строению |
| 5. способностью к вулканизации | |

D 6. При каком расположении метиленовых групп по отношению к связи $>\text{C}=\text{C}<$ каучук будет иметь стереорегулярное строение?

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. только в цис-положении | 2. только в транс-положении |
| 3. в цис- и в транс-положении | |

7. Почему изопреновый каучук реагирует с бромной водой?

8. Какие атомы углерода в молекулах алкадиенов принимают непосредственное участие в образовании макромолекул каучуков? Ответ подтвердите на примере полимеризации дивинила.

●●● После УРОКА

Сколько кг каждого из мономеров необходимо взять в реакцию сополимеризации, чтобы получить 31,6 кг бутадиен-стирольного каучука с 80%-ным выходом? Мономеры вступают в реакцию в мольном отношении 1:1. $M_r(\text{C}_4\text{H}_6)=54$; $M_r(\text{C}_8\text{H}_8)=104$.

6.3. ВОЛОКНА

• Вспомните пройденное •

– Посредством каких связей структурные единицы могут соединяться друг с другом в макромолекулах?

Шелководство на Южном Кавказе было широко распространено еще в V–VI веках. Албанский историк античного периода М.Каланкатлы писал, что на берегах реки Куры росло множество тутовых деревьев, которые, в основном, использовались в производстве шелковых тканей. Именно из шелковых нитей и ткались “кәләғәу” – национальные платки, использующиеся как головной убор женщинами в Азербайджане.



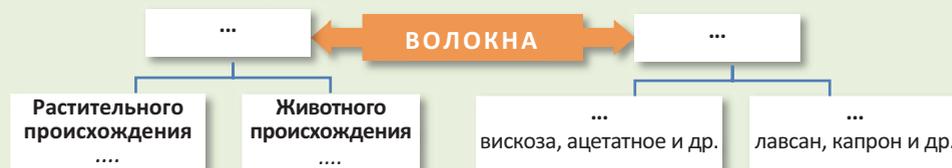
– Как располагаются макромолекулы друг относительно друга в волокнах?

– Как в производстве достигается такое расположение макромолекул в нитях и в чем состоит сущность этого процесса?



Волокна – полимеры неразветвленного строения, пригодные для изготовления нитей, пряжи и текстильных изделий.

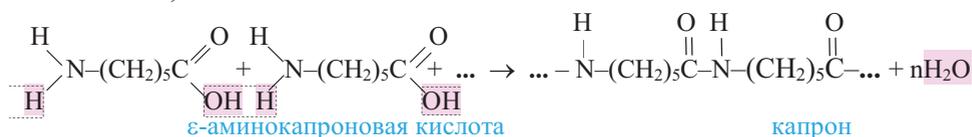
Деятельность • Классификация волокон. Завершите схему классификации волокон.



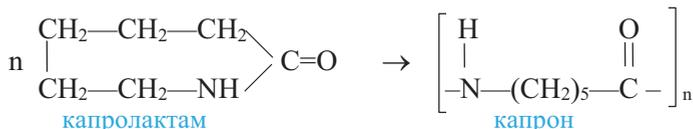
Обсудите: – Почему волокна образуют макромолекулы неразветвленного строения?

Волокна подразделяются на *природные* и *химические*. Природные волокна бывают *растительного* и *животного происхождения*. Химические волокна делятся на *искусственные* и *синтетические*. Искусственные – ацетатное и вискозное волокна получают химическими превращениями целлюлозы. Синтетические же волокна изготавливают из синтетических полимеров – *капрона*, *найлона* и *лавсана*. Поскольку в производстве искусственных и синтетических волокон применяются химические реакции, их называют *химическими волокнами*. В зависимости от присутствия между структурными единицами макромолекулы амидной или же сложноэфирной связи различают волокна *полиамидные* и *полиэфирные*. К полиамидным волокнам относятся *капрон*, *энант* и *нейлон* (анид), к полиэфирным – *лавсан*.

Капроновое волокно – продукт поликонденсации ε-аминокапроновой (6-аминогексановой) кислоты:

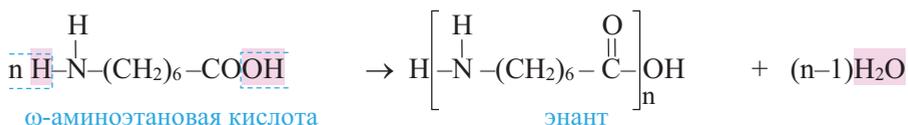


Однако, в промышленности капрон получают полимеризацией циклического соединения – *капролактама*:

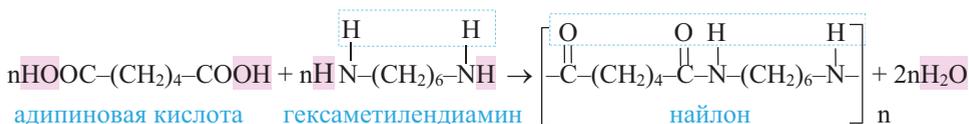


Капроновое волокно не поглощает влагу, во влажном состоянии прочность не теряет. По сравнению с природными волокнами лавсан более устойчив к трению. Недостатком капронового волокна является легкий гидролиз под действием кислот и неустойчивость капроновых изделий к нагреванию ($t_{\text{пл.}} = 215^\circ\text{C}$). Изделия, связанные из капронового волокна (рубашки, искусственный мех, ковры и др.), широко используются в быту. Из капроновой смолы изготавливают прочные детали машин и механизмов, а также парашюты, канаты и рыболовные сети.

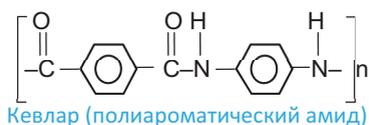
Энантивое волокно получают поликонденсацией ω -аминоэтановой (7-аминогептановой) кислоты:



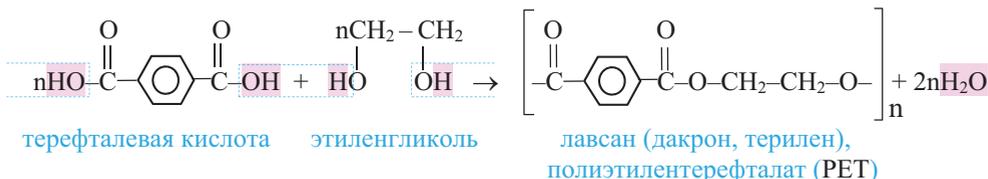
Найлоновое волокно получают совместной поликонденсацией двухосновной адипиновой кислоты с гексаметилендиамином:



•Знаете ли вы... • Полиароматический амид (кевлар), образующийся поликонденсацией терефталевой кислоты и ароматического амина – 1,4-бензолдиамина, обладает большой прочностью. Жилеты, связанные из нитей кевлар, заменяют пуленепробиваемые материалы.



Лавсановое волокно образуется при совместной поликонденсации этиленгликоля с терефталевой (бензол-1,4-дикарбоновой) кислотой:

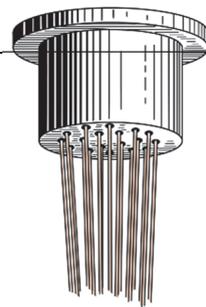


Ткани из лавсана не мнутся, поэтому они находят широкое применение.

Прочность лавсанового волокна позволяет применять его для изготовления канатов, транспортёрных лент, ремней, рыболовных сетей, парусных и кордных тканей. Лавсановое волокно – диэлектрик и потому используется в электроизоляции.

• **Параллельное расположение макромолекул в волокне.**

Для получения волокна из полимеров соответствующий полимер в расплавленном (или растворенном) состоянии пропускают через *фильтры* – колпачок с большим числом мелких отверстий, и охлаждают (или испаряют растворитель). Для придания прочности образовавшемуся волокну его в нагретом состоянии вытягивают. При вытягивании, с одной стороны изогнутые макромолекулы выпрямляются, с другой – макромолекулы, направленные в разных направлениях, ориентируются в одном направлении. В результате межмолекулярные силы притяжения возрастают и волокно еще более упрочняется.



■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Составьте уравнение реакции совместной поликонденсации терефталевой кислоты с гексаметилендиамином.

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Искусственные и синтетические волокна называют ... волокнами, так как в их производстве ...
- Капроновое волокно – полиамидное, потому что ...
- Лавсановое волокно – полиэфирное, так как ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Какая информация больше всего вас заинтересовала на уроке?

■ III. Выполните задания.

A

1. Определите природные волокна.

1. хлопок 2. лавсан 3. шелк 4. лен 5. шерсть

2. Укажите химические волокна.

1. ацетатное 2. капроновое 3. шерстяное 4. энантовое 5. вискозное

B

3. Установите соответствие.

1. лавсан 2. энант 3. капрон 4. нейлон

полиамидное волокно ___ полиэфирное волокно ___

4. Установите соответствие.

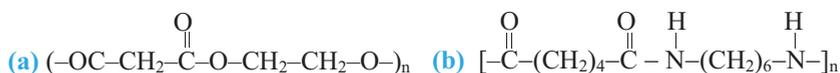
1. вискозное 2. лавсановое 3. энантовое 4. капроновое 5. ацетатное

синтетическое волокно ___ искусственное волокно ___

С 5. Укажите, что верно или неверно.

	Да (+)	Нет (-)
Капроновое волокно имеет разветвленное строение.		
Капроновое волокно получают непосредственно из 6-аминогексановой кислоты		
Основу ацетатного и вискозного волокна составляет один и тот же полимер.		
В синтезе лавсанового волокна участвует ароматическая карбоновая кислота.		

6. Составьте структурные формулы мономеров, соответствующих полимерам (а) и (б).



D 7. Составьте уравнение реакции образования капролактама путем внутримолекулярной дегидратации 6-аминогексановой кислоты.

8. Рассмотрите возможность образования водородной связи между макромолекулами капронового волокна и обоснуйте ваш ответ.

●●● После УРОКА

Подготовьте реферат на тему “Роль синтетических волокон в промышленности”.

6.4. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОЛИМЕРНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

• Вспомните пройденное •

– Почему с ростом производства полимеров растут и экологические проблемы окружающей среды?

Сотни лет люди используют энергию, аккумулированную в нефти, природном газе и каменном угле.



– В результате химических превращений каких биополимеров в природных условиях были образованы эти источники энергии?

Деятельность • Химическая стойкость полиэтилена

Обеспечение: образцы полиэтилена, концентрированные растворы серной кислоты и гидроксида натрия, раствор перманганата калия, бромная вода, 4 пробирки.

Ход работы:

Поместите в каждую из 4-х пробирок по образцу полиэтилена и в каждую пробирку осторожно прилейте перечисленные выше растворы. Наблюдайте за изменениями.

Обсудите:

– Какие изменения вы наблюдали в пробирках?

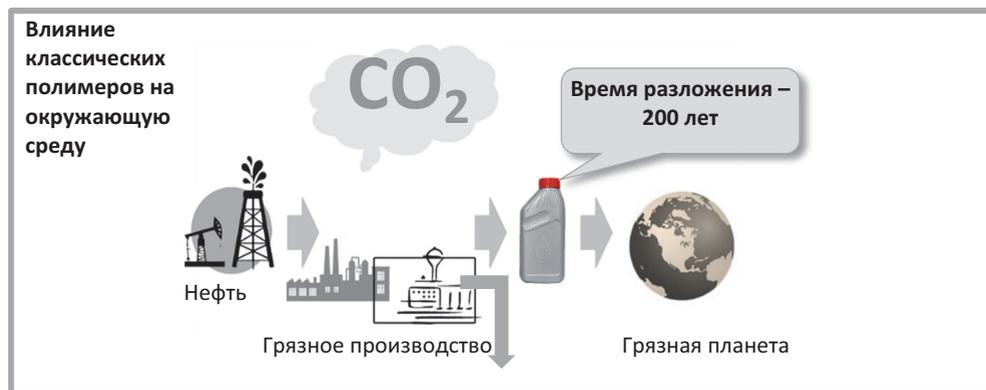
– Как можно связать результат опытов со строением молекулы полиэтилена?

В настоящее время производство в огромных количествах синтетических полимеров, отходы части отслуживших свой срок изделий, а также устойчивость этих полимеров в природных условиях (к действию солнечного излучения, кислорода воздуха, тепла, влаги), не подвергаясь химическому разрушению, приводит к загрязнению окружающей среды. Поэтому защита окружающей среды от загрязнения полимерными веществами является одной из актуальных проблем современности.

Для борьбы с загрязнением природы полимерными веществами используют следующие способы:

1. **Уничтожение отработанных и выброшенных полимеров путем их сжигания.** Этим методом обычно уничтожают сильнозагрязненные и смешанные отходы. Эти отходы обычно составляют около 60–85% от общих полимерных отходов.

Недостатком этого метода является то, что при сжигании уничтожаются ценные вещества и материалы, и, в лучшем случае, продукт сгорания – углекислый газ, переходя в атмосферу, усиливает парниковый эффект.



Однако, полимерные материалы, как правило, – многокомпонентные системы. Так, наряду с полимером, они содержат красители, наполнители, антиоксиданты, пластификаторы, а также примеси соединений тяжелых металлов, используемых в качестве катализаторов. Поэтому при их сжигании образуются также вредные летучие вещества (HCl, диоксин, формальдегид и др.), которые кроме атмосферы загрязняют также воду и землю.

Несмотря на этот недостаток, часть полимерных отходов уничтожают сжиганием, улавливая образующиеся летучие вредные вещества. Во многих случаях теплота сгорания используется в различных целях.

2. **Вторичная переработка отслуживших свой срок полимеров и изделий из них.**

В настоящее время лишь до 10% от всей массы полимерных отходов могут быть повторно использованы, поскольку даже если полимерные отходы тщательно отделены от других примесей, их практически невозможно переработать в полимерный материал с нужными свойствами. Причина этого состоит в неспособности полимеров смешиваться друг с другом.

Поэтому на повторную переработку можно направлять только однотипные полимеры. Отбор же однотипных полимеров требует их сортировки и, соответственно, больших расходов.

3. Разработка и применение биоразлагаемых полимеров. Наиболее оптимальный путь решения этой проблемы состоит в разработке и применении полимеров, которые под влиянием природных факторов (микроорганизмов, солнечных лучей, кислорода, влаги и др.) подвергаются биоразложению, не оказывая отрицательного влияния на окружающую среду.

К таким полимерам относятся полимеры на основе целлюлозы, которые могут быть использованы для упаковки хлебулочных или сыпучих изделий.



В настоящее время в США и Германии на основе полистирола-крахмала и полистирола-целлюлозы (под названием Ecoflex) выпускается *биоразлагаемый* полимер, предназначенный для производства пищевой упаковки и сельскохозяйственной пленки.



Этот полимер в течение 50 суток подвергается биодеструкции на 60%, а 80 суток – на 90%. Однако, работы по созданию биоразлагаемых полимеров находятся на стадии разработок и поэтому в настоящее время отходы пластиковых масс целесообразнее направлять на повторную переработку.

■ ЗАКРЕПИТЕ ИЗУЧЕННЫЙ МАТЕРИАЛ

- Почему загрязнение окружающей среды материалами из полиэтилена и полипропилена создает экологические проблемы?

■ РЕФЛЕКСИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

■ I. Закончите фразы и проверьте по тексту их правильность.

- Оптимальный путь решения проблемы загрязнения окружающей среды полимерными веществами состоит в ...

■ II. Выразите свое мнение о теме, ответив на вопрос.

– Что бы вы изменили в своей деятельности на следующих уроках?

■ III. Выполните задания.

A

1. Какие полимеры разлагаются в природных условиях?

1. лавсан
2. полибутилен
3. крахмал
4. белок

2. Какие природные факторы влияют на полимеры?

1. микроорганизмы
2. солнечные лучи
3. температура
4. кислород воздуха
5. влажность воздуха

B

3. Посредством каких химических связей соединены друг с другом структурные единицы большинства синтетических полимеров?

1. O–C
2. N–C
3. C–C
4. C–H

4. Посредством какой химической связи соединены друг с другом структурные единицы макромолекулы целлюлозы?

1. O–C–O
2. C–N–C
3. C–O–C
4. N–C–C

C

5. Что вы можете рассказать о прочности, полярности и др. свойствах связи C–O–C в макромолекуле крахмала?

6. Напишите схему химической связи, соединяющей структурные единицы в макромолекуле белка, и предскажите наличие в природе микроорганизмов, способствующих их деструкции. Обоснуйте ответ.

D

7. Почему загрязнение окружающей среды природными полимерами (целлюлозой, крахмалом, белками и др.) не представляет собой экологическую проблему?

8. Перечислите недостатки метода сжигания полимерных отходов и их вторичной переработки и разъясните отрицательное влияние этих методов на окружающую среду.

●●● После
УРОКА

Проведите анализ полимерных веществ, загрязняющих район вашего проживания, и заполните таблицу.

Название продукта, загрязняющего среду	Единица измерения	В среднем на каждые 100 м ² площади	Причины загрязнения	Что бы вы предложили для очистки своего района

6.5. Урок-дебат. ПОЛЬЗА И ВРЕД ПОЛИМЕРОВ

Для обсуждения каждой идеи создают две группы. Обе группы – приводят свои дополнительные обоснования За и Против, к приведенным в учебнике идеям. Одна группа высказывает свои аргументы, противоположная сторона приводит обратные аргументы. После дебатов всем классом делают заключение, подтверждающее или отрицающее рассматриваемую идею. Далее начинаются дебаты по последующей идее.

1. Необходимо увеличить производство товаров из пластмасс.

ЗА

– Экономим на природном сырье.
...

ПРОТИВ

– Хранение в пластиковой таре отрицательно влияет на качество продуктов питания.
...

2. Использование синтетических тканей и волокон надо резко сократить.

ЗА

– Товары, изготовленные из этих материалов, вызывают у людей аллергию.
...

ПРОТИВ

– Материалы, изготовленные из синтетических волокон, более прочные и устойчивые.
...

3. В квартирах следует устанавливать двери и окна только из пластика.

ЗА

– Внешний вид очень привлекателен.
...

ПРОТИВ

– Затрудняют естественную вентиляцию квартир.
...

4. Люди должны отказаться от использования материалов из синтетических полимеров.

ЗА

– Их производство сильно загрязняет окружающую среду.
...

ПРОТИВ

– Изделия из этих материалов удовлетворяют многие потребности людей.
...

Практическая работа 3 ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕЛКОВ И ПОЛИМЕРОВ

I

Денатурация белка

Раствор яичного белка объемом 3-5 мл в пробирке нагрейте до кипения на спиртовке. После охлаждения раствора прилейте к нему такой же объем воды. В каждом случае наблюдайте за происходящими изменениями.

Обсудите результаты:

- Что наблюдается при нагревании раствора белка? С чем связано это явление?
- Что наблюдается при охлаждении раствора и его разбавлении водой?
- Какой денатурации подвергается яичный белок при нагревании? Почему?

II

Осаждение белков солями тяжелых металлов

В каждую из 2-х пробирок прилейте по 1–2 мл раствора белка и по каплям, взбалтывая пробирки, добавьте в одну из них раствор медного купороса, а в другую – ацетата свинца(II) и понаблюдайте за происходящими изменениями.

Обсудите результаты:

- Что произошло в пробирках?
- Образуют ли ионы тяжелых металлов соединения с белком?
Можно ли этот метод использовать для оказания помощи при отравлении ионами тяжелых металлов?

III

Цветные реакции белков:**• Биуретовая реакция.**

В пробирку с 3–4 мл раствора яичного белка прилейте 2-3 мл раствора NaOH и добавьте 2 мл раствора медного купороса.

Обсудите результаты:

- Какие изменения произошли в пробирке?
- На что указывает цвет образовавшегося раствора?

IV

Физические и химические свойства полиэтилена

- (1) Нагрейте полиэтиленовые гранулы в пробирке и постарайтесь изменить форму гранулы стеклянной палочкой. Повторно погрейте эту гранулу и снова постарайтесь изменить ее форму.
- (2) Прилейте бромную воду к полиэтиленовым гранулам в пробирке.
- (3) Приблизьте полиэтиленовые гранулы к огню.

Обсудите результаты:

- На основе 1-го опыта к каким полимерам – термопластичным или термореактивным – вы отнесли бы полиэтилен?
- В чем различие этилена и полиэтилена в отношении к бромной воде?
- Что происходит с полиэтиленом в пламени? Что наблюдается при удалении горящего полиэтилена от пламени?
- Что происходит с гранулой при приближении ее к огню?

1. Полимеры – высокомолекулярные вещества.
2. Вещество, образующее полимер, называют мономером.
3. Группу атомов, многократно повторяющихся в макромолекуле, называют структурной единицей.
4. Число структурных единиц в макромолекуле называют степенью полимеризации.
5. Целлюлоза, крахмал, природный каучук, белки, нуклеиновые кислоты – природные полимеры.
6. Триацетилцеллюлоза, динитроцеллюлоза, вулканизированный природный каучук – искусственные полимеры.
7. Гликоген, амилопектин, полиэтилен высокого давления – полимеры разветвленного строения.
8. Амилоза, целлюлоза, лавсан, капрон, природный каучук – полимеры неразветвленного строения.
9. Полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид получают реакцией полимеризации, а фенолформальдегидную смолу, белки, полисахариды – реакциями поликонденсации.
10. Реакции полимеризации, протекающие с участием двух и большего вида мономеров, называются реакциями сополимеризации.
11. Стереорегулярность полимера – упорядоченное расположение групп атомов макромолекулы в пространстве.
12. Полимеры регулярного строения имеют большую плотность, прочность и более высокую температуру кипения, чем полимеры нерегулярного строения.
13. Пластмассы – это материалы на основе полимеров, способные при нагревании принимать заданную форму и сохранять ее после охлаждения.
14. Термопластичные пластмассы состоят из отдельных макромолекул, а термореактивные – из полимеров сетчатого строения.
15. К термореактивным пластмассам относятся фенолформальдегидная и эпоксидная смолы.
16. Термореактивные пластмассы не подвергаются вторичной переработке.
17. Свойства полимера определяются природой мономера, строением полимера и его относительной молекулярной массой.
18. Полимеры используются в основном в виде пластмасс, каучуков и волокон.
19. Каучуки – эластичные материалы, превращающиеся при вулканизации в резину.
20. Волокна – полимеры неразветвленного строения, пригодные для изготовления нитей, пряжи и текстильных изделий.

1. Исправьте ошибочные высказывания о полимерах.

- Полимер образуется из мономера только по реакции полимеризации.
- Молярная масса полимера не зависит от степени полимеризации (n).
- n показывает число молекул мономера, вступивших в реакцию.
- Качественный состав полимера и мономера одинаков.
- В углеродной цепи полимера не могут присутствовать связи $>C=C<$.

2. Назовите полимеры, соответствующие мономерам.

- $CH_2=O$
- $CH_2=CH-C_6H_5$
- $CH_2=CH-CH=CH_2$
- $CH_2=CH-Cl$

3. Завершите выражения.

- По происхождению пироксилин __ полимер.
- Фенолформальдегидная смола (бакелит) имеет __ строение.
- Капрон – полимер __ строения.
- Основная цепь полимера __ состоит из атомов углерода и кислорода.

4. Какие физические свойства полимеров обуславливают большие силы притяжения между их макромолекулами?**5. К полимерам стереорегулярного строения относятся:**

- Полистирол изотактического строения.
- Полистирол атактического строения.
- Полистирол синдиотактического строения.
- Каучуки с цис-положением CH_2 групп по отношению к $C=C$ связи.
- Каучуки с цис- и транс-положением CH_2 групп по отношению к $C=C$ связи.

6. Какие полимеры подвергаются вторичной переработке?

- полиэтилен
- полипропилен
- фенолформальдегидная смола
- полистирол
- эпоксидные смолы

7. Какие полимеры образуются по реакции поликонденсации?

- белки
- фенолформальдегидная смола
- лавсан
- бутадиен-стирольный каучук
- капрон

8. Что общего между реакцией образования фенолформальдегидной смолы и реакциями нитрования и бромирования фенола?**9. Определите верные высказывания.**

- Протеины – продукты поликонденсации органических веществ разного класса.
- Полиэтилен высокой плотности имеет большую молярную массу и большее число разветвлений, чем полиэтилен низкой плотности.
- Полиэтилен высокой плотности получают каталитической реакцией.
- Химические свойства полиэтиленов высокой и низкой плотности резко различаются.

10. Составьте формулы тефлона, поливинилхлорида, природного каучука и синтетического бутадиенового каучука, показав структурные формулы их структурных единиц.

- А**
- Алкадиены** – углеводороды, в молекулах которых между атомами углерода имеются две двойные связи.
 - Алканы** – углеводороды, состав которых соответствует общей формуле C_nH_{2n+2} .
 - Алкены** – углеводороды, в молекулах которых между атомами углерода содержится одна двойная связь.
 - Алкины** – углеводороды, в молекулах которых между атомами углерода содержится одна тройная связь.
 - Альдегиды** – органические вещества, в молекулах которых углеводородный радикал соединен с альдегидной группой (СНО).
 - Аминокислоты** – органические вещества, содержащие в своем составе амино- ($-NH_2$) и карбоксильную ($-COOH$) группы.
 - Ароматические углеводороды** – углеводороды, молекулы которых содержат одно или несколько бензольных колец.
 - Ацетаты** – соли уксусной кислоты (CH_3COOH).
- Б**
- Бакелит** – фенолформальдегидная смола сетчатого строения.
 - Белки (полипептиды)** – органические соединения, состоящие из аминокислотных остатков.
- В**
- Волокна** – природные и синтетические полимеры, способные вытягиваться в длинные гибкие нити, из которых изготавливают пряжу и другие текстильные изделия.
- Г**
- Гомологи** – вещества, принадлежащие к одному классу и отличающиеся друг от друга на одну или несколько метиленовых ($>CH_2$) групп.
- Д**
- Денатурация** – разрушение вторичной и третичной структуры белка.
- Ж**
- Жиры** – сложные эфиры глицерина и одноосновных (главным образом, высших) карбоновых кислот.
- И**
- Изомеры** – вещества, имеющие одинаковый состав молекул, но разное химическое строение, и потому различающиеся по свойствам. Это явление называют изомерией.
- К**
- Карбоновые кислоты** – органические соединения, в молекулах которых углеводородный радикал соединен с одной или несколькими карбоксильными группами ($-COOH$). (Исключение – муравьиная кислота $H-COOH$).
 - Крекинг** – процесс образования углеводородов с меньшим числом атомов углерода в результате разложения углеводородов с большим числом атомов углерода.
- М**
- Мыла** – натриевые и калиевые соли высших карбоновых кислот ($C_{10}-C_{21}$).
- О**
- Олеаты** – соли олеиновой кислоты ($C_{17}H_{33}COOH$).
 - Органическая химия** – раздел химии, изучающий состав, строение, свойства и способы получения органических соединений.
- П**
- Пальмитаты** – соли пальмитиновой кислоты ($C_{15}H_{31}COOH$).
 - Пиролиз** – нагревание вещества без доступа воздуха при температуре $700-1000^\circ C$.
 - Пластмассы** – полимерные материалы, способные приобретать при нагревании заданную форму и сохранять ее после охлаждения.

- Р** **Полимеры, или высокомолекулярные вещества** – вещества, молекулы которых состоят из многократно повторяющихся групп атомов.
- Реакции поликонденсации** – реакции образования высокомолекулярного соединения из низкомолекулярного, сопровождающиеся выделением побочного продукта, например, воды.
- Реакции полимеризации** – реакции образования высокомолекулярных веществ в результате многократного соединения молекул мономеров друг с другом.
- Реакции этерификации** – реакции, протекающие между карбоновыми (и кислородсодержащими неорганическими) кислотами и спиртами.
- С** **Сложные эфиры** – органические соединения, образующиеся взаимодействием карбоновых (и кислородсодержащих неорганических) кислот со спиртами.
- Спирты (предельные)** – производные алканов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильные (–ОН) группы.
- Стеараты** – соли стеариновой кислоты ($C_{17}H_{35}COOH$).
- Степень полимеризации** – число структурных единиц в макромолекуле полимера.
- Структурная единица (структурное звено)** – группа атомов, многократно повторяющаяся в макромолекуле.
- У** **Углеводы** – органические соединения, состав которых соответствует формуле $C_n(H_2O)_m$ (n и $m \geq 3$).
- Углеводороды** – вещества, молекулы которых состоят из атомов водорода и углерода.
- Ф** **Фенол** – органическое соединение, состоящее из бензольного кольца, непосредственно соединенного с гидроксильной группой (C_6H_5-OH).
- Формиаты** – соли муравьиной кислоты ($HCOOH$).
- Функциональная группа** – атом или группа атомов, которая определяет характерные химические свойства вещества и его принадлежность к определенному классу соединений.
- Х** **Химическое строение** – последовательность соединения атомов в молекуле.
- Ц** **Циклопарафины** – углеводороды с замкнутой углеродной цепью, в молекулах которых атомы углерода соединены между собой одинарными связями.

Определение некоторых органических соединений

Вещество	Реактив	Наблюдаемое изменение
Непредельные углеводороды	$\begin{array}{l} \text{Раствор KMnO}_4 \longrightarrow \\ \text{Бромная вода} \longrightarrow \end{array}$	<p>Раствор KMnO_4 обесцвечивается</p> <p>Бромная вода обесцвечивается</p>
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ этилен	$\begin{array}{l} \text{Раствор KMnO}_4 \longrightarrow \\ \text{Бромная вода} \longrightarrow \end{array}$	<p>Р-р обесцвечивается; образуется этиленгликоль ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$)</p> <p>Р-р обесцвечивается; образуется 1,2-дибромэтан ($\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$)</p>
$\text{CH}\equiv\text{CH}$ ацетилен	$\begin{array}{l} \text{Раствор KMnO}_4 \longrightarrow \\ \text{Бромная вода (избыток)} \longrightarrow \end{array}$	<p>Р-р обесцвечивается и образуется щавелевая кислота ($\text{HCOO}-\text{COOH}$)</p> <p>Р-р обесцвечивается и образуется тетрабромэтан ($\text{CHBr}_2-\text{CHBr}_2$)</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$ многоатомные спирты	$\xrightarrow{\text{Cu(OH)}_2}$	Раствор окрашивается в ярко-синий цвет
 фенол	$\begin{array}{l} \text{Бромная вода} \longrightarrow \\ \text{Раствор FeCl}_3 \longrightarrow \end{array}$	<p>Образуется белый осадок 2,4,6-трибромфенола</p> <p>Р-р окрашивается в фиолетовый цвет</p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R} - \text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$ альдегиды	$\begin{array}{l} \text{Cu(OH)}_2, t \longrightarrow \\ \text{Ag}_2\text{O в аммиачной воде} \longrightarrow \end{array}$	<p>Образуется красный осадок Cu_2O</p> <p>Происходит реакция "серебряного зеркала"</p>
CH_3COOH уксусная кислота	$\begin{array}{l} \text{Лакмус} \longrightarrow \\ \longrightarrow \end{array}$	<p>Р-р окрашивается в красный цвет</p> <p>Появляется запах уксусной кислоты</p>
HCOOH муравьиная кислота	$\begin{array}{l} \text{Лакмус} \longrightarrow \\ \text{Ag}_2\text{O в аммиачной воде} \longrightarrow \end{array}$	<p>Раствор окрашивается в красный цвет</p> <p>Происходит реакция "серебряного зеркала"</p>
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ раствор мыла	$\xrightarrow{\text{Раствор кислоты (H}^+ \text{)}}$	Образуются белые хлопья стеариновой кислоты $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ глюкоза	$\begin{array}{l} \text{Cu(OH)}_2, t \longrightarrow \\ \text{Ag}_2\text{O в аммиачной воде} \longrightarrow \end{array}$	<p>Образуется красный осадок Cu_2O</p> <p>Происходит реакция "серебряного зеркала"</p>
$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ крахмал	$\xrightarrow{\text{Раствор йода}}$	Крахмал окрашивается в синий цвет
 анилин	$\xrightarrow{\text{Бромная вода}}$	Образуется белый осадок 2,4,6-триброманилина
Раствор яичного белка	$\begin{array}{l} \text{Конц. HNO}_3 \longrightarrow \\ \text{OH}^-, \text{CuSO}_4 \longrightarrow \end{array}$	<p>Образуется желтый осадок</p> <p>Раствор окрашивается в красно-фиолетовый цвет</p>

Ответы задач

Стр.	Задание	Ответ	Стр.	Задание	Ответ
16	4	Первый представитель гомологического ряда	89	4	216 кг
	8	$M_r = 14n+4$ $\Sigma_{\text{атом}} = 3n$		7	C_2H_5-COOH
20	3	$x = 3, y = 1$	93	3	2912 л
23	3	C_3H_7OH	96	3	22,4 л
	4	$N_{\sigma\text{-связей}}(\text{алкан}) = 3n+2$ $N_{\sigma\text{-связей}}(\text{алканол}) = 3n+1$		8	90 г
24	8	$C_5H_{11}OH, x = 12, y = 22$	100	3	30 г
29	3	C_2H_5OH	103	4	$H-COOH$
	4	$x = 2, CH_3-O-C_2H_5$	107	4	$C_{15}H_{31}-COOH$
34	3	$m(C) : m(H) = 6n : (n+1)$	122	3	146000 кДж, 6720 л
	4	90%	129	8	$CH_2O, C_6H_{12}O_6,$ фруктоза
37	4	$x(H) = 8, y(sp^3) = 18$	133	4	85,5 кг
45	4	28,125	137	3	276 кг
55	4	Два изомера: бутаналь и 2-метилпропаналь	141	3	$17n+1$
56	8	CH_3-CH_2-CHO		4	648 кг
60	3	375 г	152	3	49,2 г
	4	200 кг		155	4
65	5	$CH_3-CO-CH_3$	7		$14n+17$
			3	3 атома	
66	6	$56 \times (3n-1)$ л	158	4	$n(sp^3) = 4n + 3$
	7	Второй представитель гомологического ряда		161	5
	8	$x = 5$	164	3	4,65 г
76	4	C_2H_5-COOH	171	3	$M_r = 89$
79	3	$HCOO-C_2H_5$ и $CH_3COO-CH_3$	189	3	$n = 500$
80	7	Получение $HCOOH$	192	3	$m(Br_2) = 16$ г
	8	Получение CH_3COOH		После урока	$m(C_4H_6) = 13,5$ кг $m(C_8H_8) = 26$ кг

Источники

1. İ.U.Lətifov, A.B.Orucova, X.S.Zeynalova. Kimya. Bakı, 2012.
2. İ.U.Lətifov, A.B.Orucova, R.N.Nəmidov, X.S.Zeynalova. Kimyadan məsələlərin həlli üsulları. Bakı, 2014.
3. İ.U.Lətifov, A.B.Orucova, X.S.Zeynalova. Kimyadan test tapşırıqları. Bakı, 2016.
4. Г.Е.Рудзитис, Ф.Г.Фельдман. Учебник, Химия, 10 класс, 2012.
5. Л.С.Гузей, Р.П.Суровцева, Г.Г.Лысова. Учебник, Химия, 11 класс, 2008.
6. В.В.Еремин, Н.Е.Кузьменко и др. Химия, 11 класс. Базовый уровень, 2012.
7. Александр Артеменко. Органическая химия. Учебник для 10 (11) класса, 2006.
8. Macmillan CXC Science Series. Chemistry, 2011.
9. Cambridge International AS and A Level. Chemistry. Coursebook. Second Edition, 2014.
10. Complete Chemistry for Cambridge IGCSE®Second Edition, 2007.

BURAXILIŞ MƏLUMATI

KİMYA – 11
Ümumtəhsil məktəblərinin 11-ci sinfi üçün
Kimya fənni üzrə dərslik
Rus dilində

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər: **İltifat Urşan oğlu Lətifov**
Şükür Əli oğlu Mustafa
Rumiyə İnşad qızı Camalova

Elmi redaktor	Bahəddin Nəbiyev
Tərcüməçi	İltifat Lətifov
İxtisas redaktoru	Arif Bədəlov
Redaktor	Gülnar Səmədova
Bədii redaktor	Taleh Məlikov
Texniki redaktor	Zeynal İsayev
Dizayner	Taleh Məlikov
Rəssam	Elmir Məmmədov
Korrektor	Olqa Kotova

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyinin qrif nömrəsi:
2018 – 211

© Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi – 2018

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

Hesab-nəşriyyat həcmi 10,4. Fiziki çap vərəqi 13. Səhifə sayı 208.
Kağız formatı $70 \times 100^{1/16}$. Ofset kağızı. Məktəb qarnituru. Ofset çapı.
Tiraj 7141. Pulsuz. Bakı – 2018

“Bakı” nəşriyyatı
Bakı, AZ1001, H.Seyidbəyli küç. 30

Pulsuz



Əziz məktəbli !

Bu dərslik sənə Azərbaycan dövləti tərəfindən bir dərs ilində istifadə üçün verilir. O, dərs ili müddətində nəzərdə tutulmuş bilikləri qazanmaq üçün sənə etibarlı dost və yardımçı olacaq.

İnanırıq ki, sən də bu dərsliyə məhəbbətlə yanaşacaq, onu zədələnmələrdən qoruyacaq, təmiz və səliqəli saxlayacaqsan ki, növbəti dərs ilində digər məktəbli yoldaşın ondan sən kimi rahat istifadə edə bilsin.

Sənə təhsildə uğurlar arzulayırıq!