

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.03.01Химия органическая, физическая и коллоидная**

**Направление подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции**

**Профиль подготовки (специализация) Хранение и переработка  
сельскохозяйственной продукции**

**Форма обучения *очная***

Оренбург 2016 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций .....	3
1.1 Лекция № 1. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Классификация органических соединений. Предельные углеводороды. ....	3
1.2 Лекция № 2. Этиленовые углеводороды Диеновые углеводороды. Ацетиленовые углеводороды Терпены. Каротиноиды. ....	9
1.3 Лекция 3. Ароматические углеводороды. ....	13
1.4 Лекция 4. Спирты. Фенолы. Простые эфиры. ....	18
1.5 Лекция 5. Альдегиды и кетоны. ....	24
1.6 Лекция 6. Карбоновые кислоты. ....	26
1.7 Лекция 7. Сложные эфиры. Жиры. ....	31
1.8 Лекция 8. Углеводы. ....	35
1.9 Лекция 9. Амины. Аминокислоты. Белки. Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты. ....	40
1.10 Лекция 10. Основы физической и коллоидной химии. ....	49
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....	58
2.1 Лабораторная работа № ЛР- 1 Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Классификация органических соединений. Предельные углеводороды. ....	58
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Этиленовые углеводороды Диеновые углеводороды. Ацетиленовые углеводороды Терпены. Каротиноиды. ....	59
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Ароматические углеводороды. ....	59
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Спирты. Фенолы. ....	60
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Альдегиды. Кетоны. ....	62
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Карбоновые кислоты. ....	63
2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Сложные эфиры. Жиры. ....	65
2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Углеводы. ....	66
3. Методические указания по проведению практических занятий .....	68
3.1 Практическое занятие №1 ПЗ 1 Амины. Аминокислоты. Белки. Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты. ....	68
3.2 Практическое занятие №2 ПЗ 2 Основы физической и коллоидной химии	72

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция №1 ( 2 часа).

**Тема: «Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Классификация органических соединений. Предельные углеводороды»**

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Теория строения органических соединений А.М.Бутлерова.
2. Основы классификации и номенклатуры органических соединений.
3. Типы и механизмы химических реакций в органической химии
4. Алканы. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия.
5. Физические и химические свойства алканов
6. Применение и получение предельных углеводородов.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов

#### 1 Теория строения органических соединений А.М.Бутлерова

**Органическая химия - это химия соединений углерода**

**Органические соединения можно рассматривать как углеводороды или их производные, полученные путем введения в углеводороды функциональных групп. Предметом изучения органической химии являются органические вещества.**

#### 1. Теория химического строения органических соединений

**Теория строения органических соединений**, основоположником которой является Александр Михайлович Бутлеров. (1861)

- профессор Казанского университета

1. Атомы, входящие в состав молекулы органического вещества, не находятся в беспорядочном состоянии, а соединены между собой в определенной последовательности химическими связями

Порядок и последовательность соединения атомов в молекуле Бутлеров назвал химическим строением.

2. Соединение атомов в молекуле происходит в соответствии с их валентностью. Свободных валентностей у атомов в молекуле нет.
3. Свойства вещества зависят не только от того, какие атомы и сколько их входит в состав молекулы, но и от того, в какой последовательности они соединены между собой в молекулы ( т.е. от химического строения)

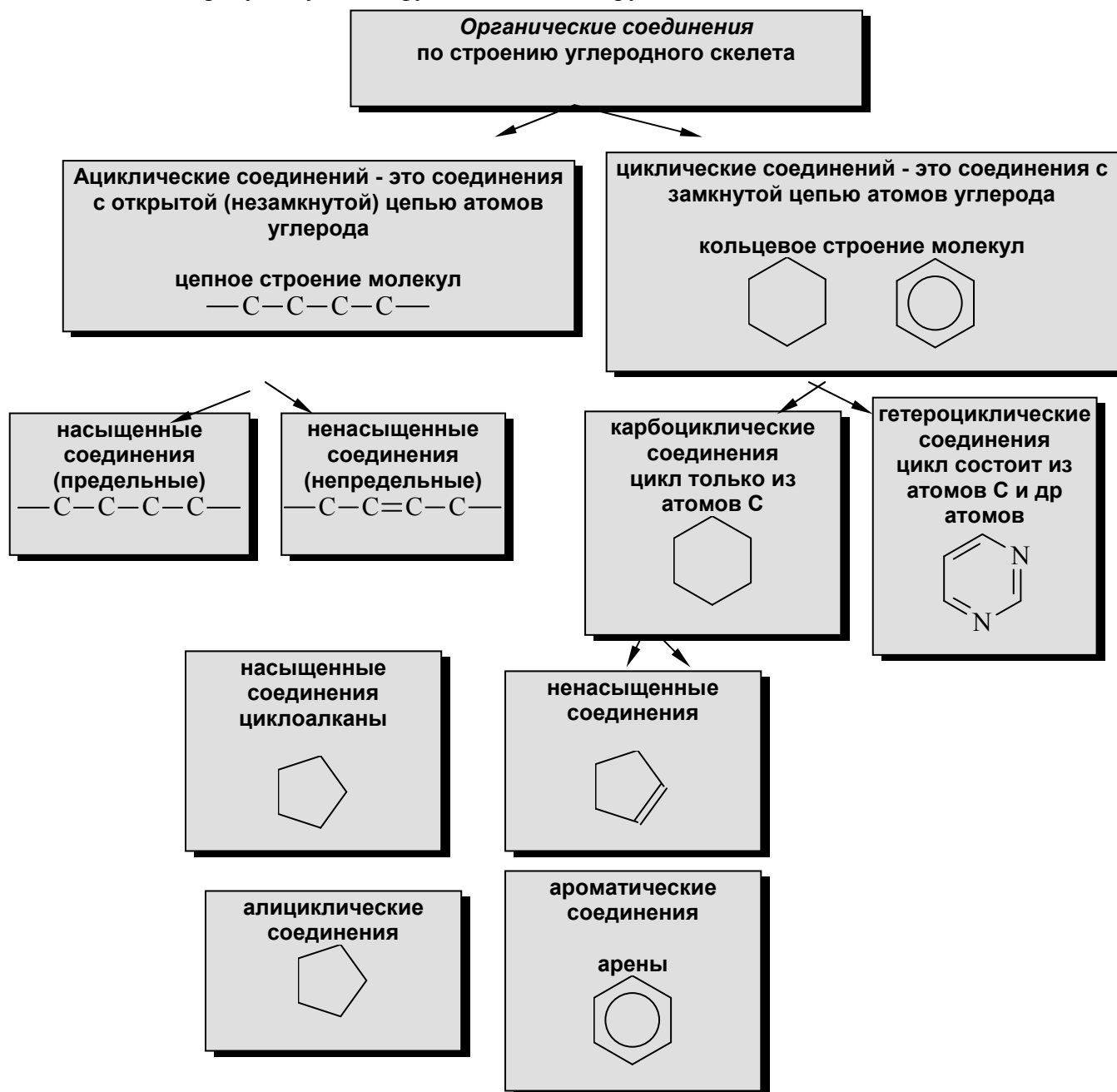
Различие в химическом строении с одной и той же молекулярной формулой является причиной изомерии, и число возможных изомеров можно предсказать

4. Атомы и группы атомов, входящие в молекулу, оказывают влияние на химическое поведение друг на друга. Особенно заметно такое влияние в том случае. Если эти атомы или группы атомов связаны друг с другом непосредственно
5. Зная свойства вещества, можно установить его строение и наоборот: химическое строение органического соединения может многое сказать о его свойствах.
6. Атомы углерода способны соединяться друг с другом с образованием углерод углеродных цепей различных видов. Эти цепи могут быть открытыми (прямыми или разветвленными) или замкнутыми (циклическими). Цепи могут содержать одинарные, двойные и тройные связи
7. Строение молекулы можно выразить при помощи структурной формулы. которая для данного органического вещества является единственной.

8. Физические и химические свойства органических соединений определяются составом их молекул, а также химическим, пространственным и электронным строением.

## 2. Основы классификации и номенклатуры органических соединений.

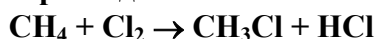
- по строению углеродного скелета
- по присутствующим функциональным группам



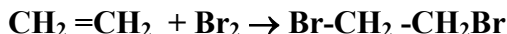
## 3 Типы и механизмы химических реакций в органической химии

Наиболее общей является классификация на основе связывания или удаления структурных элементов

1. замещения - из исходной молекулы за счет разрыва связей удаляется атом или группа атомов и вместо них присоединяется новая атомная группа



2. присоединение - к углеродному скелету исходной молекулы присоединяется атомы или группа атомов



3. отщепления (элиминирования) - исходная молекула отщепляет группу атомов



#### 4 перегруппировка (изомеризация)

#### 3. Реакции окисления

#### 4. Реакции разложения

Каждая из перечисленных реакций может протекать по конкретному механизму.

Описание химической реакции по стадиям называется механизмом.

Различают *свободно-радикальные, электрофильные и нуклеофильные реакции*.

Каждая из перечисленных реакций может протекать по конкретному механизму.

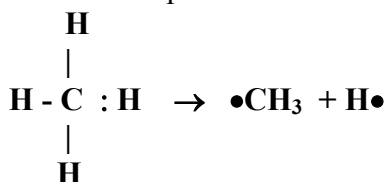
Описание химической реакции по стадиям называется механизмом.

Различают *свободно-радикальные, электрофильные и нуклеофильные реакции*.

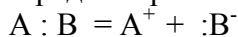
Важным критерием при определении механизма реакции является тип разрыва химической связи в исходной молекуле. Различают гомолитический и гетеролитический тип разрыва связи. 4.

### 3. Типы и механизмы химических реакций в органической химии

При гомолитическом расщеплении связи образуются частицы, имеющие неспаренный электрон и называемые радикалами. Примером такого разрыва связи является образование метильного радикала при взаимодействии метана с хлором:



При гетеролитическом расщеплении связи образуются электрически заряженные частицы. Связующая пара электронов остается у одной из частиц, которая приобретает заряд. Вторая отщепляется в виде положительного иона:



Частицы, которые заряжены отрицательно (например,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{I}^-$ ) или имеют электроноизбыточный центр (например, кислород в  $\text{H}_2\text{O}$ , азот в  $\text{NH}_3$ ) называют **нуклеофильными**. Частицы, обладающие положительным зарядом (например  $\text{H}^+$ ,  $\text{NO}_2^+$ ,  $\text{Br}^+$ ) или испытывающие дефицит электронов (например, углерод в группе  $\text{C}=\text{O}$ ), называют **электрофильными**.

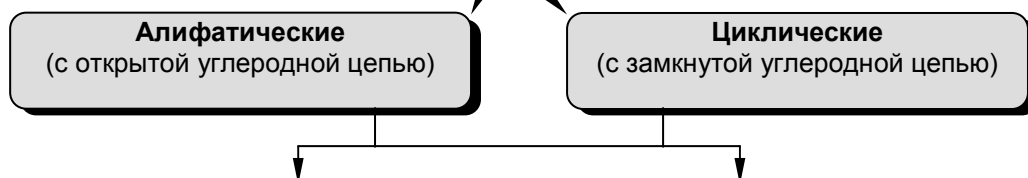
### 4. Алканы. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия.

Углеводороды - это соединения, молекулы которых содержат только атомы углерода и водорода. Общая формула этих веществ:



К ним относится огромная группа органических соединений. В соответствии со строением углеводородного скелета

углеводороды делятся на :



### Насыщенные

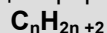
Соединения в которых атомы углерода соединены между собой простыми ковалентными связями, насыщенные соединения

### Ненасыщенные

содержат как  $\sigma$  связи, так и  $\pi$  связи  
алкены, алкины, алкадиены

Алканами называются предельные (насыщенные) углеводороды, содержащие только  $\sigma$  связи между атомами углерода C-C. Атомы углерода находятся в состоянии  $sp^3$  гибридизации.

Общая формула



CH <sub>4</sub>	метан
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	этан
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	пропан
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	бутан
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	пентан
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	гексан
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	гептан
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	октан
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	нонан
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	декан
C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	ундекан
C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	додекан
C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	тридекан
C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	тетрадекан

Систематические (международные) названия по правилам ИЮПАК	Рациональная номенклатура	Тривиальные названия
Составлены по правилам Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК), однозначно передают состав и строение соединений.	Выбирают атом углерода, связанный с наибольшим числом наиболее простых радикалов, принимая его за простейший предельный углеводород - метан; соединенные с этим углеродом радикалы рассматриваются как заместители в молекуле метана. $CH_3 - \text{CH} - CH_3$ триметилметан $\begin{array}{c}   \\ CH_3 \end{array}$	Исторически сложившиеся названия. Требуют запоминания состава и строения соединения. Часто используются в промышленности и науке. Незаменимы для обозначения сложных природных веществ. <i>Анилин, изопрен, хлороформ, никотин, хлорофилл.</i>

### Систематические (международные) названия

Систематические названия разветвленных цепных углеводородов образуются из:

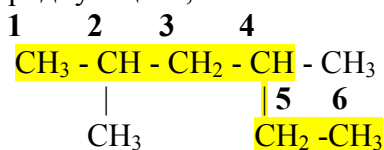
- арабских цифр (с дефисом), которые обозначают позиции углеводородных радикалов боковых цепей;
- числовых приставок, которые показывают число одинаковых углеводородных радикалов боковых цепей;
- названий углеводородных радикалов, которые образуют боковые цепи;
- названия углеводорода главной цепи.

У предельных углеводородов наиболее длинная цепь является главной

#### Пример 1

Название углеводорода составляется в определенной последовательности.

1. Выбрать наиболее длинную цепь атомов углерода в молекуле. Пронумеровать эту углеводородную цепь, начиная с того конца, к которому ближе расположены разветвления.



\* Если заместители находятся на равных расстояниях от конца цепи, то нумерацию начинают с более разветвленного конца

\* Если и разветвленность главной цепи одинакова, то нумерацию начинают с того конца, ближе к которому находится радикал, название которого стоит раньше в алфавитном порядке

2. Основу (корень) названия определяет углеводород, содержащий столько же атомов, сколько их содержится в пронумерованной цепи

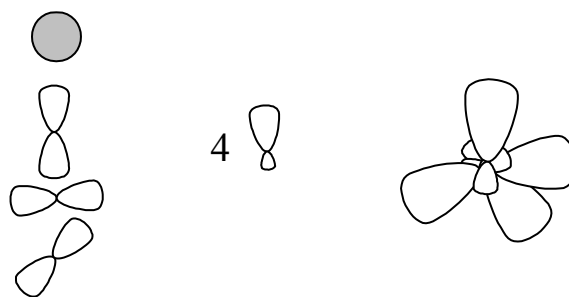
**главная цепь - 6 атомов углерода (гексан)**

Перед корнем ставят цифру, показывающую номер атома углерода в главной цепи, у которого имеется разветвленность и название углеводородного радикала, стоящего в боковой цепи. Если боковые радикалы одинаковы, то перечисляют цифры, указывающие их положение, а число этих радикалов указывают приставками ди - (два), три - (три), тетра - (четыре), пента - (пять). Радикалы, если они различны, перечисляют в алфавитном порядке.

$  \begin{array}{ccccccc}  1 & 2 & 3 & 4 & & 5 & 6 \\  \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 & & & & & & \\    & & &   & & & \\  \text{CH}_3 & & & \text{CH}_2 - \text{CH}_3 & & &   \end{array}  $	<p><b>Главная цепь: гексан</b>  <b>боковые цепи: два радикала метил</b></p> <p><b>2, 4 - диметилгексан</b></p>
<p><b>Пример 2</b></p> $  \begin{array}{ccccccc}  & & 3 & 4 & 5 & 6 & \\  \text{CH}_3 - & \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 & & & & & \\  &   & & &   & & \\  & 2 \text{CH}_2 & & & 7 \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 & & 8 \quad 9 \\  &   & & & & & \\  & 1 \text{CH}_3 & & & & &   \end{array}  $	<p><b>Главная цепь: нонан</b>  <b>боковые цепи: метил, этил</b></p> <p><b>3-метил - 6-этилнонан</b></p>

### 5. Физические и химические свойства алканов

$sp^3$  - гибридизация



одна *s* орбиталь      три *p* орбиталь      четыре  $sp^3$  орбитали      тетраэдрическая      валентный угол  $109.5^\circ$

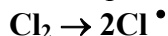
Химические свойства предельных углеводородов (горение, реакции с хлором, крекинг, нитрование)

### Реакция окисления

### Реакции замещения

Для предельных углеводородов характерны реакции замещения.

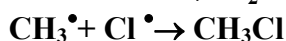
**Инициирование (зарождение цепи).** Эта стадия представляет собой гомолитическое расщепление молекулы хлора с образованием радикалов хлора



#### Развитие цепи

1.  $\text{CH}_4 + \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{CH}_3^\bullet + \text{HCl}$
2.  $\text{CH}_3^\bullet + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}^\bullet$
3.  $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}^\bullet \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}^\bullet + \text{HCl}$
4.  $\text{CH}_2\text{Cl}^\bullet + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}^\bullet$

Обрыв цепи. Эта стадия наступает, когда два радикала соединяются друг с другом. Энергия, выделяемая в этом процессе, передается какому-либо третьему телу. Им может быть любая молекула, присутствующая в реакционной системе, либо стенка реакционного сосуда

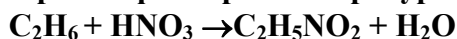


Алканы бурно реагируют с фтором. Их реакции с бромом протекают намного медленнее. Чем с хлором. Как правило, они не реагируют с иодом.

Полученные галогенопроизводные используются как хорошие растворители.

### Реакция нитрования (Коновалова)

в паровой фазе при температурах порядка  $300^\circ\text{C}$

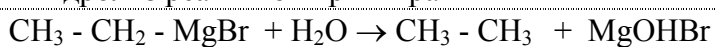


### Реакция сульфохлорирования

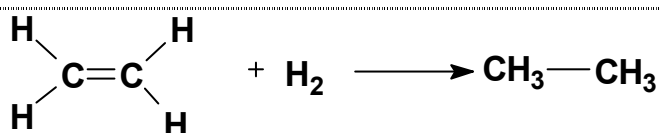
## 6 Применение и получение углеводородов.

### Получение алканов

1 гидролиз реактивов Гриньяра

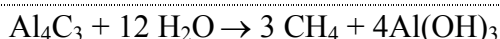


2 гидрирование



3 разложение водой карбида алюминия





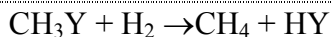
4. сплавление ацетата натрия со щелочью



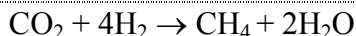
5. реакция Вюрца



6. восстановление галогенопроизводных водородом или галогеноводородами



7. восстановление  $\text{CO}_2$



## 1. 2 Лекция №2 ( 2 часа).

**Тема: «Этиленовые углеводороды Диеновые углеводороды. Ацетиленовые углеводороды Терпены. Каротиноиды»**

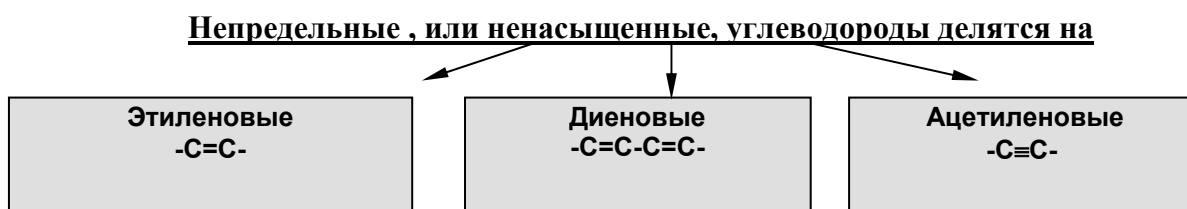
### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия.
2. Электронное и пространственное строение углеводородов.
3. Физические и химические свойства
4. Методы получения
5. Применение и получение углеводородов.

### 1.2.2 Краткое содержание вопросов

#### 1. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия.

**Непредельные углеводороды** - углеводороды, в молекулах которых помимо простых  $\sigma$ - связей углерод-углерод и углерод - водород имеются углерод -углеродные  $\pi$ - связи.



**Алкены (олефины)** - это ненасыщенные углеводороды, содержащие одну  $\pi$ -связь (т.е. двойную связь), называются алкенами или, по первому члену ряда - этилену, этиленовыми углеводородами

Общая формула  
 $\text{C}_n\text{H}_{2n}$

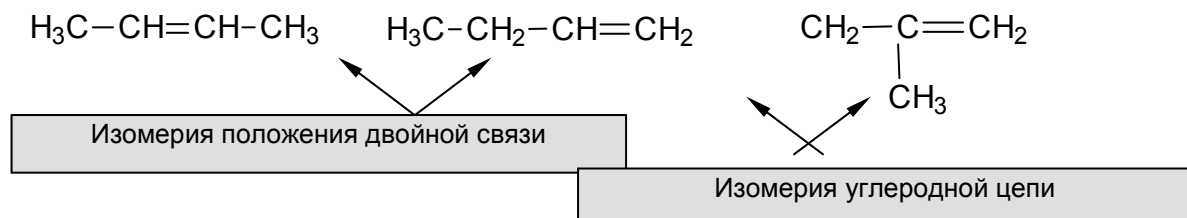
Суффикс  
ЕН

Вещества, имеющие одинаковый состав, но разное химическое строение, а следовательно, обладающие разными свойствами называются изомерами, а само явление изомерией

- Для этиленовых углеводородов характерна изомерия углеродного скелета, как и у предельных углеводородов,
- положения двойной связи в углеродной цепи
- пространственная изомерия ( цис и транс форма)

Начиная с бутена, алкены имеют изомеры.

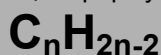
**Бутен  $C_4H_8$**



**Алкины ( ацетиленовые углеводороды) - это ненасыщенные алифатические углеводороды, содержат два атома углерода, связанные тройной связью.**



Общая формула

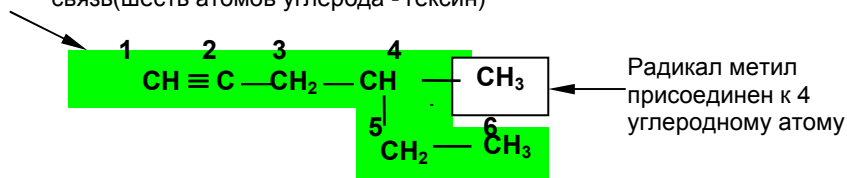


Суффикс

ИН

$CH \equiv CH$	$C_2H_2$	этин ( ацетилен)
$CH_3 - C \equiv CH$	$C_3H_4$	пропин
$CH \equiv C - CH_2 - CH_3$	$C_4H_6$	бутин - 1
$CH_3 - C \equiv C - CH_3$	$C_4H_6$	бутин - 2

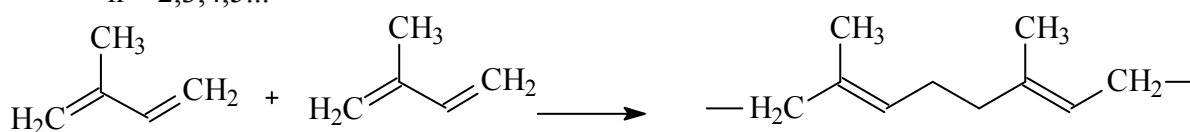
Самая длинная углеродная цепочка, содержащая тройную связь (шесть атомов углерода - гексин)



**4 - метилгексИН -1**

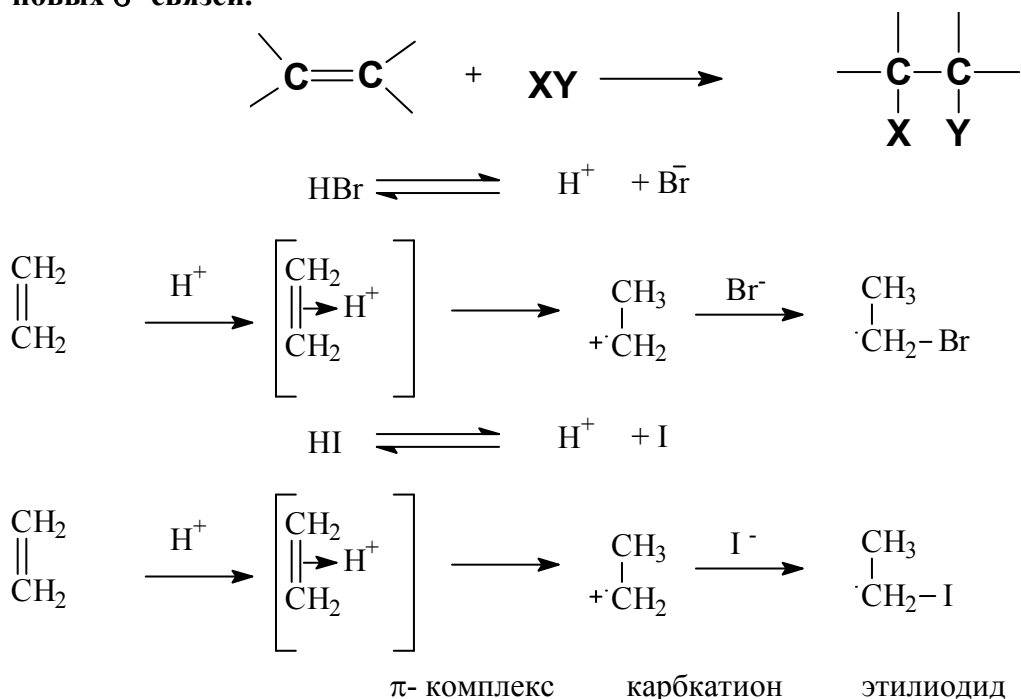
**В природе изопреновый фрагмент очень распространен и встречается не только в каучуке, но и в других соединениях называемых изопреноидами. Важнейшими изопреноидами являются терпены и стероиды. В большинстве веществ молекулы изопрена соединены «голова к хвосту» (изопреновое правило)**

$n = 2, 3, 4, 5 \dots$

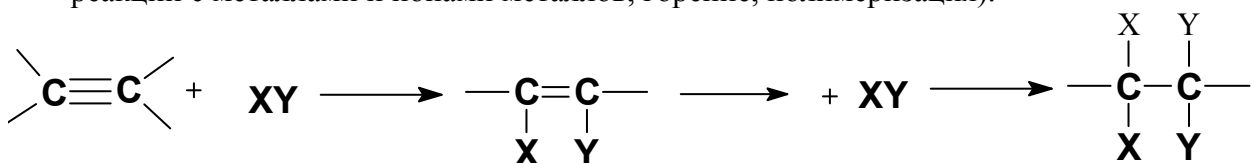




при которых происходит разрыв менее прочной  $\pi$ -связи и образование двух новых  $\sigma$ -связей.



(реакции с галогенами, присоединение галогеноводорода, присоединение воды, реакции с металлами и ионами металлов, горение, полимеризация).

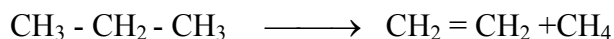


#### 4. Методы получения

##### 1. Крекинг

Алкены с небольшой молекулярной массой получают в промышленности крекингом фракций сырой нефти

крекинг

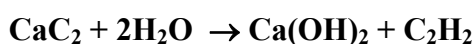


2. реакции элиминирования, в реакциях двойная связь образуется при отщеплении атомов или групп атомов от соседних атомов углерода. При этом сами атомы углерода переходят из  $sp^3$  в  $sp^2$  гибридное состояние.

В зависимости от природы отщепляющихся фрагментов реакции элиминирования имеют частные названия:

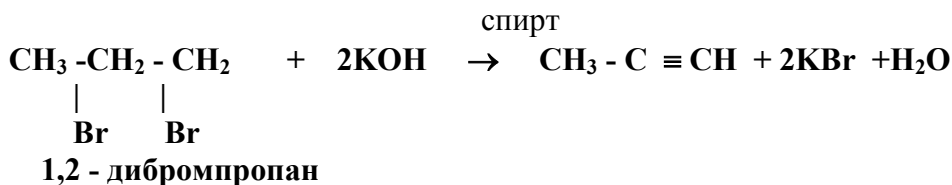
- дегидрогалогенирование (отщепление галогеноводорода)
- дегидратация ( -  $\text{H}_2\text{O}$ )
- дегалогенирование (- $\text{Hal}_2$ )

1. ацетилен получают, гидролизуя дикарбид (ацетилд) кальция холодной водой



Этим методом ацетилен впервые был получен Вёлером (1862). Карбидный синтез ацетилена используется в лабораторных целях и промышленности

2. Высшие алкины получают **дегидрогалогенированием дигалогеноалканов**. Эта реакция протекает с отщеплением двух молекул соответствующих галогеноводородов. Для ее проведения дигалогеноалканы подвергают кипячению с обратным холодильником в этанольном растворе гидроксида калия.



### 5. Применение и получение углеводов.

Многие алкены являются ценным сырьем для промышленного органического синтеза. Этилен служит сырьем для получения этанола, ацетальдегида, уксусной кислоты, этиленоксида, этиленгликоля, винилхлорида, полиэтилена.

Этилен и пропилен широко используются для получения полимеров - полиэтилена, полипропилена, идущих на изготовление пластмассовых изделий, синтетических волокон и каучуков.

## 1. 3 Лекция 3(Л-3).

### Тема «Ароматические углеводороды»

#### 1.3.1 Вопросы лекции:

1. Строение молекулы бензола. Понятие «ароматичности»
2. Классификация ароматических углеводородов
3. Номенклатура, изомерия
4. Физические и химические свойства
5. Правила ориентации в бензольном кольце
6. Способы получения ароматических углеводородов

#### 1.3.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1.Строение молекулы бензола. Понятие «ароматичности»

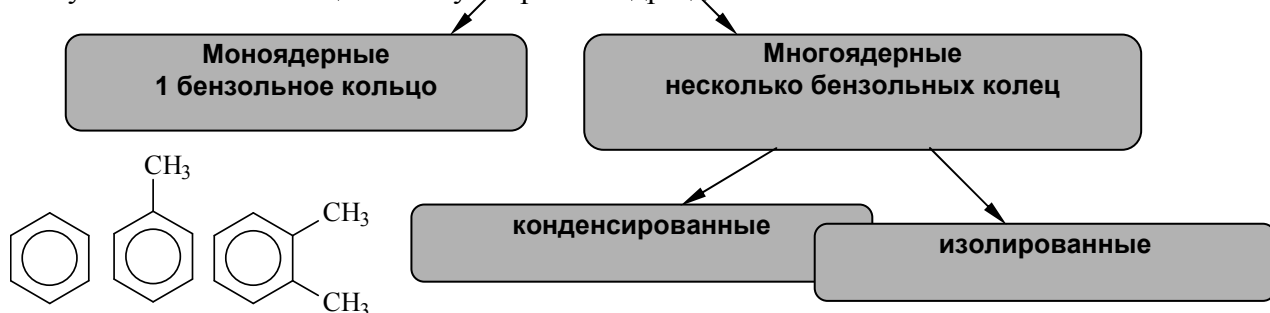
Ароматичность – общий признак некоторых циклических органических соединений, обладающих совокупностью особых свойств

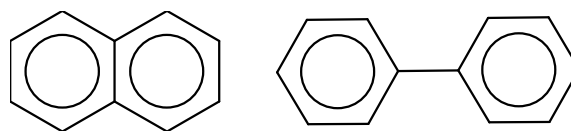
Ароматические соединения подчиняются правилу **Хюккеля**:

Ароматические молекулы должны иметь плоский циклический  $\sigma$ -скелет и **число обобщенных  $\pi$ -электронов равно  $4n+2$** , где  $n=1,2,3$ . **Только в этом случае молекула будет обладать ароматическим характером. Число обобщенных электронов может быть 6,10,14,**

### 2.Классификация ароматических углеводородов

По числу бензольных колец в молекуле арены подразделяются на:





### 3. Номенклатура, изомерия

Родоначальником ароматических углеводородов является бензол.

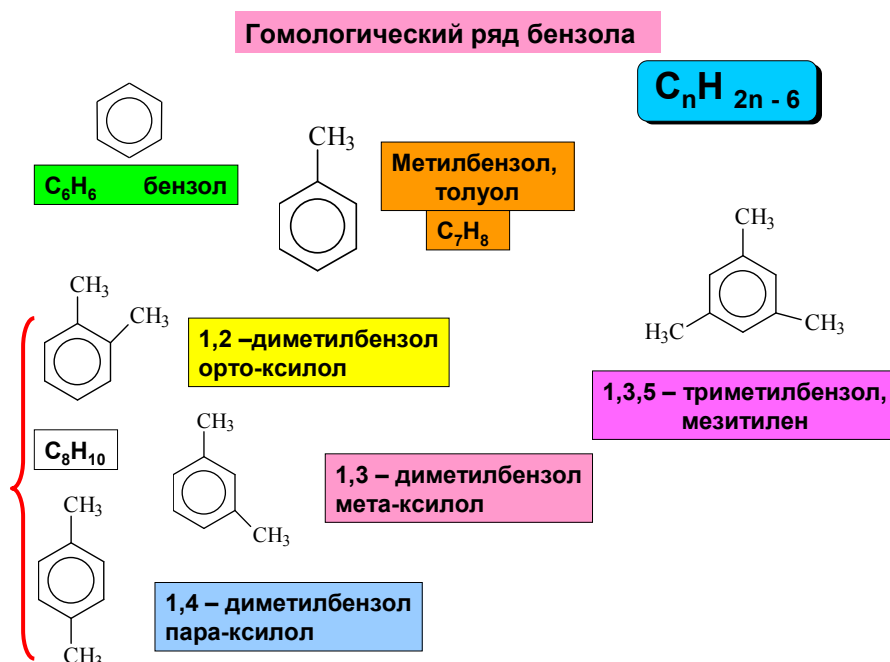
Первый гомолог бензола метилбензол, или толуол, не имеет изомеров. Следующему члену этого ряда  $C_8H_{10}$  может соответствовать несколько изомеров: этилбензол, а также три диметилбензола - орто, мета и пара - ксилолы.

Если число заместителей в бензоле больше двух, то положение каждого заместителя обозначают цифрой, при этом прибегают к такому порядку нумерации, чтобы получилась наименьшая комбинация цифр:

	систематическое название		
	бензол		1,2 -диметилбензол
	метилбензол		1,3 - диметилбензол

Гомологический ряд бензола имеет общую формулу





#### 4. Физические и химические свойства

Бензол - бесцветная жидкость с характерным запахом, в воде не растворяется, легко переходит в парообразное состояние, кипит при температуре 80,1 °С. При охлаждении бензол переходит в твердое кристаллическое состояние с температурой плавления 5,5 °С. Не смешивается с водой и в системе бензол - вода образует верхний из двух слоев. Однако он растворяется в неполярных органических растворителях и сам является хорошим растворителем для других органических соединений.

### ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

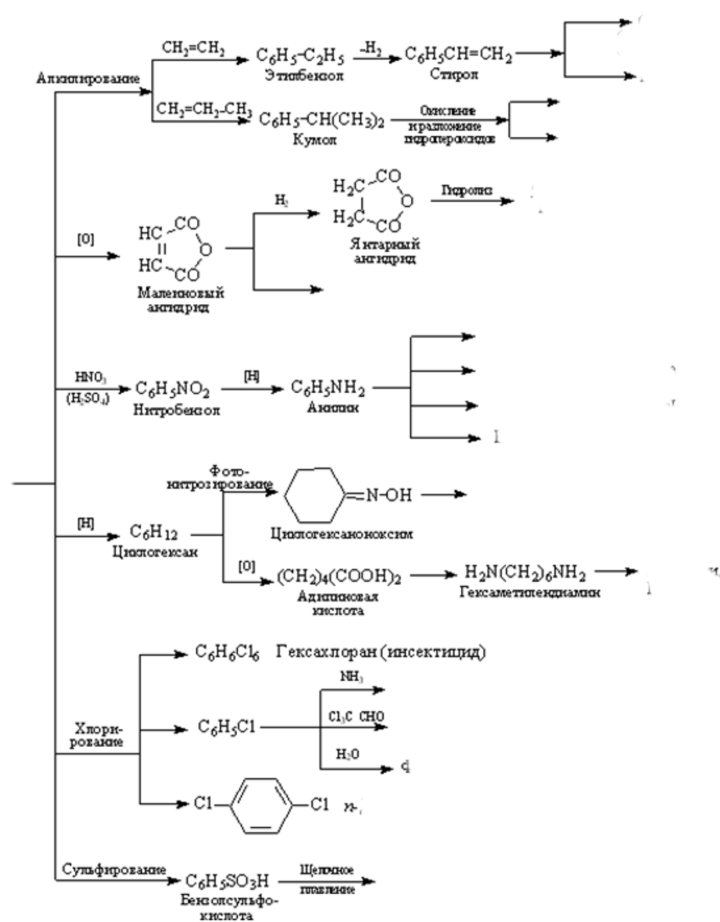
	формула	t пл. С°	T кип. С°
бензол	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	+5,5	80,1
толуол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>	-95,0	110,6
Этилбензол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	-95,0	136,2
ксилол	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		
Орто		-25,18	144,41
Мета		-47,87	139,1
пара		13,26	138,35
пропилбензол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	-99,0	159,2
кумол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH-(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-96,0	152,39

- Не характерны реакции присоединения
- не обесцвечивает бромную воду в обычных условиях
- Не обесцвечивает раствор перманганата калия при длительном кипячении

Объясняется высокой энергией сопряжения ароматической системы кольца

Вступают в реакции в результате которых сохраняется ароматичность, т.е. в реакции замещения

1. нитрование,
2. галогенирование,
3. сульфирование
4. алкилирование (реакции Фриделя -Крафтса) .
5. ацилирование

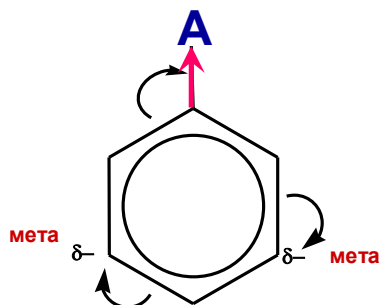
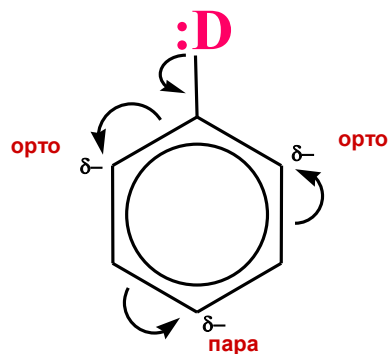




## 5. Правила ориентации в бензольном кольце

заместители 1 рода,  
пара и орто-ориентанты,  
электронодоноры

заместители 2 рода  
мета-ориентанты,  
электроноакцепторы



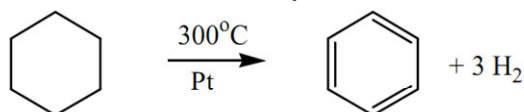
алкильные радикалы ( $-CH_3$ ,  $-C_2H_5$ ),  
•  $-OH$ ,  $-NH_2$   
•  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-I$

$-SO_3H$ ;  $-CCl_3$   
 $-NO_2$   
 $-COOH$ ;  $-CH=O$

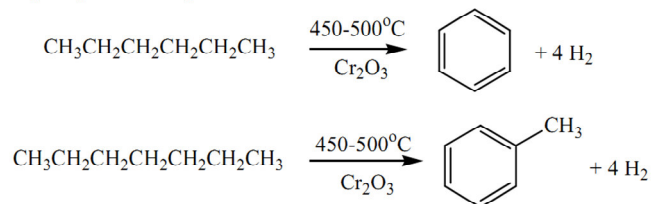
## 6. Способы получения ароматических углеводородов

### 1. Ароматизация циклоалканов и алканов

В 1912 г. Н.Д. Зелинский получил бензол



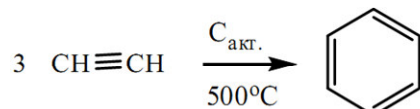
Работами учеников Зелинского было показано, что при пропускании паров гексана, гептана и других алканов, имеющих цепь не менее чем из шести атомов углерода, над оксидами некоторых металлов ( $Cr_2O_3$ ,  $V_2O_5$ ) образуются ароматические соединения:



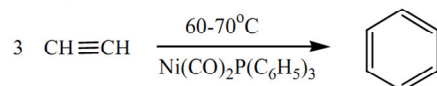
## 2. Выделение из каменноугольной смолы

### 3. Тримеризация алкинов

При температуре  $\sim 500^{\circ}\text{C}$  над активированным углем ацетилен тримеризуется в бензол (реакция Бертло – Зелинского):



На катализаторе В. Реппе тримеризация алкинов протекает в мягких условиях с большими выходами:



#### 1. 4 Лекция №4 ( 2 часа).

Тема: «Спирты. Фенолы. Простые эфиры»

##### 1.4.1 Вопросы лекции:

1. Одноатомные спирты
  - 1.1 Гомологический ряд.
  - 1.2 Номенклатура.
  - 1.3 Изомерия.
  - 1.4 Физические свойства.
  - 1.5 Получение одноатомных спиртов
  - 1.6 Химические свойства спиртов (основность и кислотность спиртов, галогенирование, дегидратация, образование сложных эфиров, окисление спиртов, реакция образования галоформа)
  - 1.7 Отдельные представители спиртов
2. Многоатомные спирты
  - 2.1 Двухатомные спирты (гликоли)
  - 2.2 Трехатомные спирты (глицерины)
3. Фенолы.
  - 3.1 Фенолы.
  - 3.2 Физические и химические свойства фенолов (реакции гидроксильной группы, реакция в бензольном кольце)
4. Простые эфиры Получение простых эфиров
  - 4.1 Физические и химические свойства простых эфиров
5. Применение спиртов, фенолов и простых эфиров

##### 1.4.2 Краткое содержание вопросов:

###### 1. Одноатомные спирты

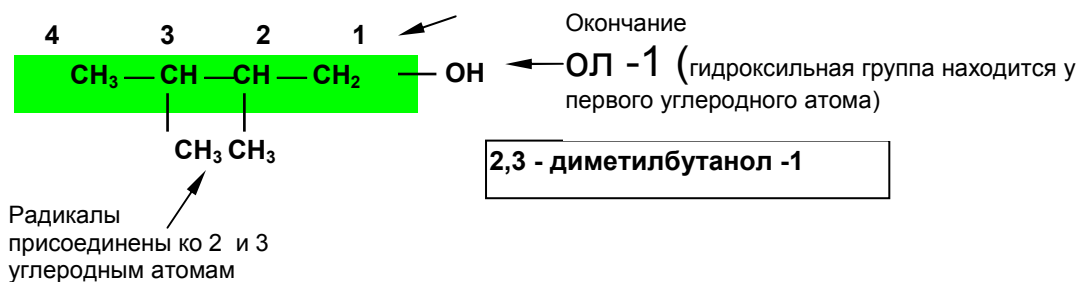
Спирты и фенолы относятся к кислородосодержащим соединениям

СПИРТЫ - производные углеводов, в молекулах которых содержится одна или несколько гидроксильных групп  $\text{OH}$ , связанных с насыщенными атомами углерода.

## Гомологический ряд. Номенклатура.

формула		название спирта
$\text{CH}_3\text{OH}$	МЕТАНОЛ	метилловый
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	ЭТАНОЛ	этиловый
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	ПРОПАНОЛ	пропиловый
$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	БУТАНОЛ	бутиловый
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	ПЕНТАНОЛ	амиловый
$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$	ГЕКСАНОЛ	гексиловый
$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{OH}$	ГЕПТАНОЛ	гептиловый
$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{OH}$	ОКТАНОЛ	октиловый

Самая длинная углеродная цепочка, содержащая гидроксильную группу (четыре атома углерода - бутан)



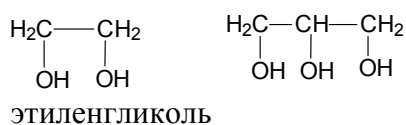
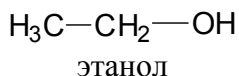
## Изомерия.

Для спиртов характерна изомерия положения гидроксильной группы и изомерия углеводородного скелета

## Классификация спиртов по числу гидроксильных групп

Одноатомные спирты

Многоатомные спирты



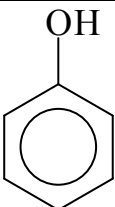
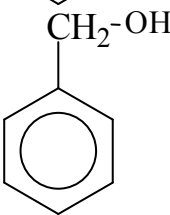
ПО УГЛЕВОДОРОДНОМУ РАДИКАЛУ СПИРТЫ КЛАССИФИЦИРУЮТ

Насыщенные  
алифатические  
 $\text{C}_n \text{H}_{2n+1}\text{OH}$ .

Ненасыщенные  
алифатические

ФЕНОЛЫ

Ароматические  
спирты

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$ <b>этанол</b>	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$ <b>2 -ПРОПЕНОЛ-1</b>	  <b>ФЕНОЛ</b> <b>БЕНЗИЛОВЫЙ СПИРТ</b>
---	--	---

**В зависимости от того, с каким углеродным атомом связана гидроксильная группа, спирты классифицируют на:**



#### **Физические свойства.**

- \* Предельные одноатомные спирты с числом атомов углерода  $\text{C}_1 - \text{C}_{12}$  - бесцветные жидкости,
- \*  $\text{C}_{13} - \text{C}_{20}$  - мазеобразные вещества,
- \*  $\text{C}_{21}$  и выше - твердые вещества.

Относительная плотность спиртов меньше единицы, они легче воды. Метиловый и этиловый спирты и низшие спирты ( $\text{C}_1 - \text{C}_3$ ) имеют специфический алкогольный запах и жгучий вкус и обладают сильным физиологическим действием. Другие жидкие спирты обладают удушливым и неприятным запахом..

Наличие полярной гидроксильной группы обуславливает способность образования связей молекулами спирта как между собой так и между молекулами полярных растворителей.

Низшие спирты ( $\text{C}_3$  включительно) смешиваются с водой во всех отношениях. С увеличением длины углеводородного радикала растворимость в воде заметно уменьшается. Для большинства спиртов характерна хорошая растворимость в органических растворителях.

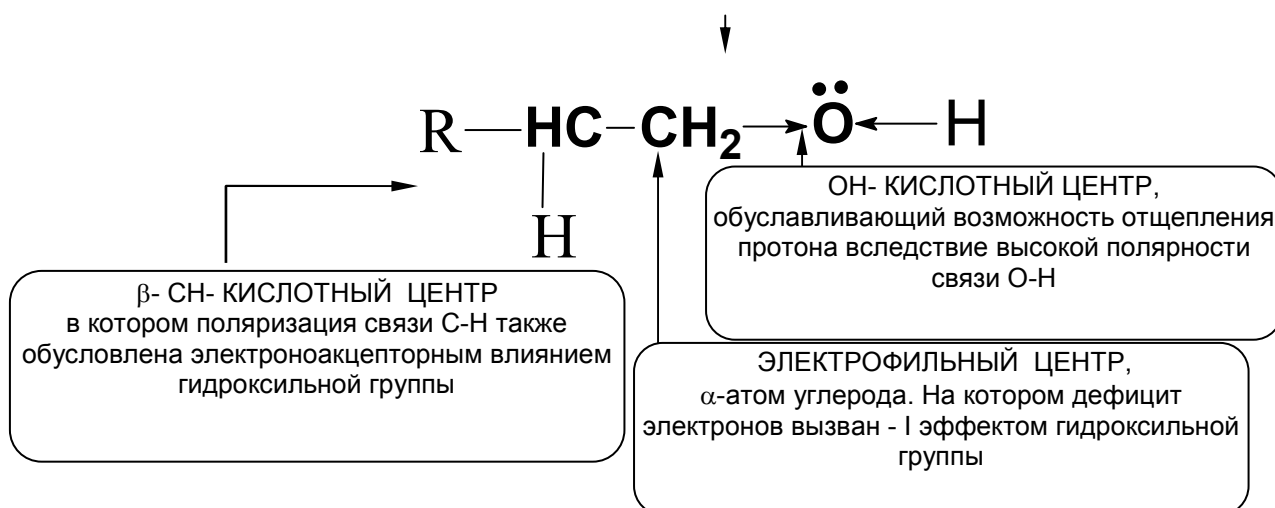
С увеличением числа атомов углерода в радикале и соответственно молекулярной массы спирта повышаются температура кипения спиртов, плотность, изменяется агрегатное состояние.

#### **Методы их получения. Отдельные представители класса спиртов.**

В свободном виде в природе спирты встречаются редко. Большое количество этилового спирта, а также пропиловый, изобутиловый и амиловый спирты получают из природных сахаристых веществ в результате брожения. Отдельные представители класса спиртов. Метанол, этанол, пропанол, пропанол-2

#### **Химические свойства спиртов**

НУКЛЕОФИЛЬНЫЙ И П--ОСНОВНЫЙ ЦЕНТР  
 атом кислорода. Имеющий неподеленные пары электронов



Основность и кислотность спиртов, галогенирование, дегидратация, образование сложных эфиров, окисление спиртов, реакция образования галоформа

**основность и кислотность спиртов,  
галогенирование,  
дегидратация,  
образование сложных эфиров,  
окисление спиртов,  
реакция образования галоформа)**

## 2. Многоатомные спирты

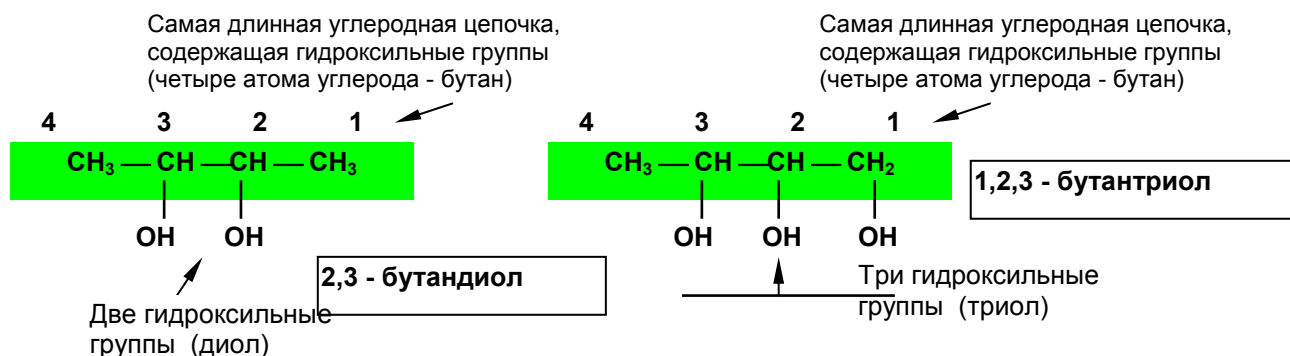
### 2.1 Двухатомные спирты (гликоли)

### 2.2 Трехатомные спирты (глицерины)

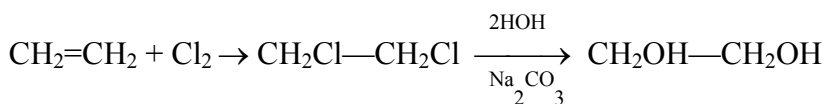
#### Номенклатура

По заместительной номенклатуре в качестве главной выбирают самую длинную цепь, содержащую наибольшее количество групп ОН. Наличие двух ОН обозначается окончанием -диол, трех -триол, четырех- тетрол и т.д., добавляемых к названию соответствующего главной цепи нормального алкана.

**Многоатомные спирты с четырьмя атомами углерода носят названия эритритов; в пятью - пентиты, с шестью - гекситы.**

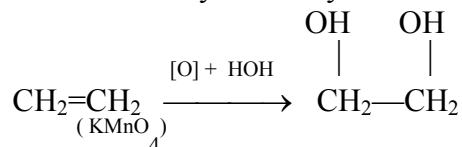


Этиленгликоль получают щелочным гидролизом 1,2-дихлорэтана, а последний — хлорированием этилена:



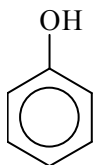
(давление)

Из этилена этиленгликоль может быть получен и путем окисления в водном растворе (реакция Е.Е. Вагнера, 1886):



### 3. Фенолы.

#### 3.3 Фенолы.



ФЕНОЛ

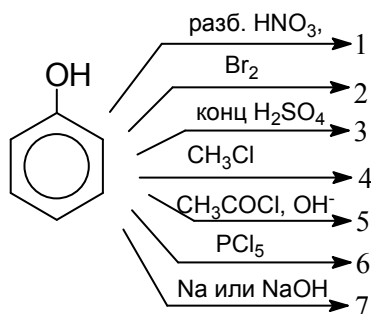
Фенолы - это производные аренов в которых один или несколько атомов водорода ароматического кольца замещены на гидроксильные группы

#### Классификация по числу гидроксильных групп

#### 3.4 Физические и химические свойства фенолов (реакции гидроксильной группы, реакция в бензольном кольце

все простейшие фенолы при нормальных условиях представляют собой твердые вещества с невысокой температурой плавления. фенол - бесцветное кристаллическое вещество с температурой плавления 43<sup>0</sup>С. он имеет характерный запах. фенолы плохо растворяются в воде, но хорошо в орг. растворителях, в частности в спиртах и эфирах. фенол ограниченно смешивается с водой лишь при температурах ниже 66<sup>0</sup>. выше 66 фенол смешивается с водой в любых пропорциях.

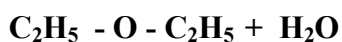
**фенолы и особенно нафтолы относятся к высоко токсичным веществам!!!**



### 4. Простые эфиры Получение простых эфиров

#### 3.5 Физические и химические свойства простых эфиров

При слабом нагревании ( не выше 140<sup>0</sup> С) с серной кислотой происходит отщепление 1 молекулы воды от 2 молекул спирта с образованием простого эфира. Например:





### диэтиловый эфир

Диэтиловый эфир ( часто называют его «серным эфиром» - бесцветная , очень летучая, легко воспламеняющаяся жидкость с приятным запахом, кипит при тем - ре  $34.6^{\circ}\text{C}$ . Пары эфира образуют с воздухом взрывчатую смесь. Эфир применяется в качестве растворителя жиров, углеводов и других органических веществ, для наркоза при хирургических операциях ( впервые его применил крупнейший хирург Пирогов). При контакте эфира с кислородом воздуха образуются вредные вещества. Поэтому эфир хранят в склянках оранжевого цвета в прохладном и темном месте. Срок годности эфира для наркоза 6 мес.

## 5.Применение спиртов, фенолов и простых

В свободном виде в природе спирты встречаются редко. Большое количество этилового спирта, а также пропиловый, изобутиловый и амиловый спирты получают из природных сахаристых веществ в результате брожения. Отдельные представители класса спиртов. Метанол, этанол, пропанол, пропанол-2

ФЕНОЛ	<p>бесцветные кристаллы, розовеющие на воздухе. Впервые был выделен из каменноугольной смолы. Применяется в производстве ФФС, капролактама. Пикриновой кислоты, красителей, пестицидов, лекарственных средств (салициловой кислоты и ее производных)</p> <p>Фенол обладает антисептическим действием и применяется в виде 2-5 % растворов для дезинфекции предметов домашнего и больничного обихода. Однако его применение в медицине ( и только как наружного средства) ограничено в связи с токсичностью</p> <p>С раствором хлорида железа фенол дает фиолетовое окрашивание, обусловленное ионом <math>\text{C}_6\text{H}_5\text{OFe}^{2+}</math></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Для определения фенола служит реакция Либермана. Для этого фенол обрабатывают концентрированной серной кислотой и добавляют несколько капель водного раствора нитрита натрия. При разбавлении раствор приобретает красное окрашивание, при добавлении едкого натрия окраска переходит в голубую. Эта цветная реакция объясняется образованием индофенола, натриевая соль которого имеет синюю окраску.</li></ul>
КРЕЗОЛЫ	<p>Содержатся в каменноугольной смоле, а также в дегте полукоксования бурого угля. Обладают дезинфицирующим действием.</p> <p>Дезинфицирующая жидкость лизол представляет собой раствор крезолов в мыльной воде. Используются для консервации дерева, в производстве фенопластов и антиоксидантов.</p>
Тимол (2окси-4- изопропилтолуол)	<p>Содержится в тимьяне. Используется в качестве антисептика средней силы в зубных пастах для полоскания рта.</p>
ПИРОКАТЕХИН 1,2 ДИОКСИБЕНЗОЛ)	<p>Обнаружен в растениях. Применяется в производстве душистых веществ. Синтетический гормон -Адреналин.</p>

## 1.5 Лекция 5 (Л-5) ( 2часа).

### Тема: Альдегиды и кетоны

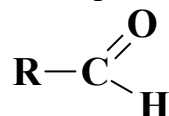
#### 1.5.1 Вопросы лекции:

1. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия.
2. Физические и химические свойства альдегидов и кетонов
3. Понятие о непредельных и ароматических альдегидах.
4. Получение альдегидов и кетонов.
5. Применение альдегидов и кетонов.

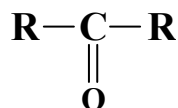
#### 1.5.2 Краткое содержание вопросов:

##### Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия.

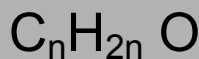
Альдегиды - соединения, в которых карбонильная группа соединена с углеводородным радикалом и атомом водорода,



Кетоны - карбонильные соединения в которых карбонильная группа связана с двумя одинаковыми или разными радикалами,



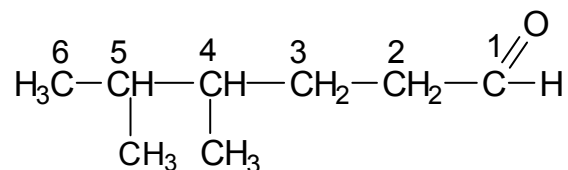
Гомологические ряды альдегидов и кетонов имеют одинаковую общую формулу



#### АЛЬДЕГИДЫ

алифатические		
Метаналь $\text{CH}_2\text{O}$	$\text{HC} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$	формальдегид муравьиный альдегид
Этаналь $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$	ацетальдегид (уксусный альдегид)
Пропаналь $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$	пропионовый альдегид
Бутаналь $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{H}_2\text{C}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$	масляный альдегид

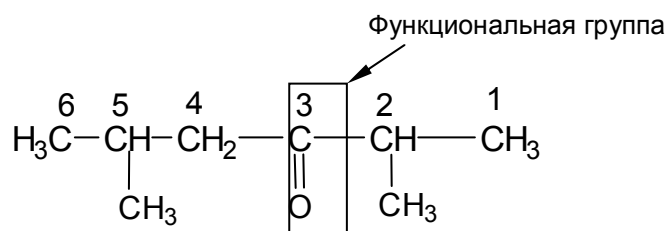
#### Альдегиды





положение радикалов	число одинаковых радикалов	Название		окончание (вид связи)	положение связи	окончание для функциональной группы	положение группы
		радикалов	углеводорода главной цепи (корень)				
4,5	ди	метил	гекс	ан		аль	1
4,5 - диметилгексаналь							

## Кетоны



положение радикалов	число одинаковых радикалов	Название		окончание (вид связи)	положение связи	окончание для функциональной группы	положение группы
		радикалов	углеводорода главной цепи (корень)				
2,5	ди	метил	гекс	ан		он	3
2,5 диметилгексанон -3							

## 2. Физические и химические свойства альдегидов и кетонов

Простейший представитель гомологического ряда альдегидов -

- муравьиный альдегид - газ,
- уксусный альдегид - легкокипящая жидкость  
(кипит при температуре 20 °С).

Муравьиный и уксусный альдегиды обладают острым удушливым запахом, хорошо растворяются в воде. 40 % раствор формальдегида носит название формалина.

- Последующие представители жидкости,
- высшие альдегиды - твердые вещества.

Первые представители кетонов - жидкости, хорошо растворяются в воде, например ацетон. С увеличением молекулярной массы альдегидов и кетонов растворимость их в воде уменьшается.

Химические свойства альдегидов

- реакции, идущие по СНО группе
- реакции, идущие по С=О группе
- реакции, идущие по водороду в радикале

Реакция с водой

Присоединение спиртов.

Реакция с гидросульфитом натрия

Присоединение циановодорода.

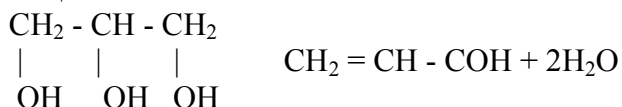
Альдольная конденсация  
Восстановление  
Окисление  
качественные реакции

### 3. Понятие о непредельных и ароматических альдегидах.

Непредельные альдегиды

Простейший непредельный альдегид - акролеин

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COH}$  жидкость с резким неприятным запахом, раздражающим слизистые оболочки. Ему присущи реакции, характерны для этиленовых углеводородов и альдегидов. Акролеин выделяется при обезвоживании глицерина специальными веществами



Этот процесс наблюдается при прогоркании жиров, которые содержат остаток глицерина. Акролеин применяется для получения некоторых полимеров.

### 4. Получение альдегидов и кетонов.

Альдегиды и кетоны по степени окисления занимают промежуточное положение между углеводородами и спиртами и карбоновыми кислотами. Поэтому для получения альдегидов и кетонов соответственно используют методы окисления, либо восстановления соединений указанных классов

### 5. Применение альдегидов и кетонов.

Формальдегид	Формальдегид представляет собой бесцветный, резко пахнущий газ, хорошо растворимый в воде. Смесь 40 % формальдегида, 52% воды и 8% метанола является продажным формалином. В водных растворах формалин почти полностью гидратирован. Водный раствор метаноля (формалин) обладает сильными дезинфицирующими свойствами. Для хранения анатомических препаратов. Хлоральгидрат и тример этаноля используются в медицинской практике как снотворные средства. Действие снотворных средств заключается в угнетении центральной нервной системы. Хлораль входит в состав некоторых анальгетиков. Инсектицид ДДТ. Находит применения при производстве фенолформальдегидных смол
--------------	--

## 1. 6 Лекция № 6 (2 часа).

Тема: «Карбоновые кислоты»

### 1.6.1 Вопросы лекции

- 1 Монокарбоновые кислоты: Дикарбоновые кислоты: Ароматические карбоновые Непредельные карбоновые кислоты. Окси и оксокислоты:
- 2 Гомологический ряд; номенклатура;
- 3 Получение;
- 4 Физические свойства и химические свойства кислот
- 5 Отдельные представители карбоновых кислот.
- 6 Производные карбоновых кислот (хлорангидриды; ангидриды; сложные эфиры; амиды (мочевина, нитрилы);

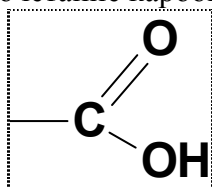
### 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Монокарбоновые кислоты: Дикарбоновые кислоты: Ароматические карбоновые. Непредельные карбоновые кислоты. Окси и оксокислоты:

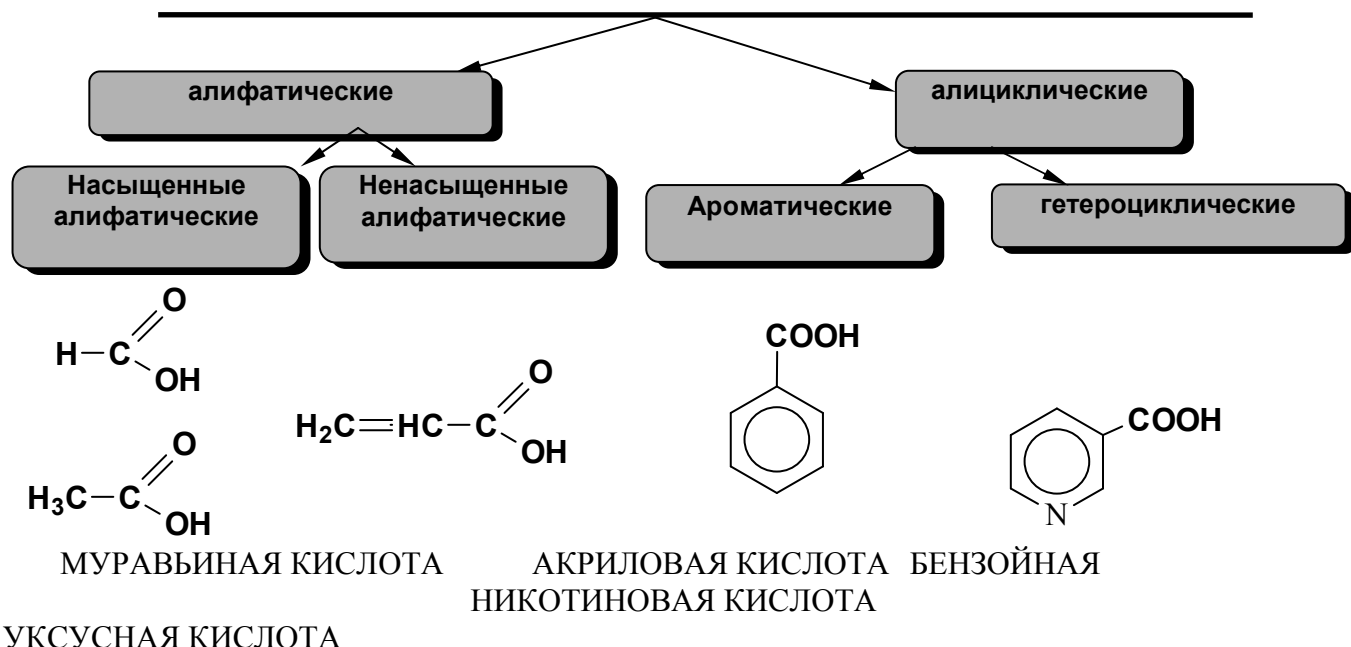
Карбоновыми кислотами называются соединения, в которых функциональной группой является карбоксильная группа – COOH

Карбоновые кислоты - органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп, соединенных с углеводородным радикалом (исключение - муравьиная кислота).

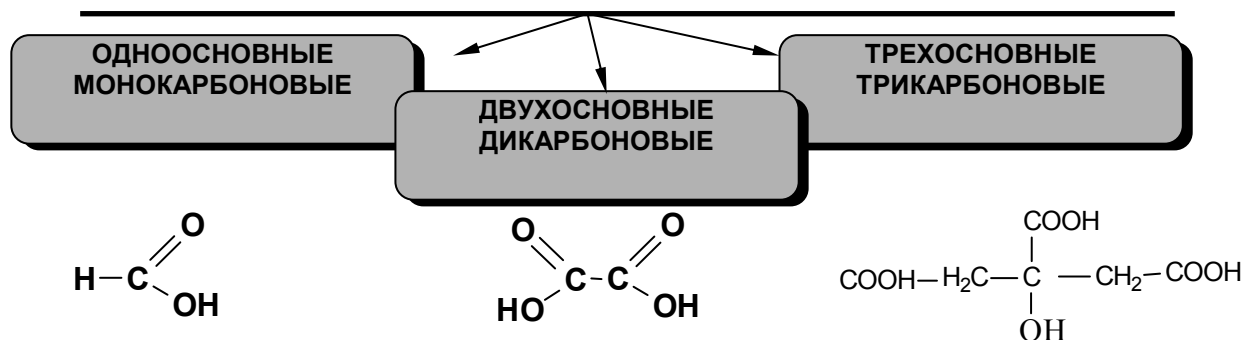
Ее можно рассматривать как сочетание карбонильной и гидроксильной групп



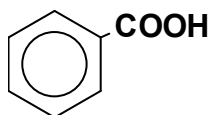
ПО СТРОЕНИЮ УГЛЕВОДОРОДНОГО РАДИКАЛА,  
СВЯЗАННОГО С КАРБОКСИЛЬНОЙ ГРУППОЙ  
КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ КЛАССИФИЦИРУЮТ



ПО ЧИСЛУ КАРБОКСИЛЬНЫХ ГРУПП  
КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ КЛАССИФИЦИРУЮТ

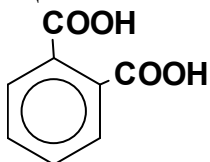


МУРАВЬИНАЯ



БЕНЗОЙНАЯ

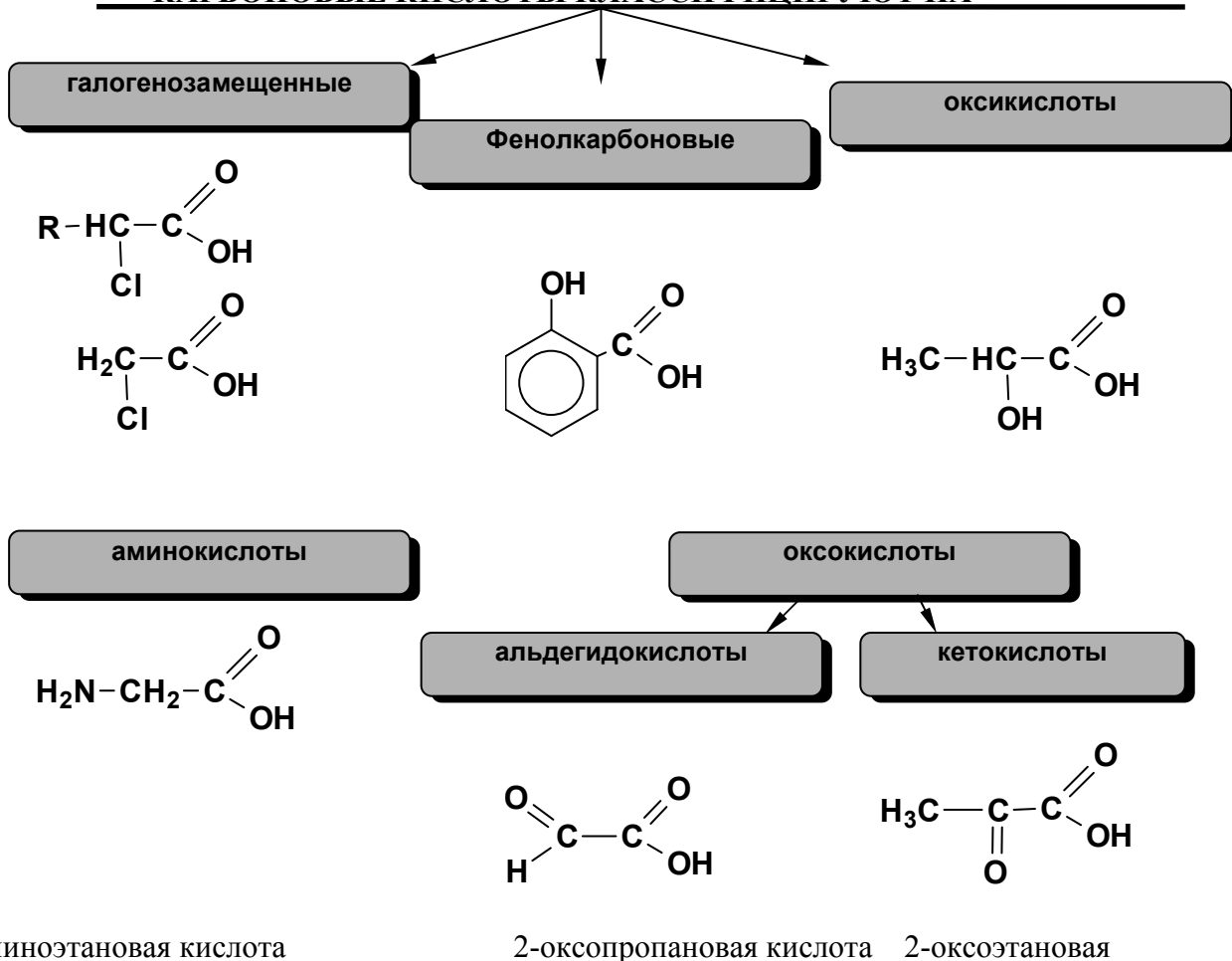
ЩАВЕЛЕВАЯ



ФТАЛЕВАЯ КИСЛОТА

ЛИМОННАЯ

**ПО ПРИСУТСТВИЮ ДРУГИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП  
КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ КЛАССИФИЦИРУЮТ НА**



**2. Гомологический ряд; номенклатура;**

Алифатические кислоты называют, прибавляя к названию родоначального углеводорода суффикс -овая ( для дикарбоновых -диовая). Нумерацию алифатических кислот всегда производят так, что наименьший номер дается карбоксильной

Число атомов  
углерода (5)

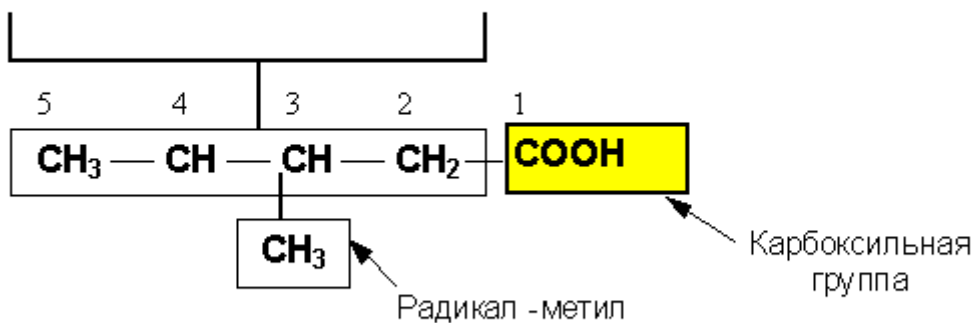
связь

Функциональная  
группа

ПЕНТ

АН

-ОВАЯ

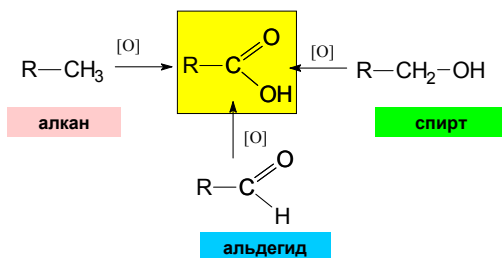


### 3- метилпентановая кислота

	формула	название	
1	$\text{H} - \text{COOH}$	метановая	муравьиная
2	$\text{CH}_3 - \text{COOH}$	этановая	уксусная
3	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	пропановая	пропионовая
4	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	бутановая	масляная
4	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-метилпропановая	изомасляная

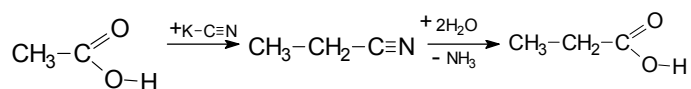
### 3.Получение;

#### Получение предельных монокарбоновых кислот

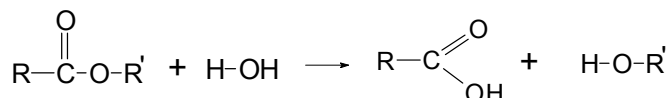


## Нитрильный синтез

наращивание углеродной цепи



## Гидролиз сложных эфиров



### 4. Физические свойства и химические свойства кислот

Первые 3 члена гомологического ряда кислот - муравьиная, пропионовая - жидкости, хорошо растворяющиеся в воде и имеющие резкий запах. Далее начиная с масляной кислоты, следуют маслянистые жидкости с резким неприятным запахом и плохо растворяющиеся в воде. Высшие кислоты с числом атомов углерода 10 и выше - твердые вещества, без запаха и не растворяющиеся в воде.

#### Химические свойства

а) реакции, идущие по водороду в COOH группе

б) реакции, идущие по OH группе

в) реакции, идущие по водороду в радикале

образование солей,

этерификация,

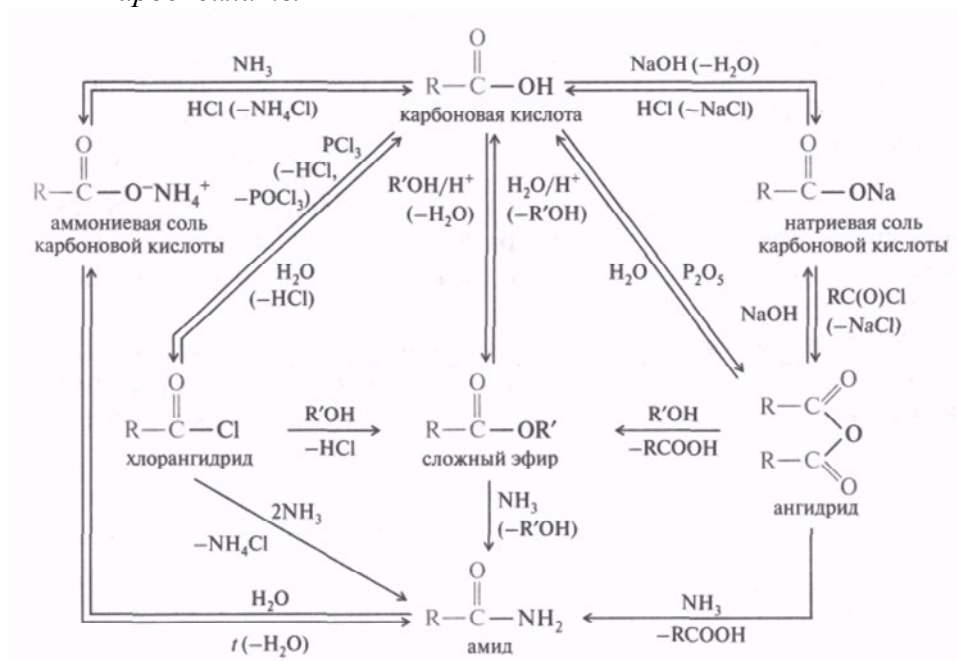
галогенирование,

восстановление,

окисления,

дегидратация,

карбоксилаты

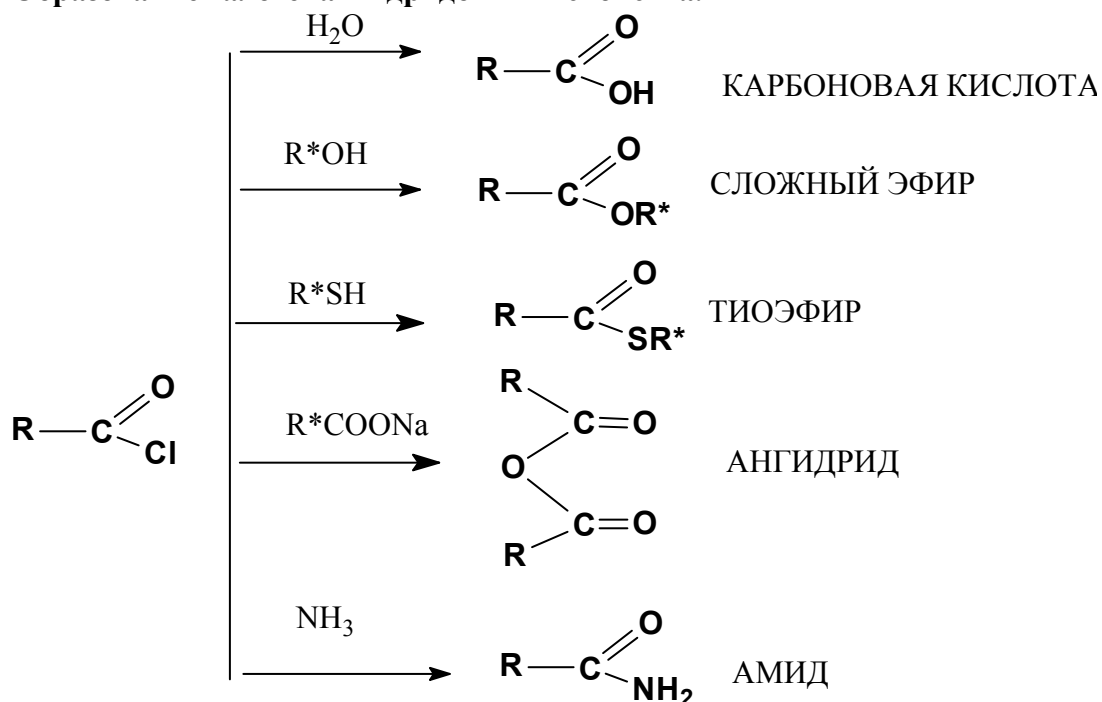


## 5. Отдельные представители карбоновых кислот.

муравьиная  
уксусная  
пропионовая  
масляная  
изомасляная  
валериановая  
изовалериановая

## 6. Производные карбоновых кислот (хлорангидриды; ангидриды; сложные эфиры; амиды (мочевина, нитрилы);

Образование галогенангидридов и их свойства.



Образование ангидридов и их свойства.

Образование сложных эфиров и их свойства.

Образование амидов и превращение их в нитрилы

### 1. 7 Лекция №7 (2 часа).

Тема: «Сложные эфиры. Жиры»

#### 1.7.1 Вопросы лекции:

1. Сложные эфиры. Классификация.
2. Состав и строение.
3. Физические и химические свойства жиров. Аналитическая характеристика жиров; кислотное число, число омыления, йодное число. Мыла, детергенты.
4. Сложные липиды: фосфатиды, лецитины, кефалины, серинфосфатиды.

## 1.7.2 Краткое содержание вопросов:

### 1.Сложные эфиры. Классификация.

Важнейшими производными карбоновых кислот являются сложные эфиры. Их получают взаимодействием кислот со спиртами.

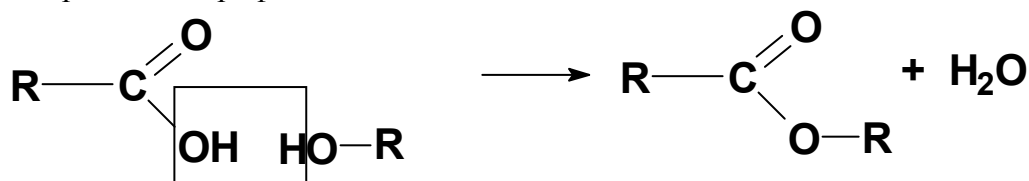
**Сложные эфиры-** производные карбоновых кислот, в которых атом водорода карбоксильной группы замещен на углеводородный радикал.

Реакция образования эфира носит название реакции этерификации (от лат - эфир).

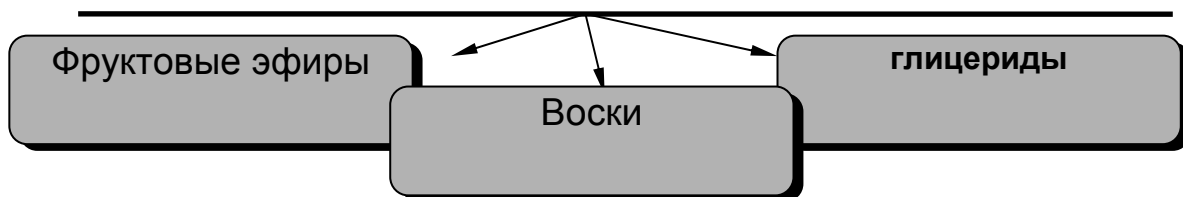
В реакции этерификации могут принимать участие низшие и высшие. Предельные и непредельные карбоновые кислоты и спирты.

Эта реакция протекает медленно, поэтому обычно ее проводят в присутствии сильных неорганических кислот ( чаще всего серной), ускоряющих реакцию.

В процессе этерификации выделяется вода.



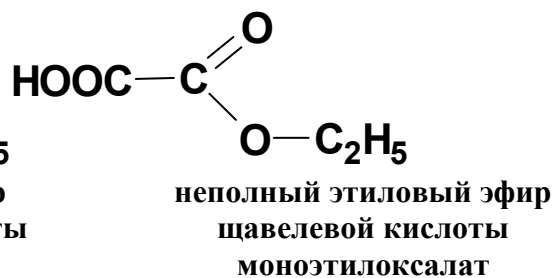
**ЭФИРЫ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ ДЕЛЯТ НА ТРИ ГРУППЫ**



### 2.Состав и строение.

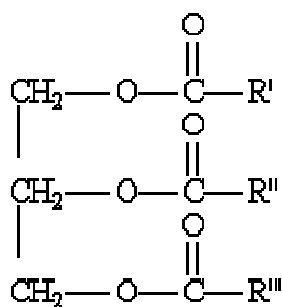
**Названия сложных эфиров** производятся от названия тех кислот и спиртов, которые их образуют.

**Прибавить название спиртового радикала к названию кислоты, овая на ат**

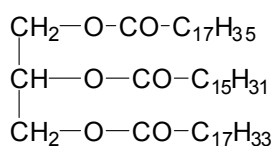




Жир - смесь сложных эфиров, образованных трехатомным спиртом - глицерином и высшими карбоновыми кислотами. Общая формула жиров:



Нумеруют углеродные атомы в остатке глицерина, а затем указывают положение и название заместителей с добавлением слова «глицерин»



### 1 -стеароил-2пальмитоил-3-олеоилглицерин

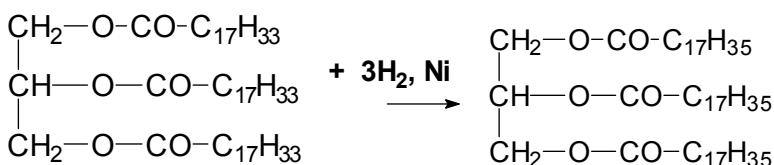
### 3.Физические и химические свойства жиров. Аналитическая характеристика жиров; кислотное число, число омыления, йодное число. Мыла, детергенты.

По агрегатному состоянию при комнатной температуре жиры делятся на жидкие и твердые. *Твердые* жиры, как правило, образованы предельными кислотами, *жидкие* жиры (их часто называют *маслами*) — непредельными.

Жиры растворимы в органических растворителях и нерастворимы в воде.

1. *Гидролиз*, или *омыление*, *жиров* происходит под действием воды (обратимо) или щелочей (необратимо). При щелочном гидролизе образуются соли высших жирных кислот, называемые *мылами*.

2. *Гидрогенизацией жиров* называется процесс присоединения водорода к остаткам непредельных кислот, при этом жиры из жидких превращаются в твердые.



### 3. Окисление жиров

**Относительное содержание остатков различных кислот (ацилов) в смеси триглицеридов оказывает большое влияние на физические и химические свойства жиров**

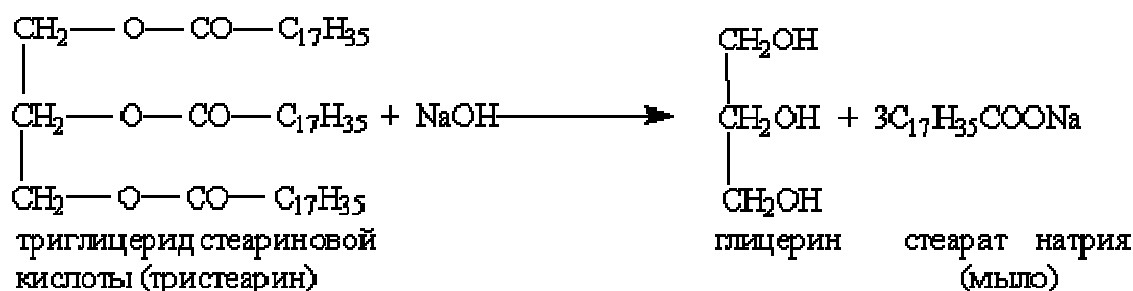
Количество входящих в состав жира остатков непредельных кислот можно определить с помощью иодного или бромного числа. Чем оно выше, тем более непредельны глицериды

Иодное -число - количество грамм иода, которое может присоединиться к непредельным кислотам в 100 г жира.

Кислотное число - число миллиграммов гидроксида калия, необходимое для нейтрализации свободных кислот в 1 г жира.

*Мыла — это соли высших карбоновых кислот.* Обычные мыла состоят главным образом из смеси солей пальмитиновой, стеариновой и олеиновой кислот. Натриевые соли образуют твердые мыла, калиевые соли — жидкие мыла.

Мыла получают при гидролизе жиров в присутствии щелочей:



#### 4.Сложные липиды: фосфатиды, лецитины, кефалины, серинфосфатиды.

##### Классификация липидов

<u>простые</u>	<u>сложные</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• жиры</li> <li>• воски,</li> <li>• стериды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• фосфолипиды,</li> <li>• гликолипиды</li> <li>• сульфолипиды</li> <li>• липопротейны</li> </ul>

К этой группе глицеридов относятся диглицериды жирных кислот в которых одна из спиртовых групп глицерина замещена на остатки или производные фосфорной кислоты (фосфатиды или фосфолипиды), серной кислоты (сульфолипиды) и др.

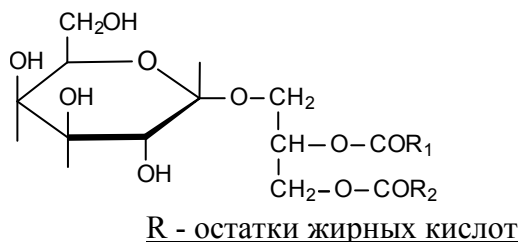
##### Гликолипиды

**Гликолипиды - это сложные соединения, содержащие липидный и углеводный фрагменты.**

выполняют не только структурные, но и регуляторные функции. Они входят в состав плазматических мембран и мембранных систем клетки, обладают антигенными свойствами. Различают

***гликолипиды, гликофосфолипиды, серингликолипиды.***

Нейтральные гликолипиды были выделены из растений (зерно пшеницы, водоросли, зеленые листья растений), из животных тканей (головной мозг), из микроорганизмов, углеводным компонентом из является галактоза.



## 1. 8 Лекция №8 ( 2 часа).

### 1.8.1 Вопросы лекции:

1. Углеводы. Классификация.
2. Оптическая изомерия, D и L -ряды.
3. Таутомерия. Открытые и циклические формы. Мутаротация. Аномеры.
4. Номенклатура и способы изображения (формулы Фишера, Хеуорса).
5. Распространение в природе, синтетические способы получения.
6. *Моносахариды*. Физические и химические свойства. Гликозиды.
7. *Дисахариды*. Классификация. Невосстанавливающие дисахариды: сахароза. Строение, свойства, значение. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, лактоза, целлобиоза. Строение и свойства.
8. *Полисахариды*. Крахмал, гликоген. Строение, физические и химические свойства. Гидролиз крахмала. Декстрины. Распространение в природе. Значение. Целлюлоза (клетчатка). Распространение в природе, строение, физические и химические свойства, значение.

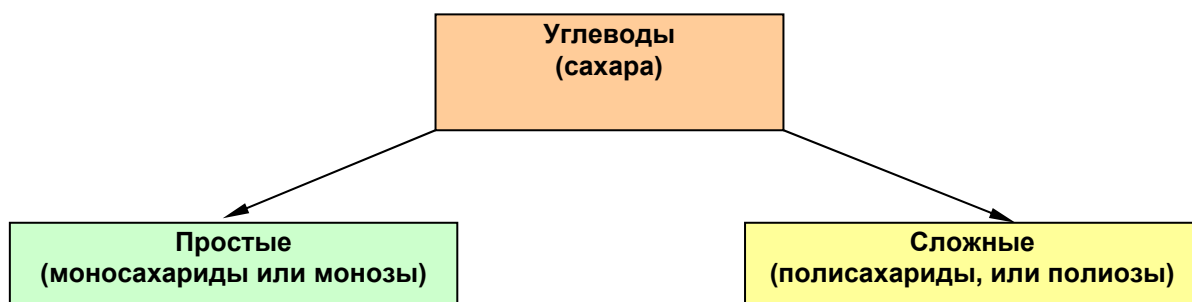
### 1.8.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Углеводы. Классификация.

Углеводы, обширная группа органических соединений, входящих в состав всех живых организмов.

Под общим названием углеводы объединяют соединения, к которым относятся сладкие на вкус, растворимые в воде вещества, называемые сахарами, и родственные им по химической природе, но гораздо более сложные по составу, нерастворимые и не имеющие сладкого вкуса соединения, например крахмал и целлюлоза.

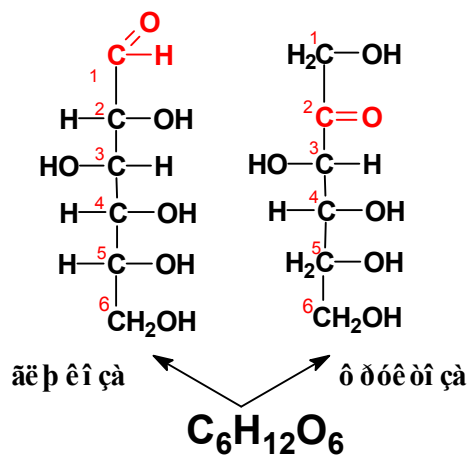
Название углеводы - историческое, оно появилось на основании анализа первых известных углеводов. По данным анализа углеводов в их состав входят элементы углерод, водород и кислород, причем с таким же соотношением атомов водорода и кислорода, как и в воде (углерод + вода → углеводы). Поэтому углеводам приписывали общую формулу  $C_m(H_2O)_n$ . Таким образом, они представляют собой как бы гидраты углерода.



#### 2. Оптическая изомерия, D и L -ряды.

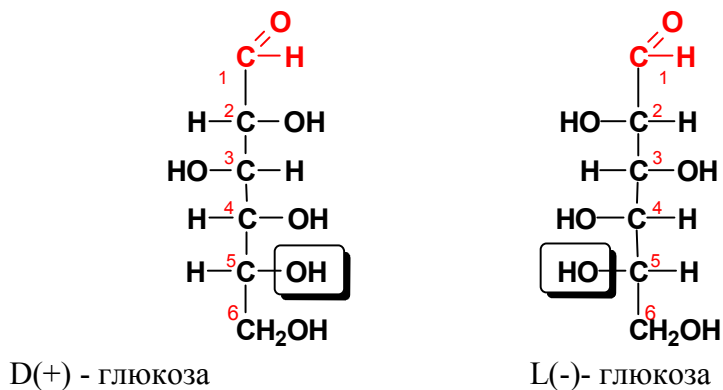
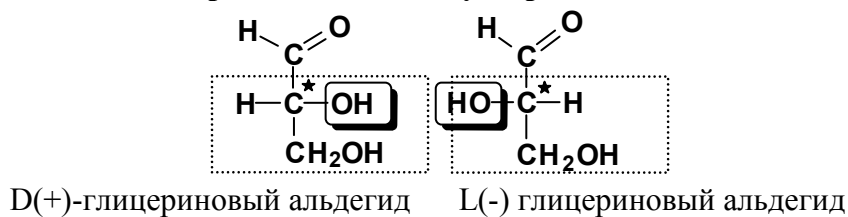
Изомерия определяется:

- 1) положением карбонильной группы



### АЛЬДОЗЫ ИЗОМЕРНЫ КЕТОЗАМ

- 2) наличием асимметрических атомов углерода

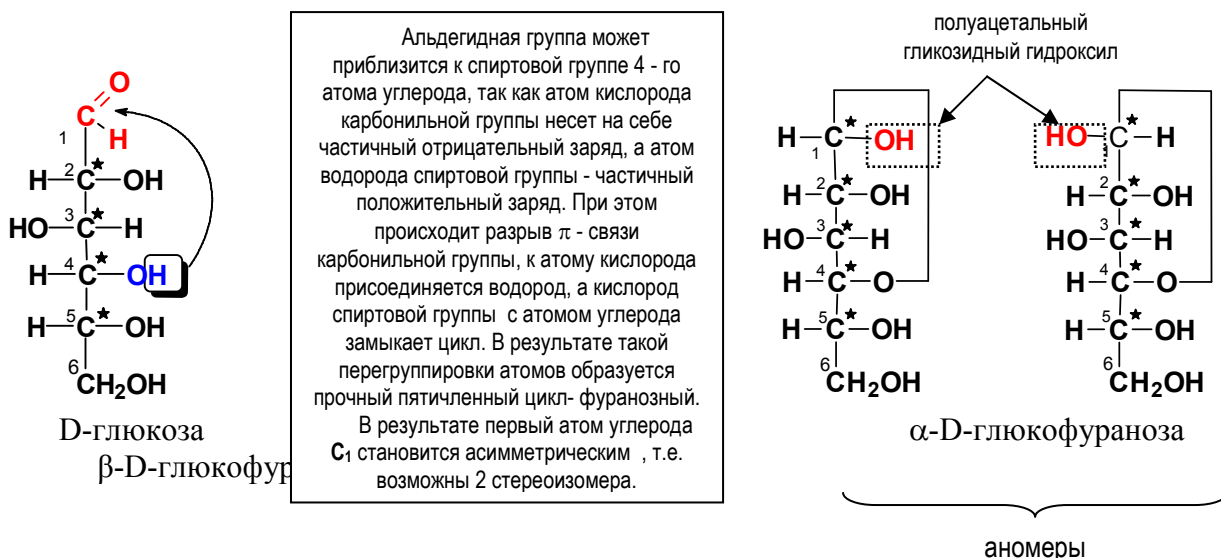


### 3.Таутомерия. Открытые и циклические формы. .Мутаротация. Аномеры.

Цикло-цепная таутометрия – способность цепной и циклической формы самопроизвольно переходить одной в другую в водных растворах.

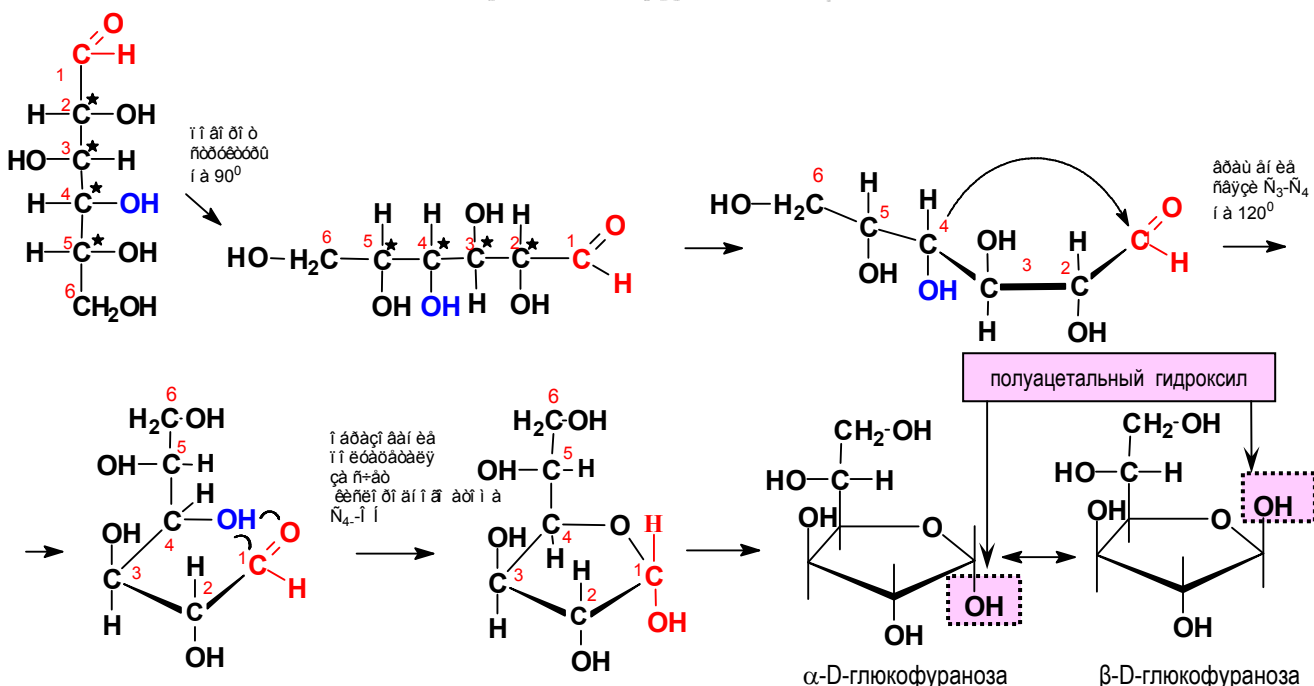
#### Образование циклических форм глюкозы

##### Образование фуранозного цикла



#### 4. Номенклатура и способы изображения (формулы Фишера, Хеуорса).

##### Образование фуранозного цикла



**Мутаротация – явление самопроизвольного изменения угла вращения плоскости поляризации при стоянии свежеприготовленного раствора сахара.**

#### 5. Распространение в природе, синтетические способы получения.

Углеводы, обширная группа органических соединений, входящих в состав всех живых организмов.

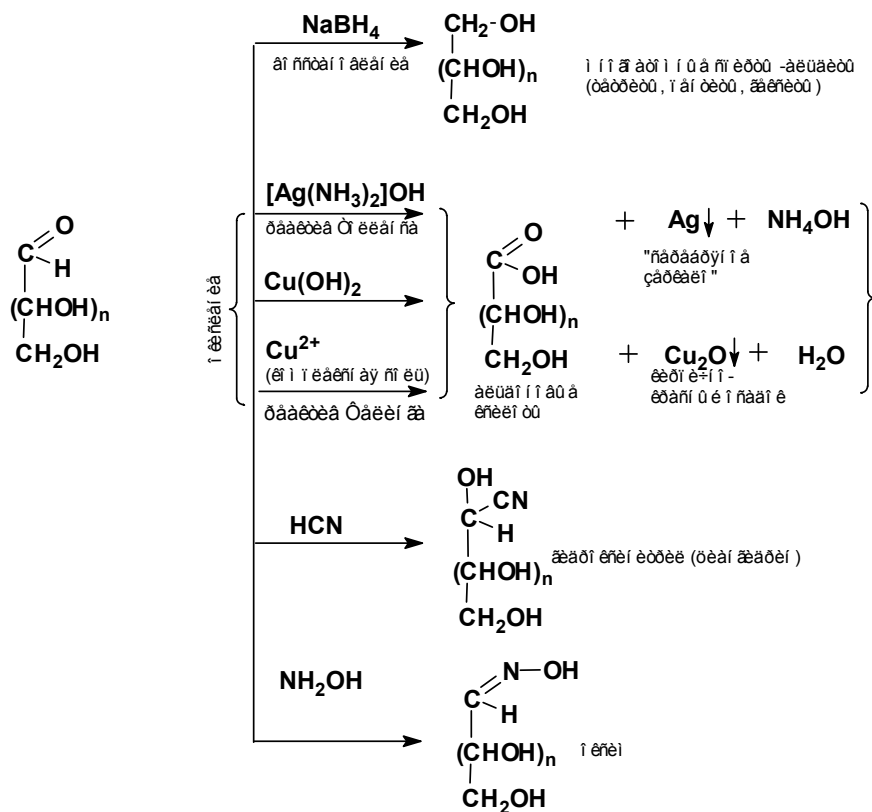
Под общим названием углеводы объединяют соединения, к которым относятся сладкие на вкус, растворимые в воде вещества, называемые сахарами, и родственные им по химической природе, но гораздо более сложные по составу, нерастворимые и не имеющие сладкого вкуса соединения, например крахмал и целлюлоза.

Углеводы составляют главную часть пищевого рациона человека, в связи с чем широко используются в пищевой и кондитерской промышленности (крахмал, сахароза и др.). Кроме того, в пищевой технологии применяют структурированные вещества полисахаридной природы, не имеющие сами по себе пищевой ценности, - гелеобразователи, загустители, стабилизаторы суспензий и эмульсий (альгинаты, агар, пектины, растительные галактоманнаны и др.). Превращения моносахаридов при спиртовом брожении лежат в основе процессов получения этанола, пивоварения, хлебопечения; другие виды брожения позволяют получать из сахаров биотехнологическими методами глицерин, молочную, лимонную, глюконовую кислоты и многие другие вещества. Глюкозу, аскорбиновую кислоту, углеводсодержащие антибиотики, гепарин широко применяют в медицине. Целлюлоза служит основой для получения вязкого волокна, бумаги, некоторых пластмасс.

Функции углеводов в живых организмах чрезвычайно многообразны. В растениях моносахариды являются первичными продуктами фотосинтеза и служат исходными соединениями для биосинтеза гликозидов и полисахаридов, а также других классов веществ (аминокислот, жирных кислот, фенолов и др.).

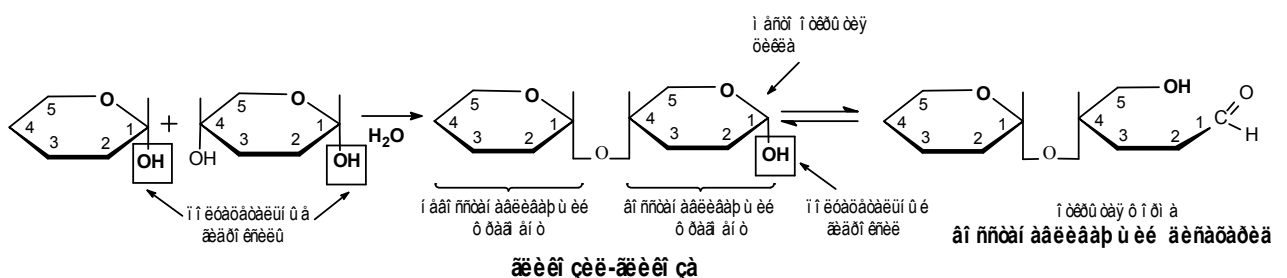
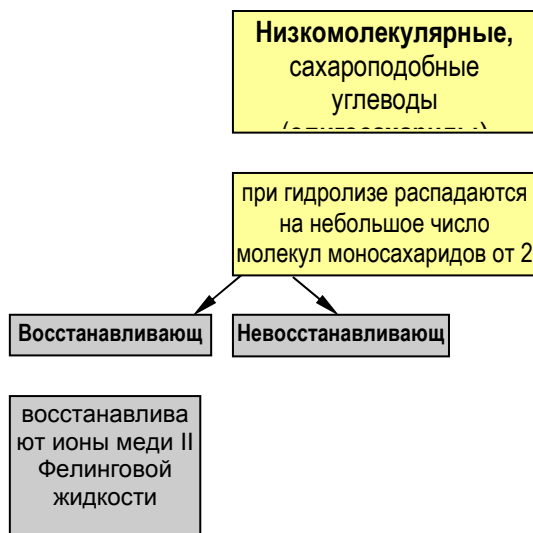
Углеводы запасаются в растениях (в виде крахмала), у животных, бактерий и грибов (в виде гликогена), где служат энергетическим резервом. Источником энергии являются реакции расщепления глюкозы, образующейся из этих полисахаридов. В виде гликозидов в растениях и животных осуществляется транспорт различных метаболитов. Полисахариды и более сложные углеводсодержащие полимеры выполняют в живых организмах опорные функции. Жесткая клеточная стенка у высших растений представляет собой сложный комплекс из целлюлозы, гемицеллюлоз и пектинов. Армирующим полимером в клеточной стенке бактерий служат пептидогликаны (муреины), а в клеточной стенке грибов и наружных покровах членистоногих - хитин. В организме животных опорные функции выполняют протеоглики соединительной ткани, углеводная часть молекул которых представлена сульфатированными мукополисахаридами. Эти вещества участвуют в обеспечении специфических физико-химических свойств таких тканей, как кости, хрящи, сухожилия, кожа. Будучи гидрофильными полианионами, эти полисахариды способствуют также поддержанию водного баланса и избирательной ионной проницаемости клеток.

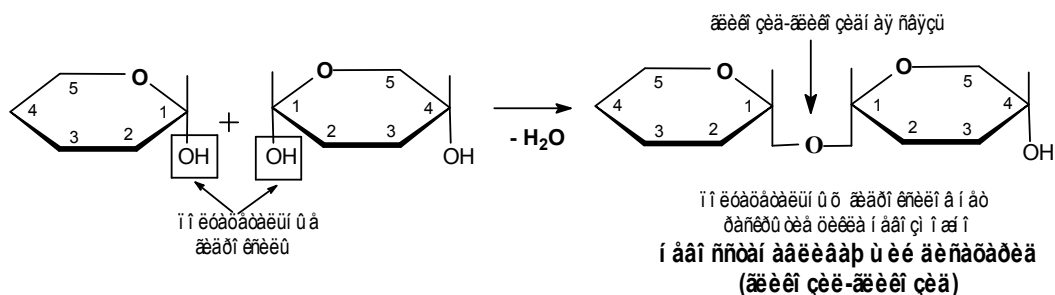
## **6. Моносахариды. Физические и химические свойства. Гликозиды.**



7. Дисахариды. Классификация. Невосстанавливающие дисахариды: сахароза. Структура, свойства, значение. Восстанавливающие дисахариды: мальтоза, лактоза, целлобиоза. Структура и свойства.

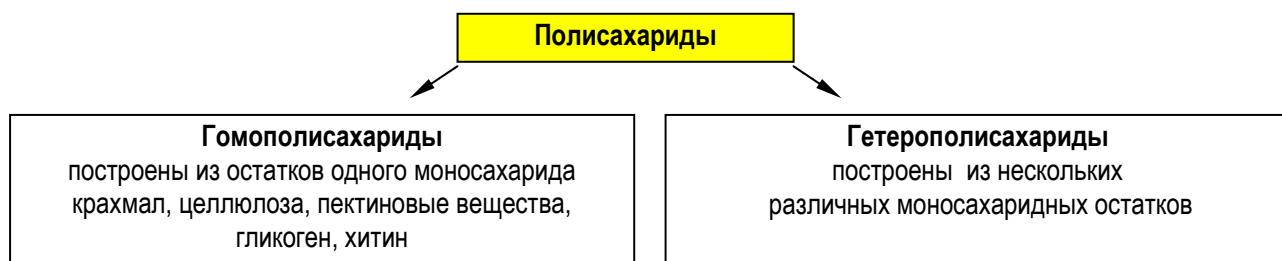
Дисахариды - сахароподобные сложные углеводы, молекулы которых при гидролизе распадаются на две молекулы моносахаридов; их называют биозами.





**8.Полисахариды. Крахмал, гликоген. Строение, физические и химические свойства. Гидролиз крахмала. Декстрины. Распространение в природе. Значение. Целлюлоза (клетчатка).Распространение в природе, строение, физические и химические свойства, значение.**

**Полисахариды - высокомолекулярные вещества, молекулы которых при полном гидролизе распадаются на большое число моносахаридов**



**Крахмал - смесь двух полисахаридов: линейного (амилозы 20%), построенного из остатков  $\alpha$ -D-глюкопиранозы с 1→4 – связями, и разветвленного (амилопектина 80%).), молекула которого состоит из фрагментов амилозы (около 20 моносахаридных остатков), связанных между собой 1→6 – связями.**

Целлюлоза построена из остатков D-глюкопиранозы, соединённых  $\beta$ -(1,4)-гликозидными связями в линейные неразветвлённые цепи:

## 1. 9 Лекция №9 ( 2 часа).

**Тема : «Амины. Аминокислоты. Белки. Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты»**

### 1.9.1 Вопросы лекции:

- 1 Амины. Классификация и номенклатура. Изомерия.Физико-химические свойства. Образование солей с кислотами, взаимодействие с азотистой кислотой, ацилирование, ацилирование, алкилирование.
- 2 Амины ароматического ряда. Физико-химические свойства.Аминоспирты: этаноламин, холин, ацетилхолин, их строение, свойства, нахождение в природе.
- 3 АМК. Определение. классификация, номенклатура. Изомерия.. Способы получения аминокислот.  
Физико-химические свойства. Реакции карбоксильной группы, реакции аминогруппы. Заменимые и незаменимые аминокислоты



- 4 Классификация белков. Биологическая роль белков. Химический состав, классификация, функции белков. Уровни организации белка. Свойства, значение белков.
- 5 Определение, классификация, ароматичность гетероциклов.
- 6 Пятичленные гетероциклы. Пиррол. Физические и химические свойства. Пиррол - структурная единица порфиринов.
- 7 Строение хлорофилла и гема. Индол.
- 8 Биологически активные соединения, содержащие индольный цикл: триптофан, триптамин, серотонин, индолилуксусная кислота, скатол.
- 9 Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Имидазол и его производные (гистидин, гистамин).  
Шестичленные гетероциклы с одним атомом азота. Пиридин и его производные. Никотиновая кислота. Витамин В<sub>5</sub> и В<sub>6</sub>.  
Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин, его окси- и аминопроизводные. Урацил, тимин, цитозин.  
Гетероциклы с конденсированными ядрами. Пурин и его окси- и аминопроизводные. Аденин, гуанин. Гипоксантин, ксантин, мочевая кислота. Порфирины
- 10 Понятие о нуклеиновых кислотах (ДНК, РНК). Нуклеозиды и нуклеотиды. Водородная связь в молекуле ДНК, правило Чаргаффа. Биологическая роль нуклеиновых кислот.

## 1.8.2 Краткое содержание вопросов

### 1. Амины. Классификация и номенклатура. Изомерия. Физико-химические свойства. Образование солей с кислотами, взаимодействие с азотистой кислотой, ацилирование, алкилирование.

Амины можно рассматривать как производные аммиака, в котором атомы водорода замещаются на углеводородные радикалы.

В зависимости от числа углеводородных радикалов, связанных с атомом азота, различают первичные, вторичные и третичные амины, а также четвертичные аммониевые соли.

$RNH_2$	$RR'NH$	$RR'R''N$	$RR'R''R'''N^+X^-$
<i>Первичные амины</i>	<i>вторичные амины</i>	<i>Третичные амины</i>	<i>четвертичные аммониевые соли</i>

Химические свойства аминов определяются в основном присутствием атома азота с неподеленной парой электронов, наличие которой обуславливает их основные и нуклеофильные свойства.

#### **Основные и кислотные свойства**

#### **Нуклеофильные свойства**

*Алкилирование аминов*

*Ацилирование аминов*

**2. Амины ароматического ряда. Физико-химические свойства. Аминоспирты: этаноламин, холин, ацетилхолин, их строение, свойства, нахождение в природе.**

Анилин

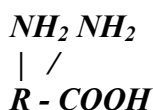
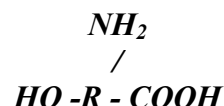
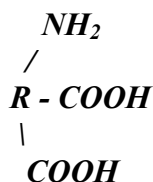
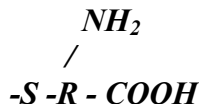
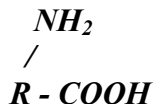
**3. АМК. Определение. классификация, номенклатура. Изомерия.. Способы получения аминокислот.**

Аминокислоты – карбоновые кислоты, в углеводородных радикалах которых один или несколько атомов водорода замещены остатками аммиака – аминогруппами.

Аминокислотами называются бифункциональные соединения, содержащие карбоксильные группы с кислотными свойствами и аминогруппы с основными свойствами.



*Классификация*



ароматические

гетероциклические

**2. Физико-химические свойства. Реакции карбоксильной группы, реакции аминогруппы. Заменяемые и незаменимые аминокислоты**

Аминокислоты - бесцветные кристаллические вещества, плавящиеся при довольно высоких температурах, часто с разложением. Они растворимы в воде, большинство нерастворимо в органических растворителях.

**Реакции карбоксильной группы аминокислот**

1. Образование солей с основаниями
2. Образование эфиров
3. Образование галогенангидридов

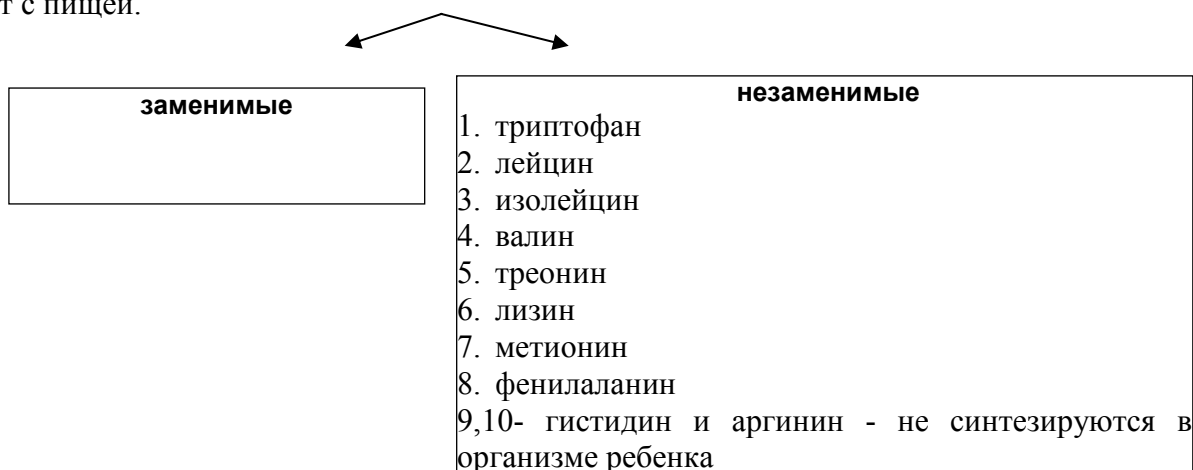
**Реакции аминогруппы аминокислот**

1. **Образование солей с кислотами**
2. **Действие азотистой кислоты**
3. **Отношение к нагреванию**

Реакции, характерные для  $\alpha$  - аминокислот

1. Реакции декарбоксилирования.
2. Реакция дезаминирования
3. Реакция переаминирования
4. Окрашивание с нингидрином

Ряд аминокислот может синтезироваться непосредственно животными организмами (**заменимые** АМК). Восемь АМК являются **незаменимыми**, они синтезируются только растениями и не синтезируются в организме человека, поэтому их получают с пищей.



#### 4. Классификация белков. Биологическая роль белков. Химический состав, классификация, функции белков. Уровни организации белка. Свойства, значение белков.

Белки - это природные полипептиды с высокими значениями относительной молекулярной массы. Эти значения могут колебаться от 10 000 до нескольких миллионов.

##### **Классификация белков**

Белки, фрагментами которых являются исключительно  $\alpha$  - аминокислоты, называются простыми белками.

Такие белки принято подразделять по их растворимости в воде на

**фибриллярные**

**глобулярные**

##### *Классификация белков по структуре*

Название	Характерные признаки	Распространенность в организме
Фибриллярные белки (склеропротеины)	Полипептидные цепи, обычно нитевидные или винтообразные, в воде плохо растворимы наиболее важна вторичная структура. Отличаются большой механической прочностью. Длинные параллельные	Выполняют в клетках и в организме структурные функции. Кератин волос и рогов, миозин в мышце, коллаген в кости, фибриноген в крови,

	полипептидные цепи, скрепленные друг с другом поперечными сшивками, образуют длинные волокна или слоистые структуры	фиброин (шелк, паутина)
<i>Глобулярные белки (сферопротеины)</i>	Полипептидные цепи, сложенные в подобие шара, как правило, водорастворимые Наиболее важна третичная структура	Выполняют функции ферментов, антител (глобулины сыворотки крови определяют иммунологическую активность) и в некоторых случаях гормонов (инсулин)
<i>Промежуточные</i>	Фибриллярной природы, но растворимые	Фибриноген, превращающийся в нерастворимый фибрин. При свертывании крови

<p><i>простые</i> (протеины)</p> <p>состоят из</p> <p><b><math>\alpha</math>-аминокислот, и при гидролизе распадаются только на <math>\alpha</math>-АМК</b></p>	<p><i>сложные</i> (протеиды)</p> <p>состоят из</p> <p><b>Белка простого и небелкового компонента, который называется простетической группой. При гидролизе обнаруживают небелковую часть или продукты ее распада – углеводы, фосфорную кислоту, липиды, гетероциклические соединения, металлы и т.д.</b></p>
---	--

1. **Ферментативная** - в клетке участвуют в биохимических реакциях 2000 различных ферментов, и все они по химической природе - белки (простые или сложные).
2. **Гормональная** - в организме человека 50 % всех гормонов имеют белковую природу.
3. **Рецепторная** - избирательное связывание различных регуляторов - гормонов, биогенных аминов, простагландинов, медиаторов протекает с помощью белков рецепторов.
4. **Структурная** (пластичная) - мембраны всех клеток и субклеточных единиц представляют собой бислой: белки и фосфолипиды, т.е. белки играют роль в формировании всех клеточных структур
5. **Иммунологическая** - гуморальный иммунитет организма человека связан с наличием  $\gamma$ -глобулинов (антител)
6. **Гемостатическая** - свертывание крови связано с наличием в крови белков свертывания крови
7. **Противосвертывающая** - антитромбиновая, антитромбопластическая и фибринолитическая системы связаны с наличием в крови соответствующих белков
8. **Геннорегуляторная** - белки-гистоны, кислые белки играют роль в регуляции процесса трансляции
9. **Транспортная** - перенос  $O_2$ , липидов, стероидов, витаминов, лекарственных препаратов, осуществляют различные фракции белков крови.
10. **Сократительная** - в работе мышц участвуют белки: актин, миозин, тропонин, тропомиозин.
11. **Обезвреживающая** - при отравлениях солями тяжелых металлов (свинец, медь, цинк) и алкалоидами противоядием являются белки (особенно молочных продуктов)

12. **Опорная (механическая)** - прочность соединительной, хрящевой и костной ткани за счет белка - коллагена, эластина.
13. Создание биопотенциалов мембран и клеток и внутренней мембраны митохондрий.
14. **Энергетическая** - 1 г белка, окисляясь до конечных продуктов - мочевины, углекислого газа и воды дает 4,1 ккал энергии.

Первичная структура - конкретная последовательность аминокислот в полипептидной цепи. В большинстве белков пептидная цепь определенным образом свернута в пространстве. Последовательность аминокислотных остатков генетически определена.

Вторичная структура - это конформация полипептидной цепи, т.е. способ скручивания цепи в пространстве за счет водородных связей между группами  $-NH$  и  $>CO$ . Существует два основных способа укладки цепи -  $\alpha$  - спираль и  $\beta$ - структура .

Третичная структура – это пространственная ориентация полипептидной спирали или способ укладки полипептидной цепи в определенном объеме

Четвертичная структура – это укладка в пространстве отдельных полипептидных цепей, обладающих одинаковой (или разной) первичной, вторичной и третичной структурой, и формирование единого макромолекулярного образования.

## 5. Определение, классификация, ароматичность гетероциклов.

**Гетероциклическими** называют соединения, молекулы которых содержат циклы, включающие наряду с атомами углерода один или несколько гетероатомов.

**Ароматичность гетероциклических соединений, правило Хюккеля.**

Гетероциклы классифицируют по следующим основным признакам:

- по природе и числу гетероатомов;
- по размеру цикла;
- по степени ненасыщенности.

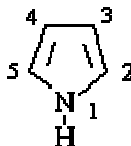
## 6. Пятичленные гетероциклы. Пиррол. Физические и химические свойства.

**Пиррол - структурная единица порфиринов.**

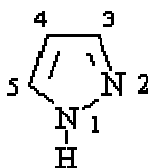
*Пятичленные азотсодержащие гетероциклы с одним гетероатомом*

### *Пиррол*

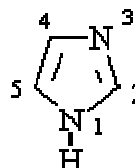
Пиррол – 5-членный ароматический гетероцикл с одним атомом азота.



Имидазол и пиазол – 5-членные ароматические гетероциклы, содержащие два атома азота.

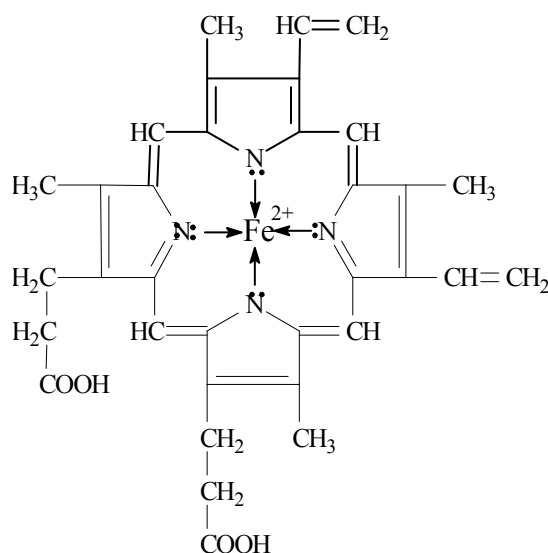
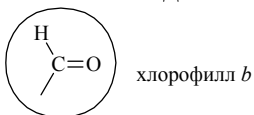
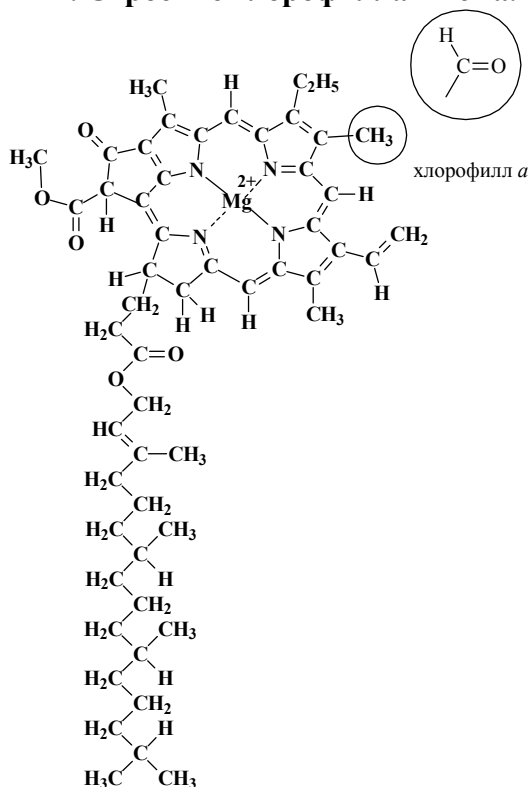


Пиазол



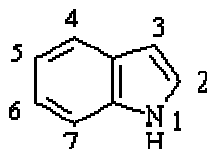
Имидазол

## 7. Структура хлорофилла и гема. Индол.

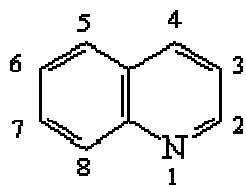


## 8. Биологически активные соединения, содержащие индольный цикл: триптофан, триптамин, серотонин, индолилукусная кислота, скатол.

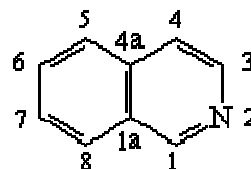
Индол – ароматическое гетероциклическое соединение, содержащее конденсированные бензольный и пиррольный циклы.



Хинолин и изохинолин – ароматические гетероциклические соединения, содержащие конденсированные бензольный и пиридиновые циклы.

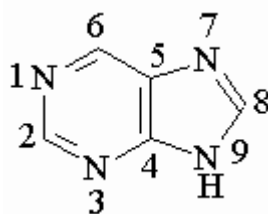


ХИНОЛИН



ИЗОХИНОЛИН

Пурин – ароматическое гетероциклическое соединение, содержащее конденсированные пиридиновый и имидазольный циклы.



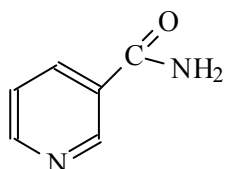
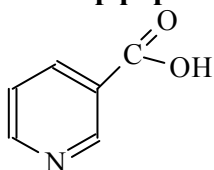
9. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Имидазол и его производные (гистидин, гистамин).

Шестичленные гетероциклы с одним атомом азота. Пиридин и его производные. Никотиновая кислота. Витамин В<sub>5</sub> и В<sub>6</sub>.

Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин, его окси- и аминопроизводные. Урацил, тимин, цитозин

Гетероциклы с конденсированными ядрами. Пурин и его окси- и аминопроизводные. Аденин, гуанин. Гипоксантин, ксантин, мочевая кислота.

Порфирины

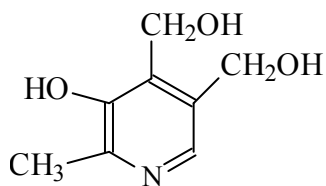


никотиновая кислота

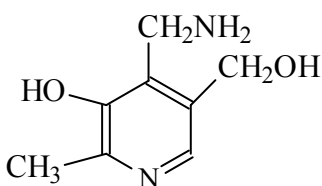
амид никотиновой кислоты (никотинамид)

**Пиридоксин В<sub>6</sub> - сочетание трех веществ  
антидерматитный фактор**

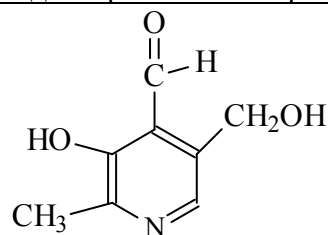
зерновые, мясо, рыба 2,0-3,0 мг	бобовые,	входит в виде пиридоксальфосфата (активная форма) в состав ферментов: аминотрансфераз, диаминооксидаз, декарбоксилаз аминокислот, изомераз и т.д.	гипо- и авитаминоз приводит к нарушению биосинтеза заменимых аминокислот, белка (развитие дерматитов), гема (нарушение кроветворения), НАД <sup>+</sup> , НАДФ <sup>+</sup> , биогенных аминов, нарушения распада гликогена, остановка роста нарушение обмена липидов, что ведет к развитию атеросклероза
---------------------------------------	----------	---	--



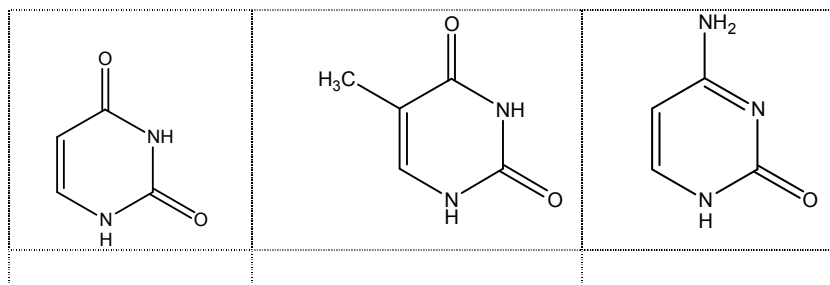
пиридоксол

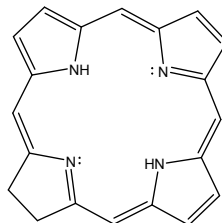
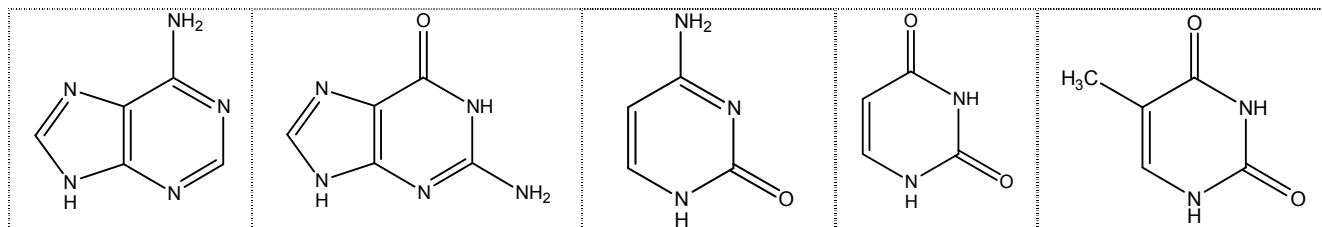


пиридоксамин



пиридоксаль





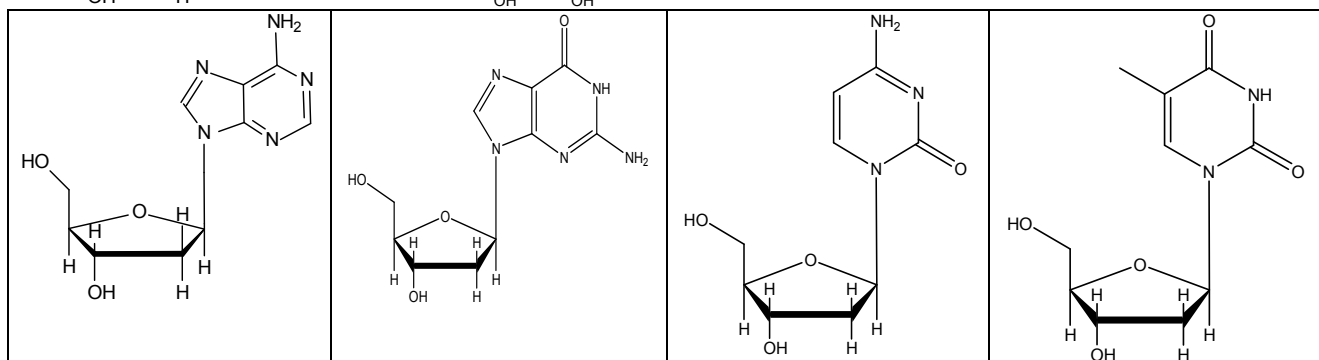
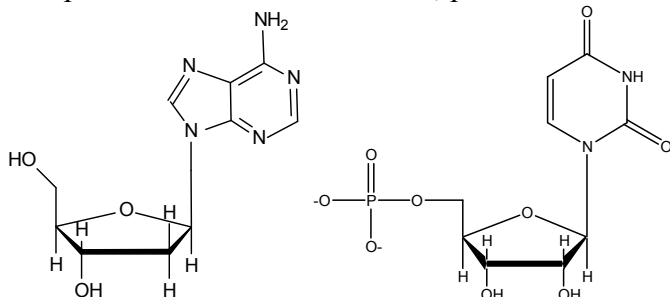
Порфин может образовывать координационные связи с ионом металла, роль при этом выполняют четыре атома азота. При комплексообразовании с металлом происходит замещение двух указанных на рисунке протонов, которые связаны с атомами азота.

Комплексы, полученные с участием производных порфина, называются порфиринами.

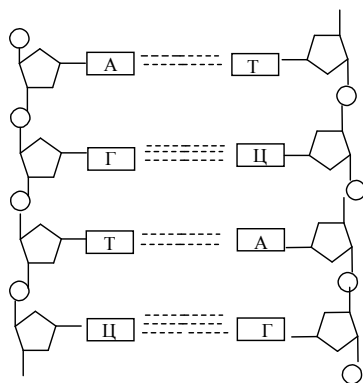
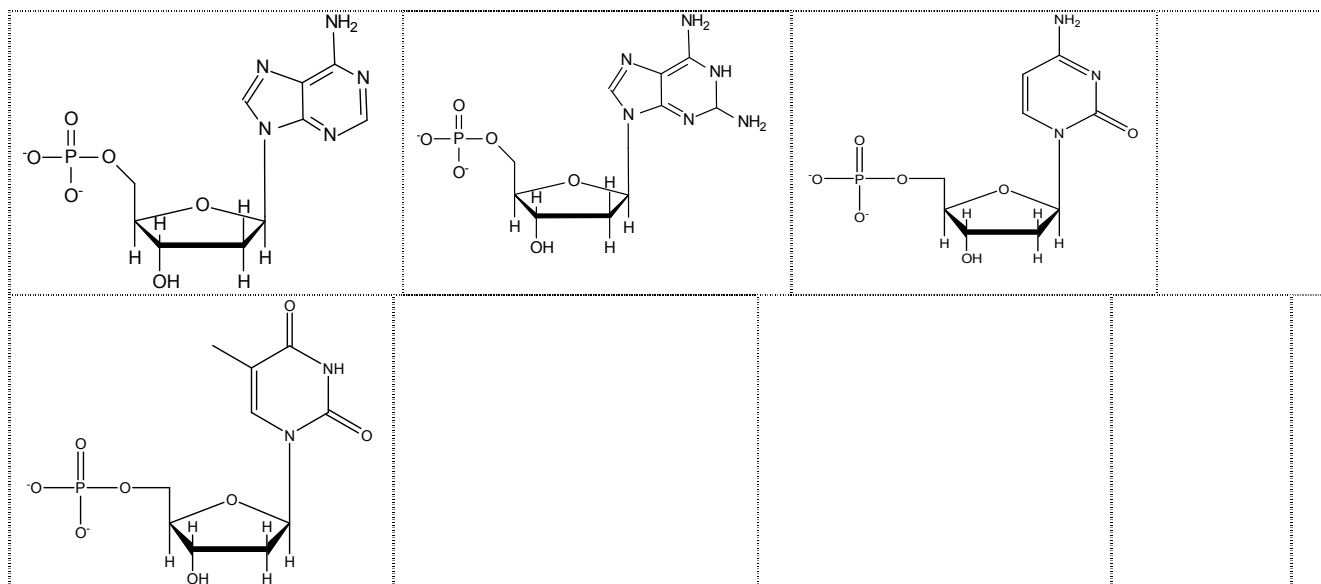
### 10. Понятие о нуклеиновых кислотах (ДНК, РНК). Нуклеозиды и нуклеотиды. Водородная связь в молекуле ДНК, правило Чаргаффа. Биологическая роль нуклеиновых кислот.

Нуклеотид – это продукт конденсации пуринового или пиримидинового гетероциклического основания, рибозы или дезоксирибозы и фосфорной кислоты

Нуклеозид – это продукт конденсации пуринового или пиримидинового гетероциклического основания, рибозы или дезоксирибозы







## 1. 10 Лекция №10 ( 2 часа).

### Тема «Основы физической и коллоидной химии»

1. Химическая термодинамика и термохимия.
2. Химическая кинетика
3. Химическое равновесие.
4. Растворы электролитов.
5. Электрическая проводимость растворов электролитов.
6. Электрохимические процессы.
7. Поверхностные явления.
8. Коллоидные системы и методы получения лиофобных коллоидов.

#### 1.10.2 Краткое содержание вопросов

##### 1.Химическая термодинамика и термохимия.

**Химическая термодинамика – это раздел химии, изучающий превращение энергии в химических процессах и энергетические характеристики различных веществ. (Тепловые эффекты химических реакций, фазовые переходы, химические равновесия).**

##### 2.Химическая кинетика

**Химическая кинетика – наука, изучающая закономерность протекания физико-химических процессов во времени.**

**Под скоростью химической реакции понимают изменение концентрации реагирующих веществ в единицу времени в единице объема**

$$v_m = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta c}{\Delta t}.$$

**Элементарные** реакции классифицируют по числу молекул, участвующих в элементарном акте химической реакции и называются **молекулярностью** химической реакции.

Факторы, влияющие на скорость химических реакций.

1. Влияние концентраций реагирующих веществ.
2. Влияние температуры на скорость химической реакции. Энергия активации.
3. Давление для газов
4. Поверхность контакта реагирующих веществ

Как правило, скорость резко возрастает с увеличением температуры. Это объясняется тем, что молекулы реагирующих веществ получают дополнительную энергию, дающую возможность преодолеть силы межмолекулярного притяжения и разорвать связи между молекулами исходных веществ. Тогда при столкновении молекул разных веществ возможно образование нового вещества.

Зависимость скорости реакции от температуры определяется правилом **Вант-Гоффа**

**При повышении температуры на каждые  $10^\circ\text{C}$  скорость большинства реакций увеличивается в 2 - 4 раза**

$$\frac{v_{T_2}}{v_{T_1}} = \gamma^{\frac{\Delta T}{10}} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

### **3.Химическое равновесие.**

**Химическое равновесие можно определить, как такое состояние системы реагирующих веществ, при котором скорости прямой и обратной реакций равны между собой**

Когда скорости прямой и обратной реакции станут равными, наступит химическое равновесие:

$$v_{\text{прямой}} = v_{\text{обратной}}$$

Равновесным называется такое термодинамическое состояние системы, которое не изменяется во времени, причем эта неизменяемость не обусловлена протеканием какого-либо внешнего процесса.

### **4.Растворы электролитов.**

**ЭЛЕКТРОЛИТЫ** - это вещества, которые подвергаются электролитической диссоциации (распадаются на ионы), и вследствие чего их растворы или расплавы проводят электрический ток. Электролиты являются проводниками второго рода.

### **5.Электрическая проводимость растворов электролитов.**

Электрохимия — раздел физической химии, в котором изучаются физико-химические свойства ионных систем (растворов, расплавов или твердых электролитов), а также явления, возникающие на границе двух фаз с участием заряженных частиц (ионов и электронов).

Электрохимические процессы имеют большое значение в металлургии, в химической промышленности, в технологии лекарственных препаратов. Они лежат в основе современных методов исследования и анализа химических веществ.

### **Движение ионов в электрическом поле. . Удельная электрическая проводимость**

Различают две основные группы проводников электрического тока: *проводники первого рода*, электрическая проводимость которых обусловлена электронами, и *проводники второго рода*, обладающие ионной проводимостью. Главную роль в электрохимии играют проводники второго рода — растворы и расплавы электролитов. В растворах электролитов сольватированные ионы находятся в беспорядочном движении. При наложении электрического поля возникает упорядоченное движение ионов к противоположно заряженным электродам. Скорость движения ионов увеличивается под действием электрического напряжения, однако одновременно увеличивается сопротивление среды. Поэтому через некоторый промежуток времени скорость движения ионов становится постоянной. Скорость движения иона ( $v$ ) в электрическом поле определяется произведением заряда иона на градиент потенциала поля, и фактором  $R$ , характеризующим сопротивление среды и зависящим от температуры, природы иона и растворителя:

$$v = (ez/R)\Delta U/l$$

где  $e$  — элементарный электрический заряд;  $z$  — заряд иона;  $\Delta U$  — разность потенциалов между электродами;  $l$  — расстояние между электродами.

Сравнение скоростей движения различных видов ионов производят при градиенте потенциала поля 1 В/м. Для этих условий скорость движения ионов называют абсолютной (или подвижностью), обозначают буквой  $u$  и выражают в  $\text{м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ . Абсолютная скорость движения иона — это расстояние в метрах, которое проходит ион за 1 с при градиенте потенциала 1 В/м:

Электрическая проводимость ( $L$ ) — это способность веществ проводить электрический ток под действием внешнего электрического поля. Она представляет собой величину, обратную электрическому сопротивлению  $R$ . Известно, что

$$R = \rho \frac{l}{S} \text{ поэтому } L = 1/R = 1/\rho \cdot l = \kappa \cdot S/l$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление,  $\text{Ом}\cdot\text{м}$ ;  $\kappa = 1/\rho$  — удельная электрическая проводимость,  $\text{См/м}$ ;  $S$  — сечение проводника;  $l$  — длина проводника.

Электрическую проводимость раствора характеризуют не только удельной электрической проводимостью, но и эквивалентной, которую относят к одной молярной массе эквивалента.

**Эквивалентная электрическая проводимость ( $\lambda$ )** представляет собой проводимость раствора, помещенного между одинаковыми электродами, расположенными на расстоянии 1 м; при этом площадь электродов должна быть такой, чтобы в объеме раствора между ними содержалась молярная масса эквивалента вещества.

Между удельной и эквивалентной электрической проводимостями имеется определенная связь. Если между электродами помещается  $V \text{ м}^3$  раствора, содержащего одну молярную массу эквивалента, а электрическая проводимость 1  $\text{м}^3$  раствора — это удельная электрическая проводимость, то

$$\lambda = \alpha V = \alpha \cdot 10^{-3} / c$$

где  $c$  — молярная концентрация эквивалента, моль/м<sup>3</sup>, а моль — молярная масса эквивалента;  $V$  — разведение, равное  $10^{-3} / c$ , м<sup>3</sup>/моль.

Разведение  $V$  показывает объем раствора (м<sup>3</sup>), в котором растворена одна молярная масса эквивалента. После подстановки получают

$$\lambda = \alpha(\lambda_K + \lambda_A).$$

Эквивалентная электрическая проводимость имеет размерность См·м<sup>2</sup>/моль. Эквивалентная электрическая проводимость, как и удельная электрическая проводимость, зависит от природы электролита и природы растворителя, от температуры, концентрации и степени диссоциации. Механизм влияния указанных факторов на  $\alpha$  и  $\lambda$  одинаков.

Предельная эквивалентная электрическая проводимость  $\lambda^\infty$  — это электрическая проводимость гипотетического бесконечно разбавленного раствора, характеризующегося полной диссоциацией электролита и отсутствием сил электростатического взаимодействия между ионами. Эквивалентная электрическая проводимость бесконечно разбавленного раствора ( $\alpha=1$ ) выражается уравнением

$\lambda^\infty = \alpha(\lambda_K^\infty + \lambda_A^\infty)$ . Произведения обозначают символами  $\lambda_K^\infty$  и  $\lambda_A^\infty$  и называют предельными эквивалентными электрическими проводимостями Зюнов или предельными подвижностями ионов. Предельная подвижность иона — это количество электричества, переносимое одной молярной массой эквивалента иона в 1 с. В соответствии с этим

$$\lambda^\infty = \lambda_K^\infty + \lambda_A^\infty.$$

Величина предельной эквивалентной электрической проводимости бесконечно разбавленного раствора электролита представляет собой сумму независимых величин предельных подвижностей ионов. Соотношение (10.15) называют *законом независимого движения ионов*:

**в бесконечно разбавленном растворе ионы движутся независимо один от другого.**

Этот закон был установлен Ф. Кольраушем. Предельная подвижность ионов является специфической величиной для данного вида ионов, т. е. зависит от природы иона, а также природы растворителя и температуры и не зависит от природы другого иона в данном электролите.

$$\frac{\lambda}{\lambda^\infty} = \alpha \frac{\lambda_K + \lambda_A}{\lambda_K^\infty + \lambda_A^\infty} = \alpha f_\lambda$$

где  $f_\lambda$  — коэффициент электрической проводимости.

Абсолютные скорости движения ионов в разбавленных растворах слабых электролитов и в бесконечно разбавленных растворах близки между собой, поэтому  $f_\lambda \approx 1$ , а  $\frac{\lambda}{\lambda^\infty} = \alpha$

Для сильных электролитов, диссоциирующих полностью

$$\frac{\lambda}{\lambda^\infty} = \alpha \frac{\lambda_K + \lambda_A}{\lambda_K^\infty + \lambda_A^\infty} = f_\lambda$$

## 6. Электрохимические процессы.

Возможность протекания любой ОВР в реальных условиях обусловлена рядом причин: природой окислителя и восстановителя, кислотностью среды, температурой и т.д. Учитывать каждый раз эти факторы нелегко, поэтому для установления критерия возможности протекания той или иной реакции используют особые характеристики - стандартные окислительно-восстановительные потенциалы (стандартные потенциалы)

Зависимость электродного потенциала от природы металла, активности его ионов в растворе и температуры количественно выражается уравнением, выведенным немецким физиком В.Нернстом (1864—1941). Принимая активность металла в твердом состоянии равной единице, для электродной реакции  $M^{n+} + n\bar{e} = M^0$  уравнение Нернста записывается

$$\varphi_{Ox/Red} = \varphi^{\circ}_{Ox/Red} + \frac{RT}{nF} \ln a_M^{n+} = \varphi^{\circ}_{Ox/Red} + \frac{RT}{n} \lg a_M^{n+}, \quad \text{в виде:} \quad 0,0591$$

где R – универсальная газовая постоянная (8,312 Дж/моль×К);

T – абсолютная температура; F – постоянная Фарадея (96500 Кл); n – число электронов принимающих участие в электродной реакции; и  $a_M^{n+}$  – активность катиона металла в растворе;  $\varphi^{\circ}_{Ox/Red}$  – стандартный потенциал электрода.

В этом уравнении множитель  $2,3 RT/(nF)$  при T=298 К равен 0,0591/n. При активности ионов  $a_M^{n+} = 1$ , следует  $\varphi_{Ox/Red} = \varphi^{\circ}_{Ox/Red}$ .

## 7. Поверхностные явления.

Молекулы в поверхностном слое по своему энергетическому состоянию отличаются от молекул в объеме фазы. В объеме фазы равнодействующая всех сил равна нулю, так как каждая молекула испытывает одинаковое притяжение со стороны окружающих ее молекул. Молекула на поверхности граничит не только с подобными себе молекулами, но и с молекулами другой фазы. Поскольку молекулярное взаимодействие между разнородными молекулами обычно отличается от притяжения однородных, равнодействующая молекулярных сил притяжения оказывается не скомпенсированной, т.е. не равна нулю. Если поверхность жидкости граничит с воздухом, то эта равнодействующая направлена вглубь жидкой фазы, перпендикулярно поверхности. Под влиянием таких некомпенсированных сил находятся все молекулы поверхностного слоя жидкости.

Под внутренним давлением жидкости понимают силу притяжения между молекулами жидкости в ее объеме. Величина внутреннего давления жидкостей, особенно полярных, очень велика, порядка  $10^8$  Па.

Силы притяжения, равные внутреннему давлению втягивают молекулы жидкости с поверхности вглубь объема, уменьшая площадь поверхности до минимально возможной при данных условиях. Этим объясняется шарообразная форма мелких капель жидкости, находящихся в свободном состоянии в аэрозолях, туманах, эмульсиях.

Следовательно, для увеличения поверхности, т.е. переноса вещества из объема фазы в поверхностный слой, нужно совершить работу против сил межмолекулярного сцепления. Если увеличение поверхности производится при постоянных давлении и температуре (изобарно-изотермический процесс) или при постоянных объеме и температуре (изохорно-изотермический процесс), то оно сопровождается увеличением поверхностной энергии системы (энергии Гиббса и энергии Гельмгольца).

Бесконечно малое изменение поверхностной энергии Гиббса с изменением величины поверхности при равно

$$dG = \sigma \cdot dS \quad \text{где}$$

$dS$  – бесконечно малое изменение поверхности

$\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения

Из этого уравнения следует

$$\sigma = \left( \frac{\partial G}{\partial S} \right)_{T, P, n}$$

Таким образом, поверхностное натяжение можно представить как частную производную от энергии Гиббса по величине межфазной поверхности при  $p=\text{const}$ ,  $T=\text{const}$  и постоянных числах молей компонентов.

Поверхностное натяжение  $\sigma$ , является важной характеристикой любой жидкости. Физический смысл поверхностного натяжения может иметь энергетическое и силовое выражение.

Согласно энергетическому выражению, поверхностное натяжение  $\sigma$  есть поверхностная энергия Гиббса единицы поверхности. В таком случае  $\sigma$  равна работе  $W$  затраченной на образование единицы поверхности. Энергетической единицей является Дж/м<sup>2</sup>.

Силовое определение:  $\sigma$  – это сила, действующая на поверхности по касательной к ней и стремящаяся сократить свободную поверхность тела до наименьших возможных пределов при данном объеме. В этом случае размерность поверхностного натяжения Н/м.

Энергетическое и силовое выражения эквивалентны, и численная величина совпадает в обоих размерностях.

$$\text{Дж/м}^2 = \text{Н} \cdot \text{м/м}^2 = \text{Н/м}$$

$$\text{Так, для воды при } 298 \text{ К } \sigma = 71,96 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2 = 71,96 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

При площади поверхности раздела фаз  $S$  и поверхностном натяжении  $\sigma$  поверхностная энергия Гиббса равна

$$G_s = \sigma \cdot S$$

Любая гетерогенная система характеризуется определенным запасом потенциальной энергии, которая определяется величиной поверхности раздела. Эта энергия получила название поверхностной энергии.

Метод счета капель

Метод счета капель заключается в измерении объема или веса капли, медленно отрывающейся от кончика вертикальной трубки радиуса  $r$ . В основе метода лежит предположение, что отрыв капли происходит в тот момент, когда ее вес становится равным силам поверхностного натяжения, действующим вертикально по окружности трубки. Приборы применяемые в этом методе, называют сталагмометрами.

Для различных жидкостей поверхностное натяжение неодинаково. Самое большое поверхностное натяжение имеет вода. Многие вещества при растворении в воде изменяют ее поверхностное натяжение. Если растворенное вещество повышает поверхностное натяжение, его называют поверхностно-неактивным. К таким веществам относятся большинство неорганических электролитов. Вещество, понижающее поверхностное натяжение называют поверхностно-активным (ПАВ). К таким веществам относятся большинство органических соединений: спирты, кетоны, альдегиды, белки, мыла, желчь и т.д. Они используются для производства моющих средств, лаков, красок, пищевых продуктов. Понижение поверхностного натяжения, при растворении ПАВ в воде, происходит из-за их преимущественного накопления в поверхностном слое жидкости, а не в ее объеме.

Смачивание, растекание, когезия, адгезия.

Адсорбция

Процесс самопроизвольного концентрирования на границе раздела фаз называется сорбцией.

Вещество, на поверхности которого происходит процесс сорбции называется адсорбент. А вещество, которое адсорбируется — адсорбтив или адсорбат.

Различают четыре вида сорбции:

Абсорбция

Адсорбция

## Капиллярная конденсация Хемосорбция

В зависимости от характера взаимодействия частиц адсорбента и адсорбтива, адсорбция может быть:

Физическая — если процесс сорбции протекает за счет электростатических или Ван-дер-Ваальсовых,

Химическая — если сорбция осуществляется за счет сил основных валентностей.

Адсорбция является процессом обратимым. Процесс, обратный адсорбции, называется десорбция.

Адсорбция  $\rightleftharpoons$  Десорбция

Физическая адсорбция, чаще всего, процесс обратимый. А химическая адсорбция преимущественно необратима.

Теория Ленгмюра или мономолекулярной адсорбции газов.

Основные положения:

1. Адсорбция происходит не на всей поверхности адсорбента, а только на определенных участках — адсорбционных центрах.
2. Каждый адсорбционный центр может удержать только одну молекулу адсорбтива, т.е. адсорбтив распределяется на адсорбенте мономолекулярным слоем.
3. Адсорбированные молекулы удерживаются адсорбционными центрами в течение только определенного времени, затем открываются и переходят в газовую фазу.
4. Зависимость количества адсорбированного газа от давления при данной температуре называется изотермой адсорбции Ленгмюра

$$\Gamma = \Gamma_{\max} \frac{P}{K + P}$$

$\Gamma$  – количество адсорбированного вещества, моль/см<sup>2</sup>

$\Gamma_{\max}$  – предельная адсорбция, когда все активные центры адсорбента заняты адсорбированным веществом

$P$  – равновесное давление

$K$  – коэффициент адсорбции, зависящий от природы адсорбента и адсорбируемого вещества.

Адсорбция на границе жидкость – газ и жидкость – жидкость зависит от концентрации ПАВ в растворе и поверхностного натяжения. Эта зависимость выражается уравнением Гиббса:

$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC}$$

где

$\Gamma$  – величина адсорбции, моль/см<sup>2</sup>

$R$  – универсальная газовая постоянная

$T$  – абсолютная температура

$C$  – концентрация ПАВ, моль/л

$\sigma$  – поверхностное натяжение

Отношение  $\frac{d\sigma}{dC}$  показывает изменение поверхностного натяжения в связи с

изменением концентрации ПАВ. Адсорбция будет положительной, если  $\frac{d\sigma}{dC} < 0$ .

Практический интерес представляет только положительная адсорбция.

Адсорбция на границе жидкость – твердое тело – наиболее сложный процесс, так как происходит одновременная адсорбция на твердом теле и растворителя и растворенного вещества.

Первые исследования по адсорбции из растворов принадлежат русскому химику Ловицу Т.Е. (1785). Он впервые предложил применять уголь для очистки спирта от сивушных масел и для дезодорации воды.

Адсорбция зависит:

От температуры – с повышением температуры адсорбция уменьшается.

От концентрации растворенного вещества – при малых концентрациях преобладает адсорбция молекул растворенного вещества, а при больших растворителя.

От природы адсорбента – все адсорбенты можно разделить на два типа:

гидрофильные – хорошо смачиваются водой: глины, пористое стекло, силикагель.

гидрофобные – не смачиваются водой, но смачиваются неполярными органическими растворителями: активированный уголь, графит, тальк.

Используют для адсорбции из водных растворов.

От пористости адсорбента – чем она выше, тем больше поверхность и адсорбционная активность.

От природы растворителя – если растворитель способен хорошо растворять адсорбтив, то адсорбция идет хуже.

От природы адсорбтива – если молекулы растворенного вещества поляризованы (спирты, кислоты, амины, нитросоединения, альдегиды, кетоны) они лучше адсорбируются гидрофобными адсорбентами из водных растворов, а гидрофильными – из неполярных или слабополярных жидкостей.

Адсорбция электролитов

Правило Панета-Фаянса-Пескова:

На твердом адсорбенте преимущественно адсорбируются те ионы электролита, которые образуют с адсорбентом малорастворимое соединение или могут построить кристаллическую решетку.

Адсорбция ионов зависит:

1. Заряда иона – многовалентные адсорбируются сильнее
2. От радиуса – чем больше радиус, тем сильнее адсорбция.
3. Степени гидратации – гидратная оболочка препятствует адсорбции, чем она меньше, тем адсорбция сильнее. Ионы с большим радиусом имеют меньшую гидратную оболочку.

Биологическое значение адсорбции

В организме человека и животных часто наблюдается избирательная адсорбция токсинов и ядов различными тканями и клетками: токсины столбняка и ботулизма адсорбируются клетками ЦНС.

Некоторые яды адсорбируются на активных центрах ферментов и блокируют их – цианиды адсорбируются на железосодержащих дыфательных ферментах, вызывая смерть через несколько секунд.

Высокой избирательностью обладают иммунные белки – антитела – они соединяются только со строго определенными антителами.

Избирательная адсорбция используется в лабораторной практике. В медицине и ветеринарии вводят больному адсорбенты для поглощения вредных веществ: при пищевых отравлениях – активированный уголь.



## **8. Коллоидные системы и методы получения лиофобных коллоидов.**

Коллоидные системы относятся к дисперсным системам – системам, где одно вещество в виде частиц различной величины распределено в другом. Дисперсные системы чрезвычайно многообразны; практически всякая реальная система является дисперсной. Дисперсные системы классифицируют прежде всего по размеру частиц дисперсной фазы (или степени дисперсности); кроме того, их разделяют на группы, различающиеся по природе и агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Если дисперсионной средой является жидкость, а дисперсной фазой – твердые частицы, система называется взвесью или суспензией; если дисперсная фаза представляет собой капельки жидкости, то систему называют эмульсией. Эмульсии, в свою очередь, подразделяют на два типа: прямые, или "масло в воде" (когда дисперсная фаза – неполярная жидкость, а дисперсионная среда – полярная жидкость) и обратные, или "вода в масле" (когда полярная жидкость диспергирована в неполярной). Среди дисперсных систем выделяют также пены (газ диспергирован в жидкости) и пористые тела (твердая фаза, в которой диспергированы газ либо жидкость).

### **Методы получения лиофобных коллоидов**

Коллоидные системы по степени дисперсности занимают промежуточное положение между истинными растворами (молекулярно- или ионно-дисперсными системами) и грубодисперсными системами. Поэтому коллоидные растворы могут быть получены либо путем ассоциации (конденсации) молекул и ионов истинных растворов, либо дальнейшим раздроблением частиц дисперсной фазы грубодисперсных систем.

Методы получения коллоидных растворов также можно разделить на две группы: методы конденсации и диспергирования (в отдельную группу выделяется метод пептизации, который будет рассмотрен позднее). Еще одним необходимым для получения золей условием, помимо доведения размеров частиц до коллоидных, является наличие в системе стабилизаторов – веществ, препятствующих процессу самопроизвольного укрупнения коллоидных частиц.

### **Дисперсионные методы**

Дисперсионные методы основаны на раздроблении твердых тел до частиц коллоидного размера и образовании таким образом коллоидных растворов. Процесс диспергирования осуществляется различными методами: механическим размалыванием вещества в т.н. коллоидных мельницах, электродуговым распылением металлов, дроблением вещества при помощи ультразвука.

### **Методы конденсации**

Вещество, находящееся в молекулярно-дисперсном состоянии, можно перевести в коллоидное состояние при замене одного растворителя другим – т.н. методом замены растворителя. В качестве примера можно привести получение золя канифоли, которая не растворяется в воде, но хорошо растворима в этаноле. При постепенном добавлении спиртового раствора канифоли к воде происходит резкое понижение растворимости канифоли, в результате чего образуется коллоидный раствор канифоли в воде. Аналогичным образом может быть получен гидрозоль серы.

Коллоидные растворы можно получать также и методом химической конденсации, основанном на проведении химических реакций, сопровождающихся образованием нерастворимых или малорастворимых веществ. Для этой цели используются различные типы реакций – разложения, гидролиза, окислительно-восстановительные и т.д. Так, красный золь золота получают восстановлением натриевой соли золотой кислоты формальдегидом:

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа №1 ( 2 часа).**

**Тема: Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Классификация органических соединений. Предельные углеводороды.**

**2.1.1 Цель работы: изучить способы получения метана и химические свойства алканов**

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. получить метан
2. проделать реакции окисления метана
3. проделать реакции окисления алканов

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Штатив с пробирками,
2. спиртовка,
- 3 пробиркодержатель,
4. газоотводные трубки с пробками для пробирок
5. Ацетат натрия (обезвоженный),
6. натронная известь
7. Растворы: 1 н  $\text{KMnO}_4$ , 1 н  $\text{NaOH}$

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **Получение метана.**

В фарфоровой ступке растирают 2-3 г безводного ацетата натрия с таким же количеством натронной извести (смесь  $\text{NaOH}$  и  $\text{CaO}$ ). Смесь помещают в пробирку №1, закрытую пробкой с газоотводной изогнутой трубкой. Пробирку укрепляют горизонтально в штативе и пробирку медленно нагревают. При нагревании натриевой соли уксусной кислоты с натронной известью происходит расщепление соли с образованием метана. Поджигают выделяющийся газообразный метан у конца газоотводной трубки, метан горит голубоватым несветящимся пламенем.

##### **Отношение метана к перманганату калия.**

В пробирку №2 наливают 3 мл раствора перманганата калия. Не прекращая нагревания смеси в пробирке №1, вводят конец газоотводной трубки в пробирку №2. Отметить цвет раствора перманганата калия после реакции. Сделать вывод.

##### **Отношение алканов к окислению**

В три пробирки поместить по 1 каплю любого алкана или смеси алканов (вазелиновое масло) и добавить по 4 капли воды и капле 2%-ного раствора перманганата калия. Затем в первую пробирку внести 1 каплю концентрированной серной кислоты. во вторую – 1 каплю концентрированного раствора гидроксида натрия.

Пробирки несколько раз энергично встряхните и отметьте, какую окраску имеет эмульсия в каждой пробирке. Содержимое каждой пробирки прокипятите в течение нескольких минут.

## **2.2 Лабораторная работа №2 ( 2 часа).**

**Тема: «Этиленовые углеводороды Диеновые углеводороды. Ацетиленовые углеводороды Терпены. Каротиноиды»**

**2.2.1 Цель работы: изучить способы получения этилена и ацетилена, химические свойства**

**2.2.2 Задачи работы:**

1. получить этилен
2. проделать реакции этилена с раствором иода и перманатом калия
3. получить ацетилен
4. проделать реакции ацетилена с раствором иода и перманганата калия,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$

**2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Штатив с пробирками,
2. спиртовка,
- 3 пробиркодержатель,
4. газоотводные трубки с пробками для пробирок
5. Растворы: Этиловый спирт, конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 0,1 н  $\text{KMnO}_4$ , раствор иода аммиачный раствор гидроксида серебра
6. карбид кальция

**2.2.4 Описание (ход) работы:**

### **Получение этилена и его свойства**

Наиболее удобный способ синтеза этилена - термоллиз свежеприготовленной этилсерной кислоты (этилового эфира серной кислоты), которую в свою очередь получают простым смешиванием этилового спирта и концентрированной серной кислоты (1:3).

В сухую пробирку помещают фарфоровую кипелку (либо щепотку песка), осторожно вливают 1,5 - 2 мл этилсерной кислоты, закрывают отверстие пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют наклонно в штативе (держателе). Смесь осторожно нагревают и после начала равномерного кипения выделяющийся газ пропускают через заранее приготовленные слабые растворы иода, 0.1 % раствор перманганата калия.

### **Получение ацетилена и его свойства**

Наиболее удобным лабораторным методом синтеза ацетилена является карбидный (реакция  $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ). В пробирку наливают 3-5 мл воды и бросают несколько кусочков карбида кальция. Выделяющийся ацетилен используют для изучения его химических свойств (поочередно пропускают ацетилен через заранее приготовленные слабые водные растворы бромной воды ( или раствор иода) перманганата калия и аммиачный раствор гидроксида серебра). В конце подожгите выделяющийся ацетилен.

## **2.3 Лабораторная работа № 3 ( 2 часа).**

**Тема: «Ароматические углеводороды..»**

**2.3.1 Цель работы: изучить химические свойства аренов**

**2.3.2 Задачи работы:**

1. провести реакцию горения аренов
2. проделать реакцию сульфирования аренов
3. Провести реакцию нитрования аренов

**2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Штатив с пробирками,
2. спиртовка,
- 3 пробиркодержатель,
4. газоотводные трубки с пробками для пробирок
5. 5.Растворы: 0,1 н  $\text{KMnO}_4$ , Бензол, толуол,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 1 %KI, крахмальный клейстер

### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

#### **Горение аренов**

В две сухие пробирки отдельно помещают по 3-5 капель бензола, толуола. В пламени спиртовки прокалывают спиральку медной проволоки до исчезновения окраски пламени, охлаждают проволоку и погружают в пробирки с приготовленными углеводородами, сравнивая характер горения пламени, обращают внимание на наличие копоти.

Окисление ароматических углеводородов

В две пробирки помещают по 5-6 капель раствора  $\text{KMnO}_4$  и по 3-5 капель разбавленной серной кислоты. Добавляют в одну пробирку 5-6 капель бензола, а в другую такое же количество толуола. Пробирки встряхивают.

#### **Сульфирование ароматических углеводородов**

Наиболее легко при температуре до  $100^\circ\text{C}$  с конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  сульфируются замещенные арены (толуол), труднее конденсированные (нафталин) и наиболее медленно - бензол.

В две пробирки наливают отдельно по 5 капель концентрированной серной кислоты и затем по 2 капли бензола, толуола. Смеси нагревают до  $60 - 70^\circ\text{C}$ , периодически встряхивают. Обратите внимание на скорость растворения углеводородов в серной кислоте.

#### **Нитрование бензола и толуола**

В пробирке смешивают 2 мл концентрированной азотной кислоты с 3 мл концентрированной серной кислоты. Полученную нитрующую смесь охлаждают и к ней прибавляют в несколько приемов 2 мл бензола при встряхивании и охлаждении смеси. Пробирку закрывают пробкой с вертикально вставленной трубкой и для завершения реакции нагревают на водяной бане до  $50 - 55^\circ\text{C}$  5-10 мин, систематически встряхивая содержимое пробирки. Затем реакционную смесь выливают в стакан с водой. Выделяется нитробензол в виде маслянистых желтых капель, имеющих характерный запах горького миндаля. То же самое проделать с толуолом

### **2.4 Лабораторная работа № 4 ( 2 часа).**

**Тема: «Спирты. Фенолы»**

#### **2.4.1 Цель работы: изучить химические свойства спиртов и фенолов**

#### **2.4.2 Задачи работы:**

1. получить алкоголят натрия
2. получить фенолят натрия
- 3 проделать реакции окисления спиртов
4. качественные реакции на многоатомные спирты
- 5 качественные реакции на фенолы

#### **2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Штатив с пробирками,
2. спиртовка,
3. пробиркодержатель
- 4.фарфоровые чашки или тигли,
- 5.щипцы,

6. баня водяная,

7 медная проволока

8. сульфат меди (II) кристаллический

9. Растворы: этиловый спирт, изоамиловый (бутиловый, изопропиловый) спирты, глицерин, этиленгликоль

этиловый спирт, содержащий примесь метилового спирта, фуксинсернистая кислота (в капельнице), хромовая смесь, 0,1 н  $\text{KMnO}_4$ , конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , конц.  $\text{HCl}$ , 2%  $\text{CuSO}_4$  (II), 10 %  $\text{NaOH}$ , 2 н  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Растворы: фенол, пирокатехин, пирогаллол, резорцин, гидрохинон,  $\alpha$ -,  $\beta$ - нафтолы

Фенолфталеин

$\text{FeCl}_3$ , 0,1 н  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10 %  $\text{NaOH}$

#### 2.4.4 Описание (ход) работы:

##### Растворимость спиртов в воде, отношение их к индикаторам

**1.** Возьмите две пробирки. В первую налейте 1 мл этилового спирта, во вторую – 1 мл амилового (изоамилового, бутилового или изобутилового) спирта. В каждую добавьте 2 мл воды и взболтайте. Наблюдается ли помутнение или расслоение жидкостей? Сделать вывод о растворимости спиртов в воде.

**2.** Из каждой пробирки стеклянной палочкой наносят по капле раствора на универсальную индикаторную бумагу. Отметить цвет, сделать вывод.

##### Абсолютирование этилового спирта

**1.** Возьмите две пробирки. В первую налейте 1 мл этиленгликоля, во вторую 1 мл глицерина. В каждую добавьте 2 мл воды и взболтайте. Сделать вывод о растворимости спиртов в воде.

Из каждой пробирки стеклянной палочкой наносят по капле раствора на универсальную индикаторную бумагу. Отметить цвет, сделать вывод.

##### Получение алкоголята натрия

В пробирку налейте 1 мл этилового спирта и бросьте очищенный кусочек металлического натрия. Сейчас же начинается бурное выделение водорода. По окончании реакции добавьте 1 мл воды и 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина. Напишите уравнение реакции. В маленькую фарфоровую чашку помещают примерно 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокаливают его в пламени горелки до исчезновения голубой окраски.

В сухую пробирку наливают 2-3 мл этилового спирта-ректификата и вносят полученный безводный сульфат меди (II) (белого цвета). Слегка нагревают пробирку в водяной бане и размешивают содержимое. Почему изменяется цвет сульфата меди?

##### Реакции окисления спиртов

В две пробирки наливают по 2-3 мл хромовой смеси и по каплям при встряхивании добавляют в одну пробирку 1 мл **этилового спирта** (Осторожно! Смесь сильно разогревается!), а во вторую - 1 мл **изоамилового спирта (бутилового или изобутилового)**. Как изменяется цвет растворов? Напишите реакции окисления. Какой запах вы ощущаете? Возьмите две пробирки. В первую пробирку налейте 1 мл этилового спирта, во вторую - 1 мл изоамилового спирта (бутилового или изобутилового) добавьте в каждую по 1 мл 0,1 н  $\text{KMnO}_4$  и 1 мл серной кислоты. Смесь нагрейте. Что вы наблюдаете? Напишите уравнения реакции. В пробирку наливают 1 мл 2% раствора сульфата меди и 1 мл 2 % раствора гидроксида натрия. Осадок разделите на две части. К одной части гидроксида меди добавляют несколько капель глицерина, к другой - этиленгликоля.

##### Получение фенолята натрия

В пробирку наливают 1 мл фенола, добавляют 1 мл раствора гидроксида натрия и смесь перемешивают. Добавить 1 каплю фенолфталеина. Как изменятся цвет и запах смеси?

### **Цветные реакции фенолов с хлоридом железа**

В пять пробирок налить отдельно в каждую по 1 мл растворов:

1. фенола
2. пирокатехина
3. резорцина
4. гидрохинона
5. пирогаллола

В каждую пробирку добавить по 1-2 капли раствора хлорида железа (III) и сравнить окраску продуктов реакции.

Окисление фенола

В пробирку налить 1 мл фенола и добавить раствор карбоната натрия. Затем при взбалтывании по каплям добавить раствор перманганата калия. Выпадает бурый осадок. Объясните наблюдаемое изменение окраски

### **Взаимодействие нафтолов с хлоридом железа**

Взять две пробирки и налить:

№1 - 1 мл  $\alpha$  - нафтола

№2 - 1 мл  $\beta$  - нафтола

Добавить по 2 капли раствора хлорида железа (III). Отметить цвет растворов. Напишите уравнения реакций

## **2.5 Лабораторная работа № 5( 2 часа).**

**Тема: «Альдегиды. Кетоны»**

### **2.5.1 Цель работы: изучить химические свойства альдегидов и кетонов**

#### **2.5.2 Задачи работы:**

1. провести реакцию альдегидов с фуксинсернистой кислотой
2. получить уксусный альдегид
3. проделать реакцию серебряного зеркала
4. Качественная реакция на ацетон

#### **2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Штатив с пробирками,
2. спиртовка,
3. пробиркодержатель,
4. медная проволока
5. Нитропруссид натрия
6. Растворы: Этиловый спирт, формальдегид, резорцин, ацетон, 1%  $H_2SO_4$ , концентрированная  $H_2SO_4$ , аммиачный раствор гидроксида серебра, 10 %  $NaOH$ , 2%  $CuSO_4$ , 2M  $CH_3COOH$ ,  $I_2$  в  $KI$

#### **2.5.4 Описание (ход) работы:**

##### **Реакция альдегидов с фуксинсернистой кислотой**

В две пробирки налить по 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты и добавить в одну несколько капель 10 % раствора формальдегида, в другую - 10 % раствора уксусного альдегида. Пробирки поставить в штатив. Через несколько минут появится окраска.

Выводы и наблюдения запишите.

##### **Получение уксусного альдегида**

Смачивают этиловым спиртом стенки сухой пробирки. Нагревают спираль из медной проволоки в пламени горелки до образования на ее поверхности черного налета оксида меди(II). Раскаленную докрасна спираль опускают в подготовленную пробирку. Эту

операцию повторяют несколько раз. Этиловый спирт превращается в уксусный альдегид. Уксусный альдегид в небольших концентрациях пахнет яблоками. Обнаруживают его реакцией с фуксинсернистой кислотой.

#### **Реакция серебряного зеркала**

В пробирку налейте аммиачный раствор гидроксида серебра и добавьте несколько капель формальдегида. Нагрейте пробирку. На стенках постепенно появляется слой серебра в виде зеркала, иногда серебро выделяется в виде темного осадка

#### **Окисление формальдегида гидроксидом меди (II)**

В пробирку наливают 2 мл 5 % раствора формальдегида, 2 мл 10 % раствора гидроксида натрия и при встряхивании добавляют по каплям 2% раствор сульфата меди (II) до появления не исчезающей взвеси. Верхнюю часть жидкости нагревают до начинающегося кипения. Отметить цвет раствора. Сделать вывод..

#### **Качественная реакция на ацетон**

В пробирку №1 помещают 1 каплю свежеприготовленного раствора нитропруссид натрия, 5 капель воды и 1-2 капли исследуемой жидкости, содержащей ацетон. При добавлении 1 капли 2 М раствора гидроксида натрия появляется темно-красное окрашивание, переходящее в оранжевое, которое при подкислении 1 каплей 2М раствора уксусной кислоты усиливается и становится вишнево-красным.

В пробирку №2 помещают 1 мл раствора иода в иодиде калия и 2 мл 10 % раствора гидроксида натрия. К обесцвеченному раствору добавляют 1-2 капли водно-ацетоновой смеси. Выпадает желто-белый осадок иодоформа, имеющий характерный запах.

Иодоформная проба очень чувствительна и позволяет обнаруживать ацетон в растворах при содержании его около 0,04%.

### **2.6 Лабораторная работа №6 ( 2 часа).**

#### **Тема: «Карбоновые кислоты»**

##### **2.6.1 Цель работы: изучить химические свойства карбоновых кислот**

##### **2.6.2 Задачи работы:**

1. определить растворимость органических кислот в воде и органических растворителях
2. получить и изучить химические свойства муравьиной кислоты
3. получить уксусную кислоту из ее солей
4. выделить высшие жирные кислоты из мыла
5. провести реакцию окисления олеиновой кислоты перманганатом калия

##### **2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

- 1.Штатив с пробирками,
2. спиртовка,
- 3.фарфоровая чашка,
4. пробиркодержатель,
- 5.фарфоровый треугольник, скальпель, стеклянный цилиндр, ступка с пестиком, изогнутые газоотводный трубки с пробками для пробирок, вата
- 6.Растворы: муравьиная, уксусная, масляная (или изомасляная), стеариновая (пальмитиновая), диэтиловый эфир ( или бензол), 1%  $H_2SO_4$ . концентрированная  $H_2SO_4$ . известковая вода - насыщенный раствор гидроксида кальция, безводный сульфат меди (II) – свежепрокаленный, Индикаторы:

## **2.6.4 Описание (ход) работы:**

### **Растворимость кислот**

В пробирку вносят по 0,5 мл кислот: муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой и добавляют по 2 мл воды. Содержимое пробирок взбалтывают; если кислота не растворяется, пробирку нагревают.

Опыт повторяют, но в качестве растворителя используют диэтиловый эфир (или бензол)

### **Получение и свойства муравьиной кислоты**

#### **а) Получение муравьиной кислоты гидролизом хлороформа**

В пробирку наливают 5-6 капель хлороформа, добавляют 2-3 мл 10 % р-ра NaOH, нагревают до кипения.

#### **б) взаимодействие муравьиной кислоты с аммиачным раствором гидроксида серебра (реакция серебряного зеркала)**

К полученному раствору приливают 2-3 капли аммиачного раствора гидроксида серебра и нагревают. Металлическое серебро выделяется в виде зеркального налета на стенках пробирки

### **Получение уксусной кислоты из ее солей**

В пробирку помещают 1 г ацетата натрия и добавляют 2-3 мл концентрированной серной кислоты. Пробирку осторожно нагревают. Выделяющуюся уксусную кислоту определяют по запаху и по изменению цвета влажной синей лакмусовой бумаги, поднесенной к отверстию газоотводной трубки.

### **Образование и гидролиз ацетата железа (III)**

В пробирку наливают 2-3 капли 10 % раствора ацетата натрия и прибавляют несколько капель 3-% раствора хлорида железа (III). Появляется желтовато-красное окрашивание раствора вследствие образования растворимой комплексной соли - хлорида основного гексаацетата железа (III). При кипячении раствора происходит гидролиз комплексной соли с образованием основной соли - двузамещенного ацетата железа (III), которая выпадает в виде хлопьев красно-бурого цвета.

### **Выделение высших жирных кислот из мыла**

В стакане растворяют 1 г мыльной стружки в 10 мл дистиллированной. 1 мл полученного раствора поместить в пробирку и прилить 2 мл 10 % р-ра  $H_2SO_4$ . Напишите уравнение реакции.

### **Получение бензоата натрия**

В пробирку поместите несколько кристаллов бензойной кислоты и 2 капли воды. Затем при встряхивании прибавьте 2-3 капли 10 % раствора гидроксида натрия до полного растворения кристаллов.

К полученному прозрачному раствору прибавьте 2-3 капли 10 % соляной кислоты. Какие изменения наблюдаются в пробирке?

### **Окисление олеиновой кислоты перманганатом калия**

В пробирку помещают 1 мл 5 % раствора перманганата калия, 1 мл 10 % раствора карбоната натрия и 0,5 мл олеиновой кислоты. Смесь энергично перемешивают. Отмечают изменения.



## **2.7 Лабораторная работа № 7( 2 часа).**

### **Тема: «Сложные эфиры. Жиры»**

#### **2.7.1 Цель работы: изучить химические свойства жиров**

#### **2.7.2 Задачи работы:**

1. определить растворимость жиров и масел в органических растворителях
2. определить непереносимость жира иодным числом
3. определить кислотное число масла

#### **2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Штатив с пробирками,
2. спиртовка,
- 3 пробиркодержатель,
4. газоотводные трубки с пробками для пробирок
5. Растворы: этиловый спирт, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота, изоамиловый спирт, подсолнечное масло, 10 % раствор карбоната натрия, 0,1н  $\text{KMnO}_4$   
10% растительное масло в хлороформе, 2% раствор крахмальный клейстер, 0,05% спиртовой раствор иода. подсолнечное масло, этиловый спирт, диэтиловый спирт, хлороформ, четыреххлористый углерод.

#### **2.7.4 Описание (ход) работы:**

##### **Растворимость жиров и масел в органических растворителях**

В четыре пробирки наливают по 2 капли подсолнечного масла и добавляют по 2 мл органических растворителей и энергично встряхивают.

Опыт повторить, но вместо подсолнечного масла в пробирки с органическими растворителями вносят небольшое количество животного жира (свиного, говяжьего или бараньего сала)

##### **Открытие непереносимых жирных кислот в жирах**

В пробирку вносят 2 капли подсолнечного масла и 2 капли 10 % раствора карбоната натрия и

2 капли 0,1 н  $\text{KMnO}_4$ . При встряхивании смеси малиновая окраска меняется на бурую, что указывает на восстановление марганца и окисление непереносимых высших жирных карбоновых кислот, входящих в состав жира.

##### **Определение непереносимости жира иодным числом**

В коническую колбу емкостью 50-100 мл наливают 10 мл 10% раствора растительного масла в хлороформе, добавляют 2 капли 2% раствора крахмала и по каплям при энергичном встряхивании приливают из бюретки 0,05% спиртовой раствор иода до появления синего окрашивания

(на поверхности смеси появляется синее кольцо).

Рассчитайте иодное число взятого вами растительного масла.

##### **Определение кислотного числа масла**

В две конических коблы вместимостью 50 мл наливают по 10 мл смеси спирта с бензолом (1:1) и добавляют в одну из них навеску (2г) свежего сливочного масла, а в другую – такую же навеску старого прогорклого масла. Содержимое колб перемешивают до полного растворения масел. Концентрация полученных растворов составляет 0,2 г/мл. В одну пробирку наливают 2 мл раствора свежего, а в другую – 2мл раствора старого масла и добавляют в каждую по 1 капле спиртового раствора фенолфталеина. К растворам по каплям при встряхивании добавляют из бюретки 0,1 н раствор гидроксида калия до появления не исчезающей бледно-розовой окраски. Определяют количество миллилитров раствора щелочи, израсходованного на нейтрализацию свободных жирных кислот, содержащихся в масле.

### **Омыление жиров щелочами**

В пробирку №1 помещают 3 капли подсолнечного масла, 1 мл этанола и 1 мл 40 %-го раствора гидроксида натрия. Смесь осторожно нагревают до кипения. При этом периодически по мере выкипания жидкости из пробирки, добавляют по каплям воду. Нагревание продолжают около 5 мин. не следует испарять жидкость досуха. По окончании омыления в пробирку добавляют 10 - 15 капель воды. Если произошло полное омыление жира, то полученный раствор мыла обычно прозрачен.

В пробирку №2 помещают кусочек маргарина величиной с горошину, 1 мл этанола и 1 мл 40 %-го раствора гидроксида натрия. Нагрейте пробирку при встряхивании или перемешивании палочкой на кипящей водяной бане. Через 5-10 мин смесь становится однородной. Перенесите 2-3 капли раствора в другую пробирку, добавьте 1 мл воды и нагрейте на бане. Если проба полностью растворилась, омыление можно считать законченным.

К густой однородной массе добавьте при смешивании горячий насыщенный раствор хлорида натрия, чтобы выделившийся слой мыла поднялся до верха пробирки. Дайте смеси отстояться, погрузите пробирку почти целиком в стакан с холодной водой и извлеките мыло палочкой или шпателем. Отожмите его между листами фильтровальной бумаги и сохраните для следующего опыта

## **2.8 Лабораторная работа № 8( 2 часа).**

**Тема: «Углеводы.**

### **2.8.1 Цель работы: изучить химические свойства моносахаридов**

#### **2.8.2 Задачи работы:**

1. проделать реакции на гидроксильные группы моносахаридов
2. проделать реакции на карбонильную группу моносахаридов
- 3 сравнить химические свойства восстанавливающих и невосстанавливающих сахаров
4. проделать качественные реакции на полисахариды

### **2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Штатив с пробирками,
2. спиртовка,
- 3 пробиркодержатель,
4. водяная баня

Растворы: формальдегид 1% глюкоза, 1% фруктоза, 1% мальтоза, лактоза, сахароза конц. HCl, конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10% CuSO<sub>4</sub> KMnO<sub>4</sub>, 10 % NaOH, аммиачный раствор гидроксида серебра Реактив Фелинга

### **2.8.4 Описание (ход) работы:**

#### **Реакции на гидроксильные группы моносахаридов**

Реакция моносахаридов со щелочным раствором гидроксида меди (II)  
В пробирке смешивают 2 мл 1% раствора глюкозы и 1 мл 10 % раствора гидроксида натрия, затем по каплям добавляют 5 % раствор сульфата меди. Образующийся в начале голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании растворяется, получается синий прозрачный раствор комплексного алкоголята (сахарата) меди (II)

Опыт повторить с 1 % раствором фруктозы.

#### **Реакции на карбонильные группы в моносахаридах**

### Реакции фуксинсернистой кислоты с формальдегидом и глюкозой

В две пробирки наливают по 1,5 мл раствора фуксинсернистой кислоты. В одну пробирку приливают 1,5 мл 10 % раствора формальдегида, в другую - 1,5 мл 10 % раствора глюкозы. Содержимое пробирок перемешивают. Объясните результаты опыта.

### Окисление моносахаридов гидроксидом меди (II) в щелочной среде

В пробирке смешивают 3 мл 1 % раствора глюкозы и 1,5 мл 10 % раствора гидроксида натрия. Затем по каплям при встряхивании добавляют 5 % раствор сульфата меди до появления не исчезающей мути. Содержимое пробирки нагревают до начинающего кипения. Появляется желтый осадок гидроксида меди (I), который переходит в красный осадок оксида меди (I). Опыт повторить с 1 % раствором фруктозы

### Окисление моносахаридов реактивом Фелинга

Наливают в две пробирки по 1,5 - 2 мл растворов моносахаридов: в одну пробирку - 1 % раствор глюкозы, в другую - 1 % раствор фруктозы. Затем в каждую пробирку добавляют равный объем реактива Фелинга, содержимое пробирок перемешивают и нагревают до кипения. Появляется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный осадок оксида меди (I), нижняя часть жидкости, которую не нагревали, остается синей

### Окисление моносахаридов аммиачным раствором гидроксида серебра (реакция серебряного зеркала)

В две пробирки наливают по 1 мл 1 % растворов глюкозы и фруктозы и добавляют по 2 мл аммиачного раствора гидроксида серебра. Обе пробирки нагревают

## ЦВЕТНЫЕ РЕАКЦИИ НА МОНОСАХАРИДЫ

### Реакция Селиванова на кетогексозы

В две пробирки поместите по крупинке сухого резорцина и по 2 капли концентрированной соляной кислоты.

Затем в одну пробирку прибавляют 2 капли 1% раствора фруктозы, а в другую 2 капли 1 % раствора глюкозы. Обе пробирки нагревают до кипения. Сравните окраску в двух пробирках.

## РЕАКЦИИ НА ГИДРОКСИЛЬНЫЕ ГРУППЫ ДИСАХАРИДОВ

### Реакция дисахаридов с гидроксидом меди (II)

В пробирках смешивают:

№1 - 1 мл 1% раствора сахарозы и 1 мл 10 % раствора гидроксида натрия.

№2 - 1 мл 1% раствора лактозы и 1 мл 10 % раствора гидроксида натрия

№3 - 1 мл 1% раствора мальтозы и 1 мл 10 % раствора гидроксида натрия.

Затем в каждую пробирку по каплям добавляют 5 % раствор сульфата меди.

Образующийся вначале бледно-голубой осадок гидроксида меди (II) при встряхивании растворяется. Растворы приобретают синеватую окраску, вследствие образования комплексных сахаратов меди (II)

## РЕАКЦИИ ДИСАХАРИДОВ ПО КАРБОНИЛЬНЫМ ГРУППАМ (СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ВОССТАНАВЛИВАЮЩИХ И НЕВОССТАНАВЛИВАЮЩИХ ДИСАХАРИДОВ)

### Реакция дисахаридов с реактивом Фелинга

В три пробирки наливают по 1,5 - 2 мл 1 % растворов сахарозы, лактозы и мальтозы.

Затем в каждую пробирку добавляют разный объем реактива Фелинга, жидкости перемешивают и нагревают в пламени горелки верхнюю часть раствора до кипения.

Объясните результаты опыта.

### Гидролиз (инверсия) сахарозы

В пробирку наливают 3 мл 1 % раствора сахарозы и прибавляют 1 мл 10 % раствора серной кислоты. Полученный раствор кипятят в течение 5 мин, затем охлаждают и делят на две части.

Половину раствора нейтрализуют сухим гидрокарбонатом натрия (осторожно жидкость вспенивается от выделяющегося оксида углерода (IV)). После нейтрализации приливают равный объем реактива Фелинга и нагревают до кипения.

Вторую половину гидролизата сахарозы используют для обнаружения фруктозы (кетозы) реакцией Селиванова с раствором негидролизованной сахарозы.

### **КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА УГЛЕВОДЫ**

#### **РЕАКЦИЯ УГЛЕВОДОВ С $\alpha$ -НАФТОЛОМ (РЕАКЦИЯ Молиша)**

В пробирку наливают 1 мл воды и вносят 1 мл - крахмала (или целлюлозы). Затем добавляют 1-2 капли 15% спиртового раствора  $\alpha$  - нафтола и, наклонив пробирку, по стенкам из пипетки осторожно приливают по 1 мл концентрированной серной кислоты. Образуются два слоя: внизу - серная кислота, сверху - водный слой. Через небольшой промежуток времени на границе двух слоев появляется окрашенное кольцо, сначала зеленоватого цвета, потом – фиолетовое.

#### **Реакция с йодом**

В две пробирки наливают по 1 мл 1 % растворов крахмального клейстера и гликогена и затем добавляют по несколько капель сильно разбавленного водой раствора иода в иодиде калия. Нагрейте и охладите раствор крахмала.

#### **Кислотный гидролиз крахмала**

В колбу налейте 10 мл 1 % раствора крахмального клейстера и 3- 5 мл 10 % раствора серной кислоты. В 7-8 пробирок наливают по 1 мл очень разбавленного раствора йодида калия (светло-желтого цвета), пробирки ставят в штатив. В первую пробирку вносят 1-3 капли подготовленного для опыта раствора крахмала. Отмечают образовавшуюся окраску. Затем колбу ставят в кипящую водяную баню. Через 30 с после начала кипения отбирают пипеткой вторую пробу раствора, которую вносят в пробирку №2 с раствором йода, после встряхивания отмечают цвет раствора. В дальнейшем пробы отбирают через каждые 30 с и вносят их в последующие пробирки с раствором йода.

После того как реакционная смесь перестанет давать окраску с иодом, смесь кипятят еще 2-3 мин, после чего ее охлаждают и нейтрализуют 10 % раствором NaOH, добавляя его по каплям до щелочной среды. Часть щелочного раствора переливают в пробирку, смешивают с равным объемом реактива Фелинга и нагревают до кипения. Объясните результаты опыта.

## **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

### **ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

#### **3.1 Практическое занятие №1( 2 часа).**

**Тема: Амины. Аминокислоты. Белки. Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты**

##### **3.1.1 Задание для работы:**

- 1.изучить способы получения и химические свойства аминов
2. изучить химические свойства аминокислот
3. проделать качественные реакции на белки
4. изучить строение нуклеиновых кислот

### **3.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

#### **Получение аминов**

##### **Получение этиламина из ацетамида**

В пробирке растворяют примерно 0,5 г ацетамида в 5 мл этилового спирта. Затем вносят в раствор 2 кусочка металлического натрия размером с горошину и быстро закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку-приемник, содержащую 2 мл этилового спирта. Пробирку с реакционной смесью периодически встряхивают. Реакцию ведут до полного исчезновения металлического натрия. Отмечают запах раствора в пробирке – приемнике. Полученный спиртовой раствор этиламина можно использовать в последующих опытах.

#### **качественные реакции первичных аминов**

##### **Реакция с азотистой кислотой**

##### **а) первичные алифатические амины**

При взаимодействии первичных алифатических аминов с азотистой кислотой образуются соответствующие спирты и выделяется молекулярный азот:

В пробирке растворить 0,1 г хлорида метиламмония в 1 мл воды и прилить 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия. После подкисления раствора ледяной уксусной кислотой начинают выделяться пузырьки молекулярного азота.

##### **б) первичные ароматические амины**

Первичные ароматические амины при взаимодействии с азотистой кислотой превращаются в диазосоединения, которые с фенолами и жирноароматическими аминами образуют яркоокрашенные азокрасители.

К охлажденному раствору, содержащему первичный ароматический амин и соляную кислоту, приливают раствор нитрита натрия. В другом стакане при нагревании растворяют  $\beta$ -нафтол в 2 М растворе гидроксида натрия. Выпадает красно-оранжевый осадок, свидетельствующий о наличии первичного ароматического амина

#### **Открытие первичных и вторичных алифатических аминов пробой с нитропруссидом натрия**

Первичные алифатические амины с ацетоном и нитропруссидом натрия образуют соединения, окрашенные в красно-фиолетовый цвет. Вторичные алифатические амины при взаимодействии с альдегидом и нитропруссидом натрия образуют соединения, окрашенные в сине-фиолетовый цвет.

Смешивают одну каплю ацетона с каплей свежеприготовленного 1 % раствора нитропруссида натрия и прибавляют одну каплю испытуемого вещества. В случае присутствия первичного амина появляется красно-фиолетовая окраска.

#### **Свойства анилина**

Анилин плохо растворяется в воде, поэтому иногда его называют анилиновым маслом.

В пробирку налить 1 мл водной эмульсии анилина и опустить в нее красную лакмусовую бумажку.

Лакмусовая бумажка не меняет своей окраски. Почему

##### **Получение солей анилина и разложение их щелочью**

В пробирку налить 1 мл раствора анилина и прибавить 1 каплю 50%-ной серной кислоты. Выпадает белый кристаллический осадок сернокислой соли анилина, трудно растворимой в воде. Аналогично получают солянокислую соль анилина (с концентрированной соляной кислотой), которая легко растворяется в воде.

В пробирку с солью анилина приливают 1 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия. Происходит выделение анилина.

### **Окисление анилина**

В пробирку налить 1 мл водного раствора анилина и прибавить 1 мл хромовой смеси. Содержимое пробирки быстро темнеет. Образование «черного анилина» является результатом глубокого окисления анилина.

### **Свойства аминокислот**

В три пробирки налить по 1 мл растворов аминокислот:

- в 1-ю- глицина,
- во 2-ю – глутаминовой кислоты,
- в 3-ю – лизина,

Во все три пробирки опустить универсальную индикаторную бумажку. Отметьте окраску в каждой пробирке. Сделайте заключение о реакции среды. Напишите уравнения реакций, описывающих поведение аминокислот в водных растворах.

#### ***Реакция глицина с формальдегидом (образование оснований Шиффа)***

В пробирку к 2 мл 2% - ного раствора глицина прибавить 1 каплю индикатора метилового красного. Раствор окрашивается в желтый цвет. Этот индикатор применяют для обнаружения в растворах кислот: в кислой среде в интервале pH 4,2-6,2 желтая окраска индикатора меняется на красную. Водный раствор глицина имеет нейтральную реакцию.

Добавляют к раствору глицина 1 мл нейтрализованного формалина. Желтая окраска превращается в красную, следовательно, реакция раствора стала кислой. Формальдегид присоединяется к аминогруппам, связывая их, карбоксильные группы при этом освобождаются и обуславливают, кислую реакцию раствора.

#### ***Реакция аминокислот с азотистой кислотой (дезаминирование)***

Аминокислоты, как и первичные амины, реагируют с азотистой кислотой с выделением азота.

К 2 мл 10%-ного раствора глицина прилить 2 мл 10%-ного нитрита натрия и 2 капли концентрированной соляной кислоты. При встряхивании содержимого пробирки выделяются пузырьки газа (азота)

#### **Реакция $\alpha$ - аминокислот с нингидрином**

Реакция с нингидрином очень чувствительна. Ее применяют для качественного и количественного анализа  $\alpha$ -аминокислот. Нингидрин разлагает  $\alpha$ -аминокислоты на альдегиды, оксид углерода (IV) и аммиак. Аммиак конденсируется с избытком нингидрина и с продуктами его восстановления. Продукты конденсации окрашены в розово-фиолетовый цвет. Различные  $\alpha$ -аминокислоты образуют окрашенные соединения, отличающиеся оттенком.

К 2 мл 1%-ного раствора глицина прилить 2-3 капли 0,1 % раствора нингидрина. Содержимое пробирки встряхнуть и нагреть. Через некоторое время появляется фиолетовая окраска с синеватым оттенком.

#### ***Реакция аминокислот с солями меди (II) (образование хелатов)***

К 1 мл 1 %-ного раствора глицина добавляют кристаллик медного купороса и кристаллик ацетата натрия (для создания буферного раствора). Раствор приобретает темно-синий цвет. Напишите уравнение реакции.

#### **Ксантопротеиновая реакция**

##### **(Обнаружение ароматических $\alpha$ -аминокислот)**

В пробирку 1 поместите 1 мл каплей 1% раствора тирозина. В пробирку добавьте 3 капли концентрированной азотной кислоты и нагрейте. Отметьте появление окрашивания.

Пробирку охладите и в каждую по каплям добавьте концентрированный раствор аммиака.

#### **Обнаружение меркаптогруппы в цистеине**

В пробирку поместите 1 мл 1% раствора цистеин. В пробирку добавьте 1 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия, нагрейте до кипения и добавьте по 1 мл раствора ацетата свинца. Отметьте окраску образующегося осадка.

### **Осаждение белков**

25 мл яичного белка растворите в 100 мл воды и добавьте немного поваренной соли. Раствор размешайте стеклянной палочкой.

В пробирку налейте 1 мл раствора яичного белка и добавьте такой же объем раствора сульфата аммония. Жидкость взболтайте. Наблюдается небольшое помутнение. Прилейте 1 мл воды - помутнение исчезает. То же самое происходит, если к раствору белка прилить насыщенный раствор поваренной соли, а затем воды.

Аммонийные соли и соли щелочных металлов обратимо осаждают многие белки.

Теперь в 2 пробирки налейте по 1.5 - 2 мл раствора белка; в 1-ю - добавьте 0,5 мл раствора сульфата меди (II), во 2-ю - столько же ацетата свинца (II); образуются осадки. Прилейте к ним по 1 мл воды - белок не растворяется.

### **Денатурация белков**

К 1 мл раствора яичного белка прилейте 1 мл раствора фенола - выпадает осадок. Растворяется ли осадок, если добавить 1 мл воды? То же сделайте с белком, взяв вместо фенола раствор формальдегида (формалин)

### **Цветные реакции на белки**

#### **Ксантопротеиновая реакция**

В первую пробирку наливают 1 мл 1 %-ного раствора овальбумина (раствор яичного белка), во вторую - 1 мл раствора желатина. Затем во все пробирки добавляют по 3-5 капель конц.  $\text{HNO}_3$  до появления мути от свернувшегося белка. При нагревании раствор и осадок окрашивается в ярко-желтый цвет

#### **Биуретовая реакция**

В первую пробирку внесите 2 мл раствора яичного белка, во вторую – 2 мл раствора желатина

Добавить в каждую по 1 мл 1% раствора  $\text{CuSO}_4$  и 2 мл 10% раствора  $\text{NaOH}$  до появления фиолетового окрашивания. Эта реакция позволяет обнаружить в молекуле белка пептидные связи.

### **Определение компонентов нуклеиновых кислот путем гидролиза нуклеопротеидов**

#### **Проведение гидролиза.**

Тщательно растирают в фарфоровой ступке 5-10 г дрожжей, смоченных 10-15 каплями эфира и таким же количеством воды, с 2-3 г песка. Постепенно прибавляют в ступку 30-40 мл 0,4 %-ого раствора гидроксида натрия и продолжают растирать в течение 10-15 мин. Содержимое ступки переносят в центрифужные пробирки, уравнивают их и центрифугируют. К центрифугату при перемешивании прибавляют по каплям раствор уксусной кислоты до прекращения выделения осадка нуклеопротеидов. Полученный осадок отфильтровывают и используют для гидролиза. 0,5 г нуклеопротеидов помещают в пробирку, прибавляют 5 мл 5 %-ого раствора серной кислоты, закрывают пробирку пробкой, в которую вставлена стеклянная трубка длиной 25-30 см (обратный холодильник), и ставят на кипящую водяную баню. Через 1-2 ч после начала гидролиза раствор охлаждают, фильтруют и исследуют.

#### **КАЧЕСТВЕННАЯ РЕАКЦИЯ НА БЕЛОК**

Для проведения биуретовой реакции к 5 каплям гидролизата прибавляют 10 капель 10 %-ого раствора гидроксида натрия, одну каплю 1 %-ого раствора сульфата меди и наблюдают за изменением окраски.

#### ПРОБА НА ПУРИНОВЫЕ ОСНОВАНИЯ.

К 10 каплям гидролизата добавляют 1 каплю концентрированного раствора аммиака для нейтрализации и 5 капель 1% раствора  $\text{AgNO}_3$ . При стоянии выпадает рыхлый осадок бурого цвета, обусловленный образованием серебряных соединений пуриновых оснований.

#### КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА УГЛЕВОД (РИБОЗУ И ДЕЗОКСИРИБОЗУ).

Эти реакции основаны на способности рибозы и дезоксирибозы, имеющих свободный гликозидный гидроксил, восстанавливать металлы (медь, висмут, железо) в щелочной среде. При этом металлы восстанавливаются из окисной формы в закисную или в случае закиси до свободного состояния; сахара же дают различные продукты окисления.

##### *а) Проба Троммера*

К 5 каплям гидролизата добавляют 5 капель 30% раствора едкого натра и несколько капель 7% раствора сульфата меди до появления не исчезающей мути гидрооксида меди  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . При нагревании до кипения выпадает желтый осадок гидрата закиси меди  $\text{CuOH}$  или красный осадок закиси меди  $\text{Cu}_2\text{O}$

##### *б) Реакция Фелинга.*

##### *Ход определения*

К 1 мл гидролизата прибавляют раствор гидроксида натрия до щелочной реакции на лакмус, затем 5-10 капель реактива Фелинга, нагревают и наблюдают за изменением окраски.

#### РЕАКЦИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

##### *Молибденовая проба на фосфорную кислоту.*

К 5 каплям гидролизата добавляют 10 капель молибденового реактива, представляющего собой раствор молибденовокислого аммония в азотной кислоте, и кипятят. При охлаждении пробирки под струей холодной водопроводной воды выпадает кристаллический осадок лимонно-желтого цвета, обусловленный образованием фосфорномолибденовокислого аммония.

### **3.1.3 Результаты и выводы:**

- 1.изучили способы получения и химические свойства аминов
2. изучили химические свойства аминокислот
3. проделали качественные реакции на белки
4. изучили строение нуклеиновых кислот

## **3.2 Практическое занятие №2 ПЗ 2 Основы физической и коллоидной химии**

### **3.1.1 Задание для работы:**

- 1.Приготовить 4-5 золей разными методами;
- 2.определить знак заряда коллоидных частиц;
- 3 подтвердить коллоидную природу полученных растворов;



#### 4 написать формулы мицелл

#### Получение золей методом химической конденсации.

##### 1.а) Золь гексацианоферрата(II) –железа (III) (берлинская лазурь):

К 20 мл воды добавляют 2-3 капли насыщенного на холоду раствора  $\text{FeCl}_3$ , а затем при взбалтывании – 1 каплю раствора гексацианоферрата(II) калия. Образуется золь сине-зеленого цвета.

б) **Получение золя берлинской лазури.** Гидрозоль берлинской лазури ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) получается при смешивании хлорида железа(III) и железосинеродистого калия ( $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ). Уравнение реакции:

К 50 мл 0,01% раствора  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  добавляют 60-62 капли 2% раствора  $\text{FeCl}_3$ , непрерывно помешивая. Строение мицеллы полученного золя :

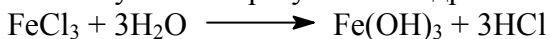
##### 2.Золь иодида серебра

К 50 мл воды добавляют 5 мл раствора  $\text{AgNO}_3$  а затем по каплям, при взбалтывании 0,5 мл раствора  $\text{KI}$ . Образуется золь голубоватого цвета

##### 3. а) Получение золя гидрата окиси железа(III) методом гидролиза.

К 20 мл кипящей воды добавляют 1-2 капли насыщенного раствора  $\text{FeCl}_3$ . Образуется золь вишнево-красного цвета.

б) Реакция гидролиза есть частный случай реакции двойного обмена. Или золь гидрата окиси железа получается следующим образом: в конической колбе нагревают до кипения 85 мл дистиллированной воды. Не снимая колбы с сетки, в кипящую воду приливают по каплям 15 мл 4% раствора хлорного железа. После нескольких минут кипячения получается в результате гидролиза вишнево-красный золь  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .



При охлаждении реакция идет в обратную сторону. Поэтому полученный гидрозоль, если он подлежит длительному хранению, рекомендуется еще горячим подвергнуть диализу.

**4. Получение золя берлинской лазури пептизацией на фильтре.** В пробирку пипеткой вносят 1,5 мл насыщенного раствора ферроцианида калия и 0,5 мл 50% раствора хлорида железа (III). Полученный осадок переносят на фильтр, промывают водой, заливают на фильтре 2-3 мл 2% раствора щавелевой кислоты и размешивают стеклянной палочкой. Осадок быстро пептизуется, и с фильтра стекает интенсивно окрашенный золь берлинской лазури. Анион  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  сильно адсорбируется на частицах осадка, сообщая им заряд и агрегативную устойчивость.

**5. Получение золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  методом пептизации.** К 5 мл 1М  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  в колбе на 250 мл добавляют 100 мл воды. Осаждают  $\text{Fe}^{3+}$  небольшим избытком раствора аммиака, колбу дополняют водой до верха и дают осадку отстояться. Осадок многократно декантируют до исчезновения запаха  $\text{NH}_3$ . Объем раствора доводят до 150 мл и добавляют пептизатор – 15-20 капель насыщенного раствора  $\text{FeCl}_3$ . Если осадок остается, то добавляют еще несколько капель пептизатора, продолжая нагревание.

##### 3.1.3 Результаты и выводы:

1.Приготовили золи разными методами;

2.определили знак заряда коллоидных частиц;

3 подтвердили коллоидную природу полученных растворов;