

МИНИМУМ ЗНАНИЙ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Органическая химия – это раздел химии, изучающий соединения углерода. Валентность атома углерода в органических веществах равна четырём. Атомы углерода способны формировать цепи разной длины и строения. Они могут образовывать между собой одинарные, двойные и тройные связи.

Изомерия – это явление существования молекул с одинаковым составом, но разным химическим строением. Выделяют структурную и пространственную виды изомерии.

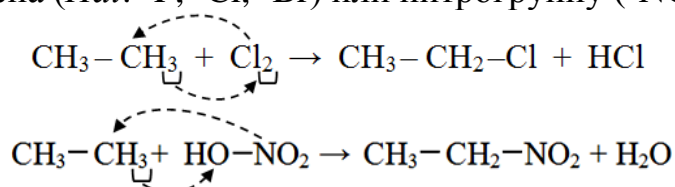
Структурная изомерия	Пространственная изомерия
<p>а) изомерия углеродной цепи:</p> $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3, \quad \begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<p>а) геометрическая (цис-, транс-) изомерия:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Цис-изомер</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Транс-изомер</i></p> </div> </div>
<p>б) изомерия положения кратной связи:</p> $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3, \quad \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$	<p>б) оптическая изомерия:</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p>в) изомерия положения функциональной группы:</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}, \quad \begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	

2. Углеводороды – органические вещества, состоящие из атомов углерода и водорода.

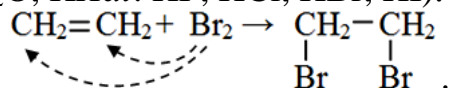
- По структуре углеродной цепи выделяют **ациклические (алифатические)** и **циклические (алициклические)** углеводороды.
- По типу углерод-углеродных связей выделяют **предельные (насыщенные)**, **непредельные (ненасыщенные)** и **ароматические** углеводороды.

Предельные алифатические	Непредельные алифатические	Ароматические алициклические
Алканы	Алкены	Арены
Метан CH_4	Этен (этилен) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	Бензол
Этан $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	Пропен (пропилен) $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$	
Пропан $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Алкодиены	Метилбензол (толуол)
Бутан $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	Бутадиен-1,3 $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	
	Алкины	
	Этин (ацетилен) $\text{CH} \equiv \text{CH}$	
	Пропин $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$	

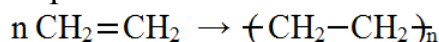
Реакции замещения характерны для алканов и аренов, протекают при замещении атома водорода на атом галогена (*Hal*: -F, -Cl, -Br) или нитрогруппу (-NO₂). Например:



Реакции присоединения характерны для углеводородов с двойными и тройными связями, протекают с разрывом кратной связи и присоединением по месту разрыва молекулы реагента (*Hal*, H₂, H₂O, *HHal*: HF, HCl, HBr, HI). Например:

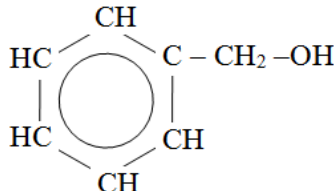
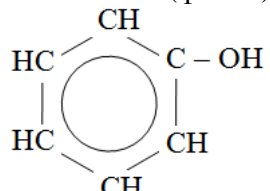


Реакции полимеризации – присоединение молекул мономера друг к другу с образованием полимера. Например:

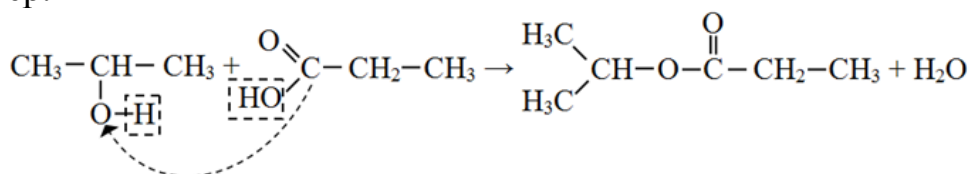


3. Спирты и фенолы – производные углеводородов, содержащие в своей структуре гидроксильную группу –OH (гидроксил). В молекулах спиртов гидроксил связан с алифатическим или алициклическим радикалом, в фенолах – с ароматическим кольцом.

- По положению –OH группы в углеродной цепи выделяют **первичные**, **вторичные** и **третичные** спирты.
- По типу углерод-углеродных связей выделяют **предельные (насыщенные)**, **непредельные (ненасыщенные)** и **ароматические** спирты.
- По числу гидроксильных групп спирты делят на **одноатомные**, **двухатомные** и **многоатомные**.

<i>Одноатомные предельные спирты</i>	<i>Одноатомные непредельные спирты</i>	<i>Одноатомный ароматический спирт</i>
Метанол (метиловый) CH ₃ –OH	Этенол (виниловый) CH ₂ =CH–OH ← неустойчивый	Фенилметанол (бензиловый)
Этанол (этиловый) CH ₃ –CH ₂ –OH	Пропенол (акролеин) CH ₂ =CH–CH ₂ –OH	
Пропанол-1 (пропиловый) CH ₃ –CH ₂ –CH ₂ –OH (первичный спирт)	<i>Многоатомные предельные спирты</i>	<i>Одноатомный фенол</i>
Пропанол-2 (изопропиловый) CH ₃ –CH(OH)–CH ₃ (вторичный спирт)	Этандиол (этиленгликоль) CH ₂ –CH ₂ OH OH	Оксибензол (фенол)
	Пропантриол (глицерин) CH ₂ –CH(OH)–CH ₂ (OH) OH OH OH	

Реакция этерификации характерна для спиртов и карбоновых кислот, протекает между гидроксильной группой спирта и карбоксильной группой карбоновой кислоты с образованием сложного эфира. Например:



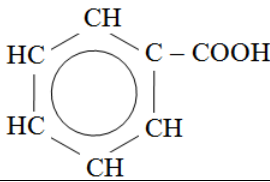
4. Альдегиды и кетоны – производные углеводородов, содержащие в своей структуре карбонильную группу >C=O (карбонил). В молекулах альдегидов карбонил –CHO находится у первого (крайнего) атома углерода, в молекулах кетонов – у находящегося внутри углеродной цепи атома –CO–.

- По типу углерод-углеродных связей выделяют **предельные (насыщенные)**, **непредельные (ненасыщенные)** и **ароматические** карбонильные соединения.
- По числу карбонильных групп альдегиды и кетоны делят на **одноатомные**, **двухатомные** и **многоатомные**.

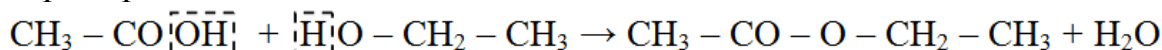
<i>Альдегиды</i>	<i>Кетоны</i>
Метаналь (формальдегид) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} - \text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Пропанон (ацетон) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
Этаналь (ацетальдегид) $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{C} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Бутанон $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$

5. Карбоновые кислоты – производные углеводородов, содержащие в своей структуре карбоксильную группу –COOH (карбоксил).

- По типу углерод-углеродных связей выделяют **предельные (насыщенные)**, **непредельные (ненасыщенные)** и **ароматические** карбоновые кислоты.
- По числу карбоксильных групп выделяют **одноосновные**, **двухосновные** и **многоосновные** карбоновые кислоты.

<i>Одноосновные предельные кислоты</i>	<i>Многоосновные предельные кислоты</i>
Метановая (муравьиная) $\text{H} - \text{COOH}$	Этандиовая (щавелевая) $\text{HOOC} - \text{COOH}$
Этановая (уксусная) $\text{CH}_3 - \text{COOH}$	Бутандиовая (янтарная) $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
<i>Гетерофункциональные одноосновные предельные кислоты</i>	<i>Одноосновная ароматическая кислота</i>
2-Оксипропановая (молочная) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	Бензойная 
2-Оксопропановая (пировиноградная) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{COOH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	Высшие предельные кислоты Гексадекановая (пальмитиновая) $\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \text{COOH}$ Октадекановая (стеариновая) $\text{C}_{17}\text{H}_{35} - \text{COOH}$ Высшие непредельные кислоты Октадеценовая (олеиновая) $\text{C}_{17}\text{H}_{33} - \text{COOH}$ Октадекадиеновая (линолевая) $\text{C}_{17}\text{H}_{31} - \text{COOH}$

Реакция этерификации характерна для карбоновых кислот и спиртов, протекает между гидроксилом спирта и карбоксилем карбоновой кислоты с образованием сложного эфира. Например:



6. Липиды – это группа биоорганических соединений не растворимых в воде. К липидам относятся жиры, жирорастворимые витамины, фосфолипиды и др. вещества.

Жиры – это сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот.

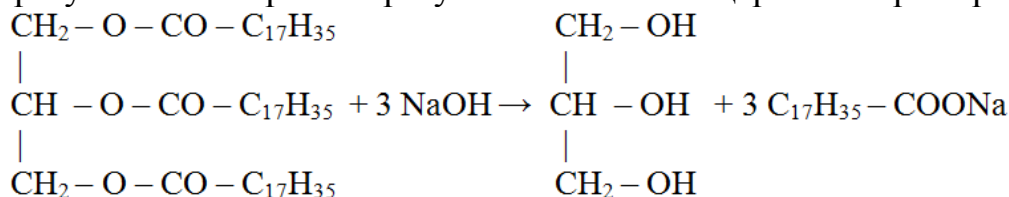
- По происхождению выделяют жиры **животные** и **растительные (масла)**. К животным жирам относят говяжий, бараний и свиной жир, сливочное масло. Растительными являются подсолнечное, оливковое, кукурузное, соевое, пальмовое и др. масла.
- По физическому (*агрегатному*) состоянию различают **твердые** и **жидкие** жиры. Животные жиры, как правило, твердые, а растительные масла – жидкие.
- По жирнокислотному составу жиры подразделяют на **предельные** и **непредельные**. В состав твердых животных жиров преимущественно входят предельные высшие карбоновые кислоты. В составе жидких растительных жиров преимущественно присутствуют непредельные высшие кислоты.

<i>Твердый жир (тристеарат глицерина)</i>	<i>Жидкий жир (триолеат глицерина)</i>
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{CH} - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{35} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{35} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \\ \\ \text{CH} - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CO} - \text{C}_{17}\text{H}_{33} \end{array}$

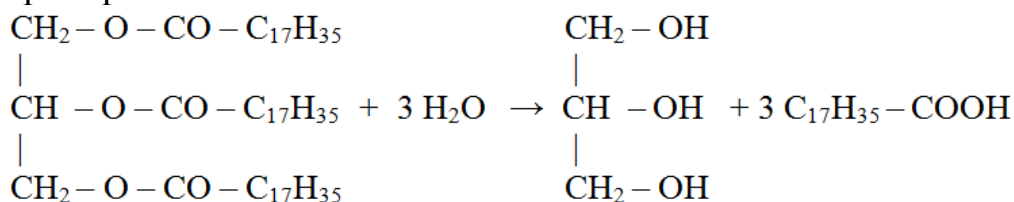
Жиры и масла используют в качестве важного ингредиента продуктов питания и кормов, а также при производстве мыла.

Мыла – это растворимые калиевые и натриевые соли высших карбоновых кислот. Их растворы обладают моющим действием и используются в качестве моющих средств.

Реакция омыления жира – это взаимодействие жира с водным раствором щелочи при нагревании, в результате которого образуются мыла и глицерин. Например:



Реакция гидролиза жиров – это взаимодействие жира в воде в присутствии ферментов или при нагревании, в результате которого образуются высшие карбоновые кислоты и глицерин. Например:

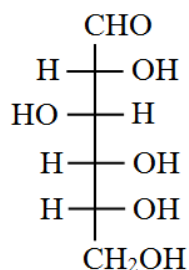


7. Углеводы (сахара) – гетерофункциональные соединения, содержащие в своих молекулах одну карбонильную $>\text{C}=\text{O}$ и несколько гидроксильных $-\text{OH}$ групп. Образуются в клетках растений при фотосинтезе.

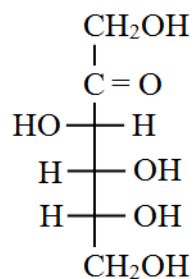
- По расположению карбонильной группы углеводы делят на **альдозы** и **кетозы**.
- По числу атомов в цепи – на **триозы**, **тетрозы**, **пентозы** и **гексозы**. Наиболее важными и распространёнными являются пентозы и гексозы.
- Молекулы углеводов могут соединяться между собой, образуя цепи разной длины. По числу мономерных звеньев в цепи углеводы делят на **моносахариды**, **дисахариды** и **полисахариды**.

Моносахариды:

- **рибоза, дезоксирибоза** – относятся к альдозам, являются пентозами. Входят в состав нуклеиновых кислот РНК и ДНК.
- **глюкоза, галактоза** – относятся к альдозам, являются гексозами. Входят в состав ди- и полисахаридов, обладают сладким вкусом, содержится во фруктах и овощах.
- **фруктоза** – относится к кетозам, является гексозой. Входит в состав ди- и полисахаридов, обладает сладким вкусом, содержится во фруктовых соках.



D-глюкоза



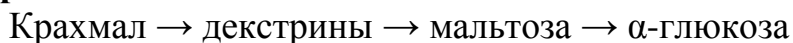
D-фруктоза

Дисахариды:

- **мальтоза** (*солодовый сахар*) состоит из двух молекул глюкозы, образуется при гидролизе крахмала и образует солод;
- **лактоза** (*молочный сахар*) состоит из молекул глюкозы и галактозы, содержится в молоке;
- **сахароза** (*свекловичный или тростниковый сахар*) состоит из молекул глюкозы и фруктозы, содержится во фруктовых соках, сахарной свекле и сахарном тростнике.

Полисахариды:


- **крахмал** состоит из звеньев α -глюкозы, является резервным питательным веществом растительного происхождения, содержится в семенах (*пшеница, ячмень, рис, кукуруза и др.*), клубнях (*картофель*), корнях и других тканях;
- **гликоген** состоит из звеньев α -глюкозы, является резервным питательным веществом животного происхождения, накапливается в *печени, мышцах и др. тканях организма*;
- **целлюлоза** (*клетчатка*) состоит из звеньев β -глюкозы, образует стенки растительных клеток, не растворяется в воде;
- **пектин** состоит из звеньев β -глюкуроновой кислоты, содержится в стенках растительных клеток *яблок, цитрусовых, корзинок подсолнечника* и др., обладает желеобразующим действием, частично растворим в воде.

Схема гидролиза крахмала:

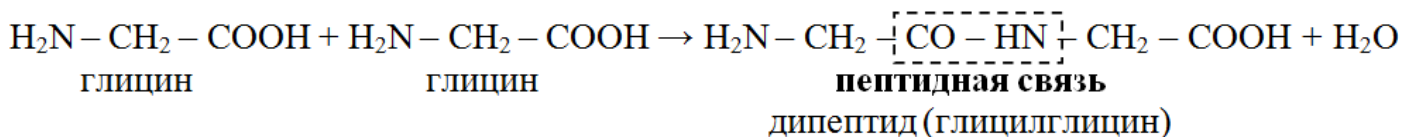
8. Аминокислоты – гетерофункциональные соединения, содержащие одновременно аминогруппу $-\text{NH}_2$ и карбоксильную группу $-\text{COOH}$.

- По взаимному расположению функциональных групп различают α -, β -, γ - (и т.д.) аминокислоты. Наибольшее значение имеют **α -аминокислоты**.
- По биологической ценности **α -аминокислоты** делят на **заменимые** (могут синтезироваться в организме) и **незаменимые** (не синтезируются в организме).

Некоторые α -аминокислоты

Глицин (заменимая)	Аланин (заменимая)	Серин (заменимая)	Цистеин (заменимая)	Фенилаланин (незаменимая)
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$ CH_3	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$ CH_2 OH	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$ CH_2 SH	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$ CH_2 

Реакция образования пептида – это взаимодействие молекул аминокислот друг с другом, в котором участвует аминогруппа одной молекулы и карбоксильная группа другой молекулы. Например:



9. Белки – высокомолекулярные органические соединения, молекулы которых состоят из остатков α -аминокислот, соединённых пептидными связями.

- По биологической ценности белки делят на **полноценные** (содержат все незаменимые аминокислоты) и **неполноценные**.
- По составу белки делят на **простые (протеины)**, которые состоят только из аминокислот, и **сложные (протеиды)**, включающие аминокислоты и небелковые фрагменты (остатки фосфорной кислоты, углеводы, липиды и т.д.)

Структуры молекулы белка:

Первичная структура – это последовательность аминокислот.

Вторичная структура формируется при образовании водородных связей и сворачивании белковой цепи в спираль.

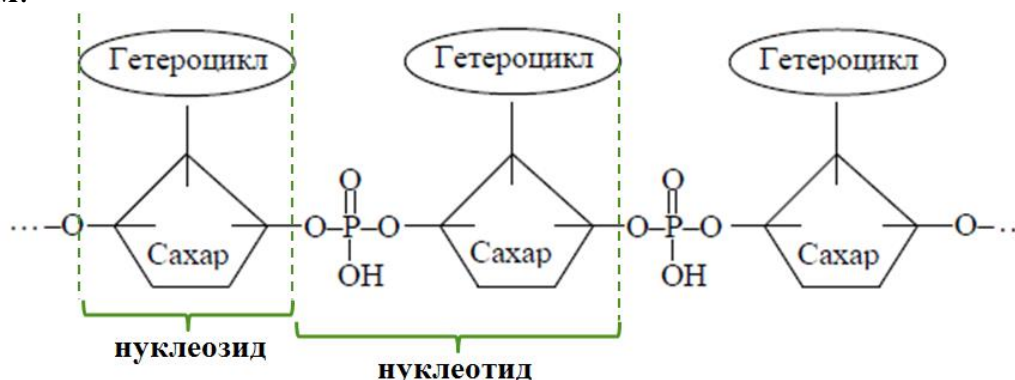
Третичная структура формируется при образовании водородных связей между разными частями одной белковой спирали или несколькими белковыми молекулами.

Денатурация – это процесс разрушения вторичной и третичной структур белковой молекулы, приводящий к свертыванию белка. Бывает необратимой или обратимой (осаждение).

Гидролиз белка – это процесс разрушения первичной структуры белковой молекулы, протекает по схеме:



10. Нуклеиновые кислоты – это сложные высокомолекулярные соединения, содержащиеся в ядрах живых клеток, где они связаны с белками в нуклеопротеиды. Полимерная цепь нуклеиновой кислоты состоит из **нуклеотидов**, которые включают **остаток углевода, остатка фосфорной кислоты и азотистое основание** (гетероцикл). Фрагмент состоящий из остатка углевода и азотистого основания называют **нуклеозидом**.



В зависимости от природы углеводного остатка нуклеиновые кислоты делят на:

- **дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК)** включают дезоксирибозу. ДНК отвечают за передачу наследственной информации.
- **рибонуклеиновые кислоты (РНК)** включают рибозу. РНК отвечают за синтез белка.

Состав нуклеиновых кислот

Кислота	Сахар	Азотистые основания	
		<i>пуриновые</i>	<i>пиримидиновые</i>
РНК	Рибоза	Аденин (А) Гуанин (Г)	Цитозин (Ц) Урацил (У)
ДНК	Дезоксирибоза	Аденин (А) Гуанин (Г)	Цитозин (Ц) Тимин (Т)