

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Л.И. Перепёлкина, Е.Ю. Григорьянц

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Практикум



Благовещенск
Издательство Дальневосточного ГАУ
2016

УДК 54 (072)

Перепёлкина, Л. И. Органическая химия : практикум / сост. д-р с.-х.наук, проф. Л.И. Перепёлкина; канд. хим. наук, доц. Е.Ю. Григорьянц. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. – 121 с.

Практикум по органической химии составлен в соответствии с федеральным государственным стандартом высшего образования, учебными планами и программой дисциплины.

Содержит теоретические сведения, необходимые для освоения дисциплины «Органическая химия», порядок проведения лабораторных работ и индивидуальные задания, тестовые задания для закрепления полученных знаний, список литературы, справочный материал.

Предназначен для подготовки бакалавров по направлениям 19.03.02 – Продукты питания из растительного сырья, 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения, 19.03.04 – Технология продукции и организации общественного питания, 36.03.02 – Зоотехния, 36.03.01 – Ветеринарно-санитарная экспертиза, 06.03.01 – Биология.

Рецензент – О.П. Задачаина, канд.хим.наук, доцент кафедры химии

Рекомендовано к использованию в учебном процессе методическим советом технологического факультета Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №4 от 21 декабря 2015 года).

Издательство Дальневосточного ГАУ
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	7
1 УГЛЕВОДОРОДЫ	7
Основные химические свойства алканов - C_nH_{2n+2} (насыщенных углеводородов)	11
Некоторые способы получения алканов	12
Основные химические свойства алкенов - C_nH_{2n} (этиленовых, непредельных углеводородов)	12
Некоторые способы получения алкенов	13
Основные химические свойства алкинов - C_nH_{2n-2} (ацетиленовых, непредельных углеводородов)	14
Некоторые способы получения алкинов	15
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	16
Лабораторная работа 1. Углеводороды. АЛКАНЫ	16
Лабораторная работа 2. АЛКИНЫ	18
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	21
АЛКАНЫ.....	21
АЛКЕНЫ	23
АЛКИНЫ.....	26
АРЕНЫ	29
2 АРЕНЫ	30
Основные химические свойства аренов – C_nH_{2n-6} (ароматических углеводородов)	31
3 КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ	
СПИРТЫ.....	32
Основные химические свойства спиртов.....	34
Некоторые способы получения спиртов	35
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.....	36
Лабораторная работа 3. Спирты. Эфиры. Их свойства	36

ВВЕДЕНИЕ

Практикум содержит основные разделы дисциплины органическая химия в соответствии с действующими государственными образовательными стандартами и рабочими учебными планами: углеводороды, кислородсодержащие органические соединения, углеводы, азотсодержащие органические соединения, изучаемые студентами направлений **19.03.02** Продукты питания из растительного сырья, **19.03.03** Продукты питания животного происхождения, **19.03.04** Технология продукции и организации общественного питания, **36.03.02** Зоотехния, **36.03.01** Ветеринарно-санитарная экспертиза, **06.03.01** Биология.

В практикум включены: основные химические свойства органических соединений и способы получения в форме таблиц, описание лабораторных работ, задания для самостоятельной работы студентов и тестовые задания для проверки остаточных знаний.

Основной задачей настоящего практикума является помощь студентам более глубоко усвоить материал по органической химии при ограниченном количестве часов учебного плана, получить навыки проведения лабораторных работ, способствующих успешному изучению последующих специальных дисциплин: биохимии, физиологии и др.

Лабораторные работы дают первоначальное знакомство с органическими веществами, их свойствами и реакциями, характеризующими классы соединений по функциональным группам. Каждая лабораторная работа состоит из опытов, учитывающих характерные химические особенности классов органических соединений по их функциональным группам.

При выполнении лабораторных работ студенты должны предварительно изучить основные теоретические положения данного раздела по лекционному материалу и учебнику.

Цель практикума - привить навыки работы в лаборатории, лаконичности записи опытов и наблюдений, анализа и обобщения результатов, закрепления теоретического материала. Для этого к каждой изучаемой теме предусмотрены задания для самостоятельной работы студентов.

Техника безопасности при проведении лабораторных работ

1. Содержите рабочее место в чистоте.
2. Всегда работайте только с небольшими количествами веществ.
3. Реактивы не следует брать руками. После окончания экспериментов руки необходимо тщательно вымыть.
4. В лаборатории нельзя принимать пищу.
5. Нельзя пробовать реактивы на вкус, за исключением тех случаев, когда это делается по указанию преподавателя.
6. При определении запаха следует пары вещества направлять к носу взмахом ладони.
7. Все работы с вредными, пожароопасными веществами, с концентрированными кислотами и щелочами проводите в вытяжном шкафу.

8. При нагревании жидкости пробирку держите отверстием от себя и от других, находящихся рядом.

9. Работа с концентрированными кислотами требует максимального внимания и осторожности, особенно при нагревании. Ожоги концентрированными кислотами очень болезненны, сопровождаются трудно заживающими и оставляющими рубцы язвами. Особенно нужно опасаться поражения глаз. Разрушаются от действия концентрированных кислот платье и обувь. При работе необходимо соблюдать следующие правила:

а) серную кислоту смешивайте с водой, приливая кислоту к воде небольшими порциями;

- азотную кислоту смешивайте с серной, приливая азотную к серной небольшими порциями;

- пробирки со смесями кислот следует охлаждать водой ;

б) нельзя, перемешивая кислоты с какими-либо веществами, встряхивать, закрывая пробирку пальцем, так как при этом неизбежны ожоги от выброшенных из пробирок брызг кислот;

- перемешивать кислоты в пробирке можно, только слегка ударяя пальцем по нижней части пробирки;

в) концентрированные кислоты нельзя выливать в раковину во избежание порчи канализационных труб и выброса кислоты из раковины, их следует сливать в специальную посуду;

10. Работу с ядовитыми веществами (ацетиленом, бромом) проводите только в вытяжном шкафу.

11. Запрещается бросать в раковину кусочки карбида кальция, сливать эфиры, жиры, вязкие растворы - сливайте их в специальную посуду, указанную преподавателем.

12. При работе с металлическим натрием необходимо соблюдать следующие правила:

а) натрий вынимайте из банки пинцетом;

- отрежьте ножом необходимое количество, остальное тотчас же поместите в банку с керосином;

б) отрезанный кусочек металлического натрия очистите ножом от корки, высушите фильтровальной бумагой, чтобы удалить керосин, и тотчас же вводите в реакционную смесь, фильтровальную бумагу необходимо сжечь;

в) нельзя остатки натрия выбрасывать в раковину (возможен взрыв!) или в ведро для мусора (возможен пожар!);

- остатки натрия или поместите опять в банку с керосином, или уничтожьте, растворив его в спирте.

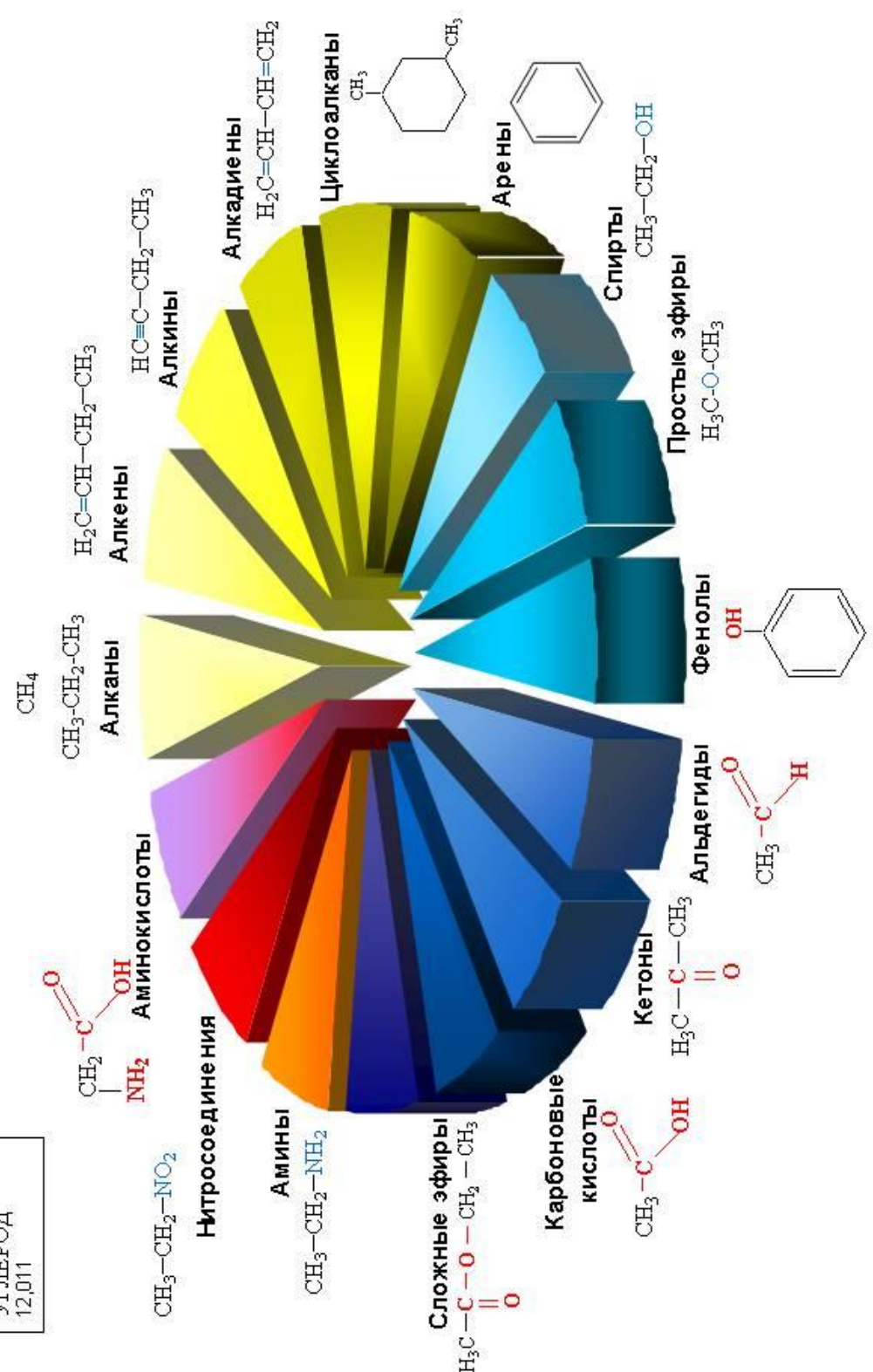
13. Все отработанные реактивы сливайте в специальную посуду.

14. Горячие предметы ставьте только на подставки.

15. Сосуды с реактивами после употребления закрывайте пробками и ставьте на соответствующие места.

Основные классы органических веществ

6
C
 УГЛЕРОД
 12,011



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1 УГЛЕВОДОРОДЫ

Углеводороды являются основой для получения других классов органических соединений, широко распространены в природе и имеют большое народно-хозяйственное значение

Данный раздел включает в себя следующие классы органических соединений: алканы, цикланы, алкены, алкадиены, алкины, арены. Их химические свойства определяются валентным состоянием атома углерода (его гибридизацией) и типом химических связей в молекуле. Для каждого класса углеводородов характерны определенные типы химических реакций: замещения, присоединения, окисления, полимеризации.

При изучении физических и химических свойств углеводородов следует усвоить следующее:

1. Изучить теорию химического строения А.М. Бутлерова.
2. Научиться составлять структурные формулы.
3. Обратить внимание на гибридизацию атома углерода - sp^3 , sp^2 , sp - в соединениях, а также на связь между электронным строением углеводородов и их свойствами.
4. Освоить типичные реакции для алканов, алкенов, алкинов, диенов и аренов . В алканах все σ -сигма связи (C-C и C-H) прочные, поэтому при обычных условиях они обладают большой химической инертностью. Для них характерны реакции замещения. Особенно важны реакции с галогенами. Замещение водорода легче идет у третичного и вторичного атомов углерода.
5. Уметь применять правило Марковникова в реакциях присоединения у алкенов и алкинов.
6. Уметь показать генетическую связь между различными классами углеводородов на примере реакций, с помощью которых алканы превращаются в алкены, алкины и диены.
7. Обратить внимание на особенности ароматических углеводородов (аренов). По составу бензол и его гомологи являются непредельными соединениями. Однако непредельный характер бензола не проявляется в типичных

условиях. Он не обесцвечивает бромную воду (в обычных условиях не присоединяет бром) и раствор KMnO_4 , а следовательно, не окисляется. Из-за большой прочности бензольного ядра (углерод находится в состоянии sp^2 -гибридизации) бензол легче вступает в реакции замещения, а не присоединения. Обратит внимание на то, что каждый заместитель в бензольном ядре обладает определенными направляющими, или ориентирующими, действиями. В циклоалканах (полиметиленовых углеводородах) углерод находится в состоянии sp^3 -гибридизации. Сигма-связи в циклопропане отличаются от обычных σ -связей в алканах. В циклопропане они приобретают ненасыщенный характер («банановые» связи), отсюда неустойчивость циклов в циклопропане и циклобутане и устойчивость - в циклопентане и циклогексане.

Номенклатура органических соединений

Номенклатура – это система правил, позволяющих дать однозначное название каждому соединению. Номенклатура – язык органической химии, который используется для передачи в названиях органических соединений его строения.

В органической химии существует три вида номенклатуры: тривиальная, рациональная и международная (ИЮПАК).

1. Тривиальная номенклатура (от лат. *trivialis* – обыкновенный) возникла в начальный период развития органической химии, когда названия веществам давали по случайным признакам. Чаще всего эти названия отражают:

- природные источники веществ – лактоза (молочный сахар), муравьиная и яблочная кислоты и т.п.;
- особенные свойства – глицерин (от греч. «глюкус» - сладкий)
- способы получения – пировиноградная кислота (получена пиролизом виноградной кислоты);
- область применения – аскорбиновая кислота (от лат. «скорбут» - цинга, с отрицанием «а» - средство против цинги);
- имя химика, впервые его получившего – кетон Михлера.

2. Рациональная (от лат. *ratio* – разум) или ядерная номенклатура возникла во второй половине XIX столетия. Ядерная номенклатура рассматри-

вала органическое соединение как производное наиболее простого представителя данного гомологического ряда. В основу названия положено ядро: для алканов – *метан*, для алкенов – *этилен*, для алкинов – *ацетилен*, для аренов – *цикл*.

Все атомы и группы атомов, не входящие в ядро, называют радикалами. *Органический радикал* – это остаток органической молекулы, у которой удалили один или несколько атомов водорода, оставив свободными одну или несколько валентностей. Название радикалов строится с добавлением суффикса *-ил*.

CH_4 – метан, CH_3 – метил C_2H_6 – этан, C_2H_5 – этил

C_4H_{10} – бутан

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2$ – бутил

$-\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ вторичный бутил
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{CH}$

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ третичный
 бутил

$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2$ – изобутил

$\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{CH}_3$

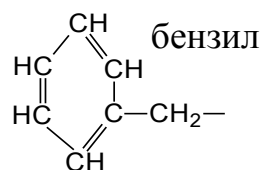
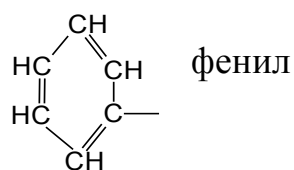
Количество радикалов зависит от количества изомеров данного углеводного скелета. Кроме предельных, радикалы могут быть:

непредельные –

$\text{CH}_2 = \text{CH} -$ винил

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 -$ аллил

ароматические –



радикалы других классов органических соединений –

$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \diagdown \end{array}$ ацетил

$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \text{O} \end{array} - \text{CH}_2 -$ ацетонил

Рациональная номенклатура, таким образом, рассматривает соединения как замещённое теми или иными радикалами простейшее соединение данного ряда.

Некоторые способы получения алканов

1.	Гидрирование непредельных углеводородов	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">этилен этан</p>
2.	Реакция Вюрца	$\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Na} + \text{Na} + \text{ClCH}_3 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_3 + 2 \text{NaCl}$ <p>хлористый натрий метал. этан метил</p>
3.	Прямой синтез из элементов	$\text{C} + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$
4.	Сплавление солей карбоновых кислот со щелочью	$\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{ONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_4\uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ <p style="text-align: center;">ацетат натрия</p>
5.	Восстановление галогенпроизводных водородом	$\text{CH}_3\text{Cl} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{HCl}$ <p>хлористый метил метан</p>

Основные химические свойства алкенов - C_nH_{2n} (этиленовых, непредельных углеводородов)

№	Название реакции	Уравнение реакции
1.	гидрогалогенирование (присоединяется по правилу Марковникова)	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_3\text{C} - \text{CH}(\text{Br}) - \text{CH}_3$ <p>пропен Br 2-бромпропан</p>
2.	Гидратация	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$ <p style="text-align: center;">этанол</p>
3.	Гидрирование	$\text{CH}_2 = \text{CH} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{CH}_3 - \text{CH}_3$
4.	Галогенирование	$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{C}(\text{Cl}) - \text{CH}_2(\text{Cl})$ <p style="text-align: center;">этен 1,2-дихлорэтан</p>

2.	Дегидратация спиртов	$\text{CH}_3-\underset{\text{H}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, 180^\circ\text{C}} \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">пропанол-1 пропен</p>
3.	Дегалогенирование	$\text{CH}_3-\underset{\text{Br}}{\text{C}}(\text{CH}_3)-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3 + \text{Zn} \longrightarrow \text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{ZnBr}_2$ <p style="text-align: center;">2,3-дибром-2-метилбутан 2-метилбутен-2</p>
4.	Дегидрогалогенирование под действием спиртового раствора щелочи	$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">хлористый этил этилен</p>
5.	Пиролиз алканов	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{t^\circ} \begin{cases} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3 & \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 \\ \text{этан} & \text{этен} \\ \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{CH}_4 \\ \text{пропен} & \text{метан} \end{cases}$ <p style="text-align: center;">бутан</p>

Основные химические свойства алкинов - $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ (ацетиленовых, непредельных углеводородов)

№	Название реакции	Уравнение реакции
1.	Гидрирование	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} \xrightarrow{+\text{H}_2} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{+\text{H}_2} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">пропин пропен пропан</p>
2.	Галогенирование	$\text{CH}\equiv\text{CH} \xrightarrow{+\text{Br}_2} \text{BrCH}=\text{CHBr} \xrightarrow{+\text{Br}_2} \text{Br}_2\text{CH}-\text{CHBr}_2$ <p style="text-align: center;">ацетилен 1,2-дибромэтилен 1,1,2,2,-тетрабромэтан</p>
3.	Гидратация	$\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}, \text{H}_2\text{SO}_4} \left[\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{H}}{\text{C}}(\text{OH}) \right] \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{O}$ <p style="text-align: center;">ацетилен виниловый спирт (неустойчив) уксусный альдегид</p> $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH} + \text{HOH} \rightarrow \left[\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{C}}(\text{H})=\text{CH}_2 \right] \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">пропин пропанон (ацетон)</p>

4.	Гидрогалогенирование	$\text{Cl} + \text{HCl} \quad \text{Cl}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C} - \overset{\text{Cl}}{\text{C}} = \text{CH}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C} - \overset{\text{Cl}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}} - \text{CH}_3$ <p>пропин 2-хлорпропен Cl</p> <p>2,2-дихлорпропан</p>
5.	Окисление	$\begin{array}{c} \text{COOH} \quad \text{O} \\ \text{HC} \equiv \text{CH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HC} + \text{CO}_2 \\ \text{COOH} \quad \text{OH} \end{array}$ <p>щавелевая муравьиная кислота кислота</p> $3\text{HC} \equiv \text{CH} + 10 \text{KMnO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 10 \text{KOH} + 10 \text{MnO}_2$
6.	Полимеризация: Линейная циклическая	$\text{HC} \equiv \text{CH} + \text{HC} \equiv \text{CH} \xrightarrow{\text{CuCl}_2} \text{HC} \equiv \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$ $\begin{array}{c} \text{CH} \equiv \text{CH} \\ \text{HC} \equiv \text{CH} \end{array} + \begin{array}{c} \text{CH} \\ \parallel \\ \text{CH} \end{array} \xrightarrow[400^\circ\text{C}]{\text{C (актив.)}} \text{C}_6\text{H}_6$ <p>бензол</p>
7.	Горение 3000°C	$2 \text{HC} \equiv \text{CH} + 5 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HC} \equiv \text{CH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$

Некоторые способы получения алкинов

1.	Действие спиртового раствора щелочи на дигалогенпроизводные углеводородов	$\begin{array}{c} \text{Br} \\ \\ \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array} + 2\text{KOH} \rightarrow \text{H}_3\text{C} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3 + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>2,3-дибромбутан спиртовый раствор щелочи бутин-2 (диметилацетилен)</p>
2.	Из карбида кальция	$\text{CaO} + 3\text{C} \xrightarrow{2500^\circ\text{C}} \text{CaC}_2 + \text{CO}$ $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HC} \equiv \text{CH} + \text{Ca(OH)}_2$
3.	Крекинг	$2\text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{HC} \equiv \text{CH} + 3\text{H}_2$ $\text{C}_2\text{H}_6 \xrightarrow{1200^\circ\text{C}} \text{HC} \equiv \text{CH} + 2\text{H}_2$ $2 \text{CH}_4 \xrightarrow{1500^\circ\text{C}} \text{C}_2\text{H}_2 + 3 \text{H}_2$

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Лабораторная работа 1. Углеводороды. АЛКАНЫ

Получение метана и изучение его свойств

Реактивы и материалы: уксусноокислый натрий обезвоженный натронная известь бромная вода, (насыщенный раствор), перманганат калия, 1н. раствор.

Оборудование: газоотводная трубка; сухие пробирки; спиртовка.

Опыт 1. Получение метана и его горение.

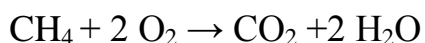
В сухую пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, помещают смесь из обезвоженного уксусноокислого натрия и натронной извести (натронная известь - смесь едкого натра и оксида кальция) (примерно 1:2), высота слоя 6 – 10 мм. Затем укрепляют пробирку горизонтально и нагревают смесь на пламени горелки.

Химизм процесса:



Поджигают выделяющийся газообразный метан у конца газоотводной трубки. Метан горит голубоватым несветящимся пламенем.

Химизм процесса:



При нагревании натриевой соли уксусной кислоты с натронной известью происходит расщепление соли с образованием метана.

Нагревание натриевых солей карбоновых кислот с натронной известью является общим лабораторным способом получения предельных углеводородов.

Опыт 2. Отношение метана к бромной воде и перманганату калия.

В пробирку помещают 5 мл раствора перманганата калия, в другую пробирку - 5 мл бромной воды. Не прекращая нагревания смеси (опыт 1), вводят поочередно конец газоотводной трубки в пробирки с бромной водой и перманганатом калия. Обесцвечивания растворов перманганата калия и бромной воды не происходит.

В обычных условиях алканы устойчивы к действию окислителей. Реакции замещения у них идут в довольно жестких условиях, к реакциям присоединения алканы не способны

В природе метан встречается в составе природного газа, а в отходах сельскохозяйственной продукции он является основным компонентом биогаза.

Предельные жидкие углеводороды являются главной составной частью нефти.

Некоторые высшие гомологи алканов встречаются в зеленых листьях.

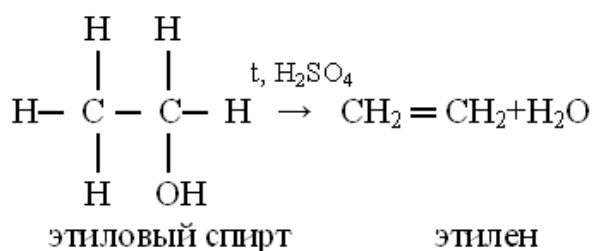
АЛКЕНЫ. Получение этилена и его свойства.

Опыт 3. Получение этилена и его горение.

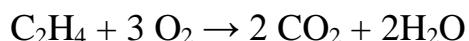
Реактивы и оборудование: этиловый спирт 96%-ный серная кислота ($\rho=1,84 \text{ г/см}^3$) кафель; пробирки; газоотводная трубка.

В сухую пробирку помещают несколько крупинок кафеля, 6 мл этилового спирта и 8 мл концентрированной серной кислоты. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают смесь на пламени горелки. Выделяющийся газ поджигают у конца газоотводной трубки - он горит светящимся пламенем.

Химизм процесса:



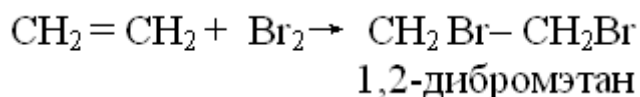
Таким образом, при взаимодействии этилового спирта с серной кислотой происходит дегидратация спирта. Выделяющийся этилен горит светящимся пламенем:



Дегидратация спиртов является общим способом получения непредельных углеводородов.

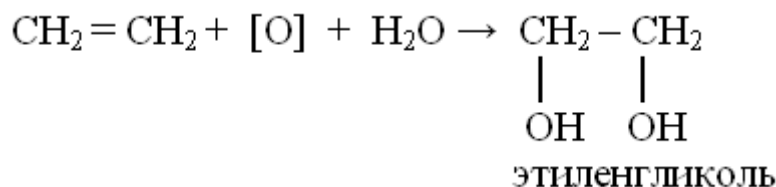
Опыт 4. Присоединение к этилену брома.

При пропускании этилена, полученного в опыте 3, через бромную воду красно-бурый бром быстро обесцвечивается. *Химизм процесса:*



Опыт 5. Окисление этилена.

Полученный газ в опыте 3 пропускают через раствор перманганата калия, фиолетовый раствор KMnO_4 обесцвечивается, при этом образуется двухатомный спирт этиленгликоль. *Химизм процесса:*



Реакции опытов 4 и 5 - качественные реакции на непредельные углеводороды.

Лабораторная работа 2. АЛКИНЫ

Получение ацетилена и его свойства.

Опыт 1. Получение ацетилена действием воды на карбид кальция.

Реакция разработана немецким химиком Ф. Велером (1862 г.). Она и сейчас является основным способом получения ацетилена для лабораторных и промышленных целей.

Ход исследования.

В сухую пробирку, закрепленную в штативе, помещают 1-2 кусочка карбида кальция. Пробирку закрывают пробкой, соединенной с газоотводной трубкой и стеклянной воронкой. Наливается вода в пробирку с карбидом кальция. Выделяется ацетилен:

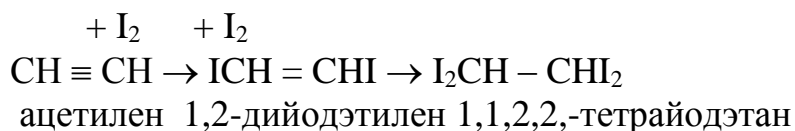


Опыт 2. Присоединение йода к ацетилену.

В молекуле ацетилена имеется тройная связь. Она непрочная. При наличии соответствующих реагентов (например, избытка йода, брома, хлора и др.) эта связь разрывается.

Ход исследования. В пробирку наливают 3-5 мл раствора йода в KI и пропускают через газоотводную трубку ацетилен (опыт 1). Происходит обесцвечивание раствора.

Химизм процесса: Наличие в растворе йода способствует разрыву тройной связи в молекуле ацетилена. Реакция протекает в два этапа. Вначале образуется диодэтилен, затем – тетраидэтан:

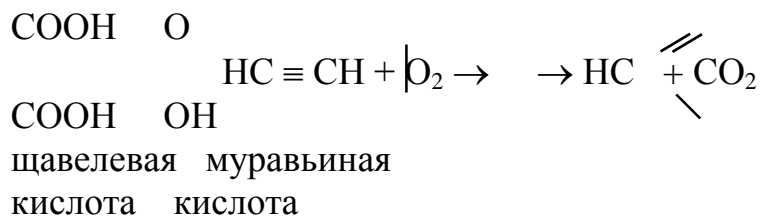


Опыт 3. Окисление ацетилена.

Ацетилен легко окисляется различными окислителями. *Ход исследования.*

В пробирку наливают 2-3 мл 1%-ного раствора KMnO_4 , и с помощью газоотводной трубки пропускают полученный раньше ацетилен. Постепенно исчезает розовая окраска и выпадает бурый осадок двуокиси марганца.

Химизм процесса. В присутствии перманганата калия ацетилен легко окисляется до щавелевой кислоты, которая, в свою очередь, далее расщепляется на муравьиную кислоту и оксид углерода (IV):



Водный раствор перманганата калия быстро обесцвечивается, что может быть использовано как качественная реакция на тройную связь.

Опыт 4. Образование ацетиленида серебра. Атомы водорода

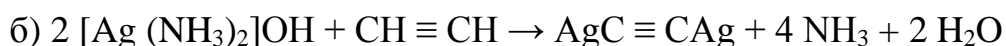
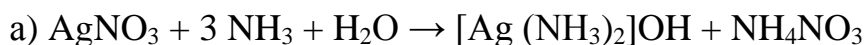
ацетилена легко вступают в реакцию замещения на металлы с образованием ацетиленидов. Последние являются взрывоопасными веществами.

Ход исследования.

Приготавливают аммиачный раствор гидроокиси серебра: в пробирку наливают 2-3 мл 1-3%-ного раствора нитрата серебра после чего по каплям добавляют аммиак (в виде концентрированного водного раствора) до исчезновения осадка и мути. В полученный раствор пропускают через газоотводную трубку ацетилен. Выпадает осадок – ацетиленид серебра. Осадок фильтруют. Фильтр с осадком высушивают на асбестовой сетке, помещённой на плитке. Осадок взрывается.

Химизм процесса:

Образование ацетиленида происходит в два этапа:



Опыт 5. Горение ацетилена.

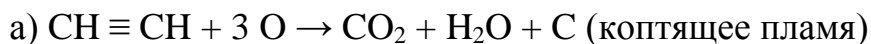
Ацетилен горит. При недостатке кислорода (в обычном воздухе) возникает коптящее пламя из-за избытка в молекуле алкина углерода. При высоком содержании кислорода (например, при автогенной сварке) ацетилен сгорает полностью без копоти.

Ход исследования.

Оставшийся после проведения предыдущих работ ацетилен выпускают через газоотводную трубку во внешнюю среду и зажигают. Он горит.

Необходимо соблюдать осторожность, так как смесь ацетилена и воздуха взрывоопасна.

Химизм процесса: Для обоих случаев горения существует свой химизм реакции:



ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**АЛКАНЫ**

Задание 1. Напишите формулы соединений и назовите по номенклатуре ЮПАК:

1. Изопропил-бутил-пентил-метан
2. Диэтил-втор-бутил-гексил-метан
3. Диметил-трет-бутил-амил-метан
4. Метил-дипропил-изобутил-метан
5. Изопропил-втор-бутил-метан
6. Пропил-трет-бутил-метан
7. Этил-изопропил-гептил-метан
8. Этил-ди-втор-бутил-метан
9. Метил-этил-втор-бутил-метан
10. Метил-изопропил-трет-бутил-метан
11. Тетраизобутил-метан
12. Диизопропил-дибутил-метан
13. Тетра-втор-бутил-метан
14. Диэтил-диизобутил-метан
15. Этил-изобутил-трет-бутил-метан
16. Метил-этил-ди-трет-бутил-метан
17. Триметил-изобутил-метан
18. Метил-пропил-ди-втор-бутил-метан
19. Дипропил-гексил-метан
20. Этил-изопропил-дибутил-метан

Задание 2. Напишите формулы соединений и назовите по рациональной номенклатуре:

1. 2,2,4-триметилгексан
2. 2,3-диметилгептан
3. 2,2,4-триметил-3-изопропилпентан
4. 2,4,4-триметил-3-этилгексан
5. 3-метил-3-этилпентан
6. 2,4,6-триметил-4-этилгептан
7. 2,2-диметил-3,3-диэтилгептан
8. 3-метил-4-этилгексан
9. 2,3,3-триметилпентан
10. 5-этил-5-изопропилдекан
11. 4,4-диизопропилдекан
12. 3-метил-4-пропил-4-трет-бутилоктан
13. 5-пропил-5-втор-бутилнонан
14. 5-изопропил-5-трет-бутилдекан
15. 4,4 –ди-трет-бутилгептан
16. 2-метил-4,4-диизобутилоктан
17. 2-метил-4-втор-бутилнонан

18. 2,4-диметил-4-*трет*-бутилоктан
19. 2-метил-4-изопропилдекан
20. 3,3-диэтилгексан

Задание 3. Напишите уравнения реакции образования алканов по Вюрцу. Укажите условия реакции и назовите соединения, принимающие участие в реакции:

1. Пентан
2. Пропан
3. 2-метилбутан
4. 2,3-диметилбутан
5. 3-метилпентан
6. 2-метилпропан
7. Гептан
8. 3,4-диметилгептан
9. 2-метилгексан
10. 3-этилгексан
11. 2-метилгептан
12. 3-этилгептан
13. 4-метилгептан
14. 2,5-диметилгептан
15. 2,4-диметилгексан
16. 2,4-диметилпентан
17. 2-метилпентан
18. Нонан
19. 3,3-диметилоктан
20. 4,4-диметилоктан

Задание 4. Напишите уравнения реакций образования алканов гидрированием алкенов. Укажите условия реакции и назовите соединения, принимающие участие в реакции:

1. 2-метил-3-этилгептан
2. 3,3-диэтилгептан
3. 2-метил-4-изопропилгептан
4. 4-*трет*-бутилгептан
5. 2-метил-3-этилгексан
6. 2,4-диметилпентан
7. 2,2-диметилпентан
8. 5-*трет*-бутилнонан
9. 3,5-диметилоктан
10. 4,4-диметилнонан
11. 2-метилбутан
12. 2,3-диметилбутан
13. 4-изопропилнонан
14. 2-метил-4-*втор*-бутилоктан

15. 3,3-диизопропилгептан
16. 3,4-диэтилоктан
17. 2-метил-4-изобутилоктан
18. 3-этил-4-*трет*-бутилдекан
19. 4,4-дипропилнонан
20. 4-изопропилгептан

Задание 5. Напишите уравнения реакций:

5.1. Назовите получившиеся соединения в результате реакции, протекающей при действии хлора (1 моль) на свету при нагревании:

1. На этан
2. На 2-метилпропан
3. На 2,2-диметилбутан
4. На 2-метилбутан
5. На 2,2,3-триметилпентан
6. На 3-этилгексан
7. На 3-метил-3-изопропилгексан
8. На 4-*трет*-бутилгептан
9. На пропан
10. На 3-этилпентан

5.2. Соединение введите в реакцию нитрования разбавленной азотной кислотой при нагревании и давлении (реакция Коновалова). Назовите полученные соединения:

11. 2-метилгексан
12. 2-метилбутан
13. 3-этилгептан
14. 2-метилпропан
15. 3-этилгексан
16. 4-пропилгептан
17. 2-метилпентан
18. 3-этилоктан
19. 3-метилнонан
20. 4-пропилоктан

АЛКЕНЫ

Задание 1. Напишите формулы соединений и назовите по номенклатуре ЮПАК:

1. Диизопропил-этилен симм.
2. Диизобутил-этилен несимм.
3. Бутил-изобутил-этилен симм.
4. Метил-изопропил-пентил-этилен
5. Этил-*втор*-бутил-этилен симм.

6. Метил-гексил-этилен несимм.
7. Диизобутил-пентил-этилен
8. Этил-изобутил-*трет*-бутил-этилен
9. *Трет*-бутил-пентил-этилен симм.
10. Метил-*трет*-бутил-этилен несимм.
11. Изопропил-*втор*бутил-этилен симм.
12. Дипропил-гексил-этилен
13. Дибутил-пентил-этилен
14. Изопропил-бутил-пентил-этилен
15. Пропил-*втор*-бутил-этилен симм.
16. Метил-этил-изопропил-*трет*-бутил-этилен
17. Метил-дипропил-изобутил-этилен
18. Изопропил-*трет*-бутил-этилен симм.
19. Диметил-пропил-*трет*-бутил-этилен
20. Этил-изопропил-пентил-этилен

Задание 2. Напишите формулы соединений и назовите по рациональной номенклатуре:

1. 2-метил-3-этилпентен-2
2. 2,4-диметилгексен-2
3. 6-метил-3-изопропилгептен-3
4. 2,4-диметилпентен-2
5. 2-метил-3-*втор*-бутилоктен-2
6. 3-этилнонен-2
7. 3,7-диметил-4-*трет*-бутилоктен-4
8. 4-этил-3-изопропил-гептен-3
9. 2-метил-3-изопропилгептен-2
10. 2,3-диметилгексен-2
11. 2,4,5,7-тетраметилоктен-4
12. 2-метил-5-пропилнонен-4
13. 2-метил-3-этилгептен-2
14. 4-изопропилоктен-4
15. 2-метил-3-*трет*-бутилоктен-2
16. 2-метил-3-этилгексен-3
17. 4-изопропил-5-изобутилдекен-4
18. 2-метил-4-изопропилоктен-4
19. 2,2,5-триметилгептен-3
20. 3,6-диметилоктен-4

Задание 3. Напишите уравнения реакций дегидрогалогенирования следующих галогеналкилов. Назовите получившиеся соединения. Укажите условия реакции:

1. 2-хлорбутан
2. 2-хлор-2-метилпентан

3. 3-хлор-4-*втор*-бутилгептан
4. 3-бром-4-метилоктан
5. 2-бром-3-изопропилгексан
6. 4-хлор-3-этилнонан
7. 3-иод-4-изопропилоктан
8. 2-хлор-5-метилоктан
9. 3-бром-2,5-диметилгептан
10. 2-хлор-3-*трет*-бутилгексан
11. 3-хлор-2,5-диметилдекан
12. 5-бром-3,6-диизопропилоктан
13. 3-бром-2-метил-4-этилгептан
14. 3-хлор-4-изопропилнонан
15. 2-йод-3-этилгексан
16. 3-хлор-3,4-диизопропилоктан
17. 4-бром-2-метил- 5-*трет*-бутилдекан
18. 2-бром-3,5- диметилгексан
19. 3-иод-4-*втор*-бутилоктан
20. 4-хлор-3,6-диметилоктан

Задание 4. Дегидратацией соответствующих спиртов получите алкены. Укажите условия и дайте название соединениям, участвующим в реакции:

1. Пропен
2. 2-метил-бутен-2
3. 3-метилбутен-1
4. 2,3-диметилпентен-2
5. Пентен-2
6. Гептен-3
7. 2,4-диметилгексен-2
8. 3-этилнонен-2
9. 3,7-диметил-4-*трет*-бутилоктен-4
10. 3-изопропил-4-этилгептен-3
11. 2-метил-3-*втор*-бутилгептен-2
12. 2,3,3-триметилгексен-1
13. 2,5-диметилоктен-4
14. 2,4,4-триметилпентен-1
15. 2,6-диметилгептен-2
16. 3-изопропилгексен-3
17. 2,3,4,5-тетраметилгептен-2
18. 4-этилгексен-2
19. 3-метил-4-этилгексен-3
20. 3,5-диэтилгептен-3

Задание 5. Напишите реакции присоединения и назовите полученные соединения:

1. 4-метилпентен-1 + HBr
2. 3-этилгексен-2 + HCl
3. 2,4-диметилпентен-2 + HI
4. 3,5,7-триметилпентен-1 + HCl
5. 3-этилгексен-1 + H₂O
6. 2,5,5-триметилгексен-2 + HBr
7. 5-метил-4-*трет*-бутилгептен-3 + Br₂
8. 3,3-диэтилпентен-1 + HBr
9. 5-метил-4-этилгексен-2 + H₂O
10. 3-изопропилпентен-2 + H₂O
11. 3,4,5-триэтилнонен-2 + HCl
12. 2,6-диэтилнонен-4 + HCl
13. 3,6-диметилпентен-4 + Br₂
14. 4,6-диэтил-5-пропилпентен-3 + H₂
15. 2,3-диметил-4-пропилгептен-1 + HCl
16. 6-метил-3-изопропилгептен-3 + HBr
17. 2,4-диметилпентен-2 + H₂O
18. 7-метил-3-*трет*-бутилпентен-2 + HI
19. 3-этилнонен-2 + I₂
20. 4-*трет*-бутилпентен-4 + H₂O

АЛКИНЫ

Задание 1. Напишите формулы соединений и назовите по рациональной номенклатуре:

1. 6-метилгептин-3
2. 2-метилпентин-3
3. 2,5-диметилгексин-3
4. 2,6-диметилгептин-3
5. 4-метилпентин-1
6. 5-метилгексин-2
7. 3-метилпентин-4
8. 2-метилгексин-3
9. 2-метилнонин-4
10. 3,3-диметилбутин-1
11. 2-метилдекин-4
12. 3-метилнонин-4
13. 3,6-диметилпентин-4
14. 4-метилпентин-1
15. 3-метилбутин-1
16. 3,7-диметилпентин-4
17. 2-метилнонин-3
18. 3-метилдекин-4
19. 5-метилгексин-2
20. Гексин-1

Задание 2. Напишите формулы соединений и назовите по номенклатуре ИЮПАК:

1. Этил-*втор*-бутил-ацетилен
2. Дипропил-ацетилен
3. Метил-изобутил-ацетилен
4. Пропил-изогексил-ацетилен
5. Этил-изопротил-ацетилен
6. Метил-*трет*-бутил-ацетилен
7. Диизобутил-ацетилен
8. Этил-пропил-ацетилен
9. Этил-пентил-ацетилен
10. Метил-этил-ацетилен
11. Диэтил- ацетилен
12. Изопротил-*трет*-бутил-ацетилен
13. Этил-*трет*-бутил-ацетилен
14. Изопротил-бутил-ацетилен
15. Метил-пентил-ацетилен
16. Бутил-*трет*-бутил-ацетилен
17. Пропил-*втор*-бутил-ацетилен
18. Пропил-изопротил-ацетилен
19. Ди-*трет*-бутил-ацетилен
20. Этил-изобутил-ацетилен

Задание 3. Напишите уравнения реакций образования алкинов действием спиртового раствора щелочи на дигалогеналкилы. Назовите полученные соединения:

1. 2,3-дибром-4-изопротилнонан
2. 3,4-дихлор-2-метилоктан
3. 4,5-дийод-3-этилоктан
4. 4,4-дибром-2,7-диметилоктан
5. 3,3-дихлоргексан
6. 5,5-дихлор-3-изопротилдекан
7. 2,3-дихлор-4-*втор*-бутилдекан
8. 2,2-дийод-4-*трет*-бутилоктан
9. 4,4-дифтор-2-метилгептан
10. 4,5-дибром-2-метилгептан
11. 5,5-дихлор-2,7-диметилоктан
12. 4,5-дифтор-3,7-диэтилонан
13. 5,6-дибром -3,7-диэтилдекан
14. 4,5-дихлор 3-изопротилнонан
15. 2,3- дибром-5-*трет*-бутилнонан
16. 2,2-дибром-4-этилгексан
17. 2,3-дихлор-5-изопротилгептан
18. 1,2-дибром-4-пропилгептан
19. 1,2-дихлор-4,4-диметилгексан
20. 2,2 –дийод-4,4-диметилоктан

Задание 4. Напишите уравнения реакций образования алкинов дегидрогенизацией алкенов. Укажите условия протекания реакции и назовите полученные соединения:

1. Этил-втор-бутил-этилен сим.
2. 2,7-диметилоктен-3
3. 3-этилгексен-1
4. Метил-изопропил-этилен сим.
5. Пропил-изобутил-этилен
6. Метил-изобутил-этилен симм.
7. Изобутил-трет-бутил-этилен
8. Этил-трет-бутил-этилен
9. Ди-трет-бутил-этилен симм.
10. Метил-пентил-этилен симм.
11. Изопропил-втор-бутил-этилен симм.
12. Пропил-гексил-этилен
13. Метил-бутил-этилен
14. Этил-изопропил-этилен
15. 4-трет-бутилоктен-1
16. 3-метил-5-втор-бутилнонен-1
17. 4,4-диизопропилдекен-1
18. 3,4-диэтилнонен-1
19. 5-изобутилдекен-2
20. 4,4-дипропилдекен-2

Задание 5. Напишите уравнения реакций, характерных для алкинов. Укажите условия протекания реакций и назовите полученные соединения:

1. 6-метилгептин-1 + 2 HF
2. Ацетилен + H₂
3. 2,5-диметилгексин-3 + H₂
4. 2,6,6-триметилгептин-3 + Br₂
5. 4-метилпентин-1 + 2 H₂O
6. 5,5-диметилгексин-2 + HCl
7. 3-метилбутин-1 + 2 HI
8. 4-метилоктин-2 + HBr
9. 2-метилгексин-3 + H₂O
10. 2,8-диметилнонин-4 + HI
11. 3,3-диметилбутин-1 + 2 HCl
12. Ацетилен + 2 Cl
13. 7-метилоктин-2 + H₂O
14. Этил-изопропил-ацетилен + HBr
15. Метил-изопропил-ацетилен + H₂O
16. Диизопропил-ацетилен + 2 HF
17. Метил-втор-бутил-ацетилен + H₂O
18. Изопропил-изобутил-ацетилен + HI
19. Бутил-ацетилен + 2 HI
20. Этил-трет-бутил-ацетилен + H₂

АРЕНЫ

Задание 1. Решите превращение, укажите условия протекания реакций и назовите соединения, участвующие в реакциях:

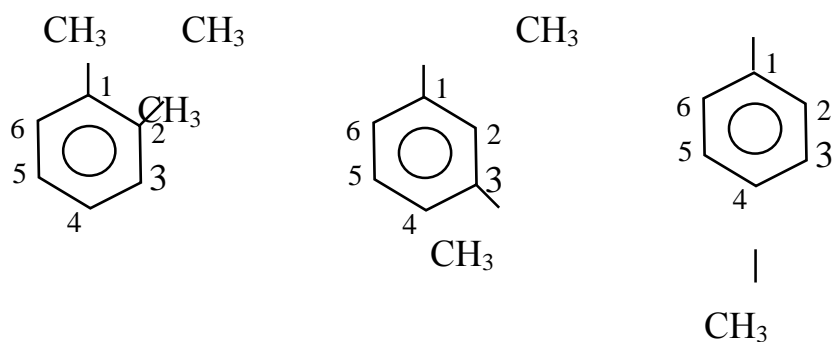
1. Бензол ~~хлорбензол~~ метилбензол ~~*n*-нитротолуол~~
2. Ацетилен ~~бензол~~ ~~изопропилбензол~~ →
o-изопропилбензолсульфокислота
3. Гептан ~~толуол~~ ~~*o*-ксилол~~ фталевая кислота
4. Циклогексан ~~бензол~~ ~~сульфобензол~~ →
m-метилбензолсульфокислота
5. Гексан ~~бензол~~ ~~втор-бутилбензол~~ →
2-хлор-2-фенилбутан
6. Бензол ~~бромбензол~~ толуол → →
o-метилбензолсульфокислота
7. Бензол ~~нитробензол~~ ~~*m*-нитротолуол~~ →
m-нитробензойная кислота
8. Бензол ~~толуол~~ ~~бензойная кислота~~ →
m-хлорбензойная кислота
9. Бензол ~~йодбензол~~ ~~*n*-йодтолуол~~ ~~*n*-этилтолуол~~
10. Циклогексан ~~бензол~~ толуол → →
метил-*o*-толилкетон
11. Бензол ~~пропилбензол~~ ~~*o*-хлорпропилбензол~~ →
o-дипропилбензол
12. Бензол ~~бромбензол~~ ~~*n*-бромэтилбензол~~ →
n-диэтилбензол
13. Бензол ~~формилбензол~~ →
m-бромформилбензол ~~*m*-формилтолуол~~
14. Бензол ~~метилбензол~~ ~~*n*-хлортолуол~~ →
n-ксилол
15. Бромбензол ~~толуол~~ ~~хлористый бензил~~ →
изобутилбензол
16. Циклогексан ~~бензол~~ ~~этилбензол~~ →
1-нитро-1-фенилэтан
17. Бензол ~~изопрпилбензол~~ →
n-бромизопропилбензол ~~*n*-диизопрпилбензол~~
18. Толуол ~~бензойная кислота~~ ~~*m*-бромбензойная кислота~~ →
бензоат натрия
19. Толуол ~~*n*-ксилол~~ ~~терефталевая кислота~~ →
o-бромтолуол
20. Толуол ~~*n*-бромтолуол~~ ~~*n*-изобутилтолуол~~ →
o-ацетилтолуол

2 АРЕНЫ

Номенклатура и изомерия

Гомологический ряд бензола имеет общую формулу C_nH_{2n-6} . Гомологи можно рассматривать как производные бензола, в котором один или несколько атомов водорода замещены различными углеводородными радикалами. Например, $C_6H_5-CH_3$ – метилбензол (толуол), $C_6H_4(CH_3)_2$ – диметилбензол (ксилол), $C_6H_5-C_2H_5$ – этилбензол.

У бензола и толуола изомеров нет. У ксилола три изомера – орто-, мета- и пара-ксилолы:

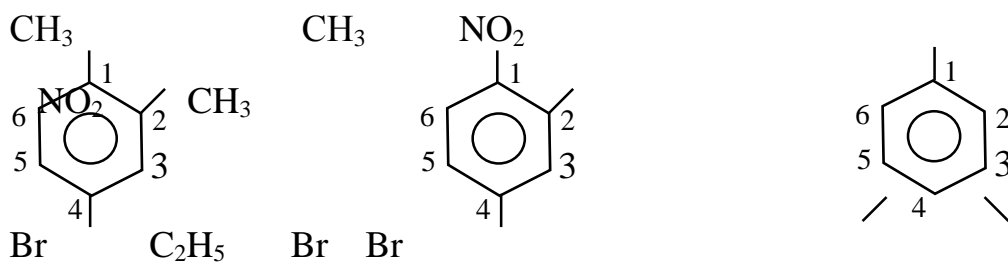


(О) орто-ксилол (М) мета-ксилол (П) пара-ксилол

1,2-диметилбензол 1,3-диметилбензол 1,4-диметилбензол

В орто- (сокращённо О), или 1,2-изомере заместители (CH_3) находятся у соседних атомов углерода. Если заместители разделены одним атомом углерода, то это мета - (сокращённо М), или 1,3-изомер, а если они разделены двумя атомами углерода, то это пара- (сокращённо П), или 1,4-изомер. В названиях заместители обозначаются буквами (О, М, П) или цифрами.

Если число радикалов в бензоле больше двух, атомы углерода в формулах нумеруют, чтобы получилась наименьшая комбинация цифр:



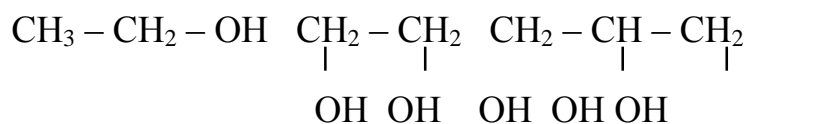
2-нитро-4-бромтолуол 1,2-диметил-4-этилбензол 3,5-дибром-нитробензол

3 КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ СПИРТЫ

Спирты – производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу. Общая формула спиртов $R - OH$, или предельных спиртов $C_nH_{2n+1}OH$.

Классификация спиртов. Спирты классифицируют по различным структурным признакам

По числу гидроксильных групп, содержащихся в молекуле, спирты делятся на одноатомные (одна группа – OH), двухатомные (две группы –OH) и трёхатомные.



этанол этиленгликоль глицерин
этиловый спирт этандиол пропантриол

Одноатомные спирты называются *алкоголи*, двухатомные – *гликоли* (диоли), трёхатомные – *глицерины* (триолы).

В зависимости от того, с каким атомом углерода (первичным, вторичным или третичным) связана гидроксигруппа, различают спирты: первичные $R-CH_2-OH$, вторичные R_2CH-OH , третичные R_3C-OH .



По строению радикалов, связанных с атомом кислорода, спирты подразделяются на *предельные*, или алканоли (например, CH_3CH_2-OH), *непредельные*, или алкенолы ($CH_2=CH-CH_2-OH$), *ароматические* ($C_6H_5CH_2-OH$). *Непредельные (ненасыщенные) спирты с OH-группой при*

- замещение водорода в гидроксогруппе (с металлами, с кислотами);
- замещение гидроксогруппы (с PCl_5 , с NH_3 , межмолекулярная и внутримолекулярная дегидратация);
- окисление спиртов.

При изучении физических и химических свойств спиртов и фенолов следует усвоить следующее:

1. Взаимное влияние атомов в молекуле кислородсодержащих органических соединений- спиртов, фенолов
2. Уметь показать генетическую связь между классами органических соединений- исходя из углеводородов с помощью химических реакций получить спирт, альдегид, кетон, кислоты.
3. Знать классификацию первичных, вторичных, третичных спиртов. Обратить внимание на реакции окисления, образования алколятов, гликолятов, глицератов. Уметь показать отличие одноатомных спиртов от многоатомных, привести качественную реакцию на многоатомные спирты.
4. Уяснить различия между спиртами и фенолами, обусловленные электроотрицательным характером фенильного радикала, который придает фенолу кислые свойства

Основные химические свойства спиртов

№	Название реакции	Уравнение реакции
1.	Образование алколятов	$2\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{ONa} + \text{H}_2$ <p style="text-align: center;">этилат натрия</p>
2.	Образование простых эфиров (межмолекулярная дегидратация) дегидратация третичных спиртов (отщепление происходит по правилу Зайцева)	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH} + \text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \xrightarrow[t^\circ, \text{изб.}]{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">диэтиловый эфир</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \qquad \qquad \\ \text{OH} \quad \text{H} \end{array} \xrightarrow[-\text{H}_2\text{O}]{t^\circ - 140^\circ \text{H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} = \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$ <p style="text-align: center;">2-метил-бутанол-2 2-метил-бутен-2</p>

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Лабораторная работа 3. Спирты. Эфиры. Их свойства

Опыт 1. Обнаружение воды в этиловом спирте и его обезвоживание.

Ход исследования:

В сухую пробирку внесите 5 мл этилового спирта, добавьте 3 небольшие лопаточки обезвоженного сульфата меди, тщательно взболтайте, дайте отстояться. Если спирт содержит воду, осадок сульфата меди окрасится в голубой цвет вследствие образования медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$). Сохраните обезвоженный спирт для проведения следующего опыта.

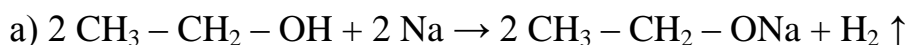
Опыт 2. Образование этилата натрия.

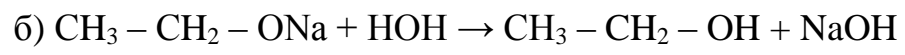
Ход исследования.

Поместите в сухую пробирку маленький кусочек металлического натрия, добавьте 3 мл обезвоженного спирта из предыдущего опыта и закройте отверстие пробирки пальцем, Сейчас же начинается бурное выделение водорода. По окончании реакции, не отрывая пальца от отверстия пробирки, поднесите её к пламени горелки, при открытии пробирки водород воспламеняется с характерным звуком, образуя маленькое колечко голубоватого цвета. На дне пробирки остается беловатый осадок этилата натрия или его раствор (если было взято много спирта). От прибавления 2-3 мль воды осадок растворится. Иногда наблюдается очень незначительная вспышка за счет ничтожных остатков непрореагировавшего натрия (если его было взято больше, чем надо).

При прибавлении 1 мл спиртового раствора фенолфталеина появляется красное окрашивание.

Химизм процесса.





Опыт 3. Окисление этилового спирта

Этанол легко окисляется кислородом воздуха, еще легче – атомарным кислородом. При окислении вначале образуется уксусный альдегид, затем – уксусная кислота.

Ход исследования.

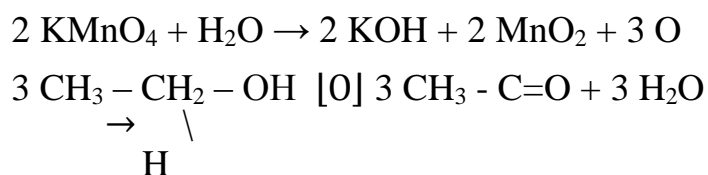
Способность спиртов окисляться иллюстрируют две реакции, приведенные ниже.

а) окисление этанола раствором KMnO_4

В пробирку наливают 2-3 мл этанола и добавляют равный объем 2-5%-ного раствора KMnO_4 . Нагревают. Окислитель разлагается. Выделяется атомарный кислород, этанол окисляется, а на дне пробирки образуется бурый осадок двуокиси марганца.

Химизм процесса.

Окисление этанола происходит в два этапа:



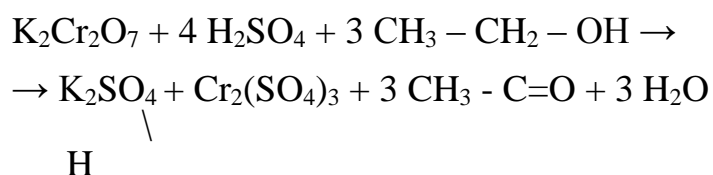
б) окисление этанола хромовой смесью

В экспертизе алкогольного опьянения применяется реакция Мохова-Шинкаренко, основанная на способности хромовой смеси окислять этанол. В лабораторных условиях способность этанола окисляться такой смесью определяется следующим образом.

В пробирку наливают 3 мл этанола и добавляют 3 мл хромовой смеси ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$). Этанол быстро окисляется в уксусный альдегид (его обнаруживают по своеобразному резкому запаху). Оранжевый цвет хромовой смеси постепенно заменяется зеленым цветом хромовых квасцов.

Химизм процесса.

Реакция протекает при обычной температуре:



Опыт 4. Получение глицерата меди.

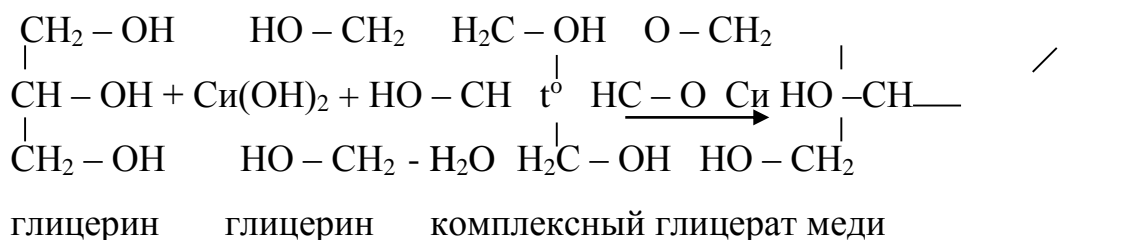
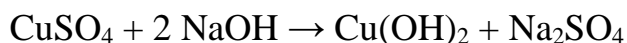
Глицерин – трехатомный спирт. Легко взаимодействует с гидроксидами металлов, что приводит к образованию глицератов.

Ход исследования.

В пробирку наливают 2-3 мл 5-10%-ного раствора едкого натра, добавляют несколько капель 3-5%-ного раствора сульфата меди. Появляется синяя муть - хлопья гидроокиси меди. После этого в смесь по каплям прибавляют глицерин, встряхивая. Возникает темно-синий прозрачный раствор глицерата меди.

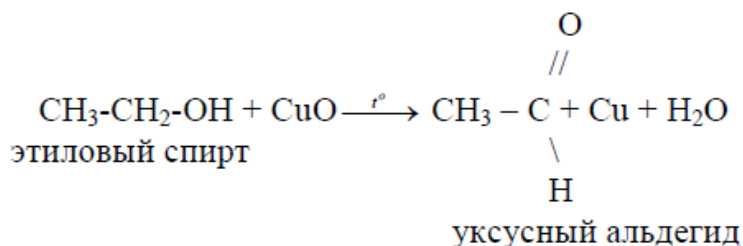
Химизм процесса:

Образование глицерата меди происходит в два этапа:



Опыт 5. Получение уксусного альдегида из этилового спирта

В пробирку, содержащую 1 мл этилового спирта, опускают предварительно нагретую медную проволочку. Эту процедуру необходимо повторить 3-4 раза. В пробирке образуется уксусный альдегид, обнаруживаемый по запаху или при действии фуксин сернистой кислоты. Изменение цвета до синекрасного подтверждает образование альдегида:



ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**СПИРТЫ****Задание 1. Напишите уравнения реакций:**

1. Бутен –1 введите в реакцию с водой (среда кислая). Для продукта реакции напишите: а) уравнение межмолекулярной дегидратации; б) уравнение взаимодействия с пентахлоридом фосфора. Назовите продукты реакций.
2. Из соответствующего хлорпроизводного углеводорода получите бутанол-1 и последовательно его введите в реакцию с натрием, а затем с 1-хлорпропаном. Назовите продукты реакций.
3. 2-метилбутен-1 введите в реакцию с хлористым водородом. Полученное соединение гидролизуйте. Продукт гидролиза подвергните внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации. Назовите продукты реакций.
4. 2-метилбутен-2 введите в реакцию с водой (среда кислая). На полученное соединение последовательно подействуйте натрием, а затем хлорэтаном. Назовите получающиеся продукты.
5. Бутанол-2 получите двумя способами: а) из соответствующего кетона; б) из соответствующего алкена. Исходные соединения назовите. Для полученного спирта напишите реакцию межмолекулярной дегидратации. Назовите продукт реакции.
6. На 2-метилпропен подействуйте водой (среда кислая). Для продукта реакции напишите: а) уравнение межмолекулярной дегидратации; б) уравнение взаимодействия с пентахлоридом фосфора. Назовите продукты реакций.
7. 1-хлорпентан введите в реакцию с водным раствором щелочи. Продукт реакции назовите. На полученное соединение подействуйте последовательно натрием, а затем хлористым метилом. К какому классу относится конечный продукт?
8. Получите пропанол - 1 двумя способами: а) из соответствующего альдегида; б) из соответствующего алкана. Полученный спирт введите последо-

вательно в реакцию с натрием, а затем с 2-йодпропаном. Назовите исходные и получающиеся соединения.

9. Бутанол-1 получите из соответствующего альдегида. Для бутанола-1 запишите: а) уравнение межмолекулярной дегидратации; б) уравнение взаимодействия с пентахлоридом фосфора. Назовите продукты реакций.
10. Пентанол-2 получите из соответствующего кетона. Пентанол-2 введите последовательно в реакцию с натрием, а затем с хлористым метилом. Назовите продукты реакций.
11. Пропанол –2 получите двумя способами: а) из соответствующего кетона; б) из соответствующего алкена. Полученный спирт введите последовательно в реакцию с натрием, а затем с 2-хлорпропаном. Назовите исходные и получающиеся соединения.
12. 2-хлорпропан введите в реакцию с водным раствором щелочи. Продукт реакции назовите. На полученное соединение подействуйте последовательно натрием, а затем 2-хлорпропаном. К какому классу относится конечный продукт?
13. На бутен-2 подействуйте водой (среда кислая). Для продукта реакции напишите: а) уравнение межмолекулярной дегидратации; б) уравнение взаимодействия с натрием. Назовите продукты реакций.
14. Пентанол-3 получите из соответствующего кетона. Пентанол-3 введите последовательно в реакцию с натрием, а затем с хлористым этилом. Назовите продукты реакций.
15. На пентен-1 подействуйте бромистым водородом, затем полученный продукт гидролизуйте (среда кислая). Продукт гидролиза подвергните внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации. Назовите все получающиеся соединения.
16. На пентанол-1 последовательно подействуйте натрием, а затем 1-бромпентаном. К какому классу соединений относится конечный продукт? Получите конечный продукт внутримолекулярной дегидратацией пентанола –2.

17. Напишите уравнения реакций внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации 2-метилпропанола-2. Получите 2-метилпропанол-2 из соответствующего алкена.
18. На пропен подействуйте хлороводородом, затем полученный продукт гидролизуйте (среда кислая). Продукт гидролиза подвергните внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации. Назовите все получающиеся соединения.
19. Из соответствующего бромпроизводного углеводорода получите бутанол-1 и последовательно его введите в реакцию с натрием, а затем с 2-бромпропаном. Назовите продукты реакций.
20. 2-хлорбутан введите в реакцию с водным раствором щелочи. Продукт реакции назовите. На полученное соединение подействуйте последовательно натрием, а затем хлорэтаном. К какому классу относится конечный продукт?

Задание 2. Напишите формулу простого эфира:

1. Метил-втор-бутиловый эфир
2. Метил-изопропиловый эфир
3. Этил-трет-бутиловый эфир
4. Бутил-втор-бутиловый эфир
5. Метилэтиловый эфир
6. Дипропиловый эфир
7. Этил-изобутиловый эфир
8. Метил-трет-бутиловый эфир
9. Ди-втор-бутиловый эфир
10. Диизопропиловый эфир
11. 2-метоксипентан
12. 3-этоксидекан
13. 2-метоксибутан
14. 4-изопропоксигептан
15. 3-этоксинонан

16. Этоксипропан
17. Метоксибутан
18. изопропоксипентан
19. этоксибутан
20. метоксипропан

Задание 3. Напишите уравнение реакции и назовите образовавшиеся соединения. Укажите условия протекания реакции:

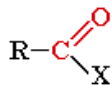
1. Бутанол-1 + Na
2. Окисление 2-метилбутанола-2
3. Этанол + PBr₅
4. Пропанол-1 + HCl
5. Окисление бутанола-2
6. Окисление пентанола-1
7. Пропандиол-1,2 + Na (1 моль)
8. Окисление 2-метилпропанола-2
9. 2-метилпентанол-2 + PBr₅
10. Этиленгликоль + HCl
11. Гександиол-3,4 + Na (2 моля)
12. 2,3-диметилгексанол-1 + HCl
13. 2-*втор*-бутилгексанол-1 + HBr
14. Бутандиол-1,2 + метанол (1 моль)
15. Образование глицерата меди
16. Глицерин + HBr (3 моля)
17. 3-изопропилгептанол-1 + PBr₅
18. Окисление 2-*втор*-бутилгексанола-1
19. Окисление 2,3-диметилгексанола-2
20. Пропандиол-1,3 + изопропиловый спирт (1 моль)

4. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ (карбонильные соединения)

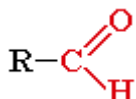
Альдегидами и кетонами (*карбонильными соединениями*) называют органические вещества, молекулах которых содержится карбонильная

группа $>C=O$. Общая формула карбонильных соединений $C_nH_{2n+1}CHO$,

или

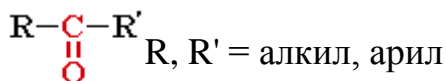


Альдегиды - органические соединения, в молекулах которых атом углерода карбонильной группы связан с одним углеводородным радикалом. *Функциональная группа* $-CH=O$ называется *альдегидной*.



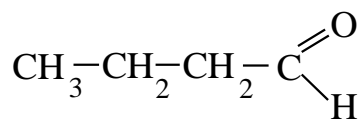
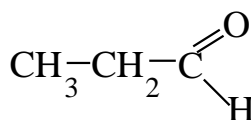
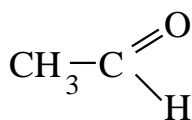
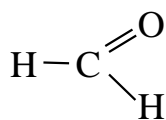
R = H, алкил, арил

Кетоны - органические вещества, молекулы которых содержат карбонильную группу, соединенную с двумя углеводородными радикалами.



Номенклатура и изомерия

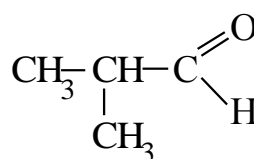
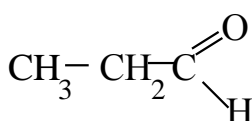
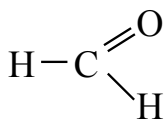
Свои *тривиальные* названия насыщенные альдегиды получили от карбоновых кислот, в которые они переходят после окисления:



муравьиный уксусный пропионовый масляный
альдегид альдегид альдегид альдегид

Согласно *номенклатуре ИЮПАК* названия альдегидов производят от соответствующего углеводорода с добавлением окончания *-аль*, нумерацию начинают от углерода альдегидной группы.

По *рациональной номенклатуре альдегиды* рассматриваются как производные уксусного альдегида. Сначала называют радикалы, а затем ядро:



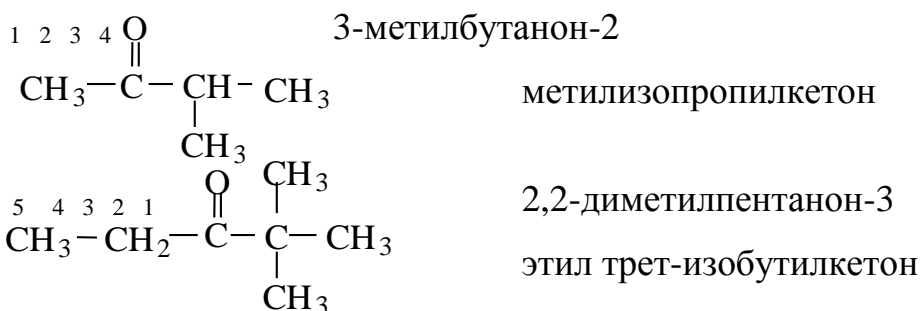
метаналь пропаналь 2-метилпропаналь

муравьиный альдегид метилуксусный диметилуксусный
(формальдегид) альдегид альдегид

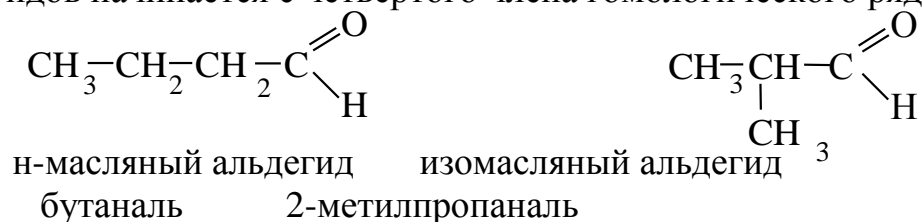
Единственный кетон, имеющий тривиальное название, — $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$
ацетон.

При названии **кетонов** также используют *рациональную (ядерную) и систематическую* (ИЮПАК) номенклатуру.

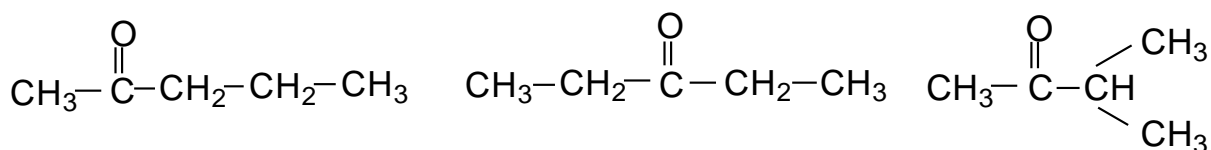
По рациональной номенклатуре вначале называют радикалы, связанные с карбонильной группой, а затем добавляют слово «кетон». По систематической номенклатуре к названию предельного углеводорода добавляют окончание *–он* с указанием места карбонильной группы в цепи. При этом нумерацию начинают от ближайшего к карбонилу конца цепи:



Изомерия альдегидов и кетонов обусловлена строением углеводородных радикалов, связанных с карбонильной группой, а также, в случае кетонов, положением функциональной группы в углеводородной цепи. Изомерия альдегидов начинается с четвёртого члена гомологического ряда;



Изомерия кетонов начинается с соединений, содержащих пять углеродных атомов:



метилпропилкетон диэтилкетон метилизопропилкетон
пентанон-2 пентанон-3 3-метилбутанон-2

Альдегиды и кетоны обладают большой реакционной способностью, которая объясняется наличием двойной связи в карбонильной группе C=O. Для них характерны следующие типы химических реакций:

- присоединения;
- замещение кислорода карбонильной группы с разрывом двойной связи;
- замещения в радикале при α-углероде ;
- конденсации;
- окисления.

При изучении физических и химических свойств альдегидов и кетонов следует усвоить следующее:

1. Уметь сопоставить химические свойства альдегидов и кетонов и указать реакции, отличающие эти два вида соединений.
2. Привести качественную реакцию на альдегидную группу.

Основные химические свойства альдегидов и кетонов

№	Название реакции	Уравнение реакции
1.	<p>Реакции присоединения по двойной связи карбонильной группы:</p> <p>водорода</p> <p>синильной кислоты</p> <p>гидросульфата натрия</p>	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ <p>пропаналь пропанол-1</p> $\text{CH}_3\text{-C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O} \end{array}\text{-CH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{CH}_3\text{-CH}\begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{O} \end{array}\text{-CH}_3$ <p>пропанон-2 пропанол-2</p> $\text{H}_3\text{C-C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O} \end{array}\text{-CH}_3 + \text{HCN} \longrightarrow \text{H}_3\text{C-C}\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{OH} \\ \text{CN} \end{array}$ <p>пропанон циангидрин пропанона</p> $\text{CH}_3\text{-C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} + \text{S}\begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{O} \end{array} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-C}\begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{H} \\ \text{SO}_3\text{Na} \end{array}$ <p>метаналь гидросульфатное производное метанала</p>

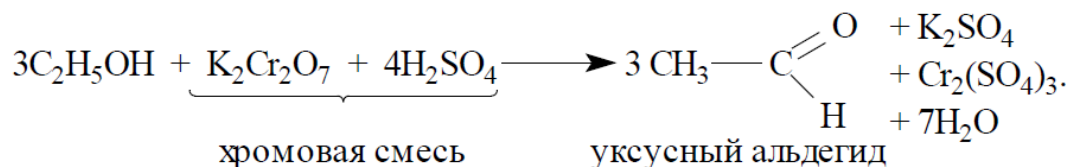
	<p>аммиака</p> <p>спиртов</p>	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{NH}_2 \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \\ \text{этаналь} \end{array}$ $\longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{NH}$ <p style="text-align: center;">ацетальдимин</p> $\begin{array}{c} 6 \text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} + 4 \text{NH}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4 \\ \text{метаналь} \end{array}$ <p style="text-align: center;">гексаметиленetetрамин (уротропин)</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{OC}_2\text{H}_5 \\ \text{этаналь} \qquad \qquad \text{этанол} \qquad \qquad \text{полуацеталь} \end{array}$
2.	<p><i>Реакции замещения кислорода:</i> образование оксимов а) с сохранением двойной связи</p> <p><i>и гидразонов</i></p>	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} + \text{H}_2\text{NOH} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{N}-\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \\ \text{метилальдоксим} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{NOH} \rightleftharpoons \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{N}-\text{OH} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">диметилкетоксим</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} + \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{NH}_2 \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}=\text{N}-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \\ \text{гидразон альдегида} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} + \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{NH}_2 \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{N}-\text{NH}_2 \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">гидразон кетона</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} + \begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{N}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \diagup \\ \text{H} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{N}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5 \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">фенилгидразон</p>

	<p><i>б) с разрывом двойной связи: образование дигалогенпроизводных</i></p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{PCl}_5 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{Cl} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \text{Cl} \end{array} + \text{POCl}_3$ <p>2,2 дихлорпропан</p> $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{H} \end{array} + \begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{HO}-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \xrightarrow{\text{CuSO}_4} \begin{array}{c} \text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \\ \diagup \\ \text{CH}_3-\text{CH} \\ \diagdown \\ \text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p>уксусный альдегид этанол диэтилацеталь уксусного альдегида</p>
3.	<p><i>Реакция с участием водородного атома в α-положении к карбонильной группе (замещение α-водорода)</i></p>	<p>$\gamma \quad \beta \quad \alpha$</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHBr}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{HBr}$ <p>масляный альдегид α-бром масляный альдегид (2-бромбутаналь)</p> $\begin{array}{c} \alpha \quad \alpha \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CHCl}-\text{CH}_3 \end{array} + \text{HCl}$ <p>2-хлорпентанон-3</p>
4.	<p><i>Реакции окисления: альдегиды окисляются в соответствующие карбоновые кислоты</i></p> <p><i>реакция «серебряного зеркала»-качественная реакция на альдегидную группу</i></p> <p><i>в жестких условиях кетоны окис-</i></p>	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ <p>пропионовый альдегид пропионовая кислота</p> $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{Ag}_2\text{O} \xrightarrow{\text{NH}_3} \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + 2\text{Ag} \downarrow$ $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \vdots \quad \vdots \end{array} + 3 \text{O} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \end{array} + \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HO}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$ <p>диэтилкетон пропионовая кислота уксусная кислота</p>

	ляются	
5.	Реакции полимеризации	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{O} + \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{O} \\ \text{паральдегид} \end{array} \xrightleftharpoons{\text{H}^+} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{O} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH} \quad \text{CH}-\text{CH}_3 \\ \backslash \quad / \\ \text{O} \end{array} $ $ \begin{array}{c} \text{H}-\text{C}=\text{O} + \text{H}-\text{C}=\text{O} + \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array} \longrightarrow \left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ -\text{C}-\text{O}- \\ \\ \text{H} \end{array} \right]_n $ формальдегид паральдегид
6.	Реакции конденсации (альдольная и кротоновая)	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array} + \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{CH}-\text{C} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{\text{OH}^-} \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array} $ пропаналь 2-метил-3-оксипентаналь
		$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \quad \text{H} \end{array} \xrightarrow{t^0} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array} + \text{H}_2\text{O} $ альдоль (3-оксибутаналь) кротоновый альдегид (бутен-2-аль)
		$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} + \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{\text{OH}^-} \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array} $ ацетон 4-метил-4-окси- 4-метил- -пентанон-2 пентен-3-он-2
Некоторые способы получения альдегидов и кетонов		
1.	Окисление спиртов: первичных вторичных	$ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{[\text{O}]} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \\ \text{H} \end{array} $ этанол этаналь

В пробирку наливают 2-3 мл этанола, добавляют 1 мл хромовой смеси ($K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$), закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Образуется ацетальдегид - жидкость с характерным запахом («антоновских яблок») и изумрудным цветом.

Химизм процесса:



Опыт 2. Получение ацетона.

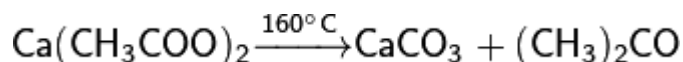
Ход исследования:

В сухую пробирку вносят 4-5 г ацетата кальция и закрывают газоотводной трубкой с изогнутым концом. Пробирку закрепляют горизонтально в штативе и постепенно нагревают. Полученный ацетон пропускают во вторую пробирку. Сюда добавляют 1-2 мл едкого натра и 2-3 мл раствора нитропрussa натрия. Появляется красное окрашивание, которое темнеет после добавления

2 мл уксусной кислоты.

Химизм процесса:

Ацетон образуется в результате разложения ацетата кальция. Окраска имеет сложный химизм. Ацетон образуется по следующей реакции:



Опыт 3. Окисление альдегидов гидроокисью меди.

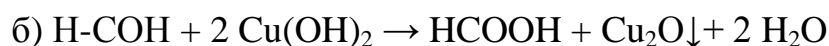
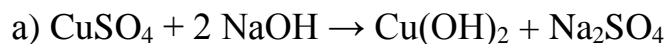
Реакция основана на способности альдегидов восстанавливать гидрат окиси меди в щелочной среде при нагревании.

Ход исследования.

В пробирку берут 2-3 мл 10%-ного раствора едкого натра, добавляют по каплям 2%-ный раствор сульфата меди до образования мути и несколько капель 10%-ного раствора формалина. Нагревают верхний слой смеси. Появляется желтый и коричневый осадки.

Химизм процесса:

Здесь имеют место следующие химические реакции:



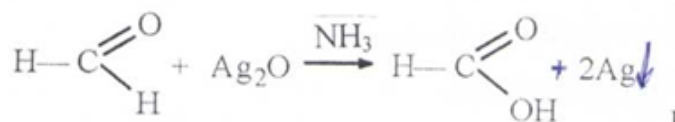
Опыт 4. Реакция серебряного зеркала.

Реакция, позволяющая выявить альдегиды в растворе, в связи с их способностью окисляться окисью серебра. Применяется в химическом анализе для обнаружения альдегидов.

Ход исследования.

В чистую пробирку наливают 2-3 мл 1-2%-ного раствора окиси серебра, после чего добавляют по каплям 5%-ный раствор аммиака до тех пор, пока не растворится образовавшийся мутный осадок, к прозрачному раствору добавляют несколько капель 1%-ного раствора формалина (или любого другого альдегида) и нагревают. На стенках пробирки оседает металлическое серебро.

Химизм процесса:



Опыт 5. Осаждение белковых тел формалином.

Налейте в пробирку 0,5 мл раствора белка (желатина или куриного белка) и добавьте несколько капель формалина. Перемешайте – происходит свертывание белка под действием формалина.

Формальдегид вступает в соединение с белками, осаждает и уплотняет их, что позволяет использовать его как дезинфицирующее и протравливающее средство, 40%-й водный раствор формальдегида (формалин) применяют как фунгицид (средство для борьбы с грибковыми заболеваниями растений), для консервирования различных биологических препаратов.

Опыт 6. Цветная реакция на ацетон с нитропруссидом натрия

Ход исследования

Поместите в пробирку 1мл 0,5 н. раствора нитропруссид натрия $\text{Na}_2 [\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$, 5 мл воды и 1 мл водного раствора ацетона. Добавьте 1 мл 2 н. раствора NaOH .

Что вы наблюдаете?

Разлейте раствор в две пробирки и в одну добавьте 1 мл 2 н. CH_3COOH ; сравните цвета растворов в обеих пробирках. Отметьте в рабочих тетрадях изменение цвета раствора. Обратите внимание на чувствительность реакции.

Цветная реакция с нитропруссидом натрия (проба Легалья) служит дополнением к иодоформной пробе на ацетон (проба Либена) и широко применяется в клинической практике для открытия ацетона в моче (при сахарной болезни - диабете).

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

Задание 1. Напишите формулу оксосоединения:

1. α -метилпропионовый альдегид
2. α -метилмасляный альдегид
3. Изомасляный альдегид
4. β -этилвалерьяновый альдегид
5. α -метилвалерьяновый альдегид
6. Этил-фенил кетон
7. Дифенил кетон
8. Метил-изопропил кетон
9. Пропил-изопропил кетон
10. Этил-изобутил кетон
11. 3-метилбутанон-2
12. 4,4-диметилгексанон-2
13. 3-этилгептанон-2
14. 5-изобутилдеканон-3
15. 4-изопропилоктанон-2
16. 2,3-диметилгептаналь
17. 4-изопропилоктаналь
18. 2-этилгептаналь
19. 2,2-диметилбутаналь
20. 2,3-диэтилоктаналь

Задание 2. Напишите реакции получения альдегидов и кетонов. Назовите полученные соединения. Укажите условия протекания реакций:

1. Окисление 2-бутанола
2. Гидролиз 1,1-дихлорпропана (среда щелочная)
3. Пиролиз кальциевой соли пропионовой кислоты
4. Окисление 2-метилбутанола-1
5. Гидратация 3-метилпентина-1 в присутствии солей ртути (реакция Кучерова)
6. Окисление пропанола-2
7. Пиролиз кальциевой соли масляной кислоты
8. Гидролиз 2,2-дихлорпентана (среда щелочная)
9. Гидратация бутина-2 в присутствии солей ртути (реакция Кучерова)
10. Окисление 3-метилпентанола-2
11. Гидратация 3-метилгексина-1 в присутствии солей ртути (реакция Кучерова)
12. Пиролиз смешанной бариевой соли муравьиной и масляной кислот
13. Гидратация пентина-2 в присутствии солей ртути (реакция Кучерова)
14. Гидролиз 3,3-дибром-2-метилгексана (среда щелочная)
15. Окисление 2-метилбутанола-1
16. Пиролиз магниевой соли валерьяновой кислоты
17. Гидролиз 2,2-дихлор-3-метилбутана (среда щелочная)
18. Гидратация гексина-2 в присутствии солей ртути (реакция Кучерова)
19. Пиролиз смешанной бариевой соли муравьиной и пропионовой кислот
20. Дегидрирование 3,3-диметилпентанола-2 (катализатор Cu, температура 250 °C)

Задание 3. Запишите уравнения реакций присоединения. Укажите названия продуктов реакций и условия протекания реакций:

1. Метил-изопропил-кетон + HCN
2. Пропил-изопропил-кетон + H₂ (катализатор)
3. Изобутил-этил-кетон + NaHSO₃
4. 3-метилбутанон-2 + HCN
5. 4,4-диметилгексанон-2 + NaHSO₃
6. 3-этилгептанон-2 + H₂ (катализатор)
7. 5-изобутилдеканон-3 + HCN
8. 4-изопропилгептанон-2 + NaHSO₃
9. Пропионовый альдегид + HCN
10. Бутаналь + H₂ (катализатор)
11. 2-метилпентаналь + NaHSO₃
12. 3,4-диметилгептаналь + H₂ (катализатор)
13. α-метилпропионовый альдегид + HCN
14. α-метилмасляный альдегид + NaHSO₃
15. Изомасляный альдегид + HCN
16. β-этилвалерьяновый альдегид + NaHSO₃

17. α -метилвалерьяновый альдегид + H_2 (катализатор)
18. 4-изопропилоктаналь + NaHSO_3
19. Ацетальдегид + NH_3
20. Формальдегид + NH_3 (реакция Бутлерова)

Задание 4. Запишите уравнения реакций замещения. Укажите названия продуктов реакций и условия протекания реакций:

1. 2,2-диметилбутаналь + PCl_5
2. 2,3-диэтилоктаналь + Cl_2
3. Пропаналь + пропанол-1 (2 моля)
4. β -этилвалериановый альдегид + гидроксилламин
5. 2-метилпропаналь + гидразин (1 моль)
6. α -метилмасляный альдегид + метанол (2 моля)
7. Бутаналь + гидразин (2 моля)
8. 2,2-диметилбутаналь + фенилгидразин (1 моль)
9. Валериановый альдегид + Br_2
10. 3-этилпентаналь + PBr_5
11. Этил-фенил кетон + этанол (2 моля)
12. Дифенил кетон + гидроксилламин
13. Изопропил-метил-кетон + метанол (1 моль)
14. Изобутил-этил-кетон + гидразин (2 моля)
15. *Втор*-бутил-метил-кетон + PBr_5
16. *Трет*-бутил-пропил-кетон + PCl_5
17. Пропил-изопропил-кетон + этиловый спирт (1 моль)
18. Бутанон-2 + гидразин (1 моль)
19. Пентанон-3 + гидроксилламин
20. Гексанон-2 + фенилгидразин (1 моль)

Задание 5. Запишите уравнения реакций окисления оксосоединений. Укажите названия продуктов реакций и условия протекания реакций:

1. 3-этилгексанон-2
2. Бензойный альдегид
3. 2-метилпропаналь
4. Бутаналь
5. Диизопропилкетон
6. *Втор*-бутил-метил-кетон
7. *Трет*-бутил-пропил-кетон
8. 2,3-диметилпентаналь
9. 3-этилгептаналь
10. 2-метилгептанон-3
11. 3-метилбутанон-2
12. 4,4-диметилгексанон-2
13. 3-этилгептанон-2
14. 5-изобутилдеканон-3

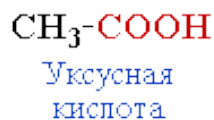
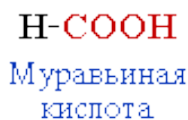
15. Валериановый альдегид
16. Формальдегид
17. Изомасляный альдегид
18. 3,3-диметилбутаналь
19. Пропионовый альдегид
20. α,β -диметилкапроновый альдегид

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ. СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ. ЖИРЫ

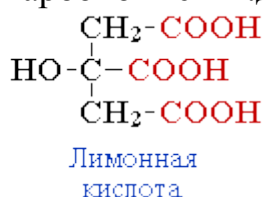
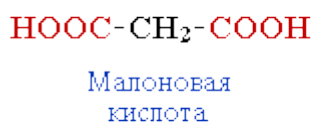
Карбоновыми кислотами называют производные углеводородов, которые содержат в молекуле одну или несколько карбоксильных групп – $COOH$, связанных с углеводородным радикалом.

Классификация карбоновых кислот. Карбоновые кислоты классифицируют по двум структурным признакам.

1. По числу карбоксильных групп кислоты подразделяются на:
 - одноосновные (монокарбоновые)



- многоосновные (дикарбоновые, трикарбоновые и т.д.).



2. По характеру углеводородного радикала различают кислоты: предельные, непредельные, ароматические

Номенклатура и изомерия

Общая формула одноосновных насыщенных кислот $C_nH_{2n+1}COOH$. Карбоновые кислоты чаще всего называют согласно тривиальной номенклатуре. Названия эти обычно связаны с источниками, из которых они были вы-

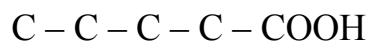
делены впервые: например муравьиная кислота – из муравьёв, уксусная кислота – из уксуса, масляная кислота – из масла и т.д.

Гомологический ряд

1. Муравьиная HCOOH
2. Уксусная CH_3COOH
3. Пропионовая $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
4. Масляная $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
5. Валериановая $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
6. Капроновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
7. Энантовая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$
8. Каприловая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
9. Пеларгоновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
10. Каприновая $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$

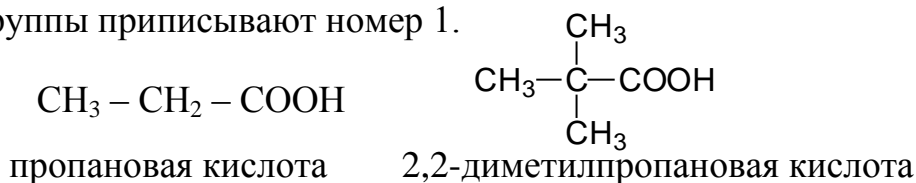
При использовании тривиальной номенклатуры положение заместителей обозначают не цифрами, а греческими буквами:

$\sigma \ \gamma \ \beta \ \alpha$ – по тривиальной номенклатуре

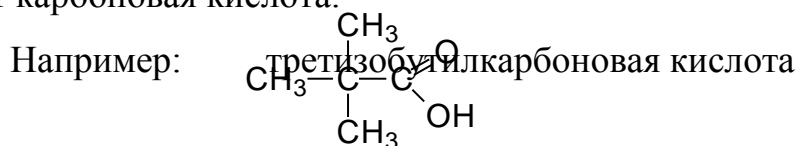


5 4 3 2 1 – по ИЮПАК

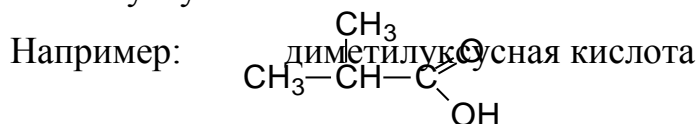
По номенклатуре ИЮПАК карбоновые кислоты называют, выбирая за основу наиболее длинную цепь, содержащую карбоксильную группу, и добавляя окончание *-овая кислота*, углеродному атому карбоксильной группы приписывают номер 1.



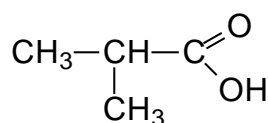
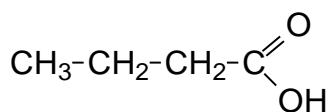
По *рациональной* (ядерной) номенклатуре применяют два варианта. В первом случае за ядро у кислот принимают $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—H}$ (карбоксил) – это ядро называют карбоновая кислота.



Во втором случае за ядро принимают остаток уксусной кислоты $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$ это ядро называют уксусная кислота.

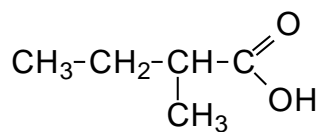
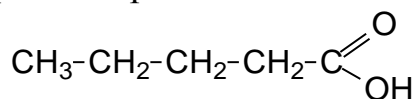


Изомерия карбоновых кислот, как и альдегидов, зависит от строения углеродной цепи (радикала), связанной с карбоксильной группой. Первые три представителя гомологического ряда предельных одноосновных карбоновых кислот (муравьиная HCOOH , уксусная CH_3COOH и пропионовая $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$) изомеров не имеют. Изомеры в этом ряду появляются у масляной кислоты, содержащей четыре углеродных атома в молекуле:

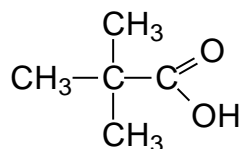
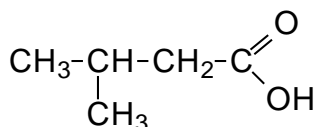


масляная или бутановая кислота изомасляная или метилпропановая кислота

Следующая кислота гомологического ряда – валериановая – имеет уже четыре изомера.



валериановая или пентановая кислота изовалериановая или 2-метилбутановая кислота



изовалериановая или 3-метилбутановая кислота триметилуксусная или 2,2-диметилпропановая кислота

Основные химические свойства карбоновых кислот

№	Название реакции	Уравнение реакции
1	Свойства водородокарбоксовой группы: образование солей	$2 \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Mg} \longrightarrow \begin{matrix} \text{CH}_3\text{COO} \\ \text{CH}_3\text{COO} \end{matrix} \text{Mg} + \text{H}_2$ <p style="text-align: center;">ацетат магния</p> $2 \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaO} \longrightarrow \begin{matrix} \text{CH}_3\text{COO} \\ \text{CH}_3\text{COO} \end{matrix} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">ацетат кальция</p> $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">ацетат натрия</p> $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4$ <p style="text-align: center;">ацетат аммония</p>
2	Свойства гидроксильной группы: образование галогенгидридов образова-	$\text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix} + \text{PCl}_5 \longrightarrow \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{Cl} \end{matrix} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$ <p style="text-align: center;">хлорангидрид уксусной кислоты</p> $\text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{Cl} \end{matrix} + 2 \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{ONa} \end{matrix} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix} + \text{H}\text{O}\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{O} \end{matrix}\text{-O-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$

	ние ангидридов	<p>ангидрид уксусной кислоты</p> $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 \xrightarrow{-\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ <p>пероксид ацетила</p>
	образование сложных эфиров	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{H}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p>пропионовая кислота этанол этилпропионат (этиловый эфир пропионовой кислоты)</p>
3.	Свойства радикала: β-окисление	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{H}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ <p>валериановая кислота</p>
4.	галогенирование одноосновных предельных карбоновых кислот (α-замещение)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{Br}_2 \xrightarrow{-\text{HBr}} \text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{COOH}$ <p>пропионовая кислота α-дибромпропионовая</p>

Некоторые способы получения карбоновых кислот

№	Название реакции	Уравнение реакции
1.	Окисление первичных спиртов, альдегидов, кетонов	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{\text{MnO}_4, [\text{O}]} \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ <p>этанол этаналь этановая кислота</p>
2.	Оксосинтез (карбонилирование)	$\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{CO} + \text{H}_2\text{O} \begin{cases} \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \\ \rightarrow \text{R}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \end{cases}$

3.	<i>Гидролиз тригалогенпроизводных</i>	$\text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{HO Na} \\ \text{HO Na} \\ \text{HO Na} \end{matrix} \xrightarrow{-3\text{NaCl}} \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{OH} \\ \\ \text{O}^-\text{H} \\ \\ \text{OH} \end{matrix} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix} + \text{H}_2\text{O}$
4.	<i>Гидролиз нитрилов</i>	$\text{H}_3\text{C-C}\equiv\text{N} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{-C}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix} + \text{NH}_3$ <p style="text-align: center;">ацетонитрил этановая кислота</p>

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Лабораторная работа 5. Карбоновые кислоты.

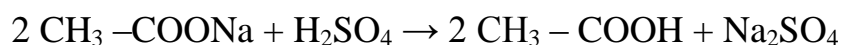
Опыт 1. Образование карбоновых кислот из их солей.

- Реактивы:
1. Натрий уксуснокислый;
 2. Мыло в кусочках;
 3. Серная кислота (1:5 по объему).

Ход исследования.

Всыпать в пробирку 1 г уксуснокислого натрия и прибавить 3-4 мл раствора серной кислоты. Бросить в пробирку кусочек фарфора, закрыть пробкой с газоотводной трубкой и укрепить пробирку наклонно в лапке штатива. Конец газоотводной трубки опустить в пробирку-приемник, поставленную в стакан с холодной водой. Смесь в пробирке осторожно кипятить до тех пор, пока в пробирку-приемник не перейдет около 1 мл жидкости. Отделить приемник, ознакомиться с запахом уксусной кислоты, проверить на изменение окраски лакмуса и осторожно попробовать на вкус.

Химизм процесса:



Опыт 2. Разложение щавелевой кислоты.

Ход исследования.

В пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, насыпают 1-2 г щавелевой кислоты и добавляют 1-2 мл концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой, конец газоотводной трубки опускают в пробирку с гидроксидом бария и нагревают.

Щавелевая кислота разлагается с образованием углекислого газа и муравьиной кислоты. Углекислый газ реагирует с баритовой водой, что приво-

дит к образованию карбоната бария. При дальнейшем нагревании смеси муравьиной кислоты она разлагается на воду и угарный газ, Для обнаружения угарного газа трубку вынимают из пробирки с баритовой водой и зажигают выделяющийся газ из стеклянного наконечника - газ горит синим пламенем.

Разложение щавелевой кислоты и выявление продуктов ее распада отражают следующие химические реакции:

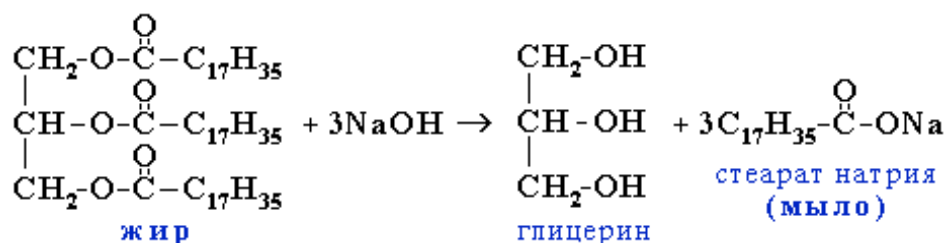
- а) $\text{COOH} - \text{COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{НСOОН}$
 б) $\text{Ba(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 в) $\text{НСOОН} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$

Опыт 3. Омыление жиров. Получение мыла из свиного или говяжьего жира.

Ход исследования.

В фарфоровой чашке нагревают на асбестовой сетке 5 г свиного или говяжьего жира с 10 мл едкого натра (30%-ный раствор) в продолжении 25-30 мин. при непрерывном помешивании стеклянной палочкой, жидкость при этом сильно пенится. По окончании процесса (на что указывает полная растворимость капли реагирующей смеси в дистиллированной воде), раствор охлаждают и приливают 4 мл насыщенного поваренной соли. При помешивании мыло всплывает на поверхность и затвердевает. Его отжимают с помощью марли

Химизм процесса:

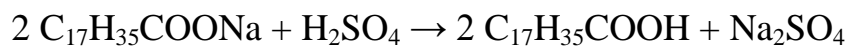


Опыт 4. Выделение свободных жирных кислот из мыла.

С помощью пипетки поместите в пробирку 3 мл свежеприготовленного концентрированного раствора мыла (кусочек хозяйственного мыла 20-30 мг растворить в 3-5 мл дистиллированной воды при нагревании) и добавьте к

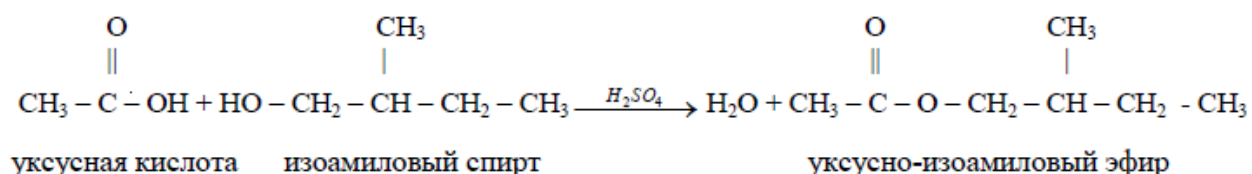
нему 1 мл 2 н. раствора H_2SO_4 . Немедленно выпадает белый хлопьевидный маслянистый осадок свободных жирных кислот.

Химизм процесса:



Опыт 5 . Получение уксусно-изоамилового эфира (грушевая эссенция)

В пробирку наливают 0,5-1 мл изоамилового спирта, 0,5 мл уксусной кислоты и добавляют 0,5 мл концентрированной серной кислоты. Реакционную смесь нагревают на кипящей водяной бане в течение 15 - 20 мин. Охлаждая смесь, выливают ее в пробирку с водой. В верхнем слое смеси будет находиться эфир с приятным запахом.



При производстве прохладительных напитков, конфет используют и другие сложные эфиры: этиловый эфир масляной кислоты - ананасовая эссенция, пентилловый эфир изовалериановой кислоты - апельсиновая эссенция, изоамиловый эфир изовалериановой кислоты - яблочная эссенция.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Задание 1. Напишите формулы карбоновых кислот. Укажите, к какому классу карбоновых кислот относится данное соединение:

1. Масляная кислота
2. Валериановая кислота
3. Капроновая кислота
4. Щавелевая кислота
5. Малоновая кислота
6. Янтарная кислота
7. Глутаровая кислота
8. Адипиновая кислота
9. Кротоновая кислота
10. Малеиновая кислота
11. Яблочная кислота
12. Винная кислота
13. Олеиновая кислота

14. Пальмитиновая кислота
15. Стеариновая кислота
16. Трихлоруксусная кислота
17. α -бромпропионовая кислота
18. β -хлормасляная кислота
19. 2-бромпентановая кислота
20. Фталевая кислота

Задание 2. Напишите уравнения реакций образования карбоновых кислот. Назовите полученные соединения, укажите условия протекания реакций:

1. Гидролиз 1,1,1- трихлорбутана
2. Гидролиз ангидрида масляной кислоты
3. Гидролиз ангидрида пропионовой кислоты
4. Гидролиз уксусного ангидрида
5. Гидролиз ангидрида пропионовой кислоты
6. Гидролиз 1,1,1- трибромэтана
7. Гидролиз этилформиата
8. Гидролиз изопропилацетата
9. Гидролиз изобутилацетата
10. Гидролиз пропилового эфира масляной кислоты
11. Гидролиз ангидрида масляной кислоты
12. Гидролиз 1,1,1-трихлорпентана
13. Гидролиз ангидрида α -оксипропионовой кислоты
14. Гидролиз ангидрида капроновой кислоты
15. Гидролиз метилового эфира валерьяновой кислоты
16. Гидролиз этилового эфира капроновой кислоты
17. Гидролиз хлорангидрида уксусной кислоты (ацетилхлорида)
18. Гидролиз бромангидрида масляной кислоты
19. Гидролиз ангидрида изомасляной кислоты
20. Гидролиз 1,1,1-трибромпропана

Задание 3. Напишите уравнения реакций химических свойств карбоновых кислот и их производных. Укажите условия протекания реакций и назовите образовавшиеся соединения:

1. Акриловая кислота + H_2
2. Изомасляная кислота + PCl_5
3. Малоновая кислота + $NaOH$
4. Пировиноградная кислота + H_2
5. Пропионовая кислота + NH_3
6. Бензойная кислота + Cl_2 (катализатор $AlCl_3$)
7. Масляная кислота + PCl_3
8. Валериановая кислота + NH_3
9. Щелочное плавление натриевой соли капроновой кислоты
10. Щавелевая кислота + $2 Na$

11. Ацетат натрия + хлорангидрид пропионовой кислоты
12. Пропионат натрия + 2-хлорпропан
13. Окисление молочной кислоты
14. Нагревание β -оксимасляной кислоты
15. Хлорангидрид уксусной кислоты + метиламин
16. Этилпропионат + NH_3
17. Декарбоксилирование малоновой кислоты при нагревании
18. Янтарная кислота + 2 NaOH
19. Валерьяновая кислота + Cl_2
20. Малеиновая кислота + H_2

Задание 4. Напишите уравнения химических реакций. Укажите условия протекания реакций и назовите образовавшиеся соединения:

1. Образование жира из глицерина и трёх молекул олеиновой кислоты.
2. Гидролиз пальмитодистеарина.
3. Образование жира из глицерина и олеиновой, пальмитиновой и стеариновой кислоты.
4. Омыление тристеарина.
5. Гидролиз дипальмитостеарина.
6. Гидролиз стеарата натрия (твёрдого мыла) содой.
7. Образование олеодистеарина.
8. Гидрирование триолеина.
9. Омыление трипальмитина.
10. Гидролиз пальмиата калия водой.
11. Действие на триолеин брома.
12. Действие на триолеин водорода в присутствии катализатора.
13. Омыление раствором щелочи глицерида кислот: стеариновой, олеиновой, ленолевой.
14. Действие брома на триглицерид линолевой кислоты.
15. Гидрирование триглицерида линоленовой кислоты.
16. Гидрирование линолеодиолеина.
17. Образование жира из глицерина, одной молекулы линолевой кислоты и двух молекул олеиновой кислоты.
18. Действие брома на линолеодиолеин.
19. Образование жира из глицерина, олеиновой, линолевой и линоленовой кислот
20. Гидрирование жира, образованного глицерином, олеиновой, линолевой и линоленовой кислотами.

Задание 5. Напишите уравнение реакции этерификации и назовите образовавшиеся соединения. Укажите условия протекания реакции:

1. 2-метилпропанол-2 + уксусная кислота
2. Фенол + пропионовая кислота
3. Глицерин + масляная кислота (3 моля)
4. Фенол + бензойная кислота

5. Бутанол-1 + капроновая кислота
6. Изопропиловый спирт + масляная кислота
7. Глицерин + азотная кислота (3 моля)
8. Этиленгликоль + муравьиная кислота (1 моль)
9. Бутанол-2 + пропионовая кислота
10. Пропандиол-1,2 + пропионовая кислота (1 моль)
11. Уксусная кислота + фенол
12. Пропандиол-1,3 + уксусная кислота (1 моль)
13. Глицерин + стеариновая кислота (1 моль)
14. Пентандиол-1,2 + пропионовая кислота (2 моля)
15. Бутанол-1 + масляная кислота
16. Фталевая кислота + этанол (2 моля)
17. 2-метилпропанол-1 + масляная кислота
18. Пентанол-1 + уксусная кислота
19. Метиловый спирт + масляная кислота
20. Пропанол-2 + пропионовая кислота

УГЛЕВОДЫ

Углеводы входят в состав всех живых организмов и по массе составляют основную часть органического вещества на земле. Источником углеводов для всех живых организмов является фотосинтез, который осуществляется зелеными растениями и некоторыми бактериями.

В виде разнообразных производных углеводы входят в состав клеток, выполняя функции строительного материала, запасных веществ, субстратов и регуляторов различных биохимических процессов.

Все углеводы можно разделить на две основные группы.

I. Простые углеводы, или моносахариды (монозы), - вещества, не способные подвергаться гидролизу. В зависимости от числа углеродных атомов в молекуле моносахарида различают тетразы (C_4), пентозы (C_5), гексозы (C_6), гептозы (C_7). Если моносахариды содержат альдегидную группу, то они относятся к классу альдоз (альдегидоспиртов), если кетонную – к классу кетоз (кетоспиртов).

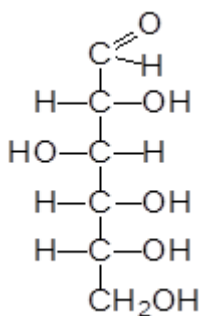
II. Сложные углеводы (полиозы) – вещества, способные гидролизироваться и распадаться при этом с образованием моносахаридов. Сложные углеводы в свою очередь подразделяются на:

- 1) *олигосахариды* – низкомолекулярные сахароподобные углеводы, растворимые в воде и сладкие на вкус; простейшими из них являются дисахариды (биозы), состоящие из двух остатков моносахаридов;
- 2) *полисахариды* – высокомолекулярные, несхароподобные углеводы (высшие полисахариды), не сладкие на вкус и нерастворимые в воде. Они представляют собой природные полимеры (биополимеры).

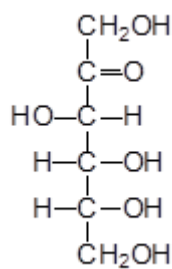
МОНОСАХАРИДЫ (МОНОЗЫ)

Общая формула моносахаридов $C_nH_{2n}O_n$

Моносахариды относятся к соединениям со смешанными функциональными группами, это *гидроксиальдегиды* и *гидроксикетоны*.



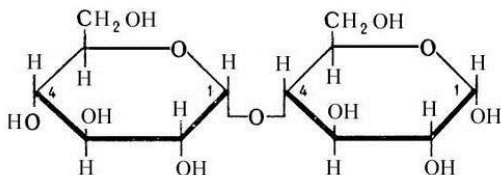
D-глюкоза



D-фруктоза

Дисахариды

Все дисахариды построены по типу гликозидов и представляют собой производные циклической формы моносахарида, у которого *атом водорода в полуацетальном гидроксиле* замещен *остатком другой молекулы моносахарида*.



Дисахарид

Полисахариды

Полисахариды - это природные высокомолекулярные углеводы, макромолекулы которых состоят из остатков моносахаридов в цикличе-

ской форме.

Гомополисахариды

Основные представители - *крахмал и целлюлоза* - построены из остатков одного моносахарида – *глюкозы*, поэтому их относят к *гомополисахаридам*. Крахмал и целлюлоза имеют одинаковую молекулярную формулу: $(C_6H_{10}O_5)_n$, но различные свойства. Это объясняется особенностями их пространственного строения.

При изучении физических и химических свойств углеводов следует усвоить следующее:

1. Разобраться в их классификации, знать, что такое моно-, ди- и полисахариды. Нужно хорошо усвоить строение сахаров, уяснить особенности строения ациклических и циклических форм, уметь писать α и β - формы, D- и L- формы.

2. Понять, что углеводы являются соединениями со смешанными функциями, проявляющими свойства альдегидов или кетонов и многоатомных спиртов, уметь привести качественные реакции, подтверждающие наличие данных функциональных групп.

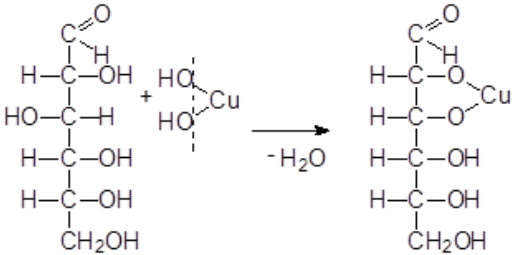
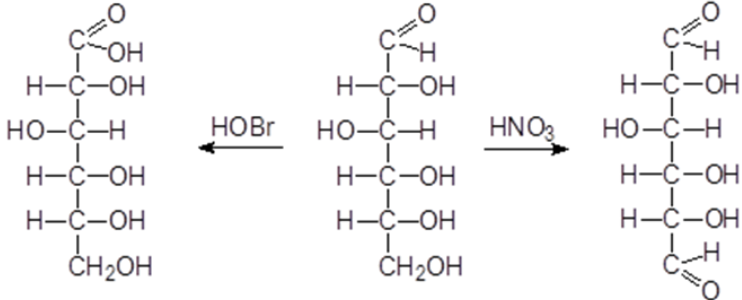
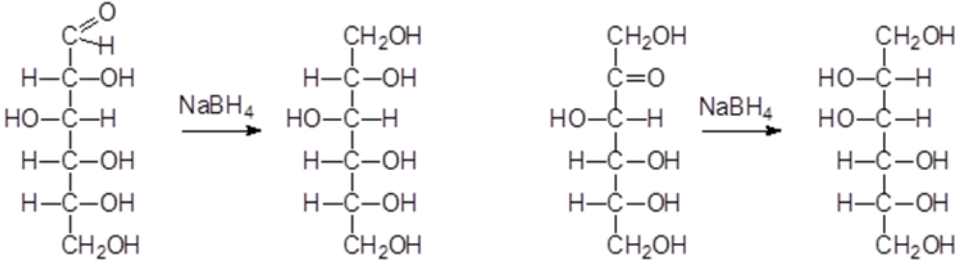
3. Уяснить, что для углеводов характерно явление таутомерии, т. е. собственная изомеризация, когда вещество может существовать в виде нескольких форм, переходящих друг в друга. Например, циклические формы α - и β - глюкозы образуются из альдегидной за счет перехода атома водорода от пятого или четвертого гидроксила к атому кислорода альдегидной группы. В результате образуется особенно реакционноспособный полуацетальный (гликозидный) гидроксил.

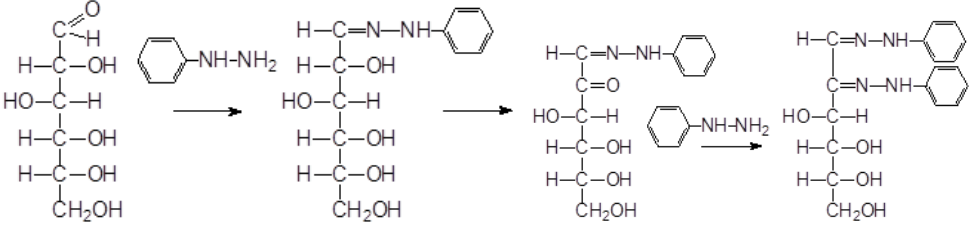
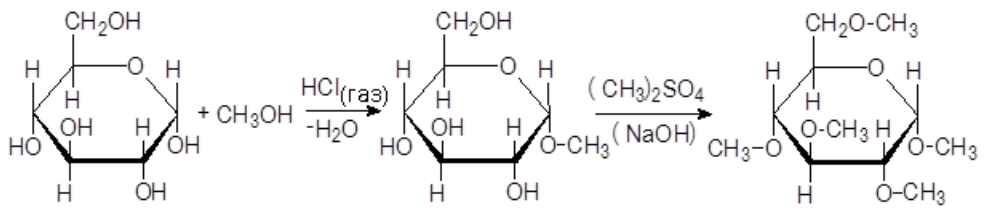
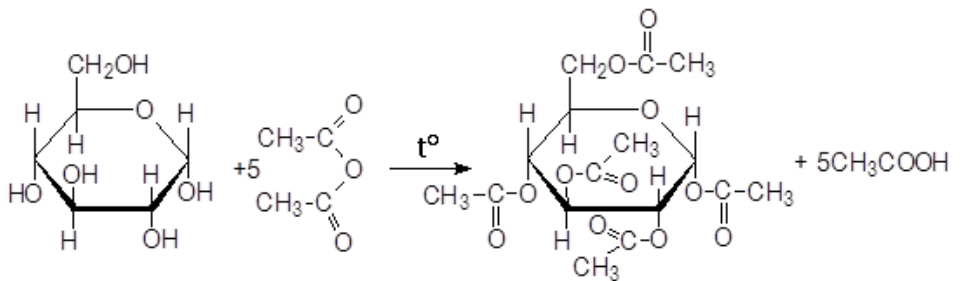
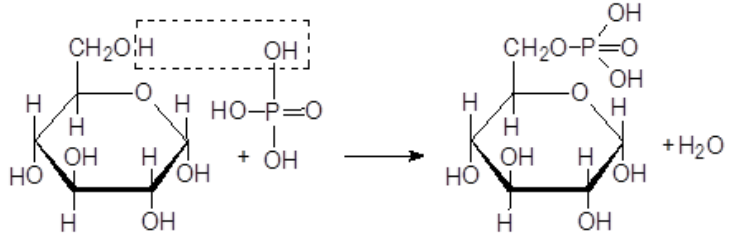
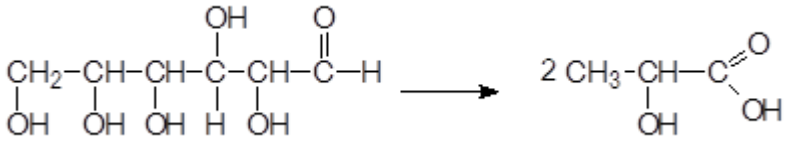
4. Необходимо научиться составлять уравнения реакций в открытой альдегидо- или кетоформе и в циклических (фуранозной и пиранозной). Особое внимание следует обратить на оптическую изомерию сахаров.

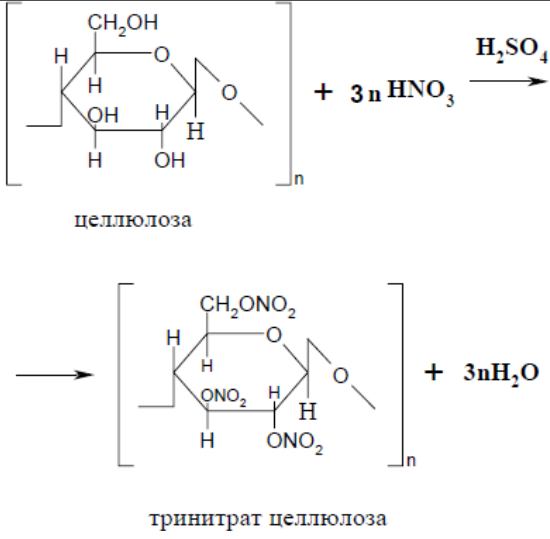
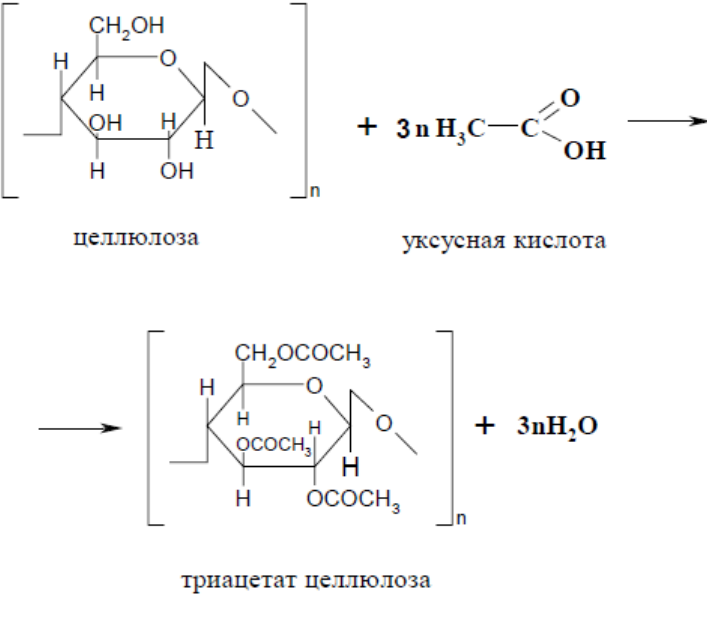
5. При изучении *дисахаридов* требуется научиться писать структурные формулы мальтозы, сахарозы, лактозы, целлобиозы; уметь отличать восстанавливающие дисахариды от невосстанавливающихся, подтверждая выводы уравнениями реакций.

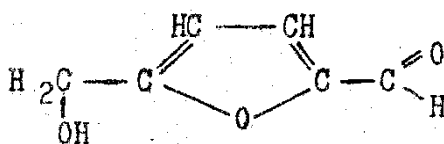
6. Изучение *полисахаридов* следует начинать с отличительных особенностей структурных формул крахмала и клетчатки, знать особенности α - и β -гликозидных связей, а также биологическое и практическое значение этих полисахаридов.

Основные химические свойства моносахаридов

№	Название реакции	Уравнение реакции
1.	<p>Свойства гидроксильных групп моноз: образование сахаратов</p>	 <p>D-глюкоза сахарат меди</p>
2.	<p>Свойства карбоксильной группы моноз:</p> <p>реакции окисления: в мягких условиях – до глюконовой кислоты.</p> <p>в жестких условиях образуются сахарная кислота</p>	 <p>D-глюконовая кислота D-глюкоза D-сахарная кислота</p>
	<p>восстановление</p>	 <p>D-глюкоза D-сорбит D-фруктоза D-маннит</p>

	<p><i>образование озазонов</i></p>	 <p>D-глюкоза фенолгидразон улюкозы озазон глюкозы</p>
<p>3.</p>	<p>Реакции циклических форм моносахаридов: реакции алкилирования</p>	 <p>α-D-глюкоза O-метил-α-D-глюкозид пента-O-метил-α-D-глюкоза</p>
	<p><i>реакции ацилирования</i></p>	 <p>α-D-глюкопираноза пентаацил-α-D-глюкопираноза</p>
	<p><i>Образование сложных эфиров с минеральными кислотами</i></p>	 <p>α-D-глюкоза глюкоза-6-фосфат</p>
<p>4.</p>	<p>Брожение моносахаридов: Спиртовое Молочнокислое Маслянокислое</p>	<p>$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2 CH_3-CH_2-OH$</p>  <p>глюкоза молочная кислота</p> <p>$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH + 2CO_2 + 2 H_2$</p>

2.	<i>Образование нитроцеллюлозы</i>	 <p style="text-align: center;">целлюлоза</p> <p style="text-align: center;">тринитрат целлюлоза</p>
3.	<i>Образование триацетата целлюлозы</i>	 <p style="text-align: center;">целлюлоза</p> <p style="text-align: center;">уксусная кислота</p> <p style="text-align: center;">триацетат целлюлоза</p>
<i>Некоторые способы получения моносахаридов</i>		
1.	<i>Фотосинтез</i>	$n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{хлорофилл}]{h\nu} \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n + n\text{O}_2$
2.	<i>Гидролиз ди- и полисахаридов</i>	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)_n + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
3.	<i>Неполное окисление многоатомных спиртов: мягкое окисление</i>	



Под влиянием концентрированной соляной кислоты последний конденсируется с резорцином, давая окрашенное соединение. Реакция Селиванова характерна для фруктозы (и для других кетогексоз) только при выполнении указанных выше условий. Они основаны на том, что оксиметилфурфурол образуется из кетоз легче, чем из альдоз, не требуя кипячения. При длительном же кипячении и глюкоза может вызвать небольшое покраснение раствора.

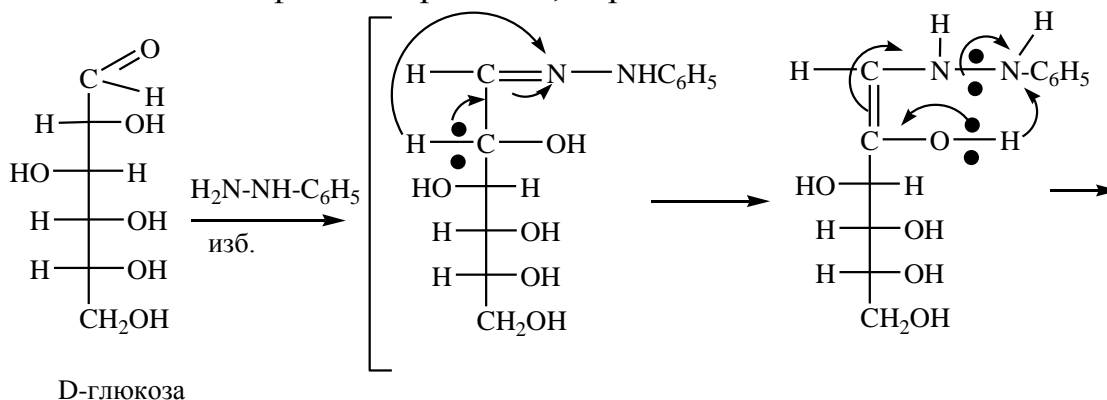
Опыт 5. Получение озаона глюкозы.

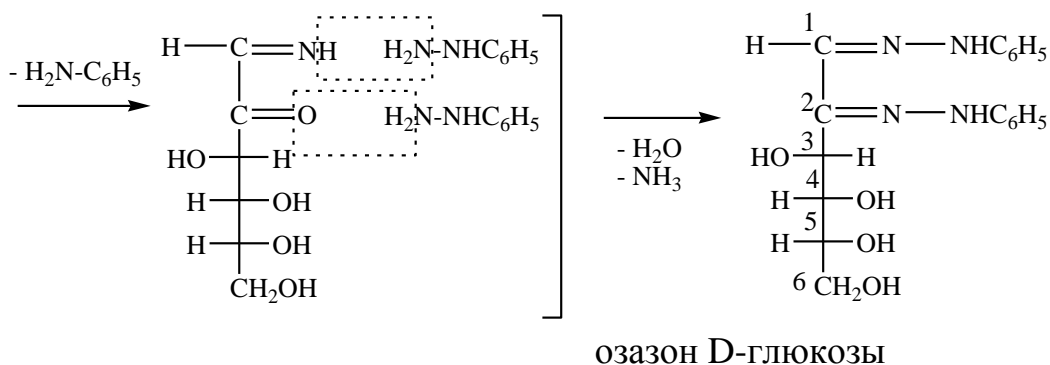
Поместите в пробирку немного (на кончике стеклянной палочки) солянокислого фенилгидразина и столько же ацетата натрия, а затем 2 капли 0,5%-ного раствора глюкозы. Поставьте пробирку в заранее нагретую до кипения водяную баню, записав номер гнезда.

Через 45 минут в пробирке появляется хорошо выраженный кристаллический осадок озаона глюкозы.

С помощью пипетки перенесите часть кристаллов на предметное стекло. Рассмотрите кристаллы под микроскопом при увеличении $\times 120$ (окуляр $\times 15$, объектив $\times 8$). Кристаллы имеют характерную форму длинных иголок, соединенных в виде снопов, зарисуйте их в своей рабочей тетради.

Взаимодействие фенилгидразином, образование озаона :





Лабораторная работа 7. Свойства дисахаридов и полисахаридов.

Опыт 1. Доказательство наличия гидроксильных групп в сахарозе (тростниковом сахаре)

Поместите в пробирку 5 мл 1%-ного раствора сахарозы и 5 мл 2 н. NaOH. Добавьте для разбавления 5-6 мл воды, чтобы высота слоя жидкости была 18-20 мм. Прибавьте 1 мл 0,2 н. CuSO₄. Вместо ожидаемого осадка гидроксида меди Cu(OH)₂ получается раствор сахарата меди. Как он выглядит? Сохраните его для следующего опыта. Для каких соединений характерно растворение Cu(OH)₂?

Опыт 2. Отсутствие восстанавливающей способности у сахарозы (тростникового сахара)

Раствор сахарата меди, полученный в опыте 1, осторожно нагрейте над пламенем горелки так, чтобы нагрелась только верхняя часть раствора, а нижняя осталась холодной для контроля. Нагревайте только до кипения. Как можно, было ранее убедиться, глюкоза при этих условиях давала отчетливую реакцию восстановления. Сахароза же в этих условиях не дает реакции восстановления.

Объясните, почему раствор сахарозы не восстанавливает Cu(OH)₂?

Опыт 3. Доказательство гидролиза сахарозы.

Возьмите две пробирки. Поместите в первую пробирку 5 мл 1%-ного раствора сахарозы, добавьте 1 мл 2 н. HCl и 6 мл воды. Нагрейте над пламе-

нем горелки в течение 0,5-1 мин. Держите пробирку как можно наклонно и все время встряхивайте ее, чтобы раствор не выбросило.

Отлейте половину раствора во вторую пробирку и добавьте в нее 2 мл 2 н. NaOH и 4-5 мл воды, чтобы высота слоя жидкости была 18-20 мм. Едкой щелочи добавляют с избытком, чтобы нейтрализовать кислоту, взятую для гидролиза, а также создать необходимую для реакции восстановления щелочную среду,

Затем добавьте 1 мл 0,2 н. CuSO₄ и нагрейте верхнюю часть синего раствора до кипения.

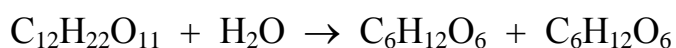
Что образуется в верхней части раствора? Запишите ваши наблюдения и формулу вещества, выпадающего в осадок. Объясните, почему раствор приобрел восстанавливающую способность.

Во второй части гидролизата, оставшейся в первой пробирке, проделайте реакцию Селиванова. Для этого в пробирку поместите крупинку резорцина и

2 мл концентрированной соляной кислоты. При нагревании до кипения сейчас же замечается отчетливое красное окрашивание. На присутствие какого вещества указывает положительная проба Селиванова?

Надо иметь в виду, что сама сахароза и без специального гидролиза дает слабую реакцию Селиванова, так как в процессе выполнения реакции в кислой среде сахароза успевает частично гидролизоваться. Прделанные опыты убеждают в том, что гидролиз сахарозы и расщепление ее на простые сахара (глюкозу и фруктозу) протекает чрезвычайно легко.

Как видно из приведенной ниже формулы строения сахарозы, входящий в ее молекулу остаток фруктозы находится в виде непрочного пятичленного кольца - фуранозы, а такие сложные сахара очень легко гидролизуются.



D(+)-сахароза D(+)-глюкоза D(-) фруктоза
(+66,5°) (+52,5°) (-92°)



инвертный сахар

(-39,5°)

Полученная в результате гидролиза сахарозы эквимолекулярная смесь глюкозы и фруктозы называется инвертным сахаром. Сам процесс гидролиза сахарозы называют инверсией (от французского *inverse* - обратный), так как раствор сахарозы, имевший до гидролиза правое вращение ($[\alpha]_D + 66,5^\circ$), после гидролиза изменяет вращение на левое (глюкоза имеет ($[\alpha]_D + 52,5^\circ$, фруктоза ($[\alpha]_D - 92,4^\circ$)).

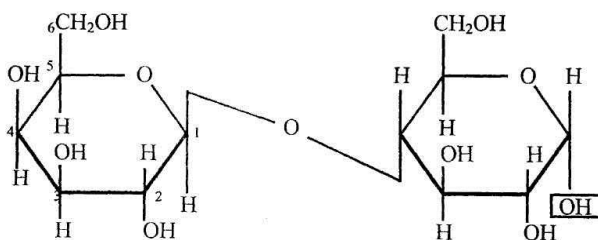
Опыт 4. Наличие восстанавливающей способности у лактозы (молочного сахара)

Поместите в пробирку 2мл 1%-ного раствора лактозы, 4 мл 2 н. NaOH и добавьте 2 мл 0,2 н. CuSO₄. Появляющийся сверху голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании пробирки немедленно растворяется, образуя синеватый раствор (доказательство наличия гидроксильных групп).

Добавьте для разведения 5-6 мл воды, стараясь смыть остатки медного купороса, если они попали на стенки пробирки. Для выполнения реакции необходимо, чтобы высота слоя жидкости была 30-40 мм, в противном случае добавьте еще несколько мл воды. Затем нагрейте верхнюю часть раствора до кипения. Через несколько секунд в нагретой части появляется желтовато-оранжевое окрашивание и осадок.

Какое соединение вызывает это окрашивание?

Лактоза является дисахаридом, который при гидролизе дает глюкозу и галактозу. В отличие от сахарозы лактоза имеет в остатке глюкозы свободный полуацетальный гидроксил (заключен в рамку), который может образовывать свободную альдегидную группу. В силу этого лактоза, или молочный сахар, относится к группе дисахаридов, обладающих восстановительной способностью.



Опыт 5. Отсутствие восстанавливающей способности у крахмала.

Возьмите в пробирку 1 мл крахмального клейстера, добавьте 2-3 мл 2 н. NaOH и 1 мл раствора сульфата меди. При перемешивании выпадает осадок гидроксида меди (II). Нагрейте жидкость. Восстановления до гидроксида меди (I) не происходит. Осадок может почернеть, так как при нагревании гидроксид меди (II), теряя воду превращается в черный оксид меди (II). Результат опыта объясняется наличием в крахмале очень малого количества восстанавливающих групп, которые нельзя обнаружить с помощью $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Опыт 6. Открытие лигнина в дереве и газетой бумаги серноокислым анилином.

В три пробирки наливают 1%-ный раствор серноокислого анилина. В одну из них погружают сосновую лучинку, в другую - полоску газетной бумаги, а в третью - полоску фильтровальной бумаги. Лучинка и полоска газетной бумаги желтеют от серноокислого анилина. Это указывает на присутствие в них лигнина. Фильтровальная бумажка не окрашивается, что указывает на отсутствие в ней лигнина,

Лигнин является важной частью древесины. Химическая природа лигнина еще недостаточно изучена. Лигнин гидролизуется труднее, чем клетчатка; но легче окисляется. С аминами и фенолами (флорглюцин) лигнин дает в кислой среде цветные реакции. С флорглюцином – красное окрашивание.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

УГЛЕВОДЫ

Задание 1. Напишите формулы соединений:

1. α -D -глюкопираноза
2. α -D -галактопираноза
3. β -D -фруктофураноза
4. β -D- глюкопираноза
5. β -D-рибоза-фураноза
6. β -D-2-дезоксирибоза-фураноза
7. β -D-манноза- фураноза

8. β -D - галактопираноза
9. α -D-рибопираноза
10. α - L-фруктопираноза
11. α - L-фруктофураноза
12. Лактоза
13. Фрагмент молекулы амилозы
14. Фрагмент молекулы амилопектина
15. Фрагмент молекулы клетчатки
16. D-галактоза
17. D-фруктоза
18. α -D-глюкофураноза
19. α -D-фруктофураноза
20. α -D-маннопираноза
21. α - D-глюкофураноза

Задание 2. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства ациклических гексоз. Укажите условия протекания реакций и назовите образовавшиеся соединения:

1. Восстановление D-маннозы
2. D-глюкоза + аммиачный раствор оксида серебра
3. D-галактоза + реактив Фелинга
4. D-манноза + фенилгидразин
5. Восстановление D-глюкозы
6. D-глюкоза + фенилгидразин
7. Восстановление L-галактозы
8. D –галактоза + $\text{Cu}(\text{OH})_2$
9. Восстановление D-фруктозы
10. D-глюкоза + реактив Фелинга
11. D –манноза + $\text{Cu}(\text{OH})_2$
12. L- галактоза + $\text{Ag}_2\text{O} (\text{NH}_3)$
13. D-галактоза + аммиачный раствор оксида серебра
14. D-манноза + реактив Фелинга
15. Фруктоза + фенилгидразин
16. D-галактоза + фенилгидразин
17. D-манноза + аммиачный раствор оксида серебра
18. Окисление D-фруктозы
19. D –глюкоза + $\text{Cu}(\text{OH})_2$
20. L- глюкоза + H_2

Задание 3. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства циклических моносахаридов. Укажите условия протекания реакций и назовите образовавшиеся соединения:

1. Образование мальтозы из двух моносахаридов
2. α -D –глюкопираноза + $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (в присутствии HCl)
4. Образование трегалозы из двух моносахаридов

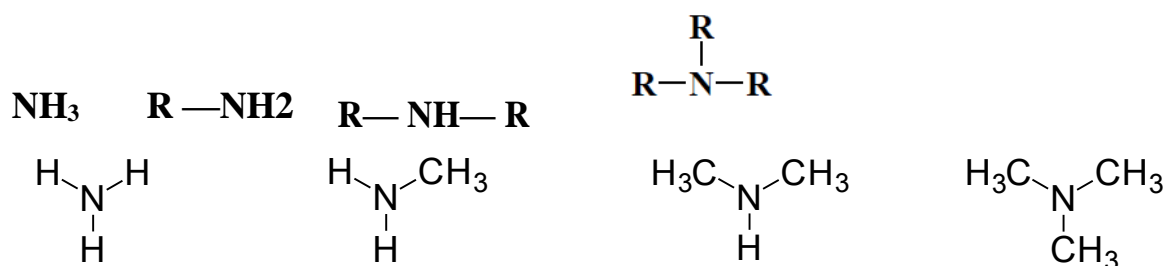
5. β -D- глюкопираноза + ангидрид пропионовой кислоты (5 молей)
1. Образование целлобиозы из двух моносахаридов
2. Фосфорилирование α -D –глюкопиранозы
3. Образование лактозы из двух моносахаридов
4. α -D –галактопираноза + $5\text{CH}_3\text{I}$ (в присутствии Ag_2O)
5. Фосфорилирование β -D –фруктофуранозы
6. β -D- глюкопираноза + $5\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I}$ (в присутствии Ag_2O)
7. Гидролиз 1,2,3,4,6-О-пента-этил- α -D- глюкопиранозы
8. Фосфорилирование β -D-2-дезоксирибоза-фуранозы
9. α -D –галактопираноза + CH_3OH (в присутствии HCl)
10. Фосфорилирование β -D-рибоза-фуранозы
11. Образование сахарозы из двух моносахаридов
12. α -D –галактопираноза + уксусный ангидрид (5 молей)
13. β -D–фруктофураноза + ангидрид пропионовой кислоты (5 молей)
14. Гидролиз 1,2,3,4,6-О-пента-этил- β -D- глюкопиранозы
15. β -D–фруктофураноза + $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (в присутствии HCl)
16. Фосфорилирование α -D –галактопиранозы
17. β -D–фруктофураноза + CH_3OH (в присутствии HCl)

Задание 4. Напишите уравнения реакций, характеризующих химические свойства дисахаридов и полисахаридов. Укажите условия протекания реакций и назовите образовавшиеся соединения:

1. Лактоза + CH_3I (среда щелочная)
2. Гидролиз клетчатки
3. Образование тринитроклетчатки
4. Альдегидная форма мальтозы + аммиачный раствор оксида серебра
5. Целлобиоза + уксусная кислота (среда кислая)
6. Гидролиз сахарозы
7. Образование триацетата клетчатки
8. Альдегидная форма целлобиозы + фенилгидразин
9. Лактоза + метанол (среда кислая)
10. Восстановление мальтозы
11. Целлобиоза + этанол (среда кислая)
12. Восстановление лактозы
13. Альдегидная форма мальтозы + фенилгидразин
14. Гидролиз трегалозы
15. Восстановление целлобиозы
16. Альдегидная форма лактозы + фенилгидразин
17. Мальтоза + $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{I}$ (среда щелочная)
18. Целлобиоза + CH_3I (среда щелочная)
19. Целлюлоза + ангидрид уксусной кислоты
20. Альдегидная форма лактозы + аммиачный раствор оксида серебра

7. АМИНЫ

Амины – продукты замещения атомов водорода в углеводородах на аминогруппы $-\text{NH}_2$. Эти соединения можно рассматривать и как производные аммиака, в молекуле которого один или несколько атомов водорода замещены углеводородными радикалами. В зависимости от числа радикалов, замещающих водородные атомы в молекуле аммиака, амины делят на первичные, вторичные и третичные:

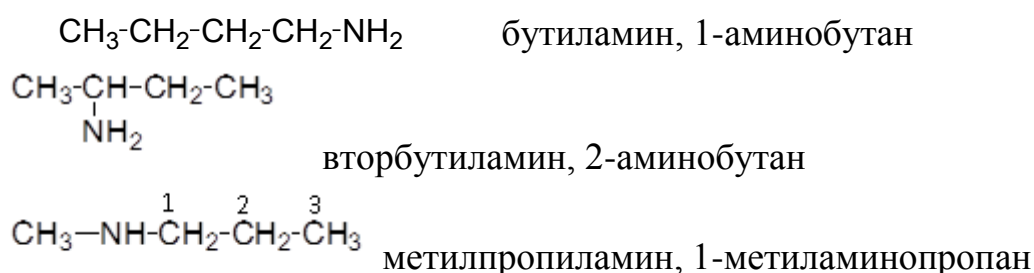


аммиак первичный амин вторичный амин третичный амин
 метиламин диметиламин триметиламин

Номенклатура и изомерия.

По рациональной номенклатуре сначала называются радикалы, затем добавляется слово *амин*. Для ряда аминов сохраняются их тривиальные названия.

По номенклатуре ИЮПАК названия аминов образуют добавлением слова *амино-* к названию соответствующего углеводорода, цифрой указывается место аминогруппы в молекуле. Изомерия аминов связана со строением углеводородной цепи и положением в ней аминогруппы:



При изучении физических и химических свойств аминов следует усвоить следующее:

1. Необходимо знать номенклатуру аминов, качественную реакцию, позволяющую отличить первичные, вторичные и третичные амины.
2. Надо уметь объяснить основные свойства аминов.

3. Знать особенности строения ароматического амина – анилина, показать взаимное влияние аминогруппы и ароматического ядра в его молекуле и проявление этого влияния в химических свойствах анилина.

Основные химические свойства аминов

№	Название реакции	Уравнение реакции
1.	Образование гидроксидов Образование солей	$\text{CH}_3-\ddot{\text{N}}\text{H}_2 + \text{H}-\text{OH} \longrightarrow [\text{CH}_3-\text{NH}_3]^+ \text{OH}^-$ <p>гидроксид метиламмония</p> $\text{H}_3\text{C}-\ddot{\text{N}}\text{H}_2 + \text{HCl} \longrightarrow [\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_3]^+ \text{Cl}^-$ <p>хлористый метиламмоний</p>
2.	Алкилирование и ацилирование	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{H} + \text{Cl}-\text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$ $\longrightarrow [\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2-\text{CH}_3]^+ \text{Cl}^-$ <p>хлористый метилэтиламмоний</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{H} + \text{Cl}-\text{CO}-\text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CO}-\text{CH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow$ $\longrightarrow [\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2-\text{CO}-\text{CH}_3]^+ \text{Cl}^-$ <p>хлористый этилацетиламмоний</p>
3.	Взаимодействие с азотистой кислотой	$\text{H}_3\text{C}-\text{N}(\text{H})_2 + \text{HO}-\text{N}=\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{OH} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_3\text{C}-\text{N}(\text{H})_2 + \text{HO}-\text{N}=\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{N}(\text{H})-\text{N}=\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ <p>диметилнитрозоамин</p>

Некоторые способы получения аминов

№	Название реакции	Уравнение реакции

Опыт 1. Получение анилина.

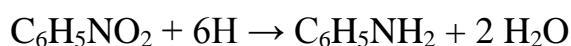
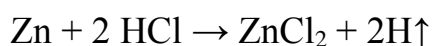
Данная реакция открыта Н.Н. Зининым (1842 г.) и стала основной для получения анилина лабораторным и промышленным путем. Ею заложены основы анилокрасочной промышленности в мире.

Ход исследования.

В пробирку помещают несколько мл нитробензола, добавляют 0,5 мл концентрированной соляной кислоты и 0,5 г цинка. Выделяется водород. Содержимое пробирки осторожно встряхивают. По окончании реакции к смеси прибавляют несколько капель раствора хлорной извести. Появляется фиолетовое окрашивание, характерное для обнаружения анилина.

Химизм процесса.

Реакция образования анилина протекает в два этапа:



Опыт 2. Получение солей ароматических аминов.

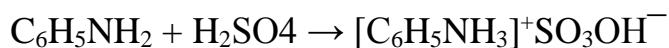
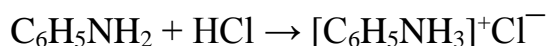
Амины обладают слабоосновными свойствами. Они взаимодействуют с кислотами, что приводит к образованию солей.

Ход исследования.

Берут две пробирки и наливают по 2-3мл анилина. В первую пробирку добавляют 5-6 мл дистиллированной воды и несколько капель концентрированной соляной кислоты. Возникает растворимая соль анилина - солянокислый анилин. Во вторую пробирку добавляют 2-3 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Возникает труднорастворимая соль анилина - сернокислый анилин.

Химизм процесса:

Образование солей происходит по следующим реакциям:



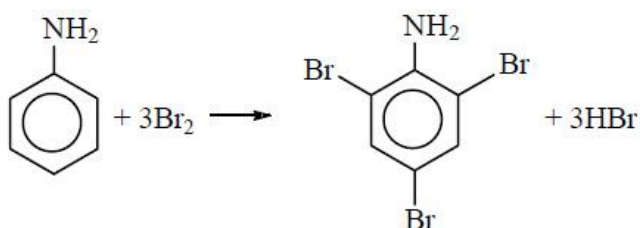
Опыт 3. Образование триброманилина.

Анилин - производное ароматических углеводородов. Он, как и все ароматические углеводороды способен вступать в реакции замещения водорода бензойного ядра на галоген. Здесь аминогруппа анилина выступает в роли заместителя первого порядка.

Ход исследования.

В пробирку наливают 0,5-1,0 мл анилина, 5 мл воды. Взбалтывают. Добавляют равный объем бромной воды. Возникает маслянистая жидкость зелено-красного цвета, которая застывает в твердый осадок.

Химизм процесса.



Реакция анилина с бромом протекает и без катализатора, причем происходит замещение сразу трех атомов водорода и образуется 2,4,6-триброманилин.

Опыт 4. Окисление анилина.

Анилин способен вступать в реакцию окисления. Эта реакция широко используется для синтеза многочисленных красителей, применяемых в промышленности, биохимическом анализе, гисто- и цитохимии.

Ход исследования.

Берут три пробирки. В первую пробирку наливают 1 мл воды, добавляют 2мл анилина и 1-2 мл раствора хлорной извести. Возникает сине-фиолетовое окрашивание. Во вторую пробирку наливают 2-3 мл водного раствора анилина, добавляют 2мл 10%ного раствора дихромата калия и 0,5 мл 10%ной серной кислоты и перемешивают смесь. Вначале возникает темно-зеленая окраска, затем - синяя и даже зеленая, наконец - черная. В третью пробирку берут 2мл концентрированной серной кислоты и добавляют 1мл анилина. Возникает осадок, к которому добавляют 3мл 10%-ного бихромата калия. Наблюдается постепенная смена окрасок - зеленая меняется на синюю, синяя - на черную, что и приводит к образованию черного анилина.

Химизм процесса: Сложный. В двух последних пробирках образуется зеленый краситель – эмиральдин. Его молекула состоит из 8 бензольных колец, соединенных между собой атомами азота. Часть колец имеет хиноидное строение. Дальнейшее окисление приводит к усложнению строения молекулы – образуется "черный анилин", который применяется для покраски тканей и окраски обуви. Он не растворяется в воде, стойкий к действию мыл, синтетических моющих средств и солнечного света.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

АМИНЫ

Задание 1. Напишите уравнения реакций образования аминов и солей аммония. Укажите условия протекания реакций. Назовите получившиеся соединения:

1. Восстановление 2-нитропропана
2. Восстановление нитрила масляной кислоты
3. Йодистый этил + аммиак
4. *Втор*-бутиламин + йодистый этил
5. Восстановление оксима ацетона
6. Йодистый триметиламмоний + аммиак
7. Восстановление 1,2-динитроэтана
8. Аммиак + хлористый метиламмоний
9. 2-бромпропан + аммиак
10. Метилэтиламин + бромистый метил
11. Восстановление 3-нитро-2-метилпентана
12. 1-хлор-2-метилпропан + метилэтиламин
13. Восстановление нитрила пропионовой кислоты
14. 2-бромбутан + дипропиламин
15. Восстановление оксима диэтилкетона
16. Восстановление фенилгидразона диэтилкетона
17. 2-бром-2-метилпропан + аммиак
18. Изопропилбутиламин + хлористый этил
19. Хлористый диэтиламмоний + аммиак
20. *Трет*-бутиламин + бромистый бутил

Задание 2. Напишите уравнения химических реакций, характеризующих химические свойства аминов. Назовите полученные соединения:

1. Метилэтилпропиламин + хлорангидрид уксусной кислоты
2. Диэтиламин + хлорангидрид пропионовой кислоты
3. Пропиламин + уксусный ангидрид
4. Дипропиламин + азотистая кислота
5. *Втор*-бутиламин + масляный ангидрид
6. Триэтиламин + перекись водорода

7. Трипропиламин + соляная кислота
8. Метилэтиламин + бромангидрид масляной кислоты
9. Метиламин + пропионовый ангидрид
10. Метилдиэтиламин + перекись водорода
11. *Втор*-бутиламин + хлорангидрид валерьяновой кислоты
12. Изопропиламин + азотистая кислота
13. *Втор*-бутиламин + азотная кислота
14. *Трет*-бутиламин + хлорангидрид уксусной кислоты
15. Гексиламин + хлорангидрид пропионовой кислоты
16. Триметиламин + соляная кислота
17. Этил-ди-*втор*-бутиламин + перекись водорода
18. Метил-*трет*-бутиламин + серная кислота
19. Пентиламин + бромангидрид капроновой кислоты
20. Изобутиламин + валерьяновый ангидрид

8. АМИНОКИСЛОТЫ

Аминокислоты являются органическими бифункциональными соединениями в состав которых входят *карбоксильные группы* –COOH, придающие кислотные свойства веществу, и *аминогруппы* - NH₂, определяющие основные свойства. Следовательно, *аминокислоты* обладают *амфотерным характером*.

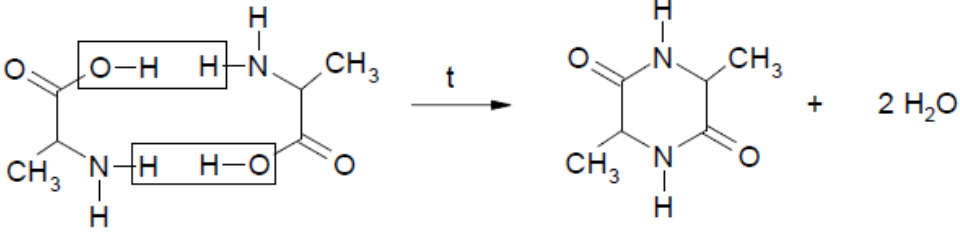
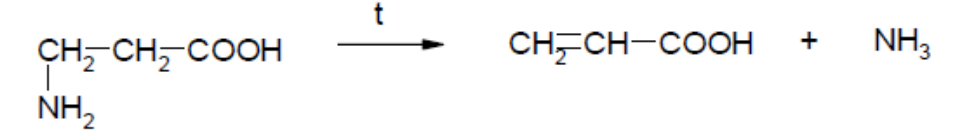
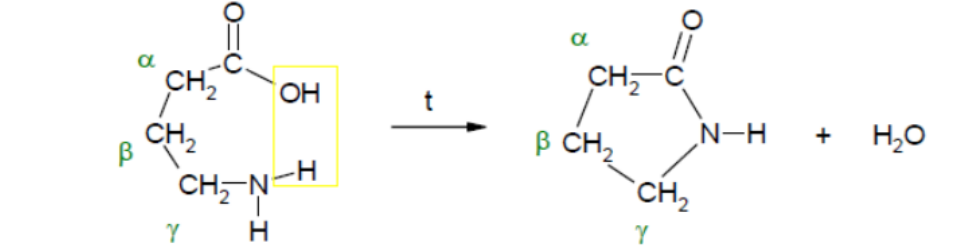
В зависимости от положения аминогруппы относительно карбоксильной различают α-, β-, γ-аминокислоты. Значение аминокислот велико, так как построенные из них гигантские молекулы белков являются основой жизни.

При изучении физических и химических свойств аминокислот следует усвоить следующее:

1. При изучении аминокислот главное внимание нужно обратить на их амфотерность, уметь писать уравнения реакций взаимодействия по карбоксильной и аминогруппе, знать свойств соединений со смешанными функциями, значение аминокислот, которые распространены в природе в растительных и животных организмах.

2. Знать отношение аминокислот к нагреванию и образование пептидов (дипептидов, трипептидов, тетрапептидов и т.д.

Основные химические свойства аминокислот

<p>4. Превращения аминокислот при нагревании:</p> <p>образование циклических дикетопиперазинов</p> <p>образование непредельных карбоновых кислот</p> <p>образование внутренних эфиров - лактамов</p>	<div style="text-align: center;">  <p>аланин 2,5-диоксо-3,6-диметилпиперазин</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>β-аминопропионовая кислота пропеновая (акриловая) кислота</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>γ-аминомасляная кислота γ-бутиролактам</p> </div>
<p>Некоторые способы получения аминокислот</p>	
<p>1. Замена галогена в галогензамещённых кислотах на аминогруппу при действии избытка аммиака (Э. Фишер)</p>	$\text{ClCH}_2 - \text{COOH} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{NCH}_2 - \text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ <p>хлоруксусная кислота глицин</p>
<p>2. Циангидринный синтез Зелинского (взаимодействие альдегидов и кетонов с синильной кислотой)</p>	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H} \xrightarrow{+\text{NH}_4\text{CN}} \text{CH}_3 - \overset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{C}\equiv\text{N} \xrightarrow[\text{-NH}_3]{+2\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3 - \overset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$ <p>этаналь аминонитрил аланин</p>
<p>3. Каталитическое восстановление оксокарбоновых кислот водородом в присутствии аммиака</p>	$\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{COOH} + \text{NH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{-H}_2\text{O}]{\text{Ni}} \text{CH}_3 - \overset{\text{NH}_2}{\text{CH}} - \text{COOH}$ <p>пировиноградная кислота аланин</p>

4.	Восстановление α -нитрокислот	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \diagup \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NO}_2 \end{array} + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{-2H}_2\text{O}]{\text{Ni}} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \diagup \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array} $ <p style="text-align: center;">валин</p>
5.	Присоединение аммиака к α, β -ненасыщенным кислотам	$ \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} $ <p style="text-align: center;"> кродоновая кислота β-аминомасляная кислота </p>

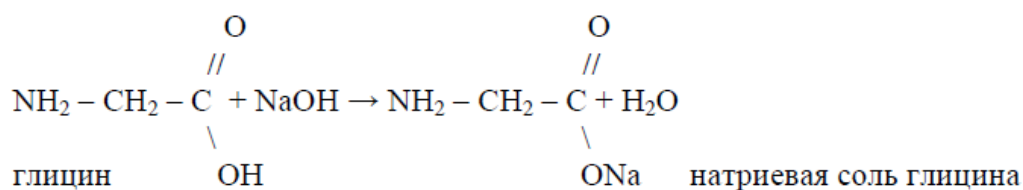
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Лабораторная работа 9. Аминокислоты.

Опыт 1. Взаимодействие со щелочью.

Ход исследования. В пробирку помещают 1 мл 10% водного раствора аминокислоты (глицина), в другую - 1 мл дистиллированной воды. В обе пробирки вносят по одной капле раствора фенолфталеина. Отмечают цвет растворов в пробирках.

В обе пробирки добавляют по одной капле раствора щелочи. Малиновая окраска появляется лишь в той пробирке, где была вода. Во второй пробирке гидроксид натрия вступает в реакцию с аминокислотой, что доказывает наличие кислотных свойств аминокислоты (глицина):

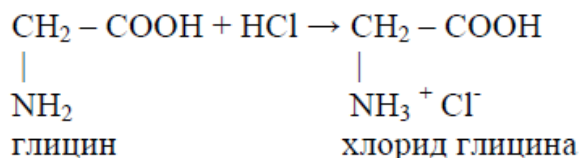


Опыт 2. Взаимодействие с кислотой.

Ход исследования В пробирку помещают 1 мл 10% водного раствора аминокислоты, в другую - 1 мл дистиллированной воды. В обе пробирки вносят по 1 капле раствора метилоранжа. Отмечают желтую окраску растворов в обеих пробирках.

В обе пробирки добавляют по 1 капле раствора соляной кислоты. Розовая окраска появляется лишь в той пробирке, где была вода. Во второй пробирке соляная кислота реагирует с аминокислотой с образованием соли,

что подтверждает наличие основных свойств аминокислоты (глицина):

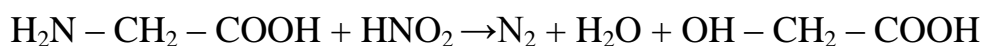
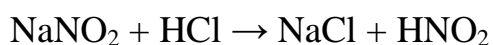


Опыт3. Определение кислотности глицина

Ход исследования В одну пробирку наливают 1мл 10% водного раствора аминокислоты (глицина), в другую -1мл раствора 10% уксусной кислоты. В каждую пробирку добавляют по 1 капле метилового оранжевого. Как меняется окраска индикатора от действия глицина и уксусной кислоты? Сделайте соответствующие выводы.

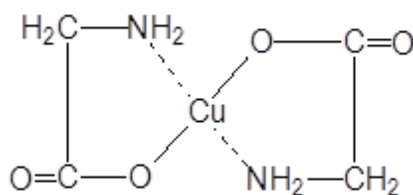
Опыт 4. Взаимодействие аминокислот с азотистой кислотой.

Ход исследования. В пробирку наливают 3мл 10% водного раствора глицина, 3мл концентрированной HCl и 3 мл 10% раствора нитрита натрия. Перемешайте смесь. Сделайте выводы и запишите схему реакции:



Опыт5. Реакция аминокислот с солями меди.

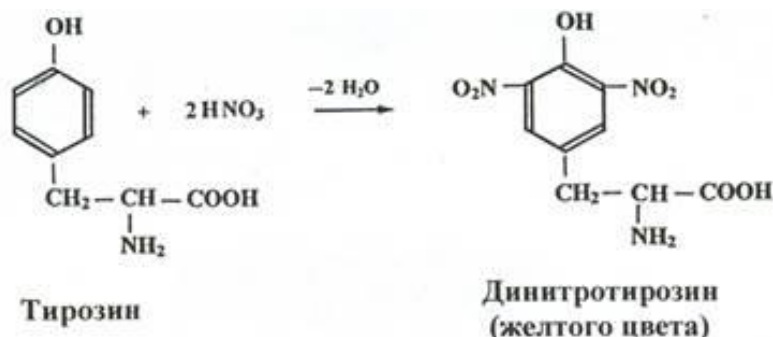
Ход исследования. В две отдельные пробирки помещают по 3 мл 10% водного раствора глицина и 10% уксусной кислоты. Добавляют по 3 мл в каждую пробирку 5% раствора медного купороса. Сравните окраску в обеих пробирках. Затем, в каждую пробирку добавляют по 3 мл 5% раствора NaOH. Почему осадок образуется лишь в одной пробирке? Запишите схему образования комплекса.



медная соль глицина

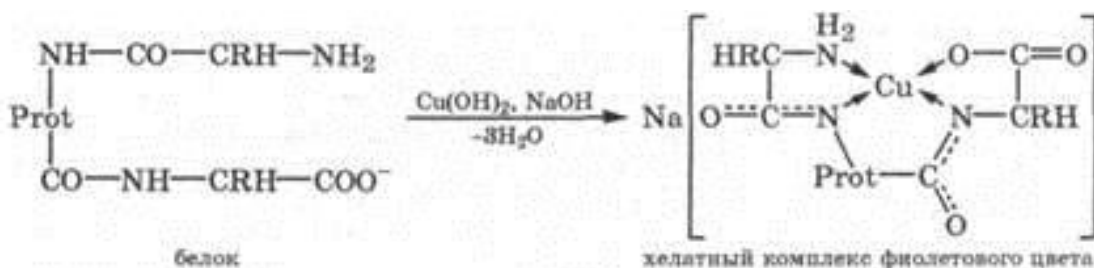
Опыт 6. Ксантопротеиновая реакция на ароматические аминокислоты.

Ход исследования. В пробирку вносят 3мл раствора белка и добавляют 2 мл HNO_3 конц. Что наблюдается после перемешивания? Сделайте выводы и напишите схему реакции, исходя из того, что в белке содержатся ароматические аминокислоты - тирозин, фенилаланин, гистидин и триптофан.



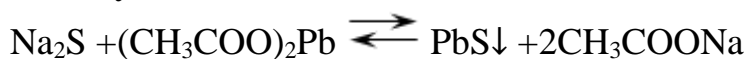
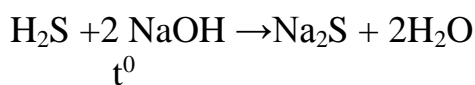
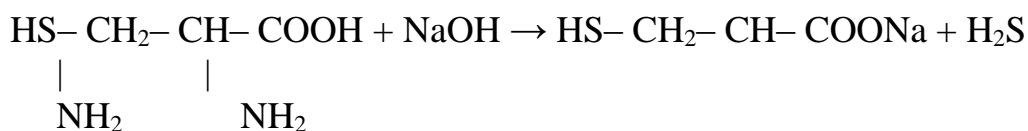
Опыт 7. Биуретовая реакция (реакция на пептидную связь)

Ход исследования. К 3мл раствора белка добавляют 2мл 40% раствора NaOH и 2 мл 3% раствора сульфата меди. Чем обусловлено ярко-фиолетовое окрашивание. Запишите схему реакции образования комплекса



Опыт 8. Реакция на серу в белках

Ход исследования. В пробирку наливают 3мл раствора белка и вливают 6мл 40% раствора едкого натра. Появляется запах смеси. Добавьте в пробирку 3 мл раствора уксуснокислого свинца. Сделайте вывод и напишите схему реакции.



ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ**АМИНОКИСЛОТЫ****Задание 1. Напишите формулу аминокислоты:**

1. α -аминопропионовая кислота
2. α -амино- β -оксимасляная кислота
3. α -аминовалерьяновая кислота
4. α -аминокапроновая кислота
5. α -амино- β -фенилпропионовая кислота
6. α,ϵ -диаминокапроновая кислота
7. α -амино- β -оксипропионовая кислота
8. β -аминопропионовая кислота
9. γ -аминомасляная кислота
10. β -фенил- γ -аминомасляная кислота
11. ϵ -аминокапроновая кислота
12. ω -аминоэнантовая кислота
13. β -аминокапроновая кислота
14. β -аминовалерьяновая кислота
15. γ -аминокапроновая кислота
16. α, β -диаминомасляная кислота
17. 2-амино-3-оксипропановая кислота
18. 2,5-диаминогептановая кислота
19. 3-амино-4-фенилпентановая кислота
20. 5-аминопентановая кислота

Задание 2. Напишите уравнения образования пептидов из следующих аминокислот. Назовите полученные соединения:

1. Аланин + цистеин + лизин
2. Фенилаланин + аспарагин + глицин
3. Глицин + валин + глутамин
4. Пролин + серин + аланин
5. Пролин + аланин + валин
6. Глутамин + пролин + серин
7. Валин + аланин + глицин
8. Глицин + серин + цистеин
9. Глицин + аланин + глутаминовая кислота
10. Аспарагин + лизин + глутамин
11. Глицин + валин + аланин
12. Цистеин + аланин + фенилаланин
13. Аланин + серин + лейцин
14. Валин + серин + лизин
15. Оксипролин + глицин + триптофан
16. Аланин + цистеин + глицин
17. Пролин + валин + аланин
18. Фенилаланин + глицин + серин

19. Цистеин + пролин + триптофан
20. Орнитин + тирозин + триптофан

Задание 3. Напишите уравнения химических реакций. Назовите образовавшиеся соединения. Укажите условия протекания реакций:

1. Аланин + гидроксид натрия
2. Глицин + бутанол-1 (в присутствии HCl)
3. Лейцин + соляная кислота
4. Фенилаланин + азотистая кислота
5. Аланин + $\text{Cu}(\text{OH})_2$
6. α -аминобутановая кислота + гидроксид натрия
7. 2-амино-3-метилгексановая кислота + соляная кислота
8. α -аминокапроновая кислота + этиловый спирт (в присутствии HCl)
9. Цистеин + соляная кислота
10. β -аминопропионовая кислота + $\text{Cu}(\text{OH})_2$
11. γ -аминомасляная кислота + этанол (в присутствии HCl)
12. β -аминомасляная кислота + гидроксид калия
13. γ -аминокапроновая кислота + HI
14. 3-аминобутановая кислота + азотистая кислота
15. 2-амино-3-метилбутановая кислота + гидроксид натрия
16. 2-амино-3,4-диметилкапроновая кислота + этиловый спирт (в присутствии HCl)
17. Фенилаланин + соляная кислота
18. Лизин + азотистая кислота (2 моля)
19. Пролин + гидроксид натрия
20. Лейцин + $\text{Cu}(\text{OH})_2$

Задание 4. Напишите уравнения химических реакций. Назовите полученные соединения. Укажите условия протекания реакций:

1. Декарбоксилирование α -аминокапроновой кислоты
2. Дезаминирование фенилаланина
3. Переаминирование между пировиноградной кислотой и валином
4. Нагревание валина
5. Нагревание β -аминовалерьяновой кислоты
6. Нагревание γ -аминокапроновой кислоты
7. Декарбоксилирование 2-амино-4-метилгексановой кислоты
8. Дезаминирование 2-амино-3-метилгептановой кислоты
9. Переаминирование между 2-оксобутановой кислотой и 2-амино-3-фенилгексановой кислотой
10. Нагревание 2-амино-3-метилбутановой кислоты
11. Нагревание β -аминокапроновой кислоты
12. Нагревание γ -аминокапроновой кислоты
13. Нагревание 4-амино-3-метилпентановой кислоты
14. Дезаминирование 2-амино-3-этилгексановой кислоты

15. Декарбоксилирование 2-амино-4-фенилгептановой кислоты
16. Переаминирование между 2-аминобутановой кислотой и 2-оксобутановой кислотой
17. Нагревание фенилаланина
18. Нагревание 2-амино-4-этилгептановой кислоты
19. Нагревание 3-аминопентановой кислоты
20. Нагревание 5-амино-3-метилгептановой кислоты

Задание 5. Напишите уравнения реакций образования аминокислот. Назовите полученные соединения. Укажите условия протекания реакций:

1. 2-хлорпропановая кислота + аммиак (2 моля)
2. Восстановление α -нитроизокапроновой кислоты
3. 3-оксопропановая кислота + аммиак + водород
4. Пентен-2-овая кислота + аммиак
5. β -хлоркапроновая кислота + аммиак (2 моля)
6. Восстановление 2-нитрогептановой кислоты
7. 2-оксобутановая кислота + аммиак + водород
8. 3-метилгексен-2-овая кислота + аммиак
9. 3-фторбутановая кислота + аммиак (2 моля)
10. Восстановление 2-нитро-4-метилгексановой кислоты
11. 2-оксогептановая кислота + аммиак + водород
12. 2-метил-4-фенилгексен-2-овая кислота + аммиак + водород
13. 4-йод-3-метилбутановая кислота + аммиак (2 моля)
14. Восстановление 2-нитро-3-этилгептановой кислоты
15. 3,4-диметил-2-оксогептановая кислота + аммиак + водород
16. 4-метил-4-этилгептен-2-овая кислота + аммиак
17. 2,4-дихлорпентановая кислота + аммиак (4 моля)
18. Восстановление 2-нитро-3-метил-4-фенилбутановой кислоты
19. 2,5-диоксогептановая кислота + аммиак (2 моля) + водород (2 моля)
20. Гексадиен-2,4-овая кислота + аммиак (2 моля)

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМАМ

По теме «Углеводороды»

1. Бутан и бензол взаимодействуют с:
 - а) кислородом; б) натрием;
 - в) раствором KMnO_4 ; г) бромной водой.

2. Какое соединение используется для получения метана в лаборатории:
 - а) CH_3COOH ; б) CH_3OH ;
 - в) CH_3Cl ; г) CH_3COONa .

3. При действии цинка на 1,4-дихлорбутан получится:
 - а) бутан; б) циклобутан;
 - в) бутен-2; г) бутадиен-1,2.

4. Какое вещество образуется при димеризации ацетилена:

- а) бутадиен-1,3; б) этилацетилен;
- в) бутилен; г) винилацетилен.

5. С помощью аммиачного раствора Ag_2O можно отличить:

- а) бутин-1 от бутина-2; б) бутин-2 от бутена-2;
- в) бутин-2 от бутена-1; г) бутин-2 от бутадиена-1.

6. В виде цис- и транс-изомеров может существовать

- а) бутен-1; б) пентен-2;
- в) диметилацетилен; г) 2-метилпентен-2.

7. Одностадийное превращение бензола в толуол может быть осуществлено по реакции:

- а) Вюрца – Фиттига; б) Зинина;
- в) Фриделя – Крафтса; г) Кучерова.

8. Взаимодействие пропена и этана с бромом (Br_2) относится соответственно к реакциям:

- а) замещения и присоединения; б) присоединения и замещения;
- в) окисления и присоединения; г) присоединения и окисления.

9. Число изомерных гомологов бензола, отвечающих формуле C_8H_{10}

- а) 2; б) 3; в) 4; г) 1.

10. Ароматическим углеводородом C_8H_{10} , при окислении которого KMnO_4 не выделяется CO_2 , а при бромировании в присутствии железа образуется единственное монобромпроизводное, является:

- а) этилбензол; б) 1,4-диметилбензол;
- в) 1,3-диметилбензол; г) циклооктатетраен.

11. Образование окрашенного соединения происходит под действием водного раствора FeCl_3 на:

- а) фенол; б) бензол;
- в) метоксибензол; г) бензиловый спирт.

12. Одним из продуктов реакции тримеризации пропина является:

- а) 1,3,5-триметилбензол; б) полипропилен;
- в) 1,2,3-триметилбензол; г) циклогексан.

13. Какое вещество образуется при действии металлического натрия на хлористый этил:

- а) бутан; б) этан;
- в) пропан; г) 2-хлорбутан.

14. Гомологом бензола является:

- а) циклогексан; б) ацетилен;
- в) винилбензол; г) фенилэтил.

15. Какое вещество образуется при реакции гидратации бутина:

- а) бутанон; б) бутаналь;
- в) бутанол; г) бутан.

По теме «Кислородсодержащие органические соединения»

1. Вещества с общей формулой $C_nH_{2n}O_2$ могут относиться к классам:

- а) предельных двухатомных спиртов и одноосновных карбоновых кислот;
- б) сложных эфиров и предельных альдегидов;
- в) предельных одноосновных карбоновых кислот и сложных эфиров;
- г) простых эфиров и предельных двухатомных спиртов.

2. Органическое вещество, образующееся при термическом разложении ацетата кальция:

- а) ацетон; б) бутанол-1;
- в) бутаналь; г) бутанол-2.

3. При взаимодействии толуола с избытком азотной кислоты образуется:

- а) 2,4,6-тринитротолуол; б) 2,3,4-тринитротолуол;
- в) 2,3,5-тринитротолуол; г) 3,4,5-тринитротолуол.

4. Одним из мономеров, входящих в состав найлона-6,6, является:

- а) масляная кислота; б) терефталевая кислота;
- в) щавелевая кислота; г) адипиновая кислота.

5. Циклические ангидриды образуют кислоты:

- а) фталевая; б) фумаровая;
- в) янтарная; г) бутановая.

6. Вещество, реагирующее с металлическим натрием, окисляемое с образованием бутанона, называется:

- а) бутанол-1; б) бутанол-2;
- в) бутен-2; г) бутаналь.

7. Взаимодействие пропена и этана с Br_2 относится соответственно к реакциям:

- а) присоединения и замещения; б) замещения и присоединения;
- в) присоединения и окисления; г) замещения и окисления.

8. Правило Дюкло-Траубе наиболее наглядно характеризует изменение поверхности натяжения в растворе:

- а) карбоновых кислот;
- б) одноатомных спиртов;
- в) многоатомных спиртов;
- г) сложных эфиров.

9. Какое вещество можно использовать для того, чтобы отличить этанол от глицерина:

- а) вода;
- б) натрий;
- в) гидроксид натрия;
- г) гидроксид меди (II).

10. С помощью каких реактивов можно определить наличие альдегидной группы:

- а) йодной настойкой и раствором щёлочи;
- б) бромной водой;
- в) аммиачным раствором оксида серебра;
- г) раствором хлорида железа (III).

11. Продуктом декарбоксилирования щавелевой кислоты является:

- а) масляная кислота;
- б) пропионовая кислота;
- в) уксусная кислота;
- г) муравьиная кислота.

12. Формалин представляет собой водный раствор:

- а) муравьиной кислоты;
- б) метанола;
- в) ацетальдегида;
- г) муравьиного альдегида.

13. Какие вещества можно получить при щелочном гидролизе трипальмитина:

- а) пальмитиновая кислота;
- б) вода;
- в) глицерин;
- г) пальмитат натрия.

14. Какая реакция лежит в основе получения сложных эфиров:

- а) гидратация;
- б) этерификация;
- в) дегидратация;
- г) дегидрогенизация.

15. Из каких веществ можно получить жидкое мыло:

- а) тристеарат глицерина;
- б) глицерин;
- в) NaOH;
- г) KOH.

16. Какой реагент необходим для превращения жидких жиров в твёрдые:

- а) раствор гидроксида натрия;
- б) водород;
- в) раствор гидроксида калия;
- г) кислород.

17. Как называется жир, в молекуле которого содержится три остатка кислоты $C_{17}H_{35}COOH$:

- а) тристеарин;
- б) триолеин;
- в) трипальмитин;
- г) трилинолеин.

18. К высыхающим маслам не относятся:

- а) трилинолеин;
- б) трилиноленин;

в) тристеарин; г) триарахидон.

19. Оптическая изомерия характерна для:

- а) 2-оксипропановой кислоты; б) толуола;
в) пропановой кислоты; г) гексана.

20. Наиболее сильные кислотные свойства характерны для:

- а) фенола; б) м-хлорфенола;
в) п-нитрофенола; г) п-аминофенол.

По теме «Углеводы»

1. Число гидроксильных групп в ациклической форме молекулы глюкозы:

- а) 4; б) 5;
в) 6; г) 7.

2. Число гидроксильных групп в молекуле α -D-глюкопиранозы равно:

- а) 4; б) 5;
в) 6; г) 7.

3. Какие продукты образуются в результате окисления глюкозы аммиачным раствором гидроксида серебра:

- а) глюконовая кислота и вода; б) глюкосахарат и вода;
в) глюконовая кислота и спирт; г) многоатомный спирт и вода.

4. Мономерным звеном целлюлозы является:

- а) α -D-глюкофураноза; б) α -D-фруктофураноза;
в) β -D-глюкопираноза; г) α -D-глюкопираноза.

5. Структурным звеном крахмала является:

- а) α -D-глюкопираноза; б) α -D-глюкофураноза;
в) β -D-фруктопираноза; г) β -D-фруктофураноза.

6. Какие из веществ проявляют двойственные функции:

- а) глюкоза и уксусная кислота; б) глюкоза и глицерин;
в) глюкоза и олеиновая кислота; г) метановая кислота и фруктоза.

7. Какие из перечисленных веществ дают реакцию «серебряного зеркала»?

- а) глюкоза; б) глицерин;
в) этиленгликоль; г) этаналь.

8. Высокомолекулярным соединением является:

- а) целлобиоза; б) амилоза;
в) мальтоза; г) сахароза.

9. Невосстанавливающим дисахаридом является:

- а) сахароза; б) мальтоза;

в) целлобиоза; в) лактоза.

10. Качественной реакцией на глюкозу, как альдегид, является её взаимодействие:

- а) с уксусной кислотой; б) с бромной водой;
- в) с галогеналканами; г) с аммиачным раствором Ag_2O при нагревании.

11. Высокомолекулярным соединением является:

- а) сахароза; б) целлюлоза;
- в) рибоза; г) лактоза.

12. Продуктом гидролиза сахарозы является:

- а) α -фруктоза и β -глюкоза; б) α -глюкоза и α -фруктоза;
- в) β -фруктоза и α -глюкоза; г) β -глюкоза и β -фруктоза.

13. При нагревании какого углеводорода образуется пироксилин:

- а) сахароза; б) целлобиоза;
- в) крахмал; г) целлюлоза.

14. Продуктом гидролиза мальтозы является:

- а) α -фруктоза; б) α -глюкоза;
- в) β -фруктоза; г) β -глюкоза.

15. Между остатками моносахаридов в молекуле мальтозы существует связь:

- а) α -1,2-гликозид-гликозидная; б) α -1,4-гликозид-гликозидная;
- б) β -1,2-гликозид-гликозидная; г) β -1,4-гликозид-гликозидная.

По теме «Азотсодержащие органические соединения»

1. Какие из веществ будут изменять красную окраску раствора лакмуса на синюю:

- а) уксусная кислота; б) глюкоза;
- в) диметиламин; г) этиловый спирт.

2. Реакции замещения атомов водорода в бензольном ядре анилина происходят:

- а) только в мета-положении; б) только в пара-положении;
- в) в орто- и пара-положениях; г) в мета- и пара-положениях.

3. Реакция получения анилина из нитробензола была открыта:

- а) А.М. Бутлеровым; б) М.Г. Кучеровым;
- в) М.И. Коноваловым; г) Н.Н. Зининым.

4. Функциональные группы $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{SH}$ содержит аминокислота:

- а) аланин; б) тирозин;
- в) цистеин; г) серин.

5. α -аминоизовалериановая кислота имеет тривиальное название:

- а) валин; б) лизин;
в) цистеин; г) серин.

6. Наиболее выраженными основными свойствами обладает:

- а) метиламин; б) диметиламин;
в) аммиак; г) фениламин.

7. Аминогруппа входит в состав:

- а) нитроглицерина; б) анилина;
в) пиридина; г) формальдегида.

8. При взаимодействии хлорида этиламмония с NaOH образуется:

- а) диэтиламин; б) этилметиламин;
в) этиламин; г) этилдиамин.

9. При восстановлении нитросоединений образуются амины:

- а) первичные; б) третичные;
в) четвертичные; г) вторичные.

10. Гидросульфат метиламмония имеет формулу:

- а) $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2]_2\text{SO}_4$; б) $(\text{CH}_3\text{NH}_2)_2\text{SO}_4$;
в) $(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{HSO}_4$; г) $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{HSO}_4$.

11. Первичная структура белка - это:

- а) пространственная конфигурация, которую принимает полипептидная цепь (спираль);
б) последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи;
в) конфигурация, которую принимает в пространстве спираль (комок);
г) ассоциаты, образованные из нескольких полипептидных цепей.

12. Процесс образования полипептидов аминокислот носит название:

- а) полимеризация; б) сополимеризация;
в) поликонденсация; г) декарбоксилирование.

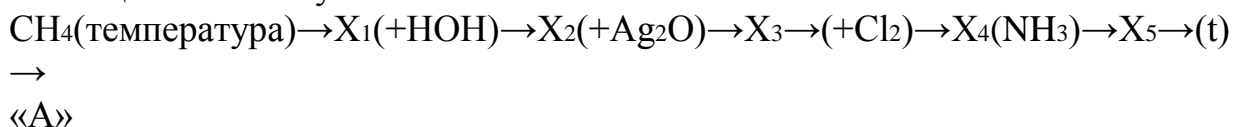
13. Устойчивость спиральной цепи вторичной структуры белков обусловлена наличием большого числа:

- а) ковалентных полярных связей; б) мостиковых дисульфидных связей;
в) водородных связей; г) дисперсионных связей.

14. Мочевинной называется вещество:

- а) амид уксусной кислоты; б) амид угольной кислоты;
в) диамид угольной кислоты; г) уреид щавелевой кислоты.

15. Вещество А получают по схеме:



Каким веществом является «А»:

- а) уксусная кислота; б) хлоруксусная кислота;
в) амид аминоксусной кислоты; г) аминоксусная кислота.

Литература

1. Артеменко А.И. Органическая химия: учеб. пособие для нехим. спец.- М.: Высшая школа, 2003. - 605, [3] с.
2. Березин Б.Д. Курс современной органической химии: учеб. пособие для вузов.-М.:Высш.школа,2003. – 768 с.
3. Грандберг И.И. Органическая химия: учебник для вузов по агрономическим специальностям. – 5-е изд. – М.: ДРОФА, 2002. – 672 с.
4. Калугина И.Ю., Аксенова Т.Ф., Макаренко И.М. Органическая химия: учебное пособие для студентов заочной формы обучения специальностей 260202(технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий), 260501(технология продуктов общественного питания), 080401(товароведение и экспертиза товаров по областям применения). – Екатеринбург, 2007. – 102с.
5. Ким А.М. Органическая химия. Учеб. пособие для студентов, обуч. по спец. 032300 «Химия». Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 842 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ.
Справочный материал

Таблица 1. Названия некоторых алканов и теоретическое число их возможных изомеров

Формула	Название	Число изомеров	Формула	Название	Число изомеров
CH_4	Метан	0	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	Ундекан	159
C_2H_6	Этан	0	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	Додекан	355
C_3H_8	Пропан	1	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	Тридекан	802
C_4H_{10}	Бутан	2	$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	Тетрадекан	1858
C_5H_{12}	Пентан	3	$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	Пентадекан	4347
C_6H_{14}	Гексан	5	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	Эйкозан	366319
C_7H_{16}	Гептан	9	$\text{C}_{25}\text{H}_{52}$	Пентакозан	36797588
C_8H_{18}	Октан	18	$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	Триаконтан	4111846763
C_9H_{20}	Нонан	35	$\text{C}_{40}\text{H}_{82}$	Тетрааконтан	62481801147341
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Декаан	75	$\text{C}_{100}\text{H}_{202}$	Гектан	около $5,921 \cdot 10^{39}$

Радикалы

Если от молекулы предельного углеводорода отнять один атом водорода, то остаток называется **радикалом** или **алкилом**. Название радикала образуют из названия соответствующего углеводорода, заменяя окончание - **ан** на - **ил**.

Например: CH_4 – метан, CH_3 – метил C_2H_6 – этан, C_2H_5 – этил.

Кроме предельных, радикалы могут быть:

непредельные – $\text{CH}_2 = \text{CH}$ – винил, $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2$ – алли

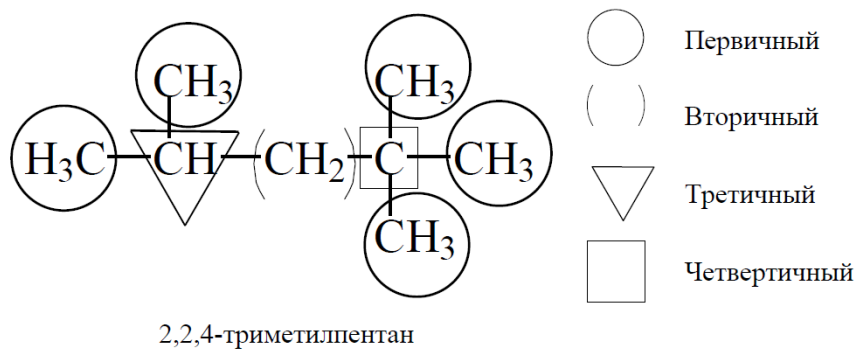


Таблица 2. Важнейшие радикалы алканов (алкилы)

<i>Радикалы алканов (алкилы)</i>			
Формула	Название	Формула	Название
$\text{CH}_3 -$	метил	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$	этил
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$	пропил	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$	бутил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изопропил	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изобутил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \end{array}$	трет-бутил	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	втор-бутил
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_2 -$	пентил (амил)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \end{array}$	трет-пентил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изопентил (изоамил)	$(\text{CH}_3)_3\text{C} - \text{CH}_2 -$	неопентил

Таблица 3. старшинства основных функций, обозначаемых суффиксами (по убывающему старшинству)

№ п/п	Класс	Префикс	Суффикс
	1	2	3
1	Катионы	онио-	-оний (но –карбений $^+\text{CH}_3$)
2	Карбоновые кислоты — COOH	карбоксо-	-овая кислота (карбоновая кислота)

3	Нитрилы — $C\equiv N$	циано-	-нитрил (карбонитрил)
4	Альдегиды — CHO	формил-	аль- (карбальдегид)
5	Кетоны $>C=O$	оксо-	-он
6	Спирты — OH	гидрокси-	-ол
7	Тиолы — SH	меркапто-	-тиол
8	Амины	амино-	-амин
9	Двойная связь ($=$)	—	-ен
10	Тройная связь (\equiv)	—	-ин
11	Группы, всегда выступающие в качестве заместителей	— Br , — I , — Cl , — F , — NO , — NO_2 , — OR —, — SR , — N_3 , — SSR , — OOH , — SO_2R , — OSR .	

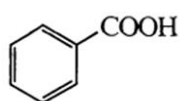
Таблица 4 . Некоторые одноосновные карбоновые кислоты

<i>Формула</i>	<i>Систематическое название</i>	<i>Тривиальное название</i>
$HCOOH$	Метановая кислота	Муравьиная кислота
CH_3COOH	Этановая кислота	Уксусная кислота
CH_3CH_2COOH	Пропановая кислота	Пропионовая кислота
$CH_3(CH_2)_2COOH$	Бутановая кислота	Масляная кислота
$CH_3(CH_2)_3COOH$	Пентановая кислота	Валериановая кислота
$CH_3(CH_2)_4COOH$	Гексановая кислота	Капроновая кислота
$CH_3(CH_2)_5COOH$	Гептановая кислота	Энантовая кислота
$CH_3(CH_2)_6COOH$	Октановая кислота	Каприловая кислота
$CH_3(CH_2)_7COOH$	Нонановая кислота	Пеларгоновая кислота
$CH_3(CH_2)_8COOH$	Декановая кислота	Каприновая кислота
$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	Додекановая	Лауриновая
$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	Тетрадекановая	Миристиновая
$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	Гексадекановая	Пальмитиновая
$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	Октадекановая	Стеариновая

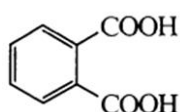
Двухосновные карбоновые кислоты

$HOOC-COOH$ — щавелевая, или этандиовая кислота
 $HOOC-CH_2-COOH$ — малоновая, или пропандиовая кислота

$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$	—	янтарная, или бутандиовая кислота
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_3-\text{COOH}$	—	глутаровая, или пентандиовая кислота
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	—	адипиновая, или гександиовая кислота
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$	—	пимелиновая, или гептандиовая кислота
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	—	пробковая, или октандиовая кислота
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$	—	вазелаиновая, или нонандиовая кислота
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_8-\text{COOH}$	—	себациновая, или декандиовая кислота
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_9-\text{COOH}$	—	ундекановая кислота
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{COOH}$	—	лауриновая, или додекановая кислота
$\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$	—	малеиновая



бензойная кислота



орто-фталевая кислота

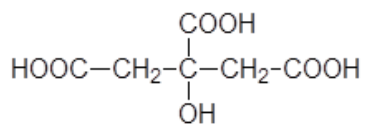
Таблица 5. Некоторые непредельные одноосновные кислоты

Формула	Название	
	систематиче-	тривиальное
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	2-пропеновая	акриловая
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$	2-бутеновая	кротоновая
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	3-бутеновая	винилуксусная
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$	2-метил-2пропеновая	метакриловая
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		олеиновая
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_2-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$		линолевая
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$		линоленовая
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$		арахидоновая
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$	3-фенилпропеновая	коричная (транс)

Таблица 6. Органические соединения с несколькими функциональными группами

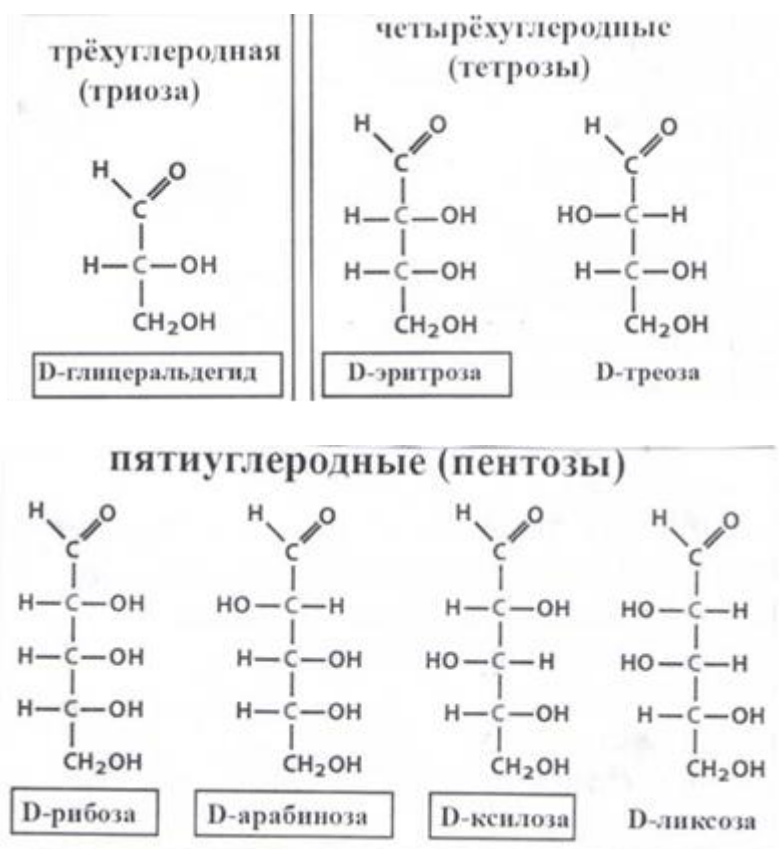
Одноосновная двухатомная кислота (молочная)	$\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{COOH}$
Двухосновная трёхатомная кислот (яблочная)	$\text{HOOC}-\text{CHOH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Двухосновная четырёхатомная кислота (винная)	$\text{HOOC}-\text{CHO}-\text{CHO}-\text{COOH}$

Трёхосновная четырёхатомная кислота (**лимонная**)

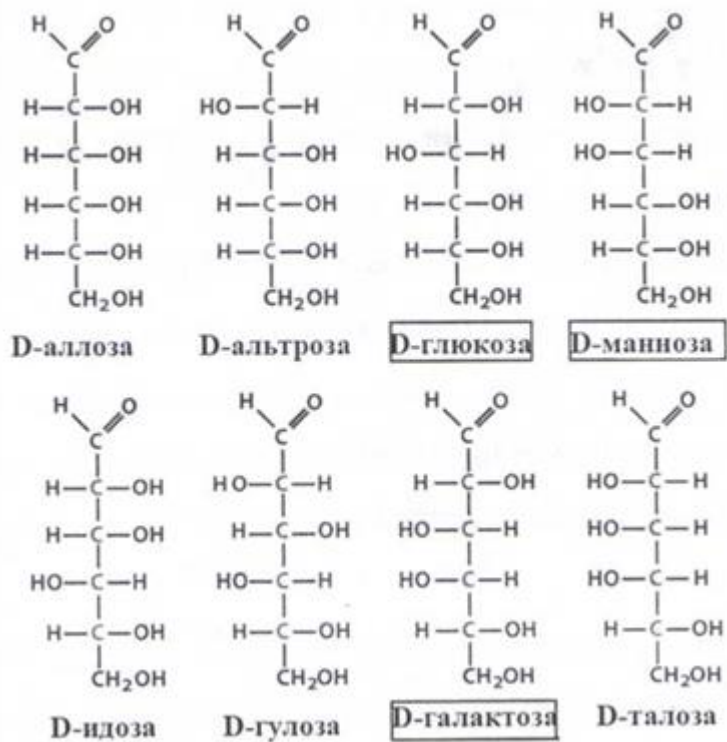


УГЛЕВОДЫ

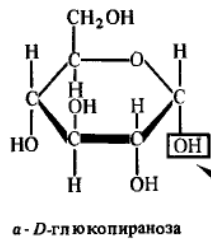
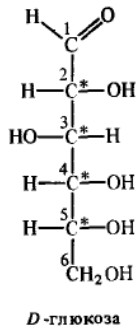
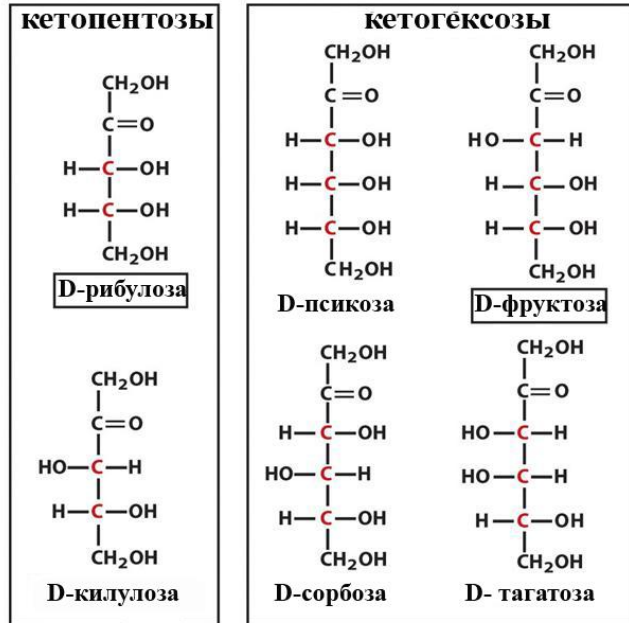
D альдозы



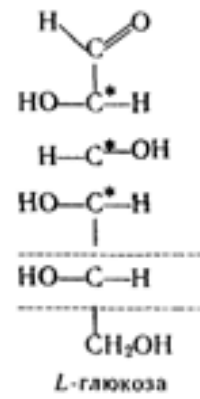
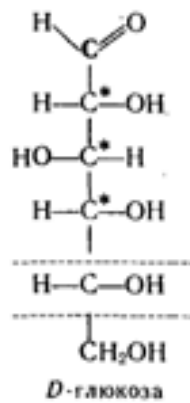
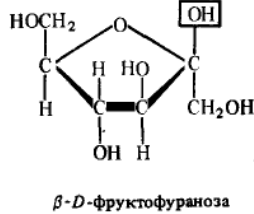
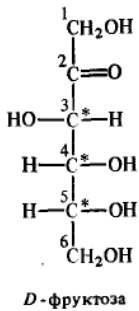
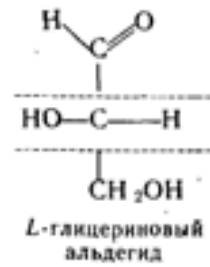
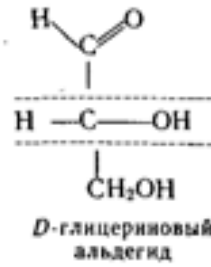
шестиуглеродные (гексозы)



D-кетозы



полуацетальный гидроксил



Циклические формы моносахаридов

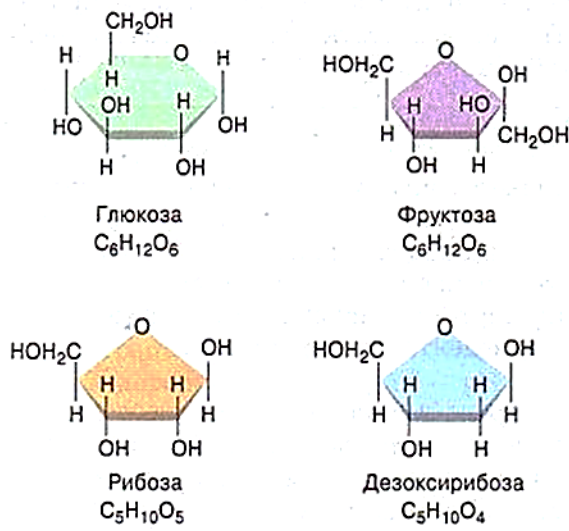


Рис. 8. Моносахариды

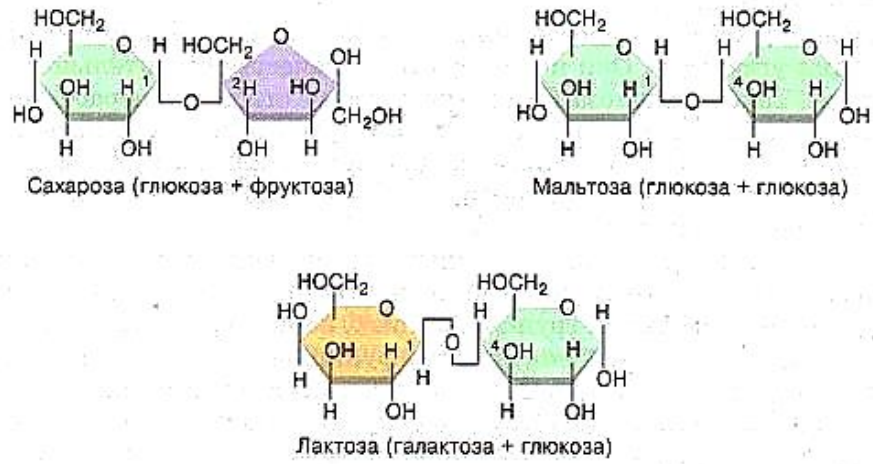


Рис. 9. Дисахариды

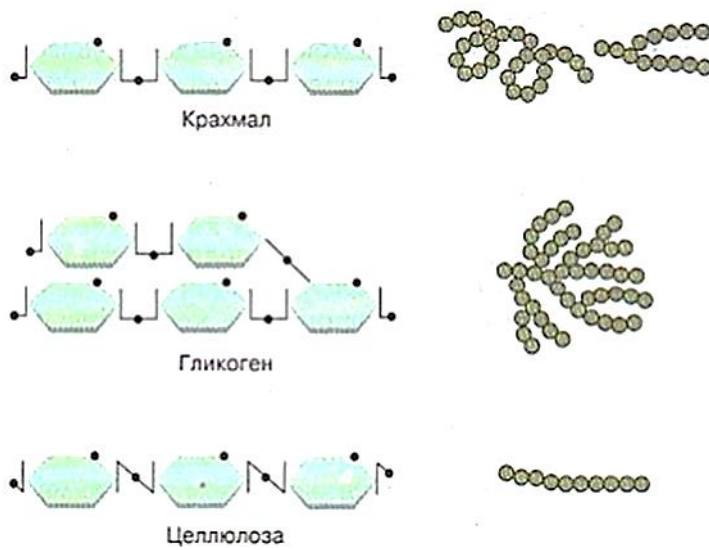
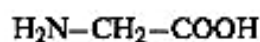


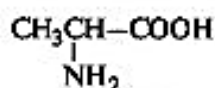
Рис. 10. Схема строения полисахаридов

АМИНОКИСЛОТЫ

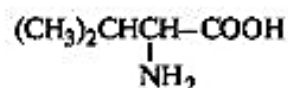
ЛИФАТИЧЕСКИЕ



глицин (Gly)



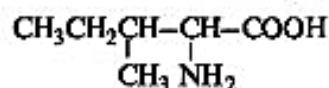
аланин (Ala)



валин** (Val)

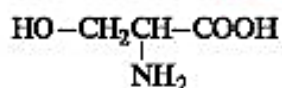


лейцин** (Leu)

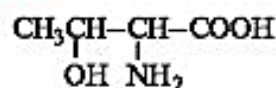


изолейцин** (Ile)

Содержащие группу OH

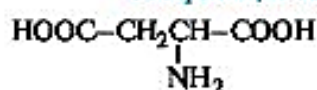


серин (Ser)

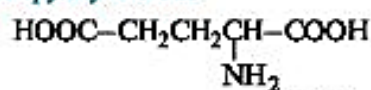


треонин** (Thr)

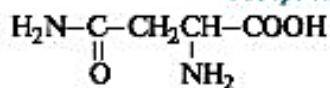
Содержащие дополнительную группу COOH



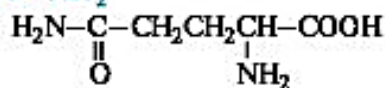
аспарагиновая кислота (Asp)



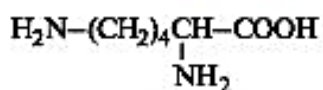
глутаминовая кислота (Glu)

Содержащие группу CO-NH₂

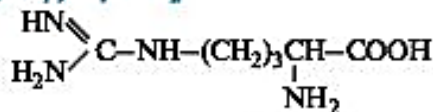
аспарагин (Asp)



глутамин (Gln)

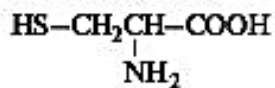
Содержащие дополнительную группу NH₂

лизин** (Lys)

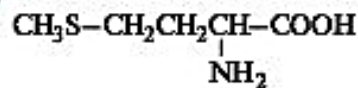


аргинин (Arg)

Серосодержащие

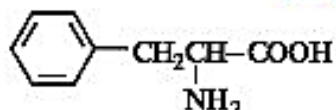


цистеин (Cys)

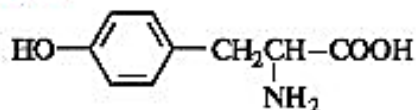


метионин** (Met)

АРОМАТИЧЕСКИЕ

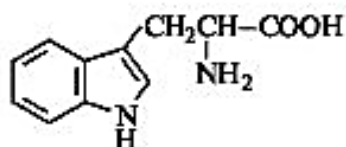


фенилаланин** (Phe)

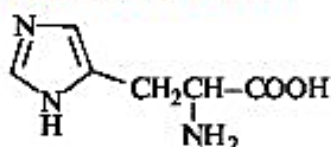


тирозин (Tyr)

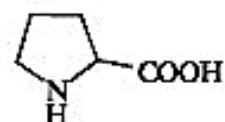
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ



триптофан** (Trp)



гистидин (His)



пролин (Pro)

** - НЕЗАМЕНИМЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ

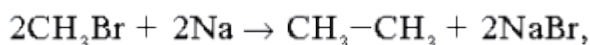
ИМЕННЫЕ РЕАКЦИИ (ПРАВИЛА)

Реакция Вагнера (окисление по Вагнеру, перманганатная проба)

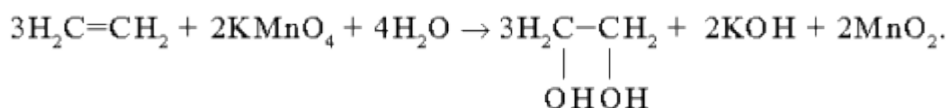
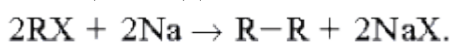
Окисление органических соединений, содержащих двойную связь, действием 1–3%-го раствора перманганата калия (1887) в *цис*- α -гликоли в щелочной среде (считается положительной, если раствор перманганата быстро обесцвечивается в кислой среде или буреет в щелочной и нейтральной):

Реакция Вюрца (реакция Вюртца)

Синтез алканов действием металлического натрия в инертном растворителе на алкилгалогениды (1855):

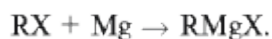


в общем виде:

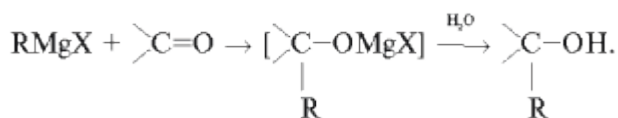


Реактив Гриньяра

Синтез органических веществ из алкилгалогенидов и магния в эфире. Реакция открыта П.Барбье в 1899 г. и подробно изучена В.Гриньяром в 1900 г.:



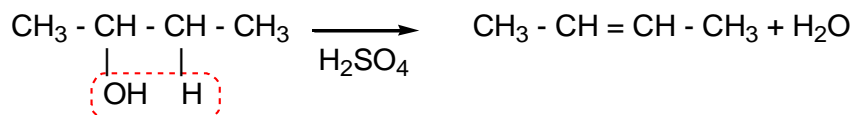
Реактив Гриньяра RMgX используется для присоединения по кратным связям $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{N}$, $\text{C}=\text{S}$, $\text{S}=\text{O}$,



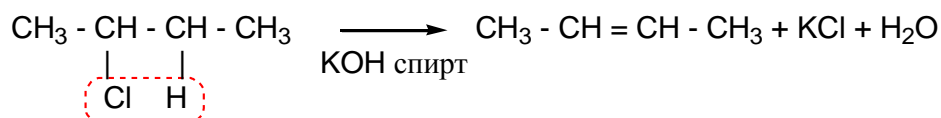
Правило Зайцева

При дегидратации спиртов и дегидрогалогенировании галогеналкилов водород отщепляется от менее гидрогенизированного атома углерода (1875).

1. Дегидратация спиртов.

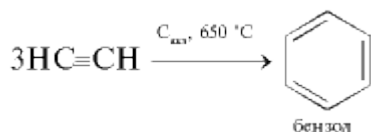


2. Дегидрогалогенирование галогенопроизводных.



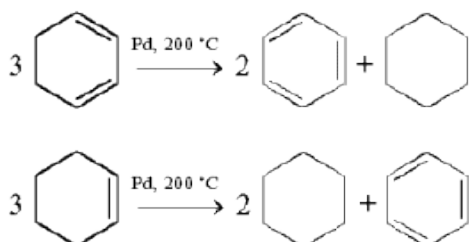
Реакция Зелинского–Казанского (метод Зелинского–Казанского)

Тримеризация ацетилена (полимеризация ацетилена) на активированном угле при нагревании (1924):



Реакция Зелинского (необратимый катализ, катализ Зелинского)

Каталитическое диспропорционирование циклогексадиена и циклогексена (1911):



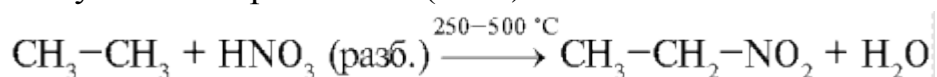
Реакция Зинина

Восстановление ароматических нитросоединений (1842):



Реакция Коновалова

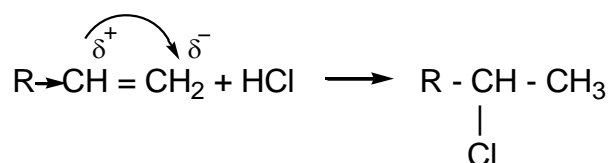
Получение нитроалканов (1888):



Правило Марковникова

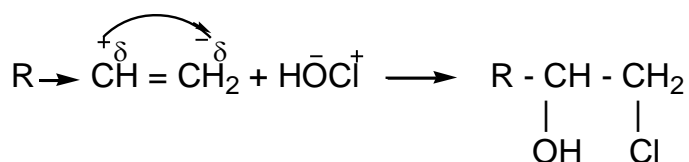
При взаимодействии несимметричных алкенов с галогеноводородами, водой протон присоединяется к **более гидрогенизированному** атому углерода (1869).

1. Присоединение галогеноводородов к алкенам.

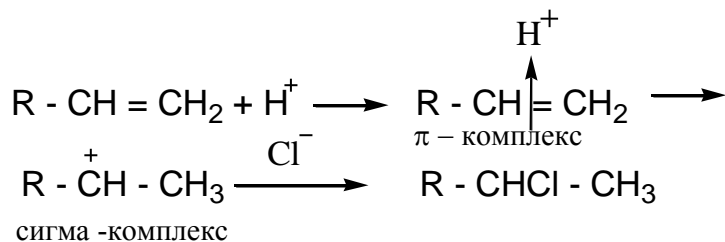


В реакции гипогалогенирования положительной частицей является катион хлора, она присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода.

2. Гипогалогенирование.

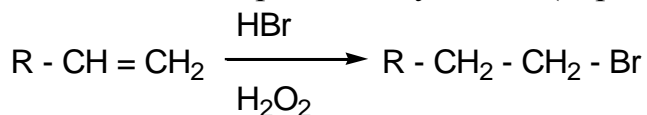


Механизм A_E на примере реакции присоединения галогеноводородов:



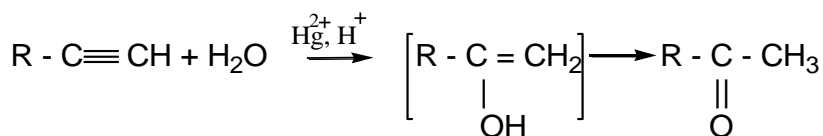
Правило Марковникова выполняется только при гетеролитическом присоединении в отсутствие перекиси водорода, механизм реакций A_E .

В присутствии перекисей реакция идет против правила Марковникова, при этом механизм реакции будет A_R (перекисный эффект Хараши).



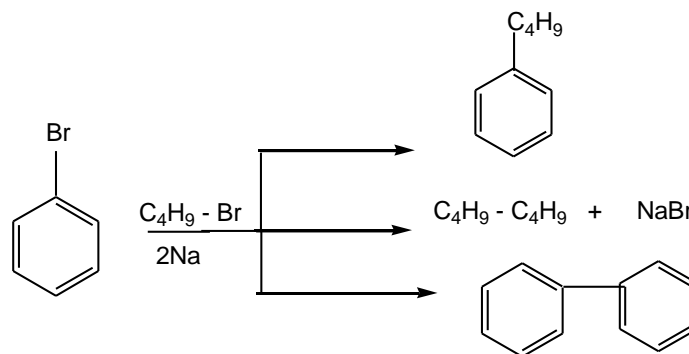
Реакция Кучерова

Ацетилен в реакции Кучерова образует уксусный альдегид, другие алкины образуют кетоны (1881).



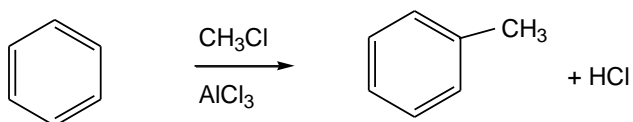
Реакция Вюрца – Фиттига

Для получения гомологов бензола используют *алкилгалогениды, галогенбензол и натрий*. В ходе реакции Вюрца – Фиттига получается три продукта: бутилбромид (главный продукт), октан (побочный продукт), дифенил (побочный продукт).



Реакция Фриделя – Крафтса.

Алкилирование ароматических соединений обычно проводят галогеналкилами в присутствии катализаторов или спиртами в присутствии сильных кислот (1877).

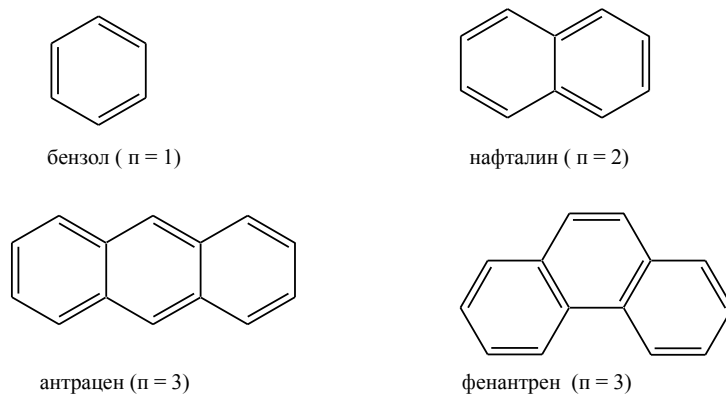


При алкировании бензола хлористым метилом в присутствии хлорида алюминия получается толуол. Реакция идет по механизму S_E .

Правило Хюккеля.

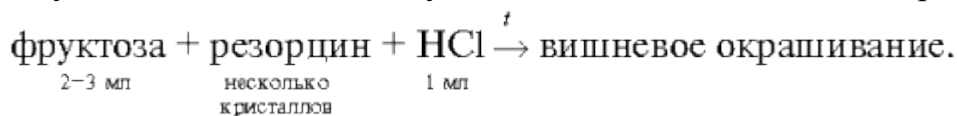
Соединение должно проявлять ароматические свойства, если в его молекуле содержится плоское кольцо с $(4n + 2)$ обобщенных p – электронов, где n может быть 0,1,2,3 и т. д.

Примеры:



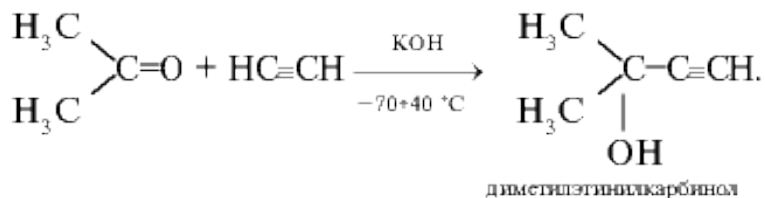
Реакция (проба) Селиванова

Качественное открытие фруктозы (1887) (кетозы при нагревании с резорцином и соляной кислотой дают вишнево-красное окрашивание; альдозы в этих же условиях взаимодействуют медленнее и дают бледно-розовую окраску):



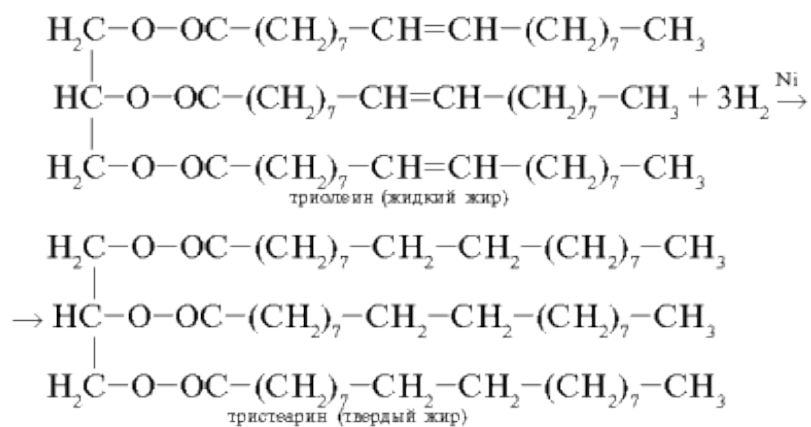
Реакция Фаворского

Конденсация карбонильных соединений с алкинами с образованием ацетиленовых спиртов:



Реакция Фокина

Гидрогенизация жиров (1902):



Практикум по дисциплине «Органическая Химия»

для студентов направлений **19.03.02** Продукты питания из растительного сырья, **19.03.03** Продукты питания животного происхождения, **19.03.04** Технология продукции и организации общественного питания, **36.03.02** Зоотехния, **36.03.01** Ветеринарно-санитарная экспертиза, **06.03.01** Биология .

В редакции составителей

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997г.

Подписано к печати Формат

Уч.-изд.л - 2,0

Тираж 100экз. Заказ

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г.Благовещенск, ул.Политехническая,86