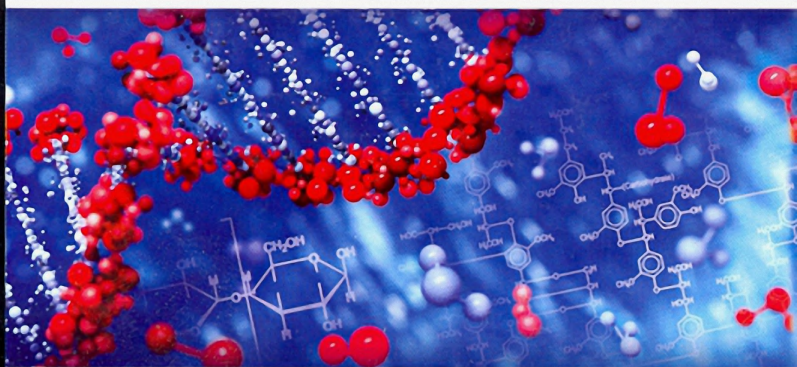


БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В ФОРМУЛАХ И СХЕМАХ



Л. В. Сущинская, Е. Е. Брещенко

Л. В. СУЩИНСКАЯ, Е. Е. БРЕЩЕНКО

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В ФОРМУЛАХ И СХЕМАХ

Учебное пособие

Издание второе, исправленное



• САНКТ-ПЕТЕРБУРГ •
• МОСКВА • КРАСНОДАР •
• 2019 •

УДК 577.1
ББК 28.072я73
С 91

Сущинская Л. В., Брещенко Е. Е.

С 91 Биоорганическая химия в формулах и схемах: Учебное пособие. — 2-е изд, испр. — СПб.: Издательство «Лань», 2019. — 164 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-3398-8

Учебное пособие «Биоорганическая химия в формулах и схемах» составлено на основе типовой учебной программы по биоорганической химии для студентов медицинских вузов.

Предназначено для самостоятельной внеаудиторной работы студентов 1 курса, изучающих медико-биологические дисциплины, может быть полезным не только при изучении биоорганической, но и биологической химии, фармакологии. Пособие может быть полезно студентам химических и биологических направлений при изучении био-органической химии.

УДК 577.1
ББК 28.072я73

Рецензенты:

Н. К. АРТЕМЬЕВА — доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биохимии и естественнонаучных дисциплин Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма;

Т. Н. ЛИТВИНОВА — доктор педагогических наук, кандидат медицинских наук, профессор, зав. кафедрой общей химии Кубанского государственного медицинского университета, заслуженный деятель науки Кубани.

Обложка

Ю. В. ГРИГОРЬЕВА

- © Издательство «Лань», 2019
- © Л. В. Сущинская,
Е. Е. Брещенко, 2019
- © Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
I. Основы строения и реакционной способности органических соединений.....	6
1. Классификация.....	6
2. Номенклатура.....	7
3. Химическая связь	12
4. Сопряжение. Сопряженные системы.....	15
5. Взаимное влияние атомов в органических молекулах.....	18
6. Изомерия.....	19
7. Общие закономерности реакционной способности важнейших классов органических соединений.....	22
II. Реакционная способность основных классов органических соединений.....	25
1. Углеводороды.....	25
2. Замещенные углеводороды.....	35
3. Альдегиды и кетоны.....	43
4. Карбоновые кислоты.....	48
5. Гетерофункциональные соединения.....	54
6. Гетероциклические соединения.....	62
7. Углеводы.....	67

8. Аминокислоты.....	83
9. Пептиды.....	94
10. Белки.....	95
11. Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды).....	99
12. Липиды.....	110
13. Тестовые задания.....	121
14. Ответы на тестовые задания	159
Литература.....	161

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время прогрессивно развиваются фундаментальные медико-биологические дисциплины, формирующие базовые знания врача любого профиля. Протекающие в организме человека физиологические процессы рассматриваются на молекулярном уровне, что требует глубоких познаний биохимических процессов, происходящих в клетках. Системные знания о закономерностях в химических превращениях основных классов природных органических соединений формирует биоорганическая химия. Изучение строения и реакционной способности органических веществ проводится в тесной взаимосвязи с их биологическими функциями.

Целью учебного пособия является помощь студентам медико-биологического профиля в усвоении учебной программы по биоорганической химии, формирование у них знаний взаимосвязи строения и химических свойств биологически важных классов органических соединений, биополимеров и их структурных компонентов. В пособии представлен обширный формульный материал, а также схемы важнейших превращений основных классов органических соединений. Это послужит базой для более глубокого понимания студентами биохимических процессов, протекающих в организме, а также физиологического действия лекарственных веществ на молекулярном уровне.

I. ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ И РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ

Таблица 1. Основные классы органических соединений

Функциональная группа		Название класса	Общая формула класса
$\text{-F, -Cl, -Br, -I (-Hal)}$	галогены	галоген-производные	R-Hal
-OH	гидроксильная	спирты, фенолы	R-OH, Ar-OH
-OR	алкоксильная	простые эфиры	R-OR
-SH	тиольная	тиолы (тиоспирты, меркаптаны)	R-SH
-SR	алкилтиольная	тиоэфиры (сульфиды)	R-SR
$\text{-SO}_3\text{H}$	сульфоновая	сульфоновые кислоты	$\text{R-SO}_3\text{H}$
-NH_2	амино	амины: первичные вторичные третичные	R-NH_2
-NHR			R_2NH
-NR_2			R_3N
-NO_2	нитро	нитросоединения	R-NO_2
$\text{-C}\equiv\text{N}$	циано	нитрилы	$\text{R-C}\equiv\text{N}$
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C-O} \\ \diagdown \end{array}$	карбонильная	альдегиды	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$
		кетоны	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C-R} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$	карбоксильная	карбоновые кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \diagup \\ \text{OR} \end{array}$	алкокси-карбонильная	сложные эфиры	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C} \\ \diagup \\ \text{OR} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \diagup \\ \text{NH}_2 \end{array}$	карбоксамидная	амиды	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R-C} \\ \diagup \\ \text{NH}_2 \end{array}$

2. НОМЕНКЛАТУРА

Таблица 2. Порядок старшинства характеристических групп, обозначаемых префиксами и суффиксами

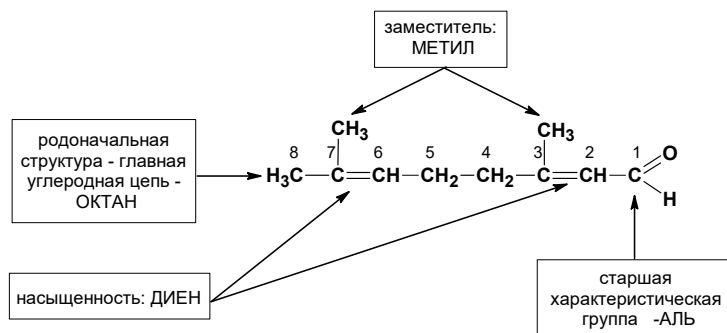
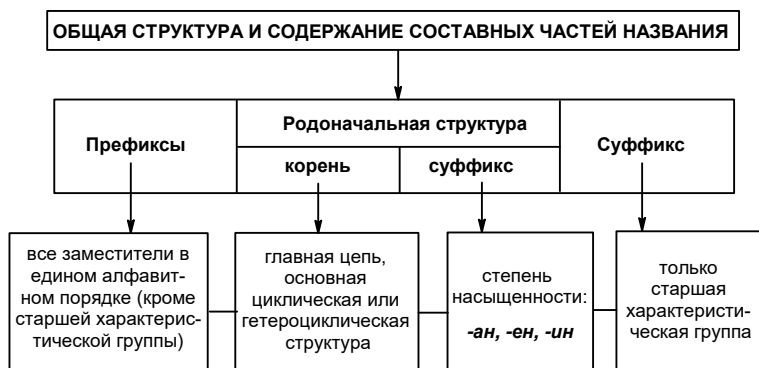
	Функциональная группа	Префикс	Суффикс
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">убывание старшинства</div> <div style="margin-left: 10px;"> </div> </div>	-(C)OOH	—	-овая кислота
	-COOH	карбокси-	-карбоновая кислота
	-SO₃H	сульфо-	-сульфовая кислота
	-(C)≡N	циано-	-нитрил
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-(C)} \\ \diagup \text{H} \end{array}$	оксо-	-аль
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C} \\ \diagup \text{H} \end{array}$	формил-	-карбальдегид
	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C-O} \end{array}$	оксо-	-он
	-OH	гидрокси-	-ол
	-SH	меркапто-	-тиол
	-NH₂	амино-	-амин
	=NH	имино-	-имин

Таблица 3. Некоторые характеристические группы, обозначаемые только префиксами

Класс соединений	Группа	Префикс
галогенпроизводные R-Hal	-Br, -I, -F, -Cl	бromo-, иодо-, фторo-, хлорo-
простые эфиры R-O-R	-OR	алкокси-
гидропероксиды R-O-O-H	-O-OH	гидроперокси-
алкилпероксиды R-O-O-R	-O-OR	алкилперокси-
сульфиды R-S-R	-SR	алкилтиo-

Класс соединений	Группа	Префикс
нитропроизводные $R-NO_2$	$-NO_2$	нитро-
нитратопроизводные $R-ONO_2$	$-O-N \begin{smallmatrix} \nearrow O \\ \searrow O \end{smallmatrix}$	нитрато-

Схема 1. Общее построение названий соединений по заместительной номенклатуре



3,7-диметилоктадиен-2,6-аль (цитраль)

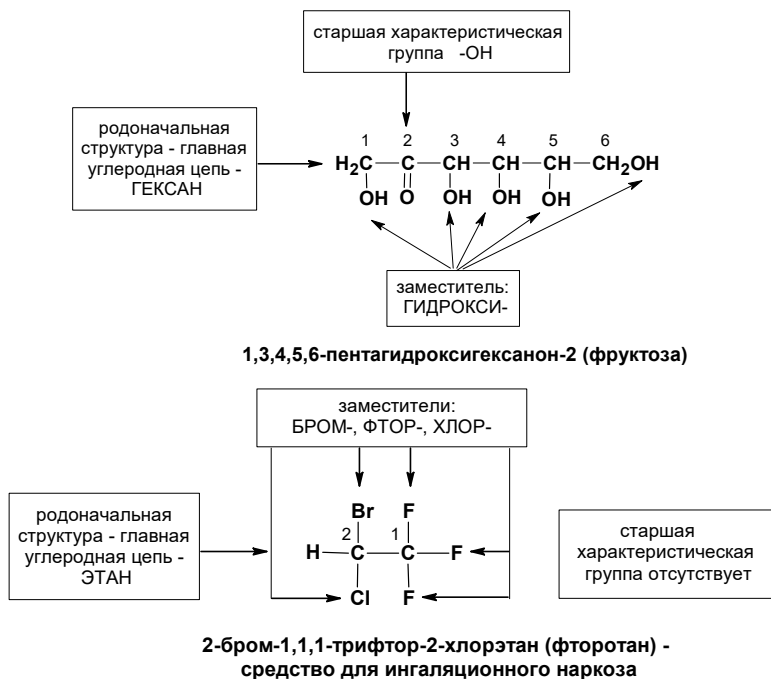


Таблица 4. Названия классов соединений, используемых в радикально-заместительной номенклатуре

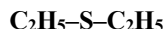
Функциональная группа		Название класса
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">убывание старшинства</div> <div style="flex-grow: 1; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; bottom: 0; left: 0; right: 0; border: 1px solid black; background: linear-gradient(to bottom, transparent 49%, black 49% 51%, black 51% 53%, transparent 53%);"></div> </div> </div>	-CN	цианид
	>C=O	кетон
	-OH	спирт
	-SH	гидросульфид
	-O-OH	гидропероксид
	-O-	эфир или оксид
	-S-, >SO	сульфид, сульфоксид
	-F, -Cl, -Br, -I	фторид, хлорид, бромид, иодид



этиловый спирт









метилфенилкетон

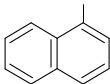
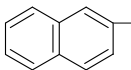

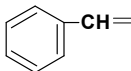



диэтилсульфид

Органический радикал – остаток органической молекулы, из которой удален один атом водорода (остается свободной одна валентность) или несколько (остается несколько свободных валентностей).

Таблица 5. Важнейшие углеводородные радикалы

Формула	Название	Формула	Название
а) одновалентные			
CH_3-	метил	$\text{CH}_2=\text{CH}-$	винил
CH_3CH_2-	этил	$\text{CH}_3\text{CH}_2=\text{CH}-$	пропен-1-ил
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	пропил	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	аллил
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2-$	изопропил	 C_5H_9-	циклопентил
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	бутил	 $\text{C}_6\text{H}_{11}-$	циклогексил
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-$	изобутил	 C_6H_5-	фенил
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-$	втор-бутил	 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-$	бензил
$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-$	трет-бутил	 $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4-$	о-толил
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2-$	пентил	 $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_2-$	фенэтил

Формула	Название	Формула	Название
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	изопентил	 $\text{C}_{10}\text{H}_{17}-$	α -нафтил
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	неопентил	 $\text{C}_{10}\text{H}_{17}-$	β -нафтил
б) двухвалентные			
$-\text{CH}_2-$	метилен	$\begin{array}{c} -\text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	пропилен
$-\text{CH}_2\text{CH}_2-$	этилен	$(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}-$	изопропилиден
$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-$	этилиден	 $\text{C}_6\text{H}_{10}=\text{CH}_2$	цикло-гексилиден
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-$	винилиден	 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	бензилиден
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	пропилиден	 $-\text{C}_6\text{H}_4-$	<i>o</i> -фенилен

3. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Химическая связь – совокупность взаимодействий между электронами и ядрами, приводящих к соединению атомов в молекулы.

Согласно современным представлениям, при сближении атомов между их внешними электронами с противоположными спинами происходит сильное взаимодействие, приводящее к появлению общей электронной пары. Электронная плотность в межъядерном пространстве при этом возрастает, что способствует притяжению ядер взаимодействующих атомов. В результате энергия системы уменьшается, и между атомами образуется химическая связь. В зависимости от того, каким образом взаимодействует общая электронная пара с ядрами соединяемых атомов, различают два вида химической связи: ковалентную и ионную. Для органических соединений основной является ковалентная связь. Слово «ковалентная» означает «объединенная».

Для органических соединений характерны σ - и π -связи.

Ковалентная связь – химическая связь, образованная за счет обобществления электронов связываемых атомов. При образовании ковалентной связи возникает единая молекулярная орбиталь (МО), которая охватывает оба ядра соединяемых атомов. В зависимости от характера перекрывания атомных орбиталей различают σ - и π -МО.

σ -Связь (σ -МО) – одинарная ковалентная связь, образованная при перекрывании АО по прямой (оси), соединяющей ядра двух связываемых атомов с максимальным перекрыванием на этой прямой.

π -Связь – связь, образованная при боковом перекрывании негибризованных рАО с максимальным перекрыванием над и под плоскостью σ -связей (рис. 1).

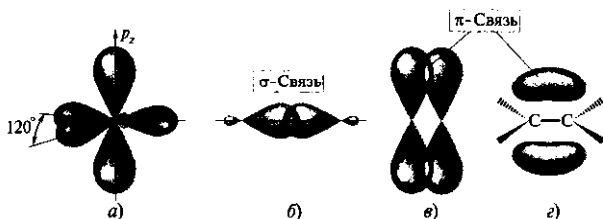


Рис. 1. Образование σ - (б) и π -связей (в, г) между атомами углерода в состоянии sp^2 -гибридизации (а)

Таблица 6. Характеристики ковалентных связей

Связь	Длина, нм	Энергия, кДж/моль
C – C	0,154	348
C = C	0,134	620
C ≡ C	0,120	814
C – H	0,110	414
C – O	0,143	344
C = O	0,121	708
C – N	0,147	293
C = N	0,128	598

Образование π -связей между двумя атомами происходит только в том случае, если эти атомы уже соединены σ -связью, например в молекуле этилена.

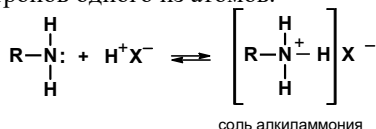
Полярность связи – характеристика химической связи, показывающая перераспределение электронной плотности в пространстве вблизи ядер по сравнению с исходным распределением этой плотности в нейтральных атомах, образующих данную связь.

Если атомы, образующие ковалентную связь, равноценны, то пара электронов связи в равной степени принадлежит обоим атомам (например, углерод-углерод связи в этане, этилене, ацетилене).

Связь, образованная одинаковыми атомами, называется **ковалентной неполярной**. Большинство же ковалентных связей образовано неравноценными атомами, поэтому электронная плотность может быть смещена в сторону одного из них.

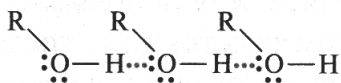
Полярность связи определяется электроотрицательностью атомов, образующих связь, т. е. способностью атомов в молекуле притягивать к себе электроны. Чем больше электроотрицательность атома, тем сильнее он притягивает электроны. Такая связь называется **ковалентной полярной** связью.

Донорно-акцепторная связь – ковалентная связь, образованная за счет пары электронов одного из атомов.

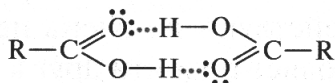


Водородная связь имеет электростатический и донорно-акцепторный характер.

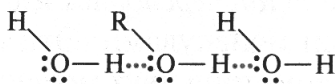
Межмолекулярные водородные связи



ассоциация молекул спирта

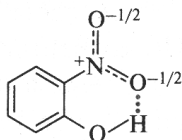


димеры карбоновых кислот

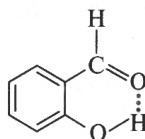


гидратация молекул спирта

Внутримолекулярные водородные связи



o-нитрофенол

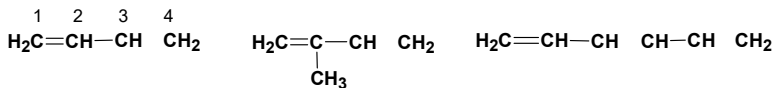


o-гидроксibenзальдегид
(салициловый альдегид)

4. СОПРЯЖЕНИЕ. СОПРЯЖЕННЫЕ СИСТЕМЫ

4.1. Сопряженные системы с открытой цепью

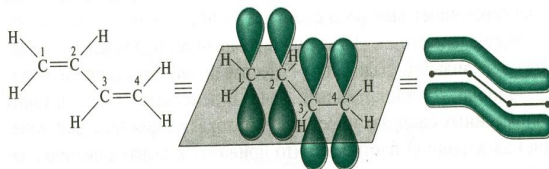
1. π, π -сопряженные системы.



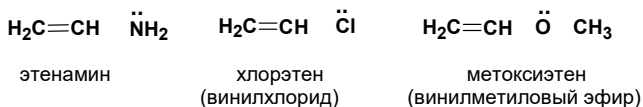
бутадиен-1,3
(дивинил)

2-метилбутадиен-1,3
(изопрен)

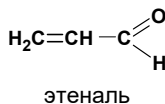
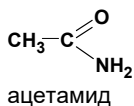
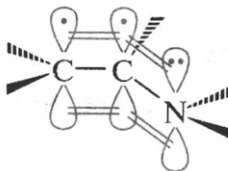
гексатриен-1,3,5



2. p, π -сопряженные системы.



Электронное строение этенамина



4.2. Ароматические сопряженные системы

1. Бензоидный ряд.

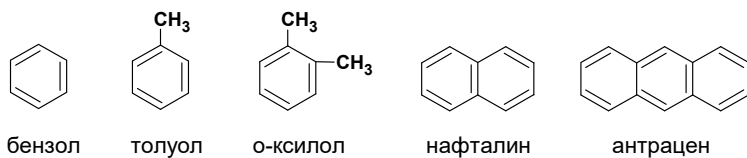


Рис. 3. Электронное строение бензола

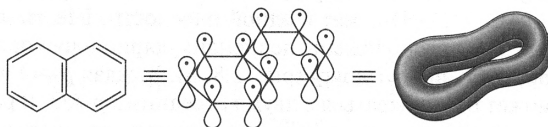
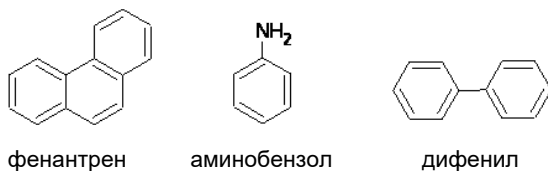
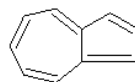


Рис. 4. Электронное строение нафталина



2. Небензоидный ряд.

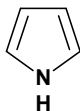


циклопентадиенил-
анион

тропилий-
катион

азулен

3. Гетероциклические.



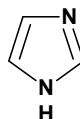
пиррол



фуран



тиофен



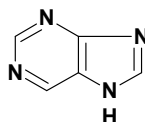
имидазол



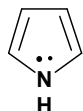
пиридин



пиримидин



пурин



пиррол

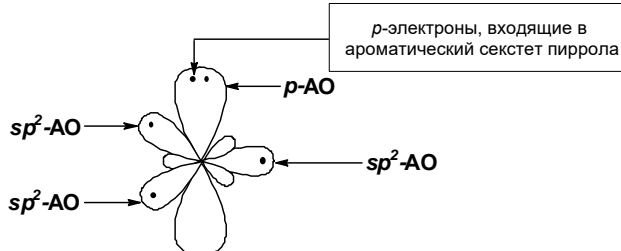


Рис. 5. Электронное строение пиррольного атома азота



пиридин

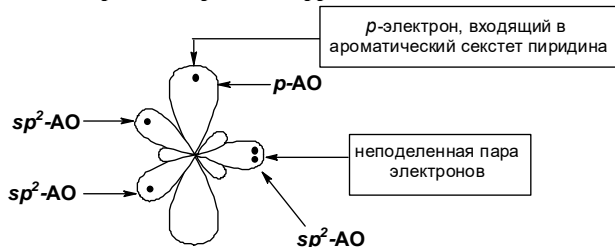
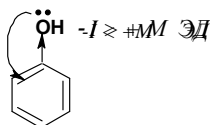
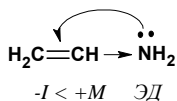
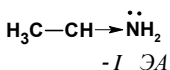


Рис. 6. Электронное строение пиридинового атома азота

5. ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ АТОМОВ В ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛАХ

Таблица 7. Электронные эффекты некоторых заместителей

Заместитель	Электронные эффекты		Характер совместного действия
Алкильные группы (R)	$+I$	$-$	Электронодонорный ($+M > -I$)
$-O^-$	$+I$	$+M$	
$-NH_2, -NHR, -NR_2$	$-I$	$+M$	
$-OH$	$-I$	$+M$	
Алкоксигруппы ($-OR$)	$-I$	$+M$	
Галогены (F, Cl, Br, I)	$-I$	$+M < -I$	Электроноакцепторный
$-NO_2$	$-I$	$-M$	
$-SO_3H$	$-I$	$-M$	
$-COOH, -COOR$	$-I$	$-M$	
$>C=$	$-I$	$-M$	



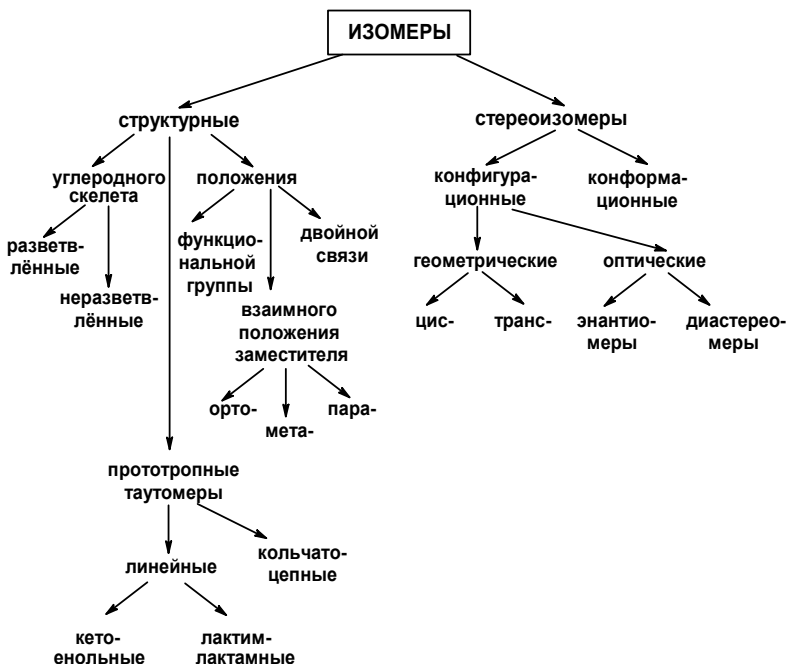
6. ИЗОМЕРИЯ

Изомеры – соединения с одинаковым количественным и качественным составом, но различные по строению (т. е. по последовательности связывания атомов или расположению их в пространстве). Возможны следующие виды изомерии – структурная и пространственная (стереоизомерия).

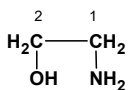
Стереои́зомеры – изомеры, имеющие одинаковую последовательность соединения атомов, но отличающиеся расположением этих атомов в пространстве. Стереои́зомеры могут быть **конфигурационными** и **конформационными**.

Таутомеры – структурные изомеры, находящиеся в динамическом равновесии и существующие за счет миграции атомной группы между двумя или несколькими центрами в молекуле.

Схема 2. Классификация изомеров

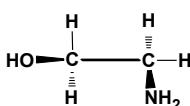


строение

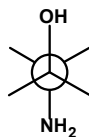


аминоэтанол

конфигурация



конформации

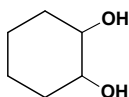


заторможенная
E = min



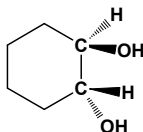
заслоненная
E = max

строение

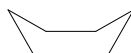


циклогександиол-1,2

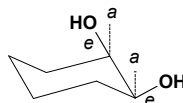
конфигурация



конформации

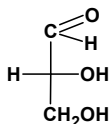


ванна

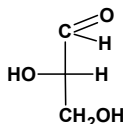


кресло

Относительная D,L-номенклатура



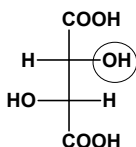
D-глицериновый
альдегид



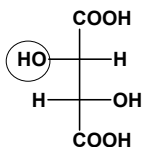
L-глицериновый
альдегид

ключевое вещество

энантиомеры



D-винная
кислота

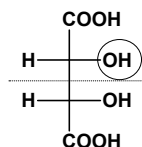


L-винная
кислота

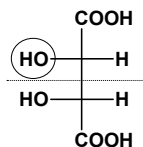
рацемат

виноградная кислота

энантиомеры



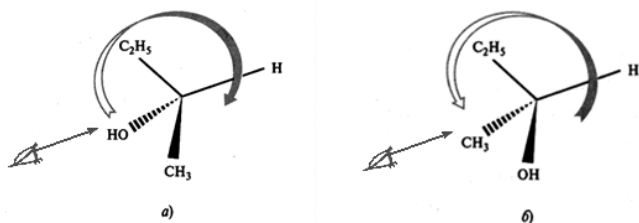
D-мезовинная
кислота



L-мезовинная
кислота

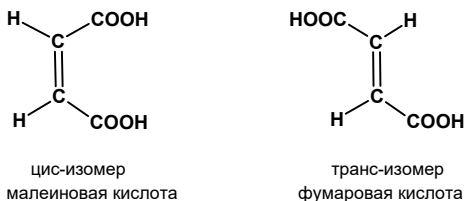
диастереомеры

Абсолютная *R,S*-номенклатура



**Рис. 7. Обозначение конфигурации асимметрического атома углерода в молекулах бутанола-2 по *R,S*-системе:
а – (*R*)-бутанол-2; б – (*S*)-бутанол-2.**

При геометрической изомерии стереоизомеры отличаются друг от друга расположением заместителей по отношению к плоскости двойной связи или цикла. Изомер, у которого одинаковые заместители расположены по одну сторону от плоскости связи или цикла, называются **цис-изомером**, а если по разные стороны – **транс-изомером**.



Для обозначения конфигурации двойных связей цис- и транс-изомеров используется принцип старшинства заместителей. В парах заместителей, соединенных с каждым из атомов двойной связи, определяют старшинство заместителей. Если старшие заместители каждой пары находятся по одну сторону двойной связи, то конфигурацию обозначают префиксом *Z* (от *нем.* *zusammen* – вместе), а если по разные – префиксом *E* (от *нем.* *entgegen* – напротив). По этой системе обозначения фумаровая кислота является *E*-изомером, малеиновая – *Z*-изомером. Иногда использование префиксов цис- и транс- невозможно, в этом случае пользуются только *E,Z*-системой.

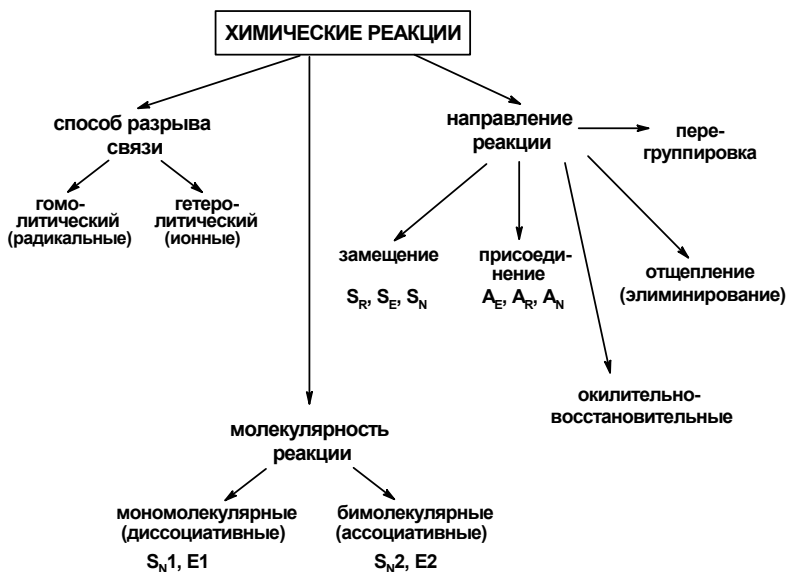
7. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ВАЖНЕЙШИХ КЛАССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Классификация реакций органических соединений

Для классификации органических реакций используют следующие принципы:

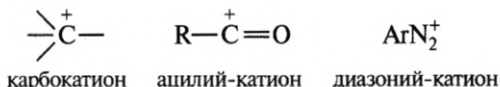
- **характер изменения связей** в реагирующих веществах (способ разрыва связи);
- **направление реакции**;
- **число молекул**, принимающих участие в стадии, определяющей скорость реакции.

Схема 3. Классификация химических реакций

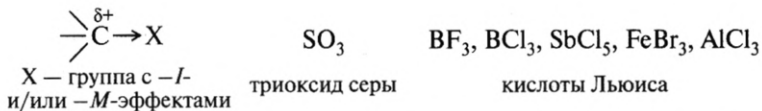


Электрофильные реагенты

Положительно заряженные ионы

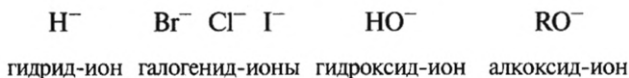


Нейтральные молекулы, имеющие электронодефицитный центр

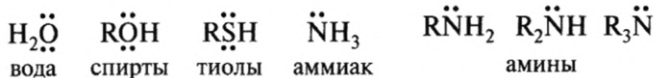


Нуклеофильные реагенты

Отрицательно заряженные ионы



Нейтральные молекулы, имеющие неподеленную пару электронов



Доноры π-электронов



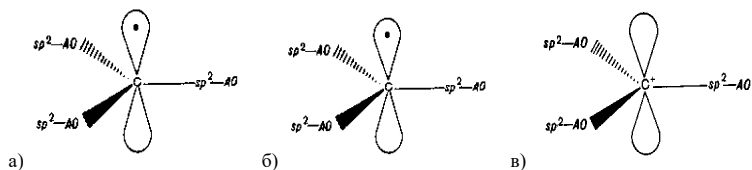


Рис. 8. Электронное и пространственное строение свободного радикала (а), карбоаниона (б) и карбокатиона (в)

Минимальное количество энергии, необходимое для осуществления реакции, называется **энергией активации (E_a)**. Чем меньше энергия активации, тем выше скорость реакции, и, наоборот, чем выше энергетический барьер, тем медленнее протекает реакция. Использование катализаторов существенно понижает энергию активации, направляя реакцию по другому пути через образование новых, более стабильных промежуточных соединений (рис. 9).

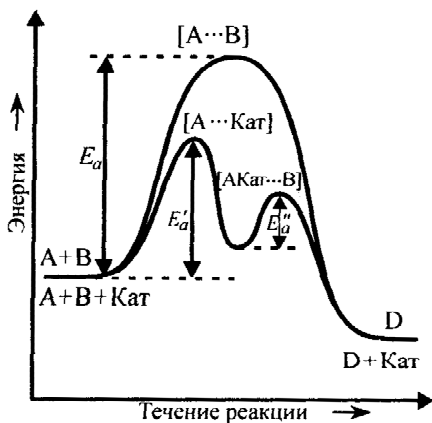
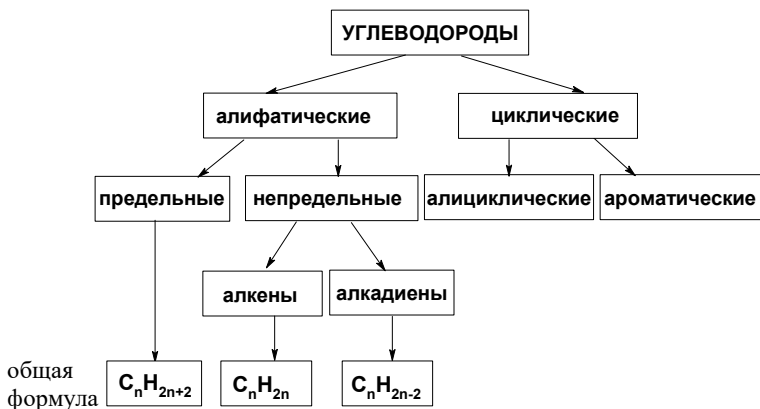


Рис. 9. Энергетические диаграммы реакции без катализатора и с катализатором

II. РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1. УГЛЕВОДОРОДЫ

Схема 4. Классификация углеводородов



Тип связи	Одинарная	Двойная	Две двойные	Делокализованное π -электронное облако
Длина связи, нм	0,154	0,133	$\sigma - 0,146$ $\pi - 0,136$	
Энергия связи, кДж/моль	348	620	150*	
Вид гибридизации атомных орбиталей	sp^3	sp^2	sp^2	sp^2
Тип химических реакций	S_R	A_E	A_E	S_E

* Энергия сопряжения.

Таблица 8. Важнейшие насыщенные алифатические углеводороды (алканы)

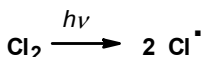
а) с неразветвленной цепью		б) с разветвленной цепью	
Формула	Название	Формула	Название
CH ₄	метан	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-метилпропан (изобутан)
C ₂ H ₆	этан		
C ₃ H ₈	пропан	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-метилбутан (изопентан)
C ₄ H ₁₀	бутан		
C ₅ H ₁₂	пентан	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2,2-диметил- пропан (неопентан)
C ₆ H ₁₄	гексан		
C ₇ H ₁₆	гептан		
C ₈ H ₁₈	октан	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-метилпентан (изогексан)
C ₉ H ₂₀	нонан		
C ₁₀ H ₂₂	декан		
в) циклические			
Формула		Название	
	C ₃ H ₆	циклопропан	
	C ₄ H ₈	циклобутан	
	C ₅ H ₁₀	циклопентан	
	C ₆ H ₁₂	циклогексан	
	C ₁₀ H ₁₈	декалин	

Реакционная способность алканов (S_R)

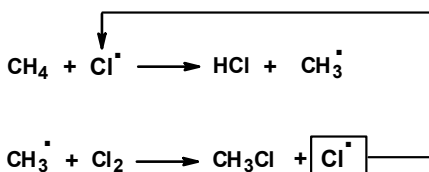
Насыщенность, низкая полярность и слабая поляризуемость связей определяют высокую инертность углеводородов в химических реакциях. Для алканов характерны реакции **радикального замещения** (S_R).

1. Механизм реакции радикального замещения:

а) инициирование

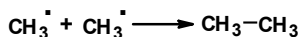
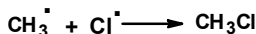
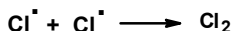


б) рост цепи

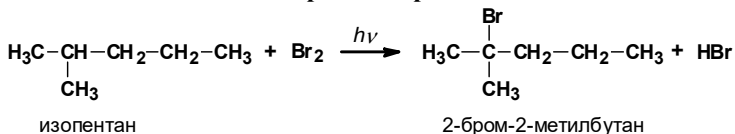


Такие процессы называют цепными, так как образовавшийся первоначально один радикал может инициировать хлорирование многих молекул метана.

в) обрыв цепи



2. Региоселективность реакций радикального замещения



Реакция протекает по правилу Марковникова (в реакциях радикального замещения алканов с бромом легче идет замещение у третичного, затем у вторичного и в последнюю очередь у первичного атома углерода).

3. Особенности реакций в малых циклах

В малых циклах (циклопропан и циклобутан) σ -связи отличаются расположением области максимального перекрывания АО атомов углерода не на прямой, соединяющей ядра атомов, а с внешней стороны треугольника.

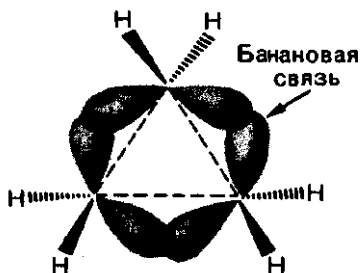
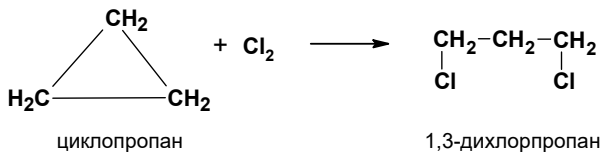







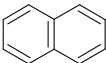
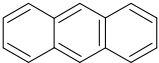
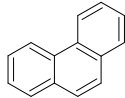
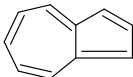
Рис. 10. Банановая связь в циклопропане

Такие связи по характеру расположения максимальной электронной плотности подобны π -связям, и кольцо легко раскрывается при различных реакциях. Этим объясняется способность циклоалканов с малым циклом вступать в реакции радикального присоединения с разрывом цикла:



У циклоалканов с обычными ($\text{C}_5\text{--C}_7$), средними ($\text{C}_8\text{--C}_{11}$) и высшими (больше 11 атомов углерода) циклами реакции радикального замещения протекают аналогично алифатическим алканам.

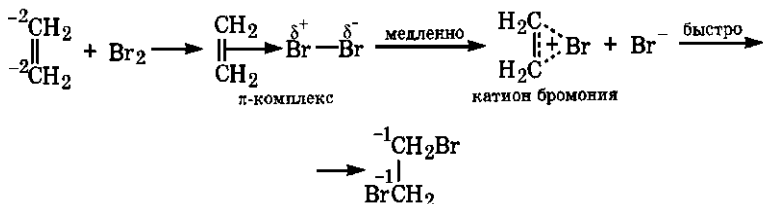
Таблица 9. Важнейшие ненасыщенные углеводороды

а) алифатические		б) алициклические	
Формула	Название	Формула	Название
C_2H_4	этен (этилен)		циклопропен
C_3H_6	пропен (пропилен)		циклобутен
$CH_3-CH_2-CH=CH_2$	бутен-1		
$CH_3-CH=CH-CH_3$	бутен-2		циклопентен
$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$	пентен-1		
$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_3$	пентен-2		циклогексен
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH=CH_2$	гексен-1		
$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH-CH_3$	гексен-2		
$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3$	гексен-3		
в) ароматические			
Формула		Название	
	C_6H_6	бензол	
	$C_{10}H_8$	нафталин	
	$C_{14}H_{10}$	антрацен	
	$C_{14}H_{10}$	фенантрен	
	$C_{10}H_8$	азулен	

Реакционная способность алкенов (A_E)

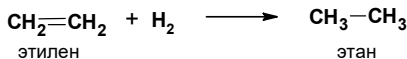
Реакционная способность алкенов, циклоалкенов, алкадиенов и алкинов определяется наличием кратной связи. Из-за высокой поляризуемости и относительно низкой энергии образования π -связей эти соединения легко вступают в реакции присоединения с разрывом π -связи и образованием насыщенных соединений.

Механизм реакций A_E:

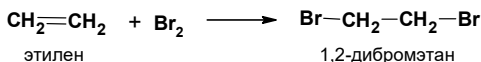


По этому механизму у алкенов протекают следующие реакции:

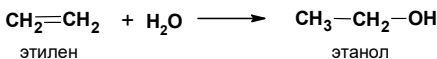
1) гидрирование



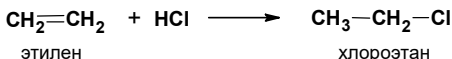
2) галогенирование



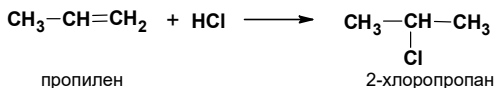
3) гидратация



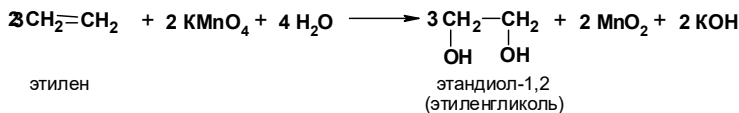
4) гидрогалогенирование



При взаимодействии реагентов типа HX с несимметричными алкенами водород присоединяется преимущественно к атому углерода, связанному с максимальным числом атомов водорода, т. е. к более гидрированному атому углерода двойной связи (**правило Марковникова**).

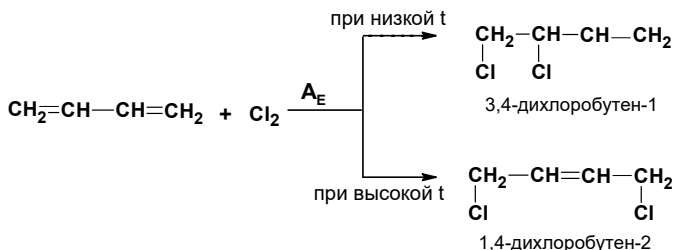


5) гидроксילирование (реакция с KMnO_4) – реакция Вагнера



Особенности реакций электрофильного присоединения в сопряженных системах

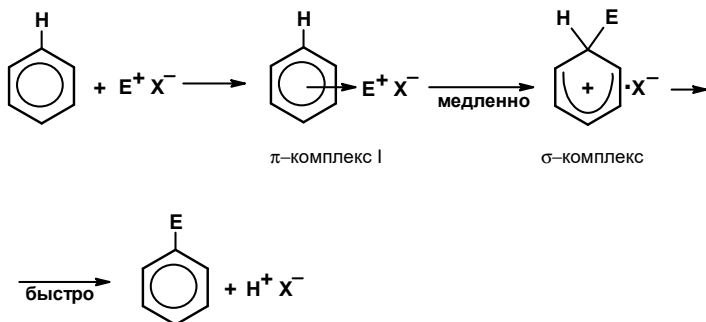
Поскольку сопряженные диены обладают большей термодинамической устойчивостью по сравнению с другими диенами, то двойные связи в диенах стремятся занять чередующееся положение. При электрофильном присоединении галогенов к бутадиену-1,3 могут образовываться соединения с 1,2-присоединением и 1,4-присоединением.



Это зависит от условий проведения реакций (температура, растворитель и др.). Доказано, что кинетически более выгодно образование 1,2-аддуктов, но термодинамически более стабильны 1,4-аддукты, поэтому обычно они и преобладают.

Реакционная способность аренов (S_E). Поскольку арены термодинамически стабильные системы, для них характерны реакции электрофильного замещения.

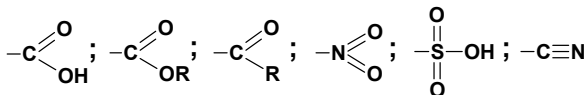
Механизм реакций электрофильного замещения



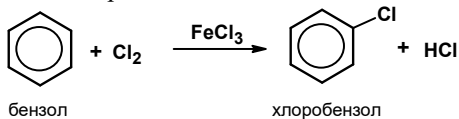
Заместители в бензольном кольце нарушают равномерность распределения π -электронного облака и таким образом оказывают влияние на реакционную способность кольца.

Электронодонорные заместители, ориентирующие электрофильное замещение в орто- и пара-положениях, называют **ориентантами I рода**. К ним относятся: $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2\text{R}$, $-\text{CH}=\text{CH}_2$, C_6H_5- , $-\text{OH}$, $-\text{OR}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}$ и галогены.

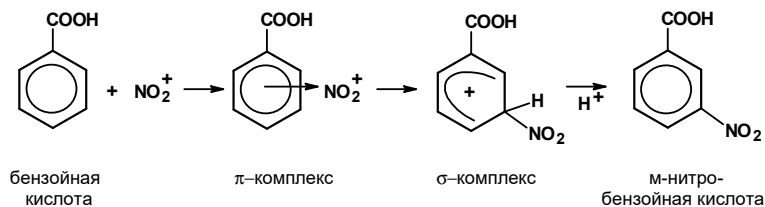
Электроноакцепторные заместители, уменьшая электронную плотность ароматической системы, сильно затрудняют образование π -комплекса и способствуют образованию σ -комплекса в мета-положении, поэтому их называют **ориентантами II рода**. Они замедляют скорость реакций S_E , к ним относятся:



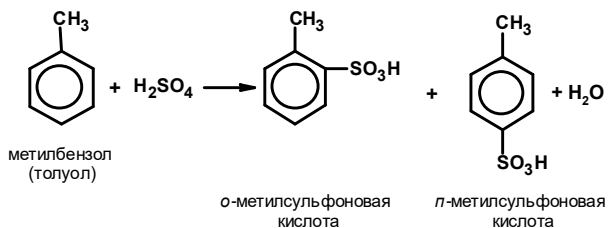
1) галогенирование



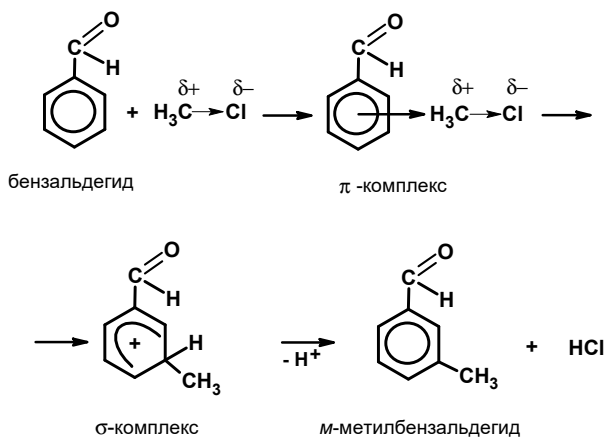
2) нитрование (реакция с HNO_3 в присутствии H_2SO_4 конц)



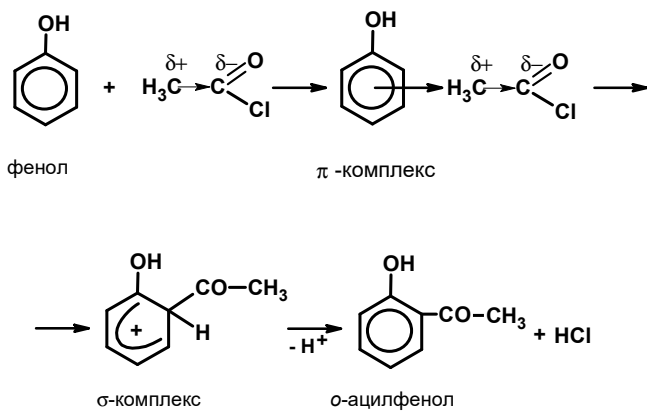
3) сульфирование



4) алкилирование



5) ацилирование



2. ЗАМЕЩЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Таблица 10. Галогенуглеводороды

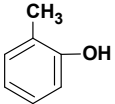
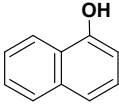
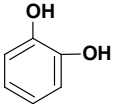
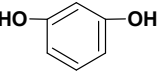
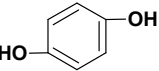
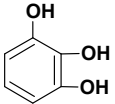
Формула	Название	
	по радикально-заместительной номенклатуре	по ИЮПАК
1	2	3
а) моногалогенпроизводные		
CH_3F	метилфторид	фторметан
CH_3Cl	метилхлорид	хлорметан
CH_3Br	метилбромид	бромметан
CH_3I	метилюдид	иодметан
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$	этилфторид	фторэтан
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	этилхлорид	хлорэтан
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	этилбромид	бромэтан
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$	пропилхлорид	1-хлорпропан
$\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$	втор-пропилхлорид	2-хлорпропан
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$	винилхлорид	хлорэтен
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl}$	аллилхлорид	1-хлорпропен-2
$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	фенилхлорид	хлорбензол
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$	бензилхлорид	фенилхлорметан
б) дигалогенпроизводные		
CH_2F_2	метиленфторид	дифторметан
CH_2Cl_2	метиленхлорид	дихлорметан
CH_2Br_2	метиленбромид	дибромметан
$\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$	этиленхлорид	1,2-дихлорэтан
в) тригалогенпроизводные		
CHF_3	фтороформ*	трифторметан
CHCl_3	хлороформ*	трихлорметан
$\text{CCl}_2=\text{CHCl}$		трихлорэтен

1	2	3
г) тетрагалогенпроизводные		
CF_4	четырёхфтористый углерод	тетрафторметан
CCl_4	четырёххлористый углерод	тетрахлорметан
$\text{CF}_2=\text{CF}_2$	тетрафторэтилен	тетрафторэтен
$\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$	тетрахлорэтилен	тетрахлорэтен

* Название тривиальное.

Таблица 11. Спирты и фенолы

Формула	Название	
	по радикально-заместительной номенклатуре	по ИЮПАК
1	2	3
а) одноатомные		
CH_3OH	метиловый	метанол
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	этиловый	этанол
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	пропиловый	пропанол
$(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$	изопропиловый	пропанол-2
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	бутиловый	бутанол-1
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	втор-бутиловый	бутанол-2
$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$	изобутиловый	2-метилпропанол-1
$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	трет-бутиловый	2-метилпропанол-2
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	амиловый*	пентанол-1
$\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{OH}$	цетиловый*	
$\text{C}_{30}\text{H}_{61}\text{OH}$	мирициловый*	
$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{OH}$		циклогексанол
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	гидроксibenзол	фенол
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$	бензиловый	фенилметанол
$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$	аллиловый	пропен-2-ол

1	2	3
	<i>o</i> -крезол*	<i>o</i> -метилфенол
	α -нафтол	нафтол-1
б) многоатомные		
HOCH ₂ CH ₂ OH	этиленгликоль	этандиол
CH ₃ CH(OH)CH ₂ OH	пропиленгликоль	пропандиол-1,2
HOCH ₂ CH(OH)CH ₂ OH	глицерин*	пропантриол-1,2,3
	<i>o</i> -дигидроксibenзол (пирокатехин*)	1,2-дигидроксibenзол
	<i>m</i> -дигидроксibenзол (резорцин*)	1,3-дигидроксibenзол
	<i>p</i> -дигидроксibenзол (гидрохинон*)	1,4-дигидроксibenзол
	пирогаллол*	1,2,3-триоксibenзол

* Название тривиальное.

Таблица 12. Тиолы и сульфиды

Формула	Название
1	2
тиолы	
CH ₃ -SH	метантиол
CH ₃ CH ₂ -SH	эантиол
CH ₃ CH ₂ CH ₂ -SH	пропантиол-1

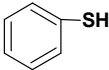
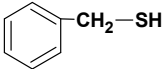
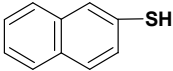
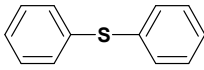
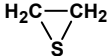

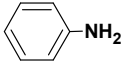
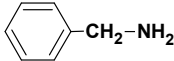
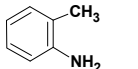
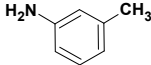
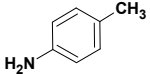
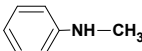
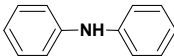
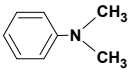
1	2
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{SH}$	пропантиол-2
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{SH}$	бутантиол-1
	тиофенол
	фенилметантиол
	тионафтол-2
сульфиды	
$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_3$	диметилсульфид
$\text{C}_2\text{H}_5-\text{S}-\text{C}_2\text{H}_5$	диэтилсульфид
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	дипропилсульфид
	дифенилсульфид
	этиленсульфид (тиран)
	тетрагидротиофен

Таблица 13. Амины

Формула	Название
1	2
а) алифатические	
первичные	
CH_3-NH_2	метиламин
$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{NH}_2$	этиламин
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}_2$	пропиламин
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{NH}_2$	изопропиламин
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}_2$	бутиламин

1		2	
вторичные			
$(\text{CH}_3)_2 \text{ NH}$	диметиламин		
$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2 \text{ NH}$	диэтиламин		
$\text{CH}_3\text{--NH--C}_2\text{H}_5$	метилэтиламин		
третичные			
$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	триметиламин		
$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3 \text{ N}$	триэтиламин		
диамины			
$\text{H}_2\text{N--CH}_2\text{CH}_2\text{--NH}_2$	этилендиамин		
$\text{H}_2\text{N--(CH}_2)_6\text{--NH}_2$	гексаметилендиамин		
б) ароматические			
первичные			
Формула	Название	Формула	Название
	анилин		бензиламин
	o-толуидин		m-толуидин
	p-толуидин		
вторичные			
	N-метил-анилин		дифениламин
	N, N-диметил-анилин		

Реакционная способность

I. Реакции нуклеофильного замещения ($\text{S}_{\text{N}}1$ и $\text{S}_{\text{N}}2$).

Реакции, в которых происходит замещение атома или группы атомов на нуклеофил, называются **реакциями нуклеофильного замещения (S_{N})**. Такие реакции наиболее характерны для насыщенных

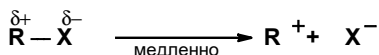
органических соединений, имеющих полярную связь, которая разрывается гетеролитически (спирты, тиолы, галогеналканы, амины). Скорость в реакциях нуклеофильного замещения зависит от:

– **стабильности уходящей группы.** Уходящий анион должен быть стабильнее вступающего. Хорошие уходящие группы – слабые основания: метан-сульфонат-ион > пара-толуол-сульфонат-ион > I > Br > Cl > F. Сильные основания – плохие уходящие группы: HO⁻, H₂N⁻, RO⁻, R₂N⁻;

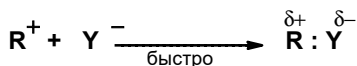
– **прочности связывания отдаваемой пары электронов.** Чем сильнее нуклеофил удерживает пару электронов, тем слабее он вступает в реакции S_N. Наименее прочно удерживаются несвязывающие электроны, поэтому нуклеофил, как правило, их и использует.

Мономолекулярная S_N1 реакция представляет собой двухстадийный процесс.

1 стадия – ионизация реагента (образование карбокатиона – карбониевого иона):

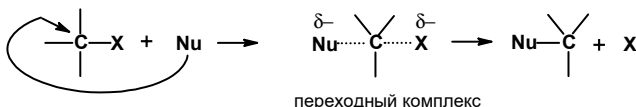


2 стадия – взаимодействие карбокатиона с нуклеофилом:



В определяющей скорость реакции (1) участвует только одна молекула субстрата, поэтому этот процесс мономолекулярный.

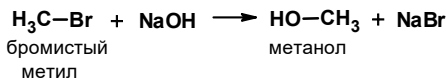
Бимолекулярная реакция S_N2 – одностадийный процесс. Атака нуклеофила и отщепление уходящей группы происходят одновременно, без образования карбокатиона, т. е. скорость реакции зависит от концентрации как субстрата, так и нуклеофила. Нуклеофил атакует молекулу со стороны, противоположной уходящей группе. В переходном состоянии разрыв C–X-связи происходит по мере образования новой. Реакция S_N2 протекает с обращением конфигурации.



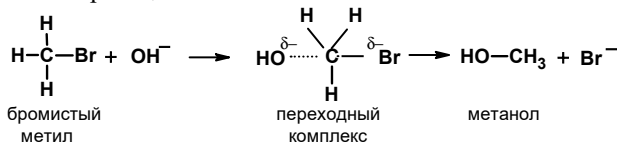
Скорость этой реакции определяется концентрацией субстрата и нуклеофила.

По механизму нуклеофильного замещения протекают следующие реакции:

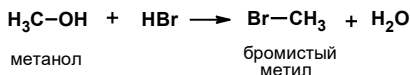
а) гидролиз галогенпроизводных (взаимодействие с водными растворами щелочей)



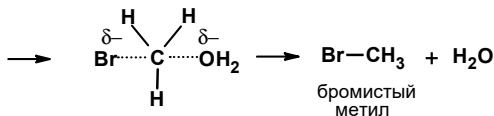
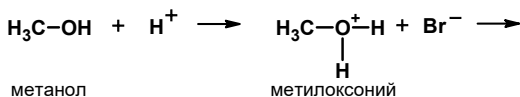
Механизм реакции



б) образование галогенидов



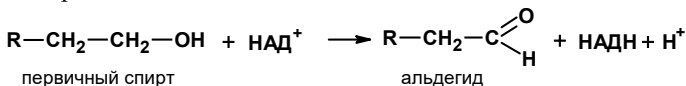
Механизм реакции



II. Реакции элиминирования (E)

а) окисление спиртов (дегидрирование):

– первичных



$$\text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{R} + \text{HAD}^+ \longrightarrow \text{R}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{R} + \text{HADH} + \text{H}^+$$

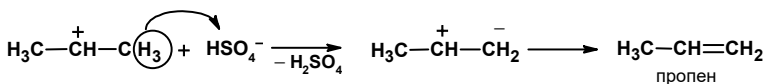
кетон

$$2 \text{ R-SH} \xrightleftharpoons[+ 2\text{H}]{- 2\text{H}} \text{ R-S-S-R}$$
$$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

пропанолпропен

$$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{-\text{HSO}_4^-} \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{H}-\text{O}^+-\text{H} \end{array} \xrightarrow{-\text{HOH}} \text{H}_3\text{C}-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$$

пропанол ион оксония карбокатион


$$\text{R}-\underset{\text{галогеналкан}}{\overset{\circ}{\text{C}}}\text{H}_2 \rightarrow \text{C} \text{H}_2 \rightarrow \overset{\circ}{\text{Cl}} + \text{NaOH} \longrightarrow \underset{\text{алкен}}{\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$$

3. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

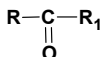
В альдегидах и кетонах функциональной группой является карбонильная, поэтому они относятся к карбонильным соединениям.



Альдегидами называются соединения, в которых карбонильная группа соединена с атомом водорода и углеводородным радикалом; в кетонах карбонильная группа связана с двумя радикалами.



альдегид

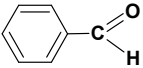
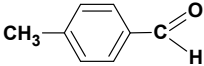
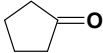
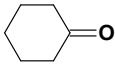
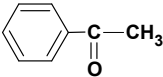
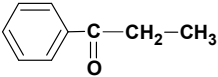


кетон

В зависимости от строения радикалов карбонильные соединения могут быть алифатическими (насыщенными и ненасыщенными) и циклическими (алициклическими и ароматическими). Формулы важнейших альдегидов и кетонов приведены в таблице 14.

Таблица 14. Альдегиды и кетоны

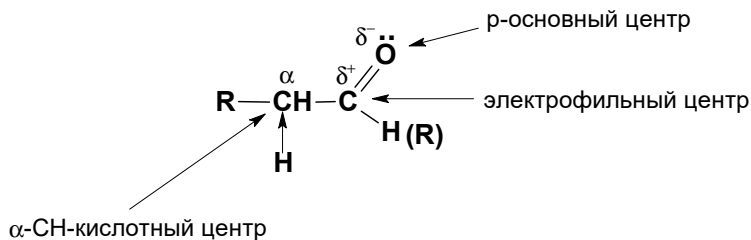
Формула	Название	
	тривиальное	ИЮПАК
1	2	3
а) альдегиды		
$\text{H}-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	формальдегид	метаналь
$\text{CH}_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	ацетальдегид	этаналь
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	пропионовый альдегид	пропаналь
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	масляный альдегид	бутаналь
$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	изомасляный альдегид	2-метилпропаналь
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C}\begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$	валериановый альдегид	пентаналь

1	2	3
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изовалериановый альдегид	3-метилбутаналь
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}=\text{O}$	акриловый альдегид	пропеналь
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{HC}=\text{CH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H} \end{array}$	кротоновый альдегид	(Е) бутен-2-аль
	бензальдегид	бензальдегид
	<i>n</i> -толуидиновый альдегид	4-метил-бензальдегид
б) кетоны		
Формула	Название	
	по радикально-заместительной номенклатуре	по ИЮПАК
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	диметилкетон (ацетон*)	пропанон
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	метилэтилкетон	бутанон-2
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	метилпропилкетон	пентанон-2
		циклопентанон
		циклогексанон
	метилфенилкетон	ацетофенон
	этилфенилкетон	пропиофенон

* Название тривиальное.

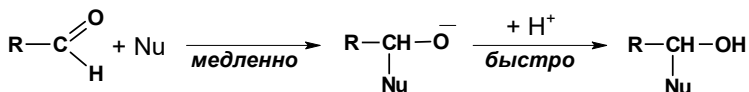
Химические свойства альдегидов и кетонов

Реакционные центры



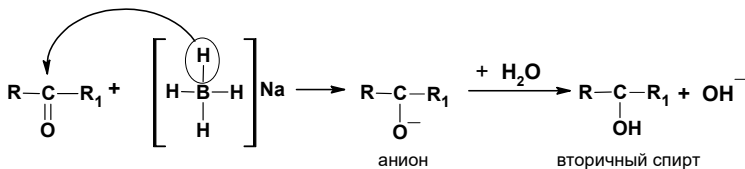
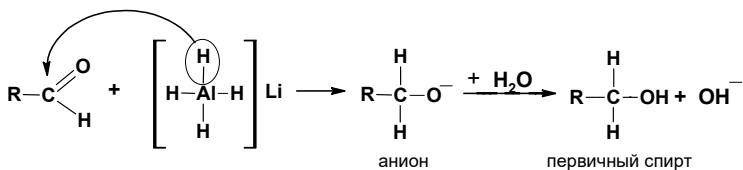
По электрофильному центру протекают реакции нуклеофильного присоединения (A_N).

Механизм реакции A_N :

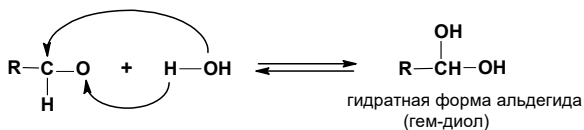


По механизму A_N протекают следующие реакции.

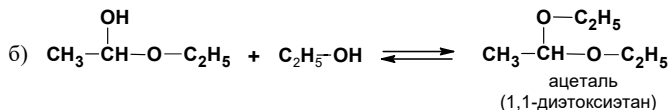
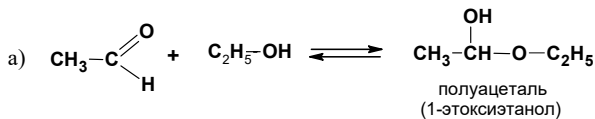
1. Реакции восстановления альдегидов и кетонов



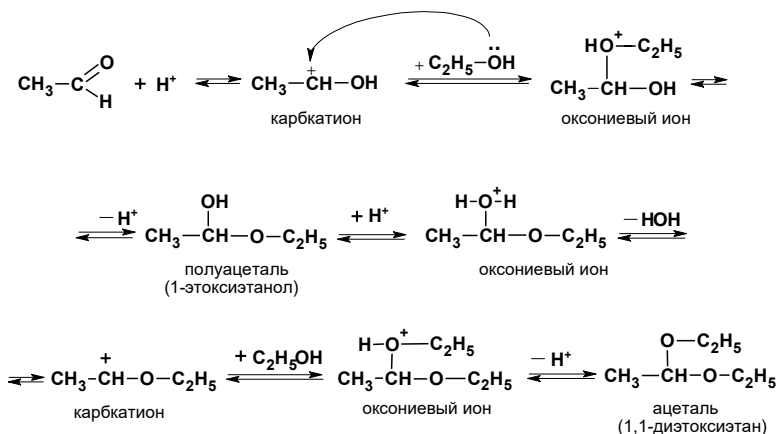
Реакции гидратации



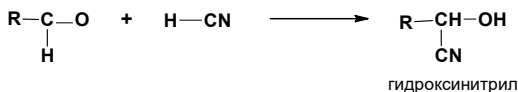
2. Реакции получения полуацеталей и ацеталей



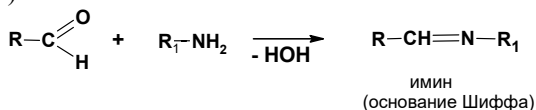
Механизм реакции



3. Реакции с синильной кислотой



4. Реакции присоединения-отщепления (с аммиаком и его производными)



4. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Карбонowymi кислотами называются соединения, содержащие карбоксильную функциональную группу --COOH .

Схема 5. Классификация карбоновых кислот

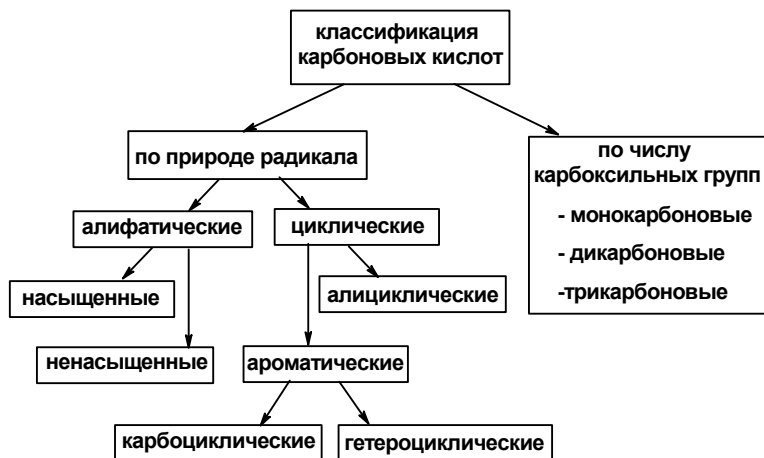
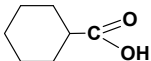
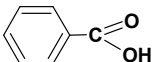
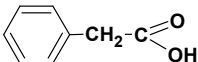
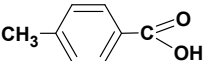
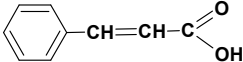
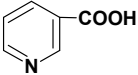
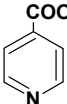
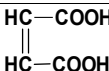
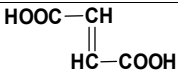
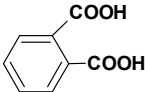
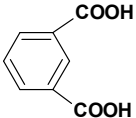
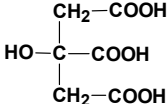
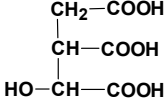


Таблица 15. Важнейшие карбоновые кислоты

Формула	Название ацильного радикала (R--CO--)	Название кислоты	
		тривиальное	по ИЮПАК
1	2	3	4
а) монокarбоновые алифатические			
$\text{H--C}(=\text{O})\text{OH}$	формил	муравьиная	метановая
$\text{CH}_3\text{--C}(=\text{O})\text{OH}$	ацетил	уксусная	этановая
$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--C}(=\text{O})\text{OH}$	пропионил	пропионовая	пропановая

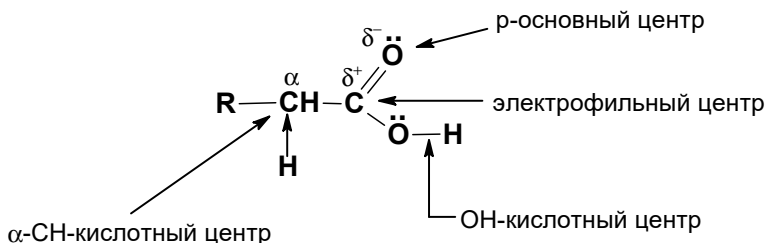
1	2	3	4
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	бутирил	масляная	бутановая
$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	изобутирил	изомасляная	2-метил-пропановая
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	валерил	валериановая	пентановая
$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	изовалерил	изовалериановая	3-метил-бутановая
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	капронил	капроновая	гексановая
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	акрилоил	акриловая	пропеновая
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	кротонил	кротоновая	(Е) бутен-2-овая
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$		сорбиновая	гексадиен-2,4-овая
циклические			
			циклогексан-карбоновая
	бензоил		бензойная
		фенил-уксусная	фенил-этановая
	толуидил	<i>n</i> -толуидиновая	4-метил-бензойная
	цинамоил	коричная	(Е)-3-фенил-пропеновая
		никотиновая (vit B ₃)	β-пиридин-карбоновая

1	2	3	4
		изоникотиновая	γ-пиридин-карбоновая
б) дикарбоновые алифатические			
HOOC—COOH	оксалил	щавелевая	этандиовая
HOOC—CH ₂ —COOH	малонил	малоновая	пропандиовая-1,3
HOOC—CH ₂ —CH ₂ —COOH	сукцинил	янтарная	бутандиовая-1,4
HOOC—(CH ₂) ₃ —COOH	глутарил	глутаровая	пентандиовая-1,5
HOOC—(CH ₂) ₄ —COOH	адипиноил	адипиновая	гександиовая-1,6
	малеиноил	малеиновая	(Z)-бутендиовая-1,4
	фумароил	фумаровая	(E)-бутендиовая-1,4
циклические			
		фталевая	бензол-1,2-дикарбоновая
		изо-фталевая	бензол-1,3-дикарбоновая
в) трикарбоновые			
		лимонная	2-гидроксипропан-1,2,3-трикарбоновая
		изолимонная	1-гидроксипропан-1,2,3- трикарбоновая

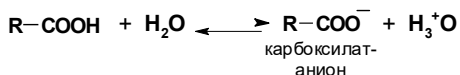
1	2	3	4
$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—COOH} \\ \\ \text{C—COOH} \\ \\ \text{CH—COOH} \end{array} $		цис-аконитовая	пропен-1,2,3-трикарбоновая

Реакционная способность

Реакционные центры

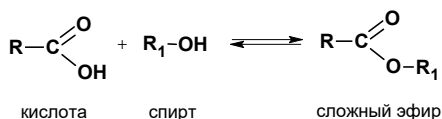


1. Кислотные свойства

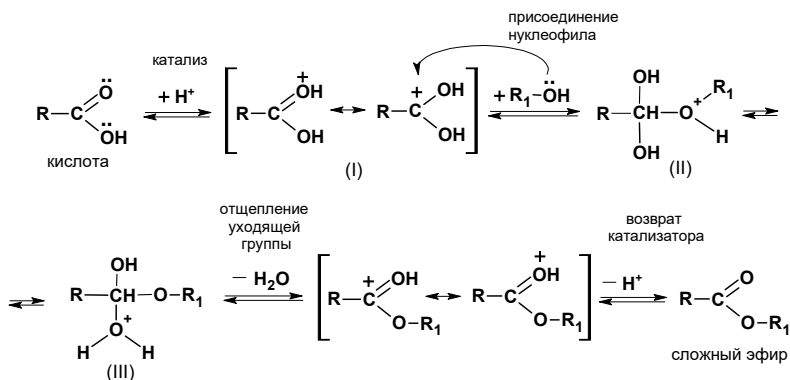


2. Реакции S_N . Ацилирующая способность функциональных производных.

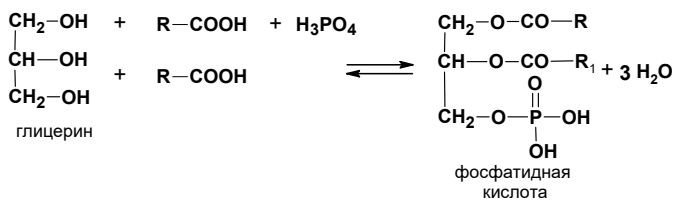
а) образование сложных эфиров



Механизм реакции



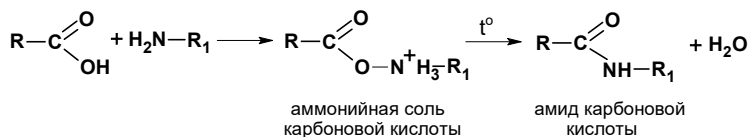
б)



в) образование галогенангидридов



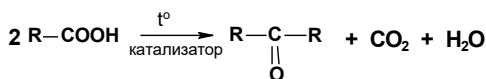
г) образование амидов



уменьшение ацилирующей способности →

$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{Cl} \end{matrix}$	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \parallel \\ \text{O} \end{matrix}$	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OR} \end{matrix}$	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$
хлорангидрид	ангидрид	карбоновая кислота	сложный эфир	амид

а) алифатических монокарбоновых кислот


$$\text{HOOC-CH}_2\text{-COOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$$

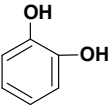
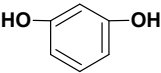
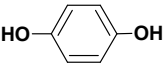
малоновая кислота
уксусная кислота

$$\begin{array}{ccc} \text{R}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH} & \xrightarrow[\text{Ba(OH)}_2]{t^\circ} & \text{CO}_2 + \text{R}-\text{CH}_2-\text{NH}_2 \\ \text{аминокислота} & & \text{амин} \end{array}$$
$$\begin{array}{c} \text{CH - кислотный} \\ \text{центр} \\ \swarrow \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} + \text{Br}_2 \xrightarrow[\text{- HBr}]{\text{S}_{\text{N}}} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(Br)-COOH} \\ \text{бутановая кислота} \qquad \qquad \qquad \alpha\text{-бромбутановая кислота} \end{array}$$

5. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Полифункциональные соединения – соединения, в молекулах которых содержатся две и более одинаковые функциональные группы. Гетерофункциональными соединениями называются полифункциональные соединения с различными функциональными группами.

Таблица 16. Полифункциональные соединения

Формула	Название
алифатические	
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	этиленгликоль*
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	глицерин*
$\begin{array}{c} \text{O} & & \text{O} \\ // & & // \\ \text{H}-\text{C}- & \text{C}-\text{H} \end{array}$	глиоксаль*
$\text{HOOC}-\text{COOH}$	щавелевая кислота*
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	малоновая кислота*
$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	янтарная кислота*
ароматические	
	пирокатехин*
	резорцин*
	гидрохинон*

Формула	Название
ароматические	
	хинон*
	пиррогалол*

* Название тривиальное.

Таблица 17. Гетерофункциональные соединения

Классы соединений	Функциональные группы	Формула	Название
1	2	3	4
амино-спирты	HO-, -NH ₂	HO-CH ₂ -CH ₂ -NH ₂	аминоэтанол
гидроксикислоты	HO-, -COOH	HO-CH ₂ -COOH	гликолевая*
	HO-, -COOH	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	молочная*
	HO-, -COOH	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$	лимонная*
	HO-, -COOH	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	β-гидроксимасляная*
	HO-, -COOH	$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	яблочная*

1	2	3	4
ОКСО- КИСЛОТЫ	>C-O, -COOH	H-C-COOH \parallel O	глиоксилевая* (глиоксалева)*
	>C-O, -COOH	$\text{H}_3\text{C-C-COOH}$ \parallel O	ПВК (пиро- виноградная)*
	>C-O, -COOH	$\text{CH}_3\text{-C-CH}_2\text{-COOH}$ \parallel O	β-оксо- масляная* (ацетоуксус- ная)
	>C-O, -COOH	$\text{HOOC-C-CH}_2\text{-COOH}$ \parallel O	щавелево- уксусная* (ЩУК)
	>C-O, -COOH	$\text{HOOC-C-(CH}_2)_2\text{-COOH}$ \parallel O	α-кето- глутаровая*
АМИНО- КИСЛОТЫ	$\text{-NH}_2, \text{-COOH}$	H-CH-COOH \mid NH_2	глицин*
	$\text{-NH}_2, \text{-COOH}$	$\text{H}_3\text{C-CH-COOH}$ \mid NH_2	аланин*
	$\text{-NH}_2, \text{-COOH}$	$\text{NH}_2\text{-(CH}_2)_3\text{-COOH}$	γ-амино- масляная*
	$\text{-NH}_2, \text{-HO, -COOH}$	$\text{HO-CH}_2\text{-CH-COOH}$ \mid NH_2	серин*
	$\text{-NH}_2, \text{-HO, -COOH}$	$\text{H}_3\text{C-CH-CH-COOH}$ $\mid \quad \mid$ OH NH_2	треонин*
	$\text{-NH}_2, \text{-SH, -COOH}$	$\text{HS-CH}_2\text{-CH-COOH}$ \mid NH_2	цистеин*
	$\text{-NH}_2, \text{-COOH}$	$\text{S-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH-COOH}$ $\mid \quad \mid$ $\text{CH}_3 \text{ NH}_2$	метионин*

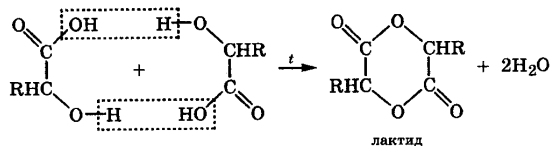
* Название тривиальное.

Реакционная способность гетерофункциональных соединений

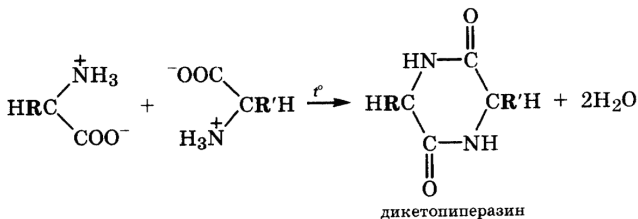
1. Реакции, характерные для α -расположения функций.

а) межмолекулярные взаимодействия

α -гидроксикислоты:

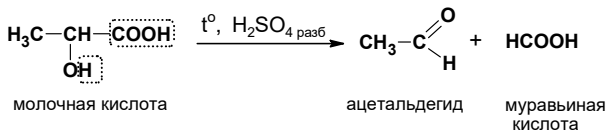


α -аминокислоты:

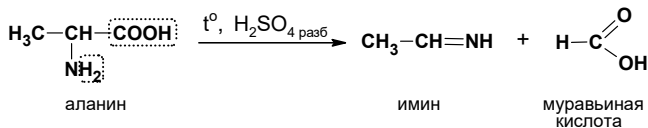


б) расщепление

α -гидроксикислоты:

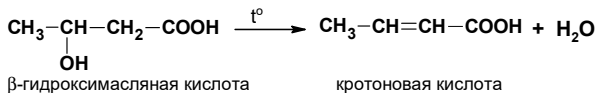


α -аминокислоты:

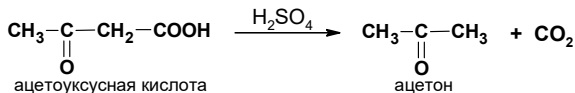


2. Реакции, характерные для β -расположения функций

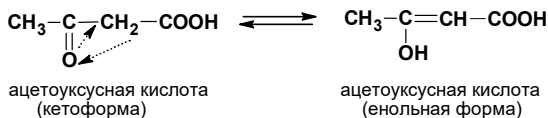
а) дегидратация β -гидроксикислот



б) декарбоксилирование β -кетокислот

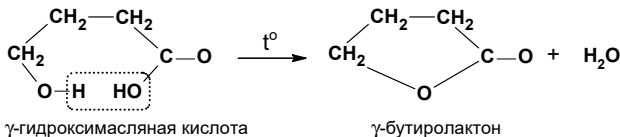


в) кето-енольная таутомерия β -кетокислот

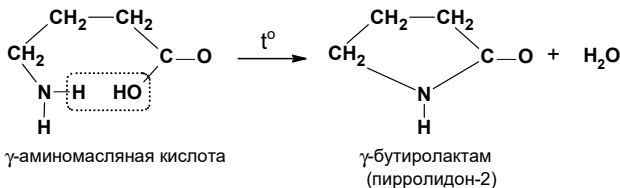


3. Реакции, характерные для γ -расположения функций

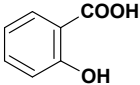
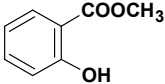
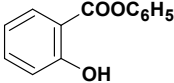
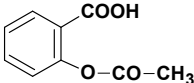
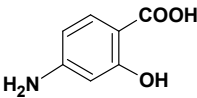
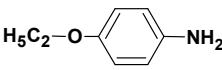
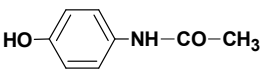
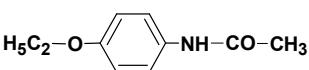
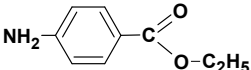
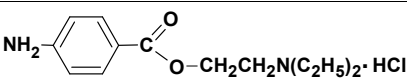
а) внутримолекулярная дегидратация оксикислот

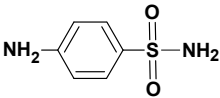
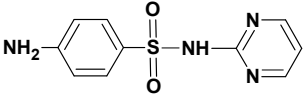
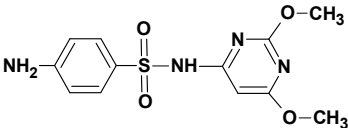
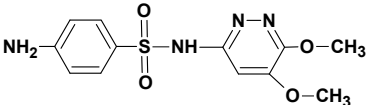
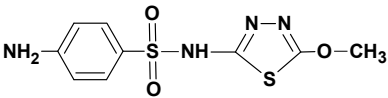
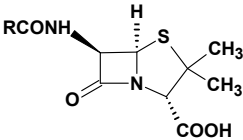
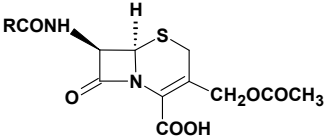


б) внутримолекулярная дегидратация аминокислот

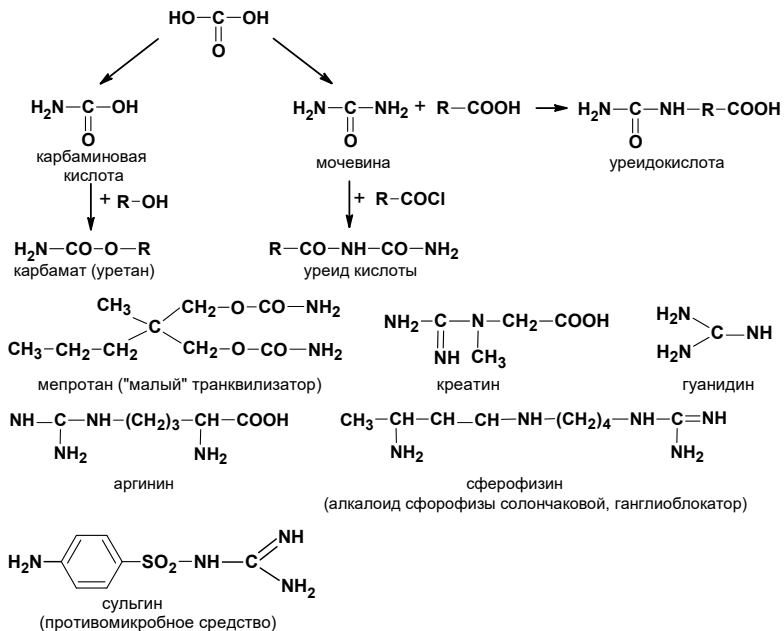


**Таблица 18. Гетерофункциональные соединения –
лекарственные препараты**

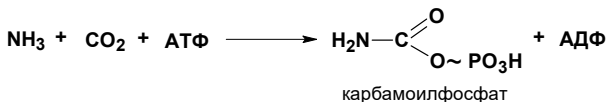
Формула	Название
Салицилаты	
	салициловая кислота
	метилсалицилат
	фенилсалицилат (салол)
	ацетилсалициловая кислота (аспирин)
	<i>n</i> -аминосалициловая (4-амино-2-гидроксibenзой- ная) кислота (ПАСК)
Производные <i>n</i>-аминофенола	
	этиловый эфир <i>n</i> -аминофенола (фенетидин)
	<i>n</i> -ацетаминофенол (парацетамол)
	этиловый эфир <i>n</i> -ацетаминофенола (фенацетин)
Производные <i>n</i>-аминобензойной кислоты (ПАБК)	
	этиловый эфир <i>n</i> -аминобензойной кислоты (анестезин)
	β -диэтиламиноэтиловый эфир <i>n</i> -аминобензойной кислоты (новокаин) гидрохлорид

Формула	Название
Производные амидов сульфаниловой кислоты	
	сульфаниламид (стрептоцид)
	сульфазин
	сульфадиметоксин
	сульфапиридазин
	этазол
β-лактамные антибиотики	
	общая структура пенициллинов
	общая структура цефалоспоринов

Угольная кислота и ее функциональные производные



Образование карбамоилфосфата





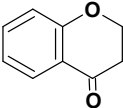







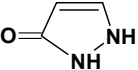
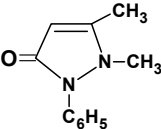
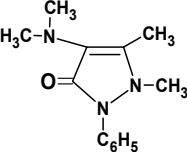
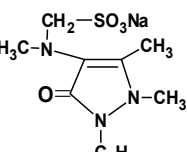
6. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ


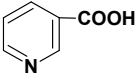

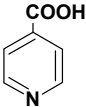
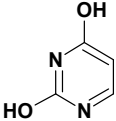
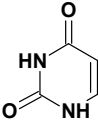
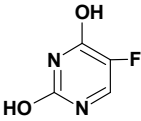
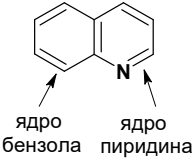
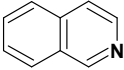
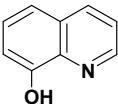
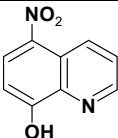
Схема 6. Классификация гетероциклических соединений

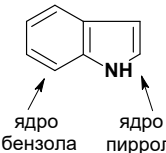
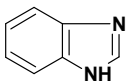
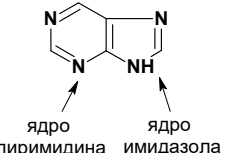
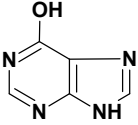
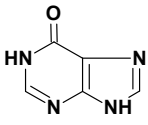
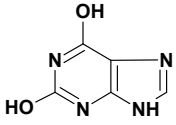
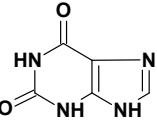
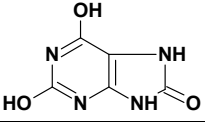
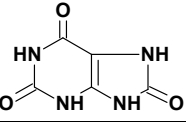
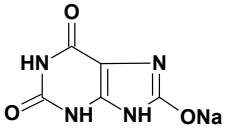
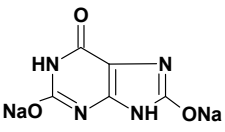


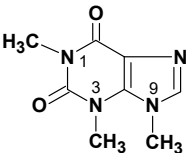
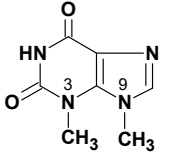
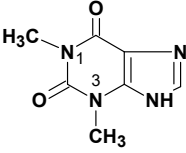
Таблица 19. Гетероциклические соединения

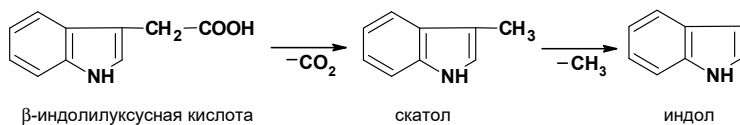
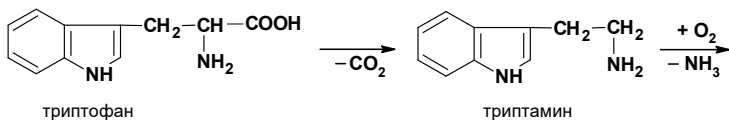
Формула	Название	Формула	Название
а) насыщенные			
	этиленоксид		γ-бутиролактон
	этиленимин		γ-валеролактам
	тетрагидро-фуран		тетрагидро-пиран
б) ненасыщенные			
	3-пирролин		α-пиран

Формула	Название	Формула	Название
	пиразолин		γ-пиран
			хромон
в) ароматические			
пятичленные с одним гетероатомом			
	пиррол		тиофен
	фуран		
пятичленные с двумя гетероатомами			
	пиразол		тиазол
	имидазол		оксазол
	пиразолон-5		антипирин
	амидопирин		анальгин

Формула	Название	Формула	Название
шестичленные			
	пиридин		β -пиридин- карбоновая (ни- котино-вая) кислота, vit B ₅
	пиримидин		γ -пиридин- карбоновая (изоникоти- новая) кислота
	урацил (лак- тимная фор- ма)		урацил (лакта- мная форма)
	5-фтор-урацил		
конденсированные			
 ядро бензола ядро пиридина	хинолин		изохинолин
	8-окси- хинолин		5-НОК

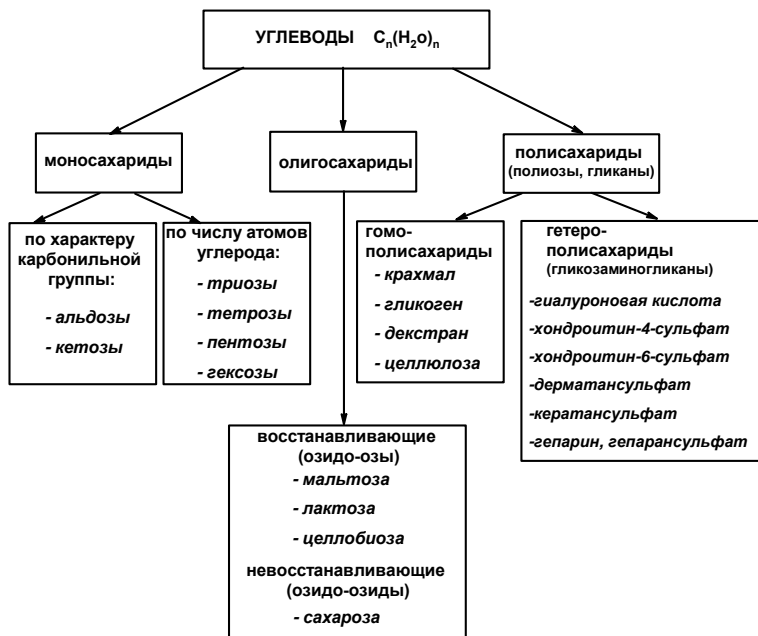
Формула	Название	Формула	Название
 <p>ядро бензола ядро пиррола</p>	индол		бензимидазол
 <p>ядро пиримидина ядро имидазола</p>	пурин		
	гипо-ксантин (лактимная форма)		гипоксантин (лактаменная форма)
	ксантин (лактимная форма)		ксантин (лактаменная форма)
	мочевая кислота (лактимная форма)		мочевая кислота (лактаменная форма)
Формула		Название	
		кислый урат натрия (соль мочевой кислоты однозамещенная)	
		средний урат натрия (соль мочевой кислоты двузамещенная)	

Формула	Название
	кофеин – 1,3,9-триметилксантин
	теобромин – 3,9-диметилксантин
	теофиллин – 1,3-диметилксантин



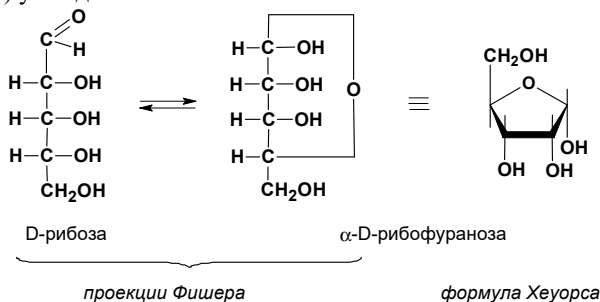
7. УГЛЕВОДЫ

Схема 7. Классификация углеводов



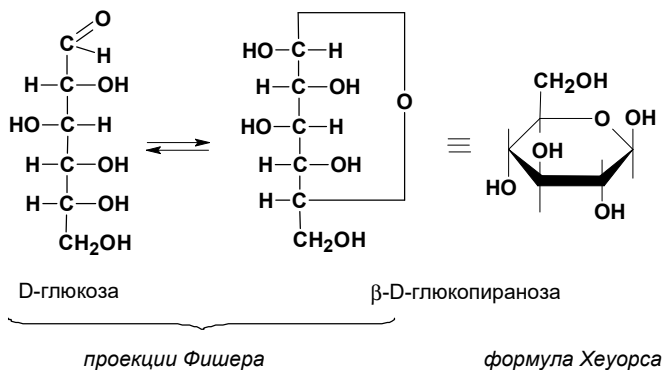
Кольчато-цепная (цикло-оксо-) таутомерия

а) у альдоз



открытая форма

циклическая форма



б) у кетоз

открытая форма

циклическая форма

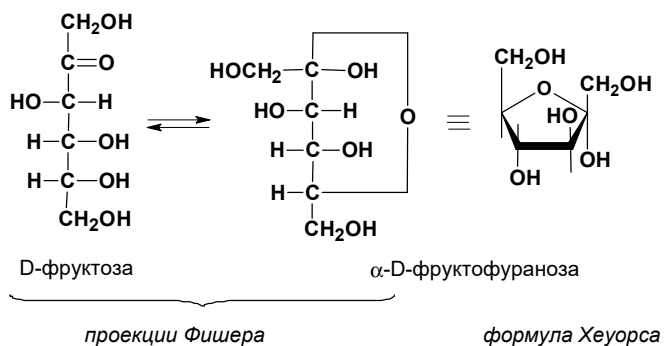


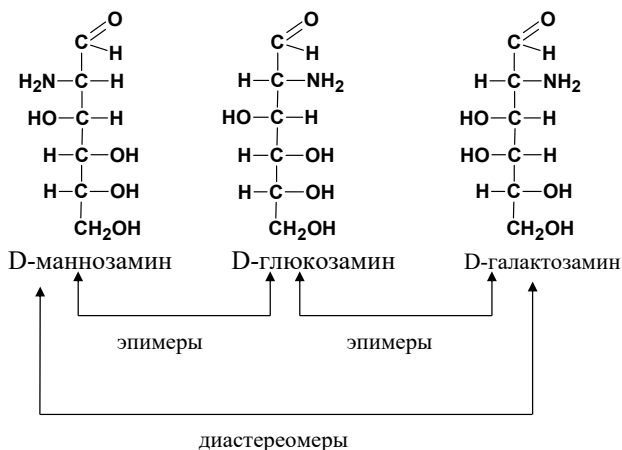
Таблица 20. Важнейшие моносахариды

Формула	Название	Формула	Название
а) триозы			
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}^*-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-глицериновый альдегид	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO}-\text{C}^*-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	L-глицериновый альдегид
б) тетрозы			
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}^*-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}^*-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-эритроза	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO}-\text{C}^*-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}^*-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-треоза
в) пентозы			
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-рибоза	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-арабиноза
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-ксилоза	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-ликсоза
$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-рибулоза	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	D-ксилулоза

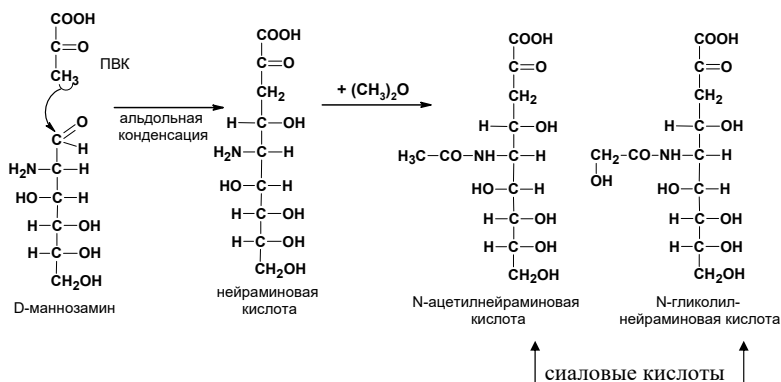
Формула, название			
г) гексозы			
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $ <p>D-манноза</p>	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $ <p>D-глюкоза</p>	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $ <p>D-галактоза</p>	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $ <p>D-фруктоза</p>
<p>эпимеры эпимеры</p> <p>диастереомеры</p>			
д) дезоксимоносахариды			
Формула	Название	Формула	Название
$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	2-дезоксид-рибоза	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	L-фукоза

Производные моносахаридов

Аминосакхара



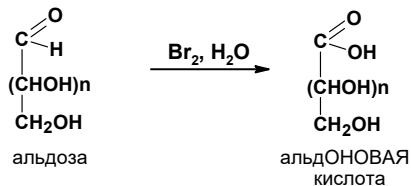
Нейраминовые кислоты



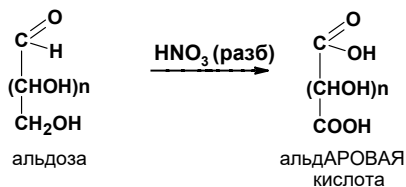
Химические свойства моносахаридов

1. Окисление в нейтральной и кислой средах.

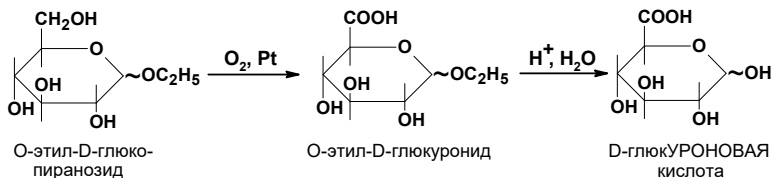
а)



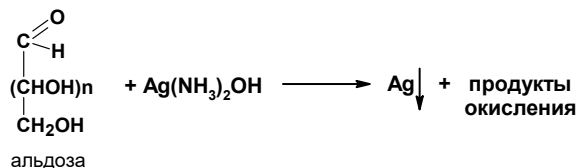
б)



в) с защитой альдегидной группы

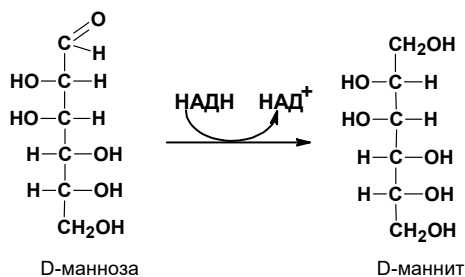
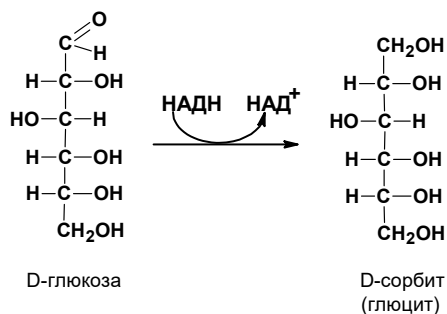
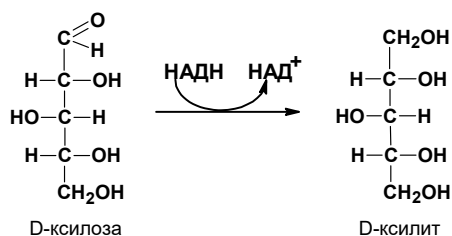


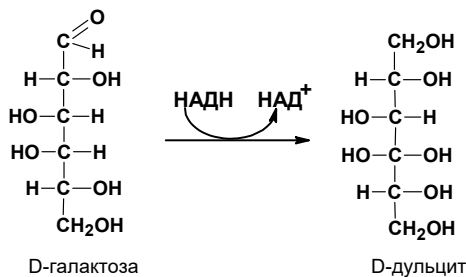
2. Окисление в щелочной среде.



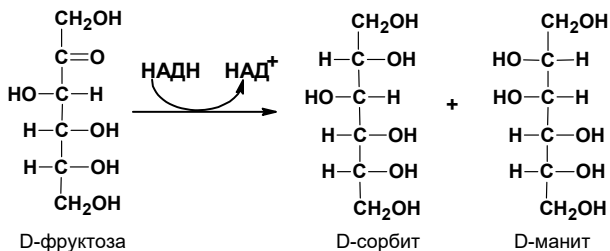
3. Восстановление.

а) восстановление альдоз

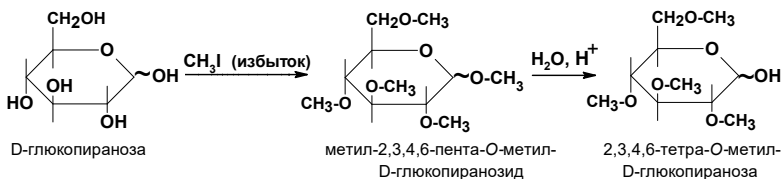




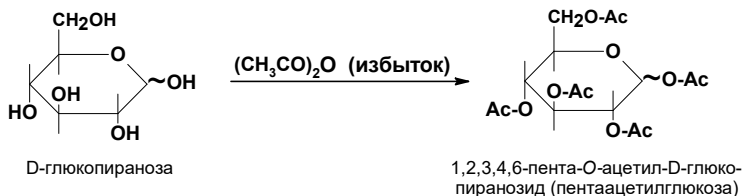
б) восстановление кетоз



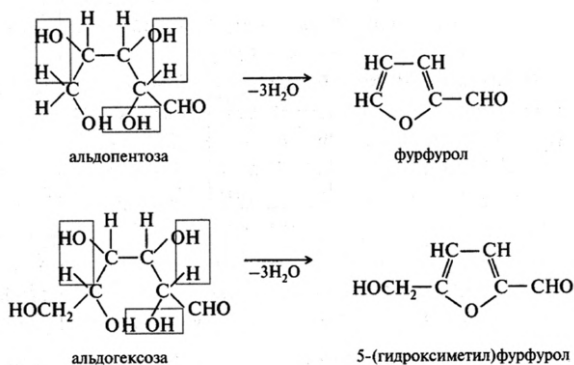
4. Образование простых эфиров.



5. Образование сложных эфиров.

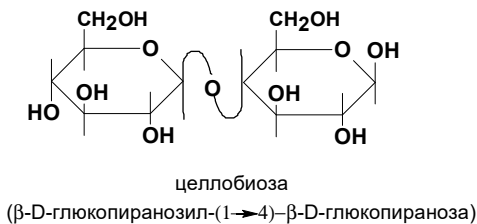
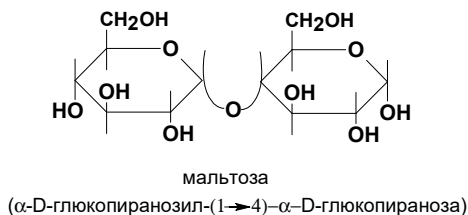


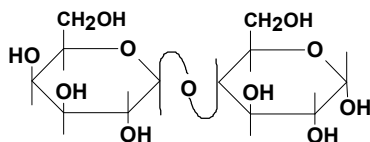
6. Дегидратация.



Дисахариды

а) восстанавливающие (озидо-озы)

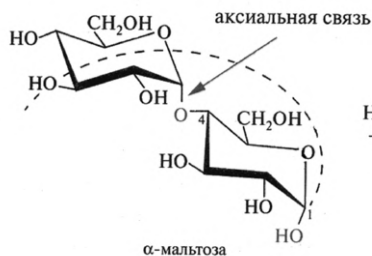




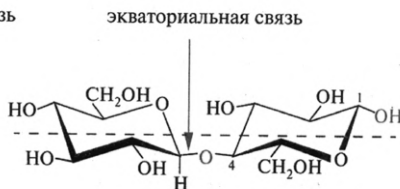
лактоза

(β -D-галактопиранозил-(1 \rightarrow 4)- α -D-глюкопираноза)

Конфигурация α - и β -гликозидных связей

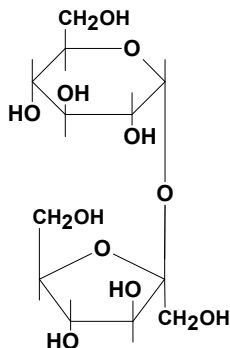


α -мальтоза



β -целлобиоза

б) невосстанавливающие (озидо-озиды)



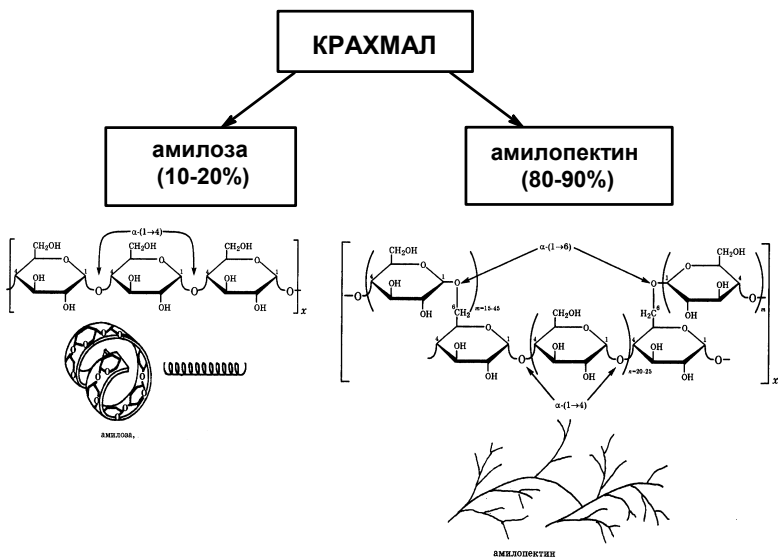
сахароза

(α -D-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 2)- β -D-фруктофуранозид)

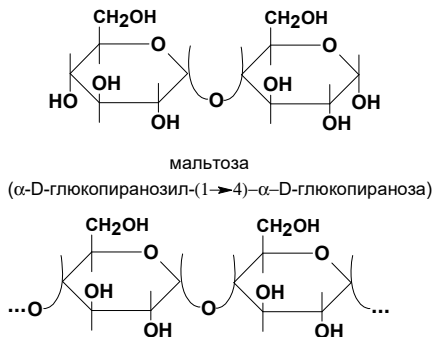
ПОЛИСАХАРИДЫ

Гомополисахариды

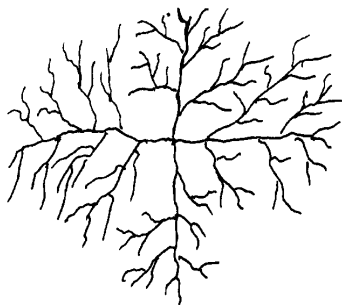
Схема 8. Структура крахмала



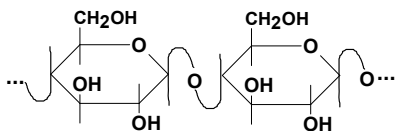
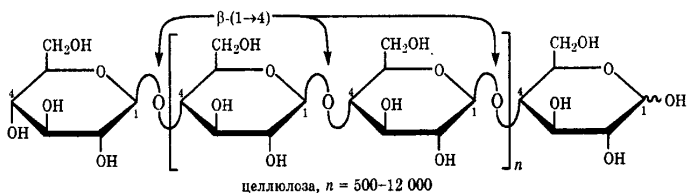
Биозный фрагмент крахмала



Гликоген

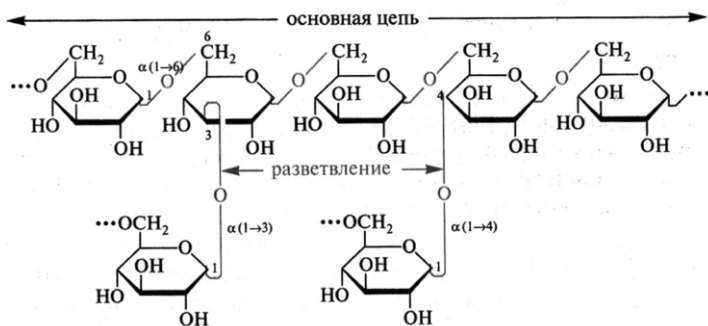


Целлюлоза



Биозный фрагмент – целлобиоза.

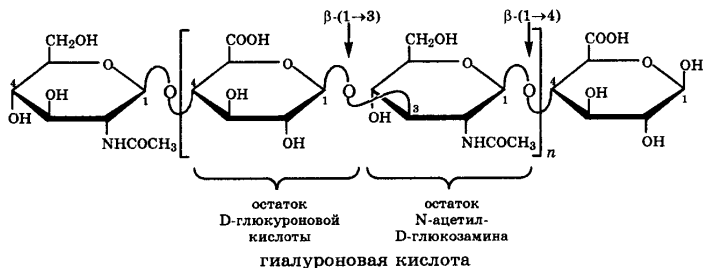
Декстран



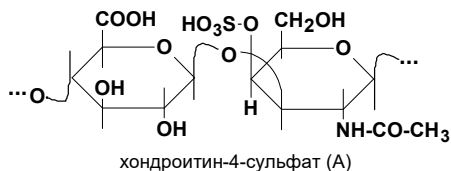
Гетерополисахариды

Биозные фрагменты гликозаминогликанов.

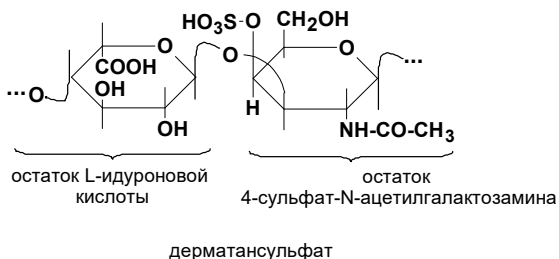
1. Гиалуроновая кислота.



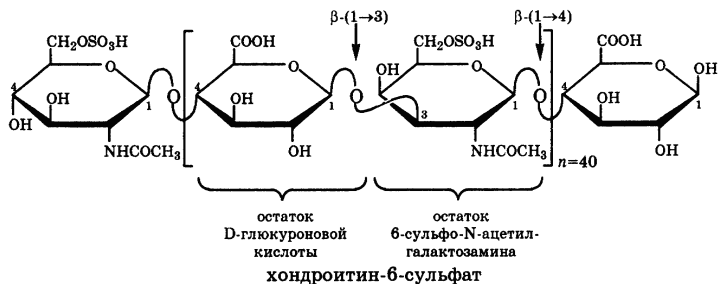
2. Хондроитин-4-сульфат (хондроитин-сульфат А).



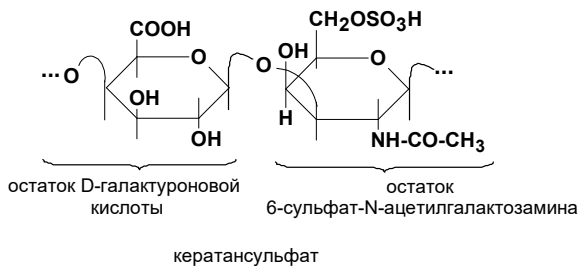
3. Дерматансульфат (хондроитин-сульфат В).



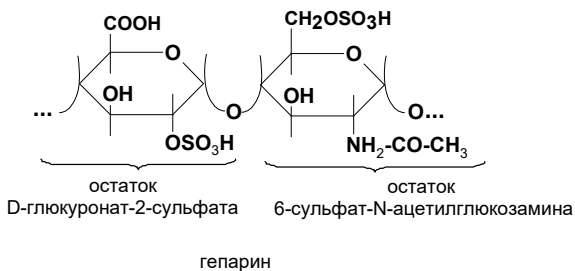
4. Хондроитин-6-сульфат (хондроитин-сульфат С).



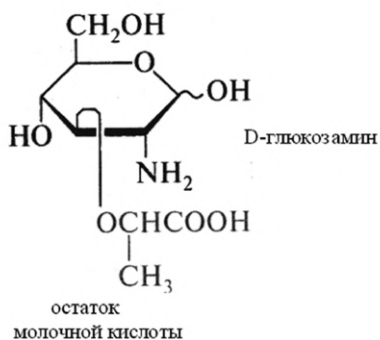
5. Кератансульфат.



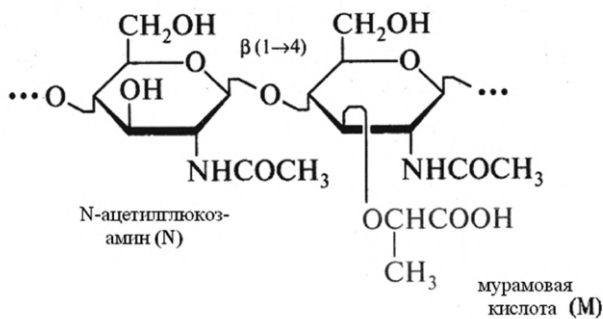
6. Гепарин.



Муравовая кислота

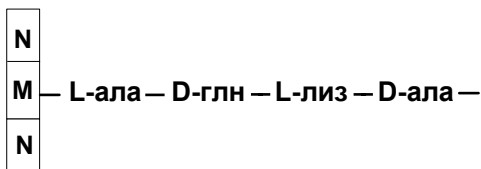


Мурамин



Пептидогликаны

Муреин



Протеогликаны

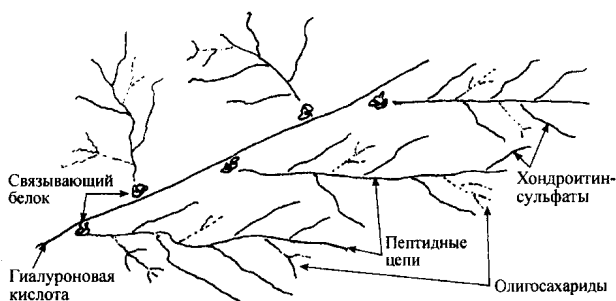
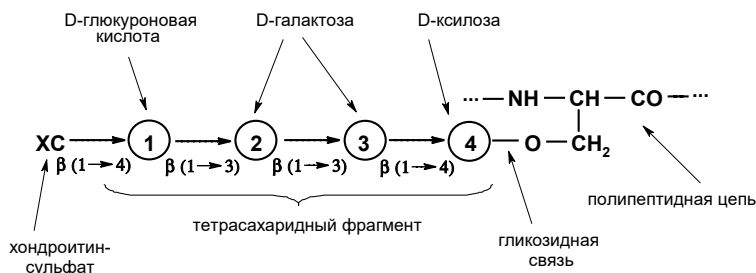
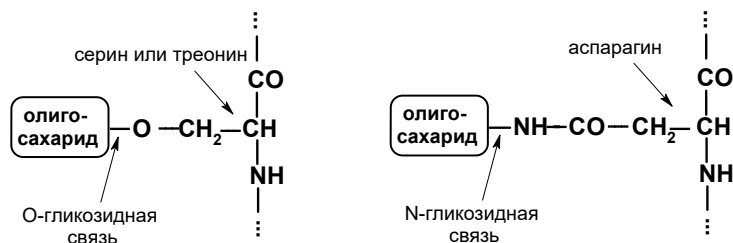


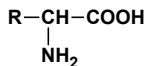
Рис. 11. Надмолекулярная структура хрящевой ткани

Гликопротеины – белки, содержащие ковалентно связанные углеводы (моносахара или короткие олигосахариды – от < 1 до 30%). Связь с углеводным фрагментом осуществляется через остаток серина, треонина или аспарагина.



8. АМИНОКИСЛОТЫ

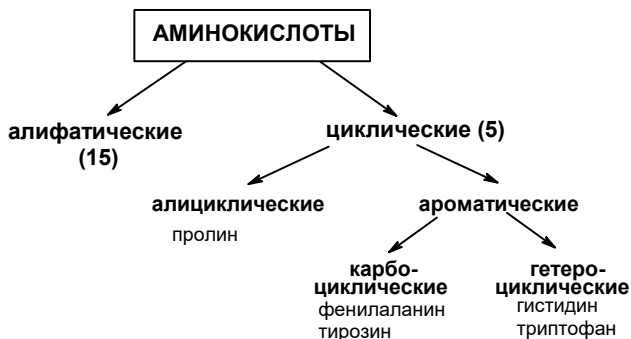
Аминокислотами называются гетерофункциональные соединения, общая формула которых



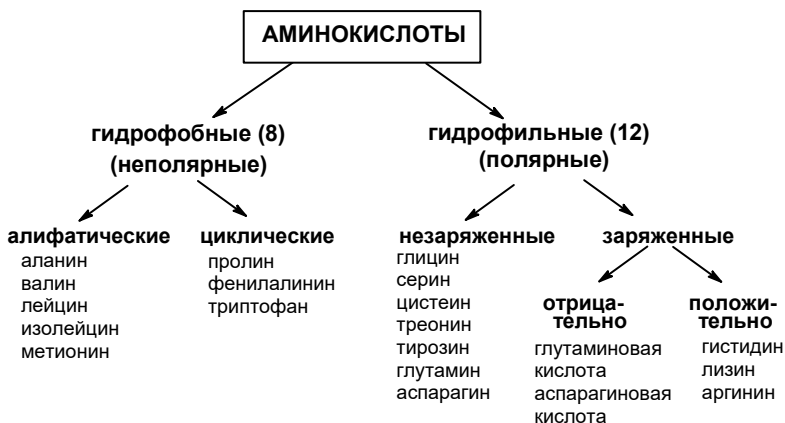
Классификации аминокислот

I. Химическая.

1) По природе радикала:



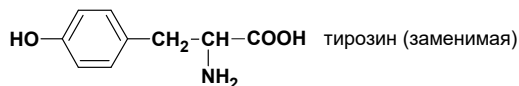
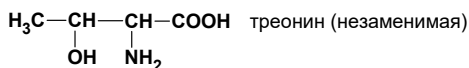
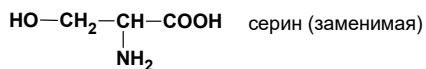
2) по характеру радикала:



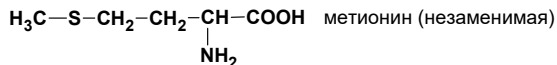
3) по соотношению $-\text{NH}_2/-\text{COOH}$ групп:

Характер	$-\text{NH}_2/-\text{COOH}$	Аминокислоты
кислый	1 : 2	аспарагиновая кислота глутаминовая кислота
основный	2 : 1	лизин аргинин гистидин
нейтральный	1 : 1	все остальные

4) HO-содержащие:



5) S-содержащие:


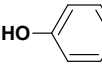



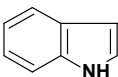
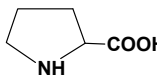
II. Биологическая.



Таблица 21. Строение важнейших α-аминокислот

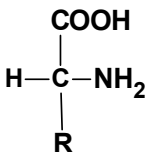
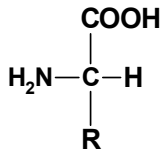
Формула	Название	Сокращенное обозначение
$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	глицин	гли
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	аланин	ала
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	валин*	вал
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	лейцин*	лей

Формула	Название	Сокращенное обозначение
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \end{array}$	изолейцин*	иле
 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $\quad \quad \quad $ $\quad \quad \quad \text{NH}_2$	фенилаланин*	фен
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	серин	сер
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \\ \quad \text{OH} \text{ NH}_2 \end{array}$	треонин*	тре
 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ $\quad \quad \quad $ $\quad \quad \quad \text{NH}_2$	тирозин	тир
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	аспарагиновая кислота	асп
$\begin{array}{c} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	глутаминовая кислота	глу
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	аспарагин	асн
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	глутамин	гln
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{NH}_2 \end{array}$	лизин*	лиз

Формула	Название	Сокращенное обозначение
$\begin{array}{c} \text{NH}-\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \qquad \qquad \\ \text{NH}_2 \qquad \qquad \text{NH}_2 \end{array}$	аргинин	арг
$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	цистеин	цис
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	метионин*	мет
 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	гистидин	гис
 $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	триптофан*	три
	пролин	про

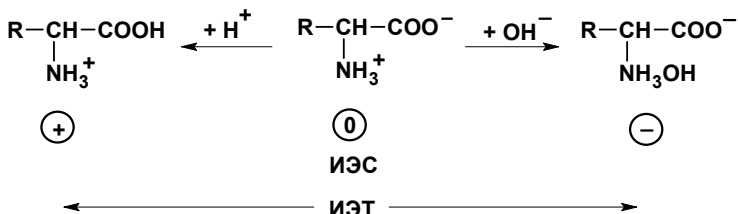
* Незаменимые аминокислоты.

Стереизомерия

D-изомер
аминокислотыL-изомер
аминокислоты

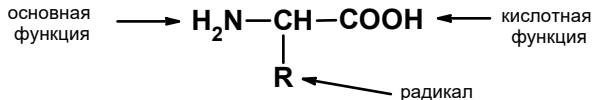
Физические свойства аминокислот

Заряд аминокислот зависит от характера аминокислоты и pH среды:



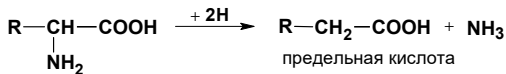
Химические свойства аминокислот

Реакционные центры

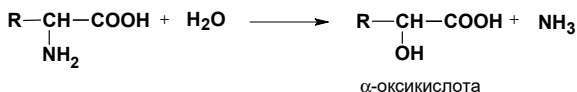


1. Дезаминирование.

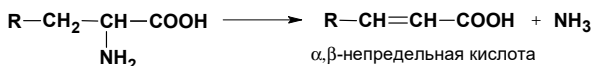
а) восстановительное дезаминирование



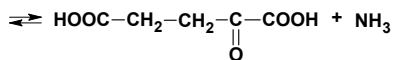
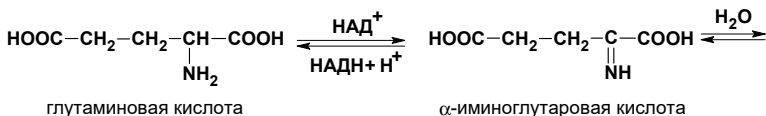
б) гидролитическое дезаминирование



в) внутримолекулярное дезаминирование

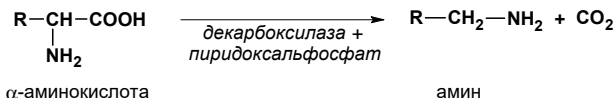


г) окислительное дезаминирование

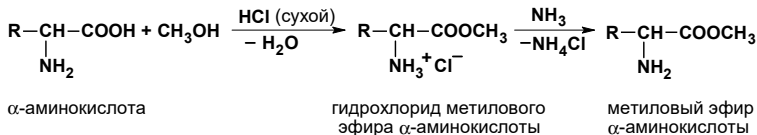


α -оксоглутаровая кислота

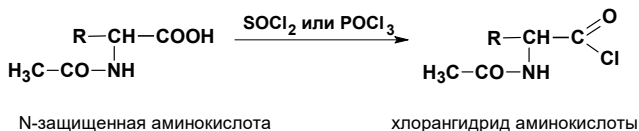
2. Декарбоксилирование.



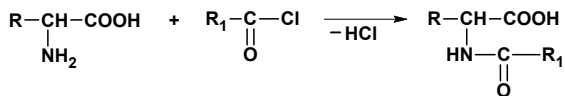
3. Образование эфиров.



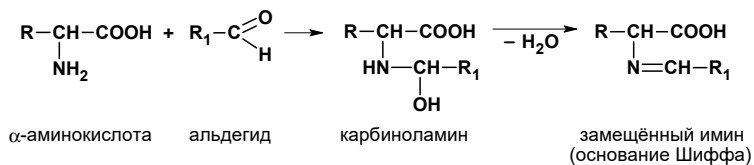
4. Образование галогенангидридов.



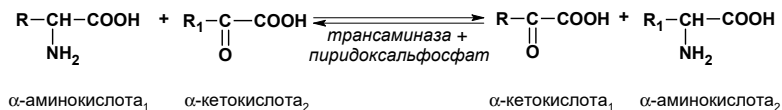
5. Образование N-ацильных производных.



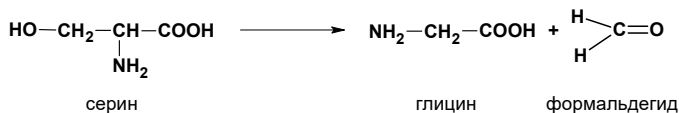
6. Образование оснований Шиффа (иминов).



7. Трансаминирование.



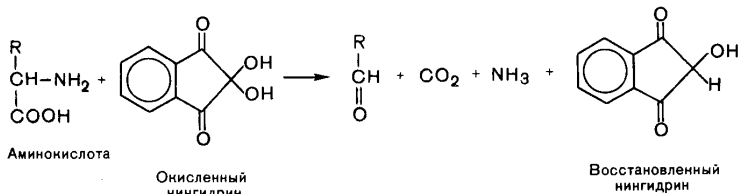
8. Альдольное расщепление.



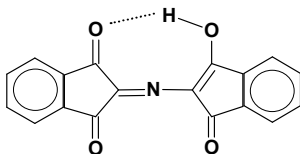
Обнаружение аминокислот

1. **Нингидриновая реакция** – универсальная реакция для всех аминокислот.

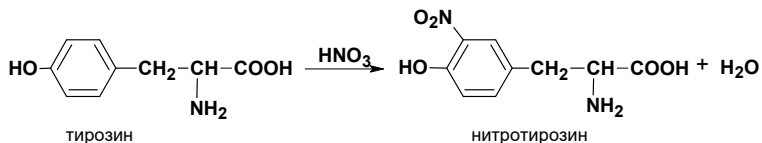
а) окислительное дезаминирования аминокислоты и декарбоксилирование, образуется восстановленный нингидрин:



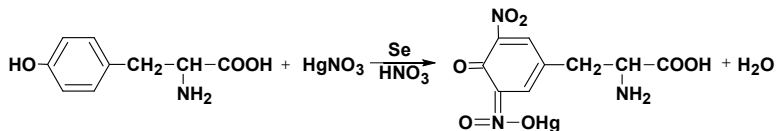
б) образовавшийся аммиак взаимодействует с эквивалентными количествами восстановленного и окисленного нингидрина, образуется продукт фиолетовой окраски:



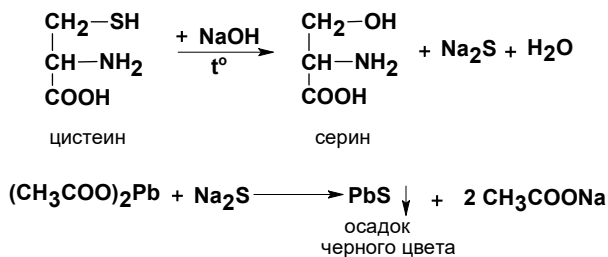
2. Ксантопротеиновая реакция на ароматические аминокислоты (фен, тир, гис, три).



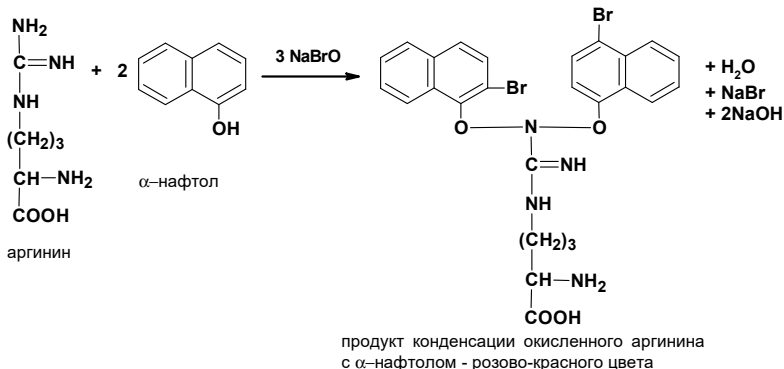
3. Реакция Миллона на тирозин



4. Реакция Фоля на аминокислоту цистеин, содержащую слабосвязанную серу.



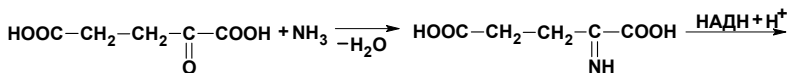
5. Реакция Сакагучи на аргинин.



Синтез аминокислот

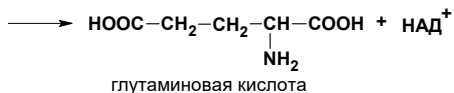
1. В организме (in vivo).

а) восстановительное аминирование α -кетокислот:

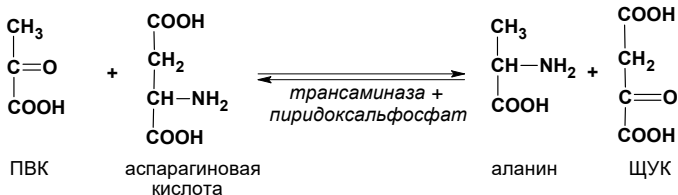


α -оксоглутаровая кислота

α -иминоглутаровая кислота

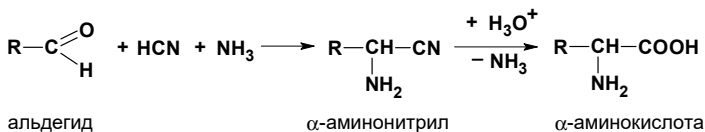


б) трансаминирование:

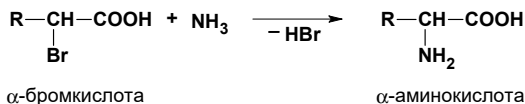


2. Вне организма (in vitro).

а) синтез Штреккера-Зелинского:



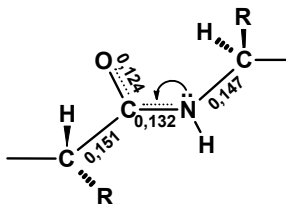
б) аммонолиз галогенокислот:



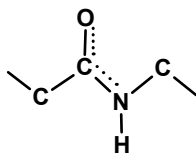
9. ПЕПТИДЫ

Пептиды построены из остатков аминокислот, соединенных пептидной $-\text{CO}-\text{NH}-$ связью.

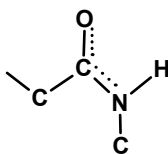
Строение пептидной связи



Пептидная связь может существовать в цис- и транс-форме относительно α -углеродных атомов, расположенных по обе стороны от этой связи.



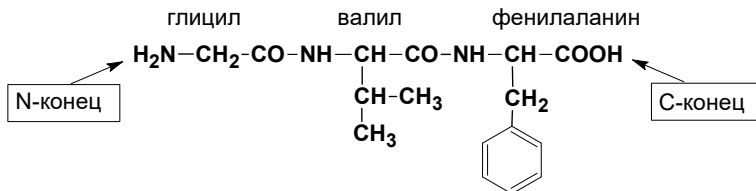
транс-форма



цис-форма

Транс-форма более предпочтительна, так как стерически она менее затруднена R-группами, чем цис-форма.

Пептиды образуются либо при распаде белков, либо в реакции поликонденсации α -аминокислот.

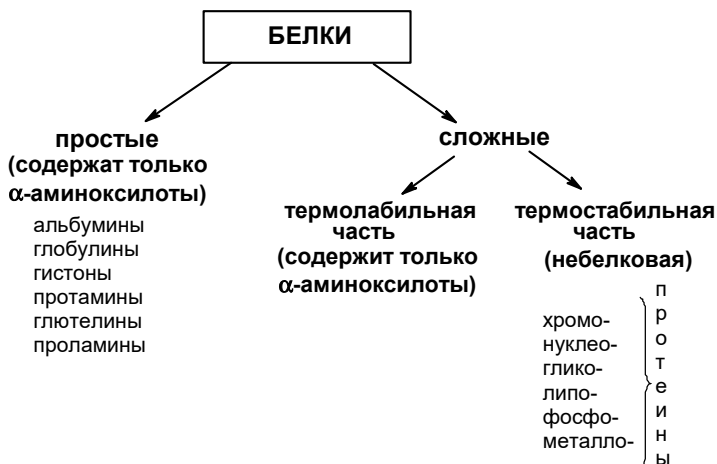


Глицилвалилфенилаланин
(гли-вал-фен)

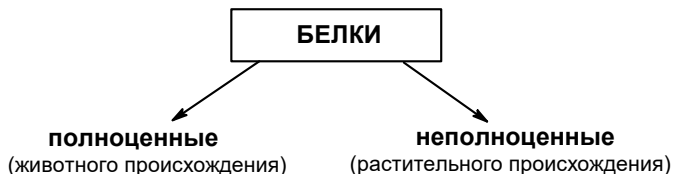
10. БЕЛКИ

Классификации белков

1. Химическая.



2. Биологическая.



Ценность белка определяется:

- 1) содержанием незаменимых аминокислот;
- 2) степенью усваиваемости организмом.

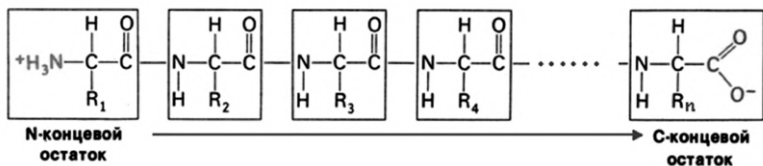
Уровни структурной организации белка

Первичная – последовательность соединения аминокислот в белковой цепи (линейная).

Связи ковалентные:

–CO–NH– – пептидная (основная);

–S–S– – дисульфидная (вспомогательная).

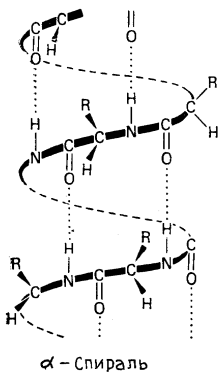


Вторичная – способ укладки полипептидной цепи (двухмерная).

Связь водородная:

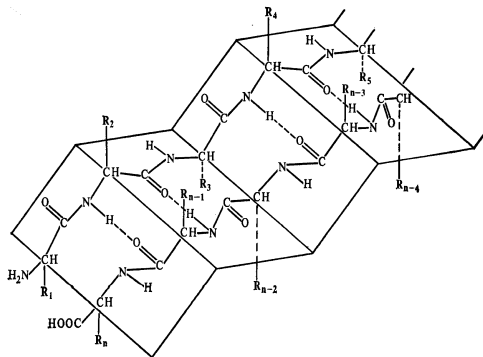
α -спираль – внутримолекулярная;

β -структура – межмолекулярная.



α – Спираль

α -спираль



β -структура

Рис. 12. Вторичная структура белков

Третичная – способ укладки полипептидной цепи в пространстве (трехмерная).

Связи: ковалентные $-S-S-$, водородные, гидрофобные, ионные, диполь-дипольные взаимодействия.

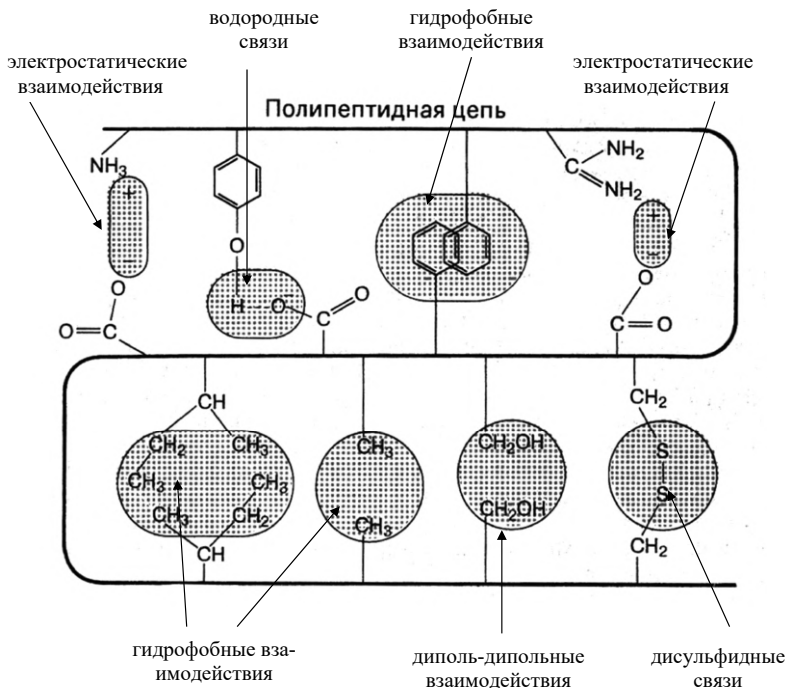


Рис. 13. Связи, стабилизирующие третичную структуру белков

Четвертичная – способ укладки в пространстве отдельных субъединиц, имеющих собственную первичную, вторичную и третичную структуры. При этом формируется единое в структурном и функциональном отношении образование.

Связи: гидрофобные взаимодействия, водородные и ионные.

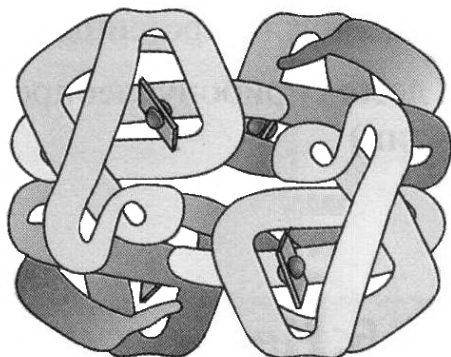
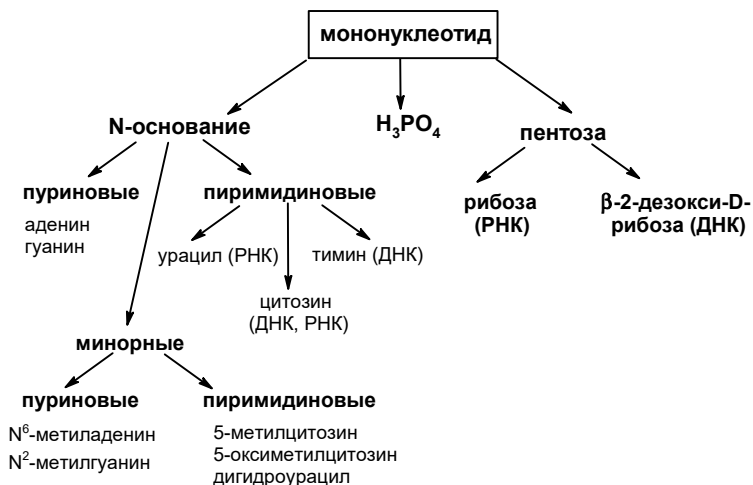


Рис. 14. Четвертичная структура гемоглобина

11. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ (ПОЛИНУКЛЕОТИДЫ)

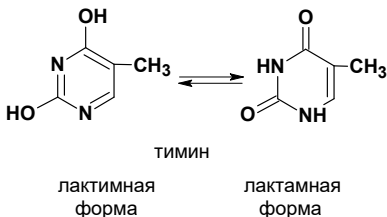
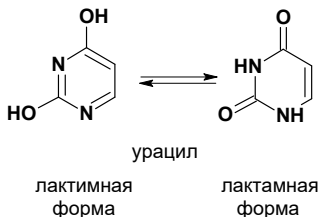
Нуклеиновые кислоты (полинуклеотиды) – полимеры, структурной единицей которых являются мононуклеотиды, соединенные между собой фосфодиэфирными связями.

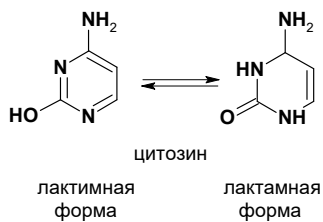
Схема 9. Состав мононуклеотидов



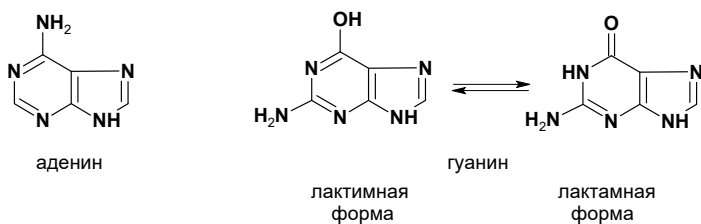
Строение азотистых оснований

Пиримидиновые

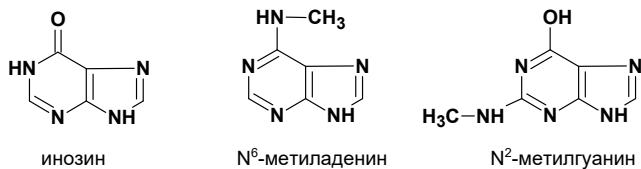
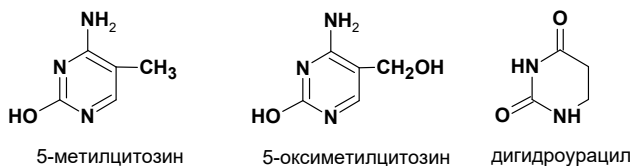




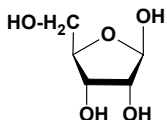
Пуриновые



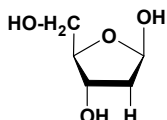
Минорные азотистые основания



Пентозы



β -D-рибоза



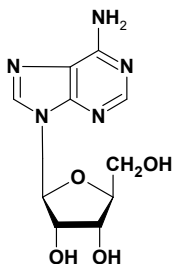
β -2-дезокси-D-рибоза

N-основание + пентоза = **нуклеозид**

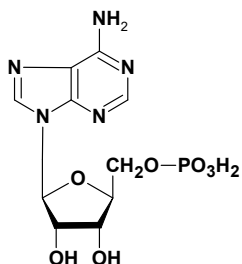
нуклеозид + остаток фосфорной кислоты = **нуклеотид**

Таблица 22. Номенклатура основных нуклеозидов и нуклеотидов

Азотистое основание	Нуклеозид	Нуклеотиды	
		полное название	сокращенное название
Аденин	Аденозин	Адениловая кислота, аденозинмонофосфат	АМФ
Гуанин	Гуанозин	Гуаниловая кислота, гуанозинмонофосфат	ГМФ
Цитозин	Цитидин	Цитидиловая кислота, цитидинмонофосфат	ЦМФ
Урацил	Уридин	Уридиловая кислота, уридинмонофосфат	УМФ
Тимин	Тимидин	Тимидиловая кислота, тимидинмонофосфат	ТМФ



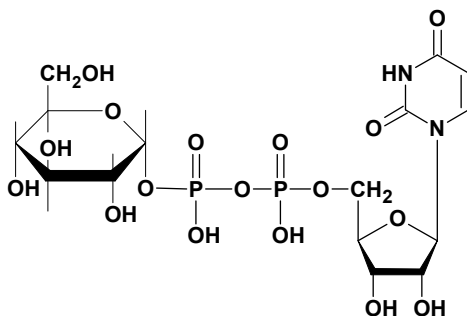
аденозин



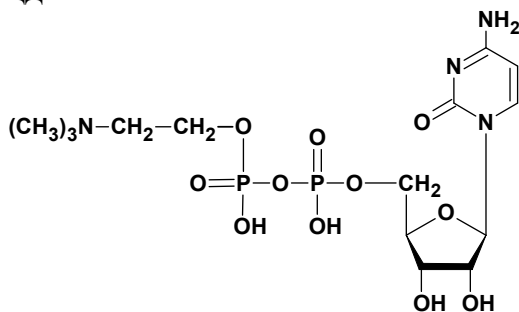
аденозинмонофосфат
(адениловая кислота)

Нуклеозиди- и трифосфаты

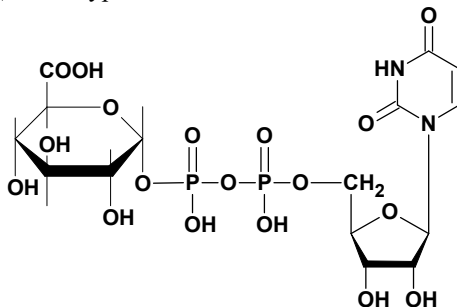
УДФ-глюкоза



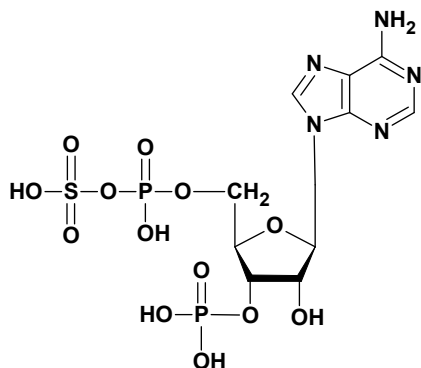
ЦДФ-холин



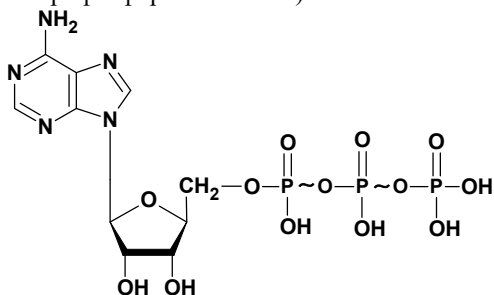
УДФ-глюкуроновая кислота



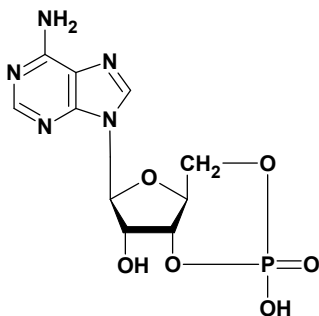
ФАФС (фосфоаденозинфосфосульфат) – активная форма серной кислоты.



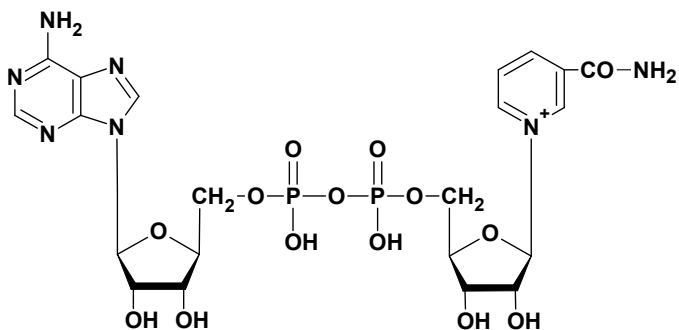
АТФ (аденозинтрифосфорная кислота).



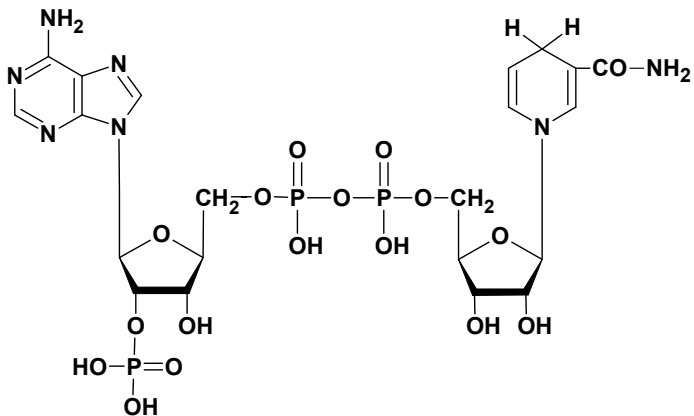
ц-АМФ (циклическая аденозинмонофосфорная кислота).



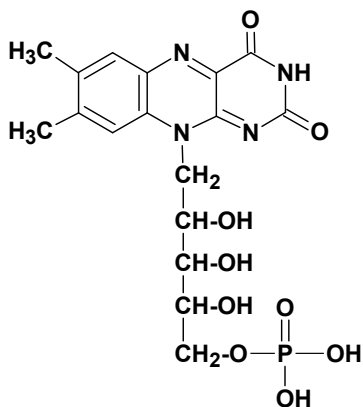
НАД⁺ (никотинамидадениндинуклеотид)



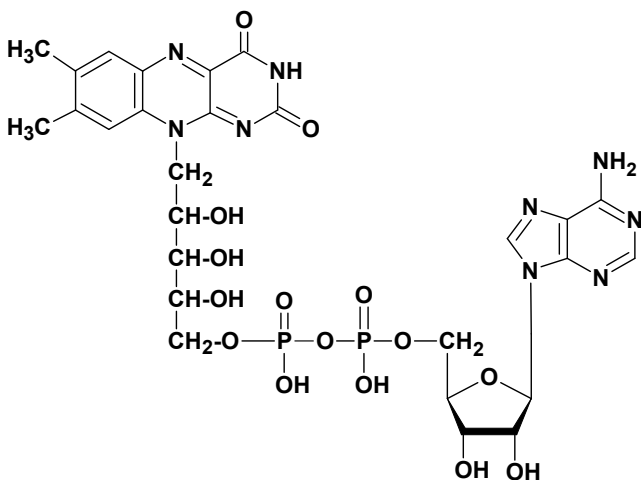
НАДФ·Н (никотинамидадениндинуклеотидфосфат)



ФМН (флавинмонопнуклеотид)

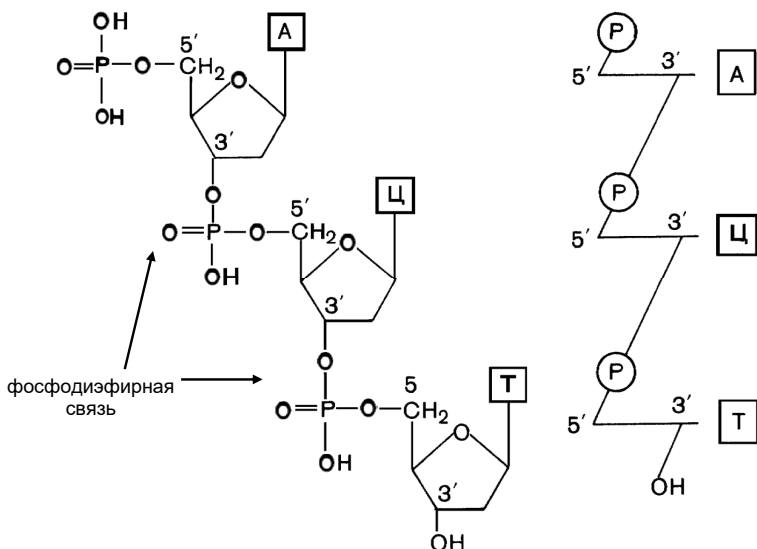


ФАД (флавинадениндинуклеотид)



Первичная структура нуклеиновых кислот – последовательность мононуклеотидов, входящих в полинуклеотидную цепь, соединенных фосфодиэфирными связями.

Схема 10. Первичная структура нуклеиновых кислот



ДНК, выделенные из разных тканей одного и того же вида, имеют одинаковый состав азотистых оснований. Закономерности соотношения количества азотистых оснований в ДНК были названы **правилами Чаргаффа**:

1. Молярная доля пуринов равна молярной доле пиримидинов:

$$A + Г = T + Ц \quad \text{или} \quad (A + Г)/(T + Ц) = 1.$$

2. Количество аденина и цитозина равно количеству гуанина и тимина:

$$A + Ц = Г + T \quad \text{или} \quad (A + Ц)/(T + Г) = 1.$$

3. Количество аденина равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина:

$$A = T \text{ и } G = C \text{ и соответственно } A/T = 1 \text{ и } G/C = 1.$$

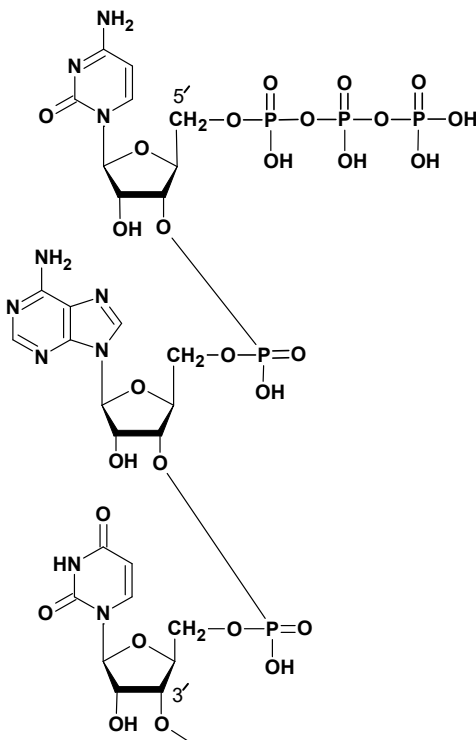
4. Сумма гуанина и цитозина не равняется сумме аденина и тимина:

$$A + T \neq G + C, \text{ отсюда } (G + C)/(A + T) \neq 1.$$

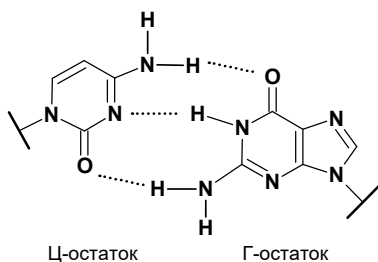
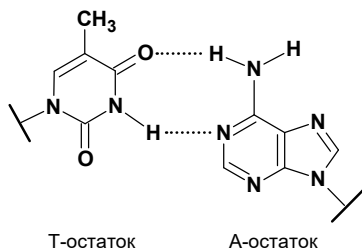
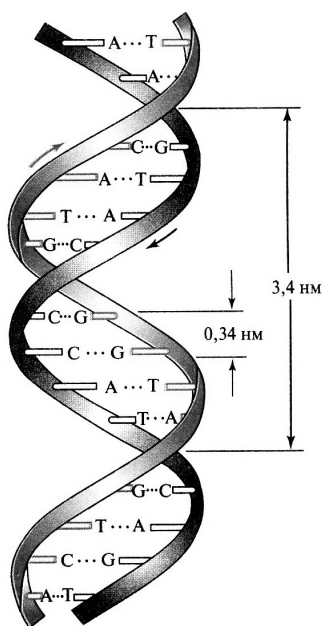
Это отношение – коэффициент специфичности.

Для животных и растений он ниже единицы (0,54–0,94), у микроорганизмов колеблется в значительных пределах (0,45–2,57).

Схема 11. Фрагмент первичной структуры РНК

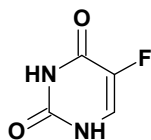


Вторичная структура ДНК. Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных нитей, правозакрученных вокруг общей оси с образованием двойной спирали. Нити ДНК антипараллельны друг другу, т. е. направления образования в них противоположны: в одной цепи 5–3', в другой – 3–5'. Пуриновые и пиримидиновые основания направлены внутрь спирали, между ними возникают водородные связи, которые стабилизируют вторичную структуру ДНК. Азотистые основания, между которыми возникают водородные связи, называют комплементарными парами.

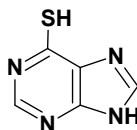


Лекарственные препараты нуклеиновой природы

1. Производные азотистых оснований.

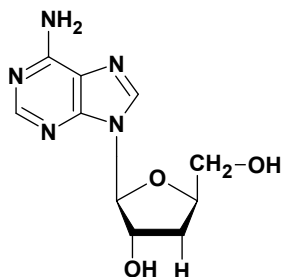


5-фторурацил

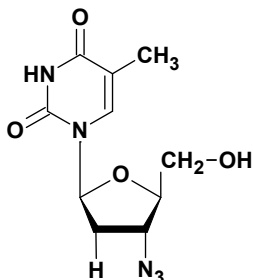


6-меркаптопурин

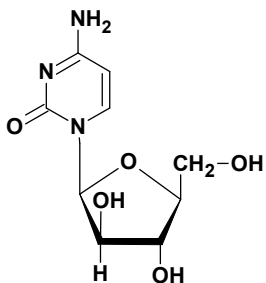
2. Нуклеозиды-антибиотики.



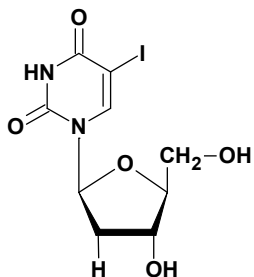
кордиципин



азидотимидин



цитозинарабинозид



5-йод-дезоксиуридин

12. ЛИПИДЫ

Липидами называют большую группу природных соединений, существенно различающихся по своей химической структуре и функциям, объединяемых общим свойством – хорошей растворимостью в органических растворителях (эфир, хлороформ, бензол) и практически полной нерастворимостью в воде.

Классификации липидов

Схема 12. Химическая классификация липидов



Схема 13. Функциональная классификация липидов

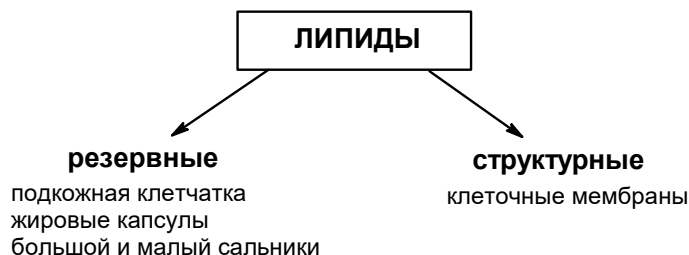
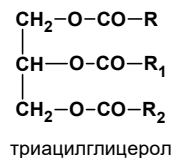
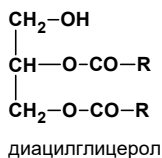
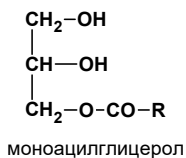


Таблица 23. Важнейшие жирные кислоты

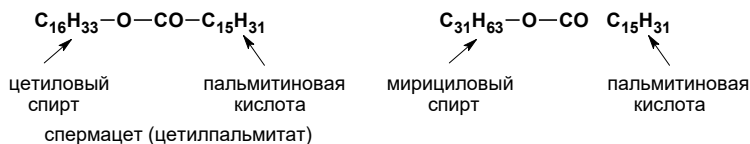
Название кислоты	Число С-атомов	Структурная формула
Пальмитиновая	C ₁₆	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
Стеариновая	C ₁₈	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
Арахидовая	C ₂₀	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH
Ненасыщенные кислоты		
Олеиновая	C _{18:1}	
Элаидиновая	C _{18:1}	
Линолевая ω-6	C _{18:2}	
Линоленовая ω-3	C _{18:3}	
Арахидоновая	C _{20:4}	

Простые липиды

Ацилглицеролы



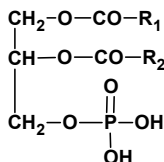
Воски



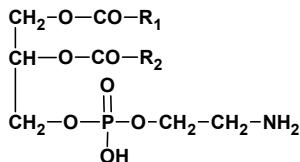
Сложные липиды

Фосфолипиды

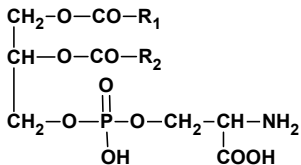
а) глицеролфосфолипиды



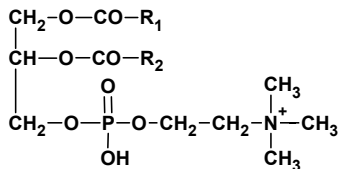
фосфатидная кислота



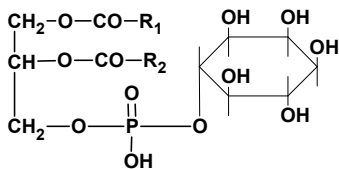
фосфатидилэтаноламин



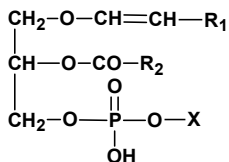
фосфатидилсерин



фосфатидилхолин



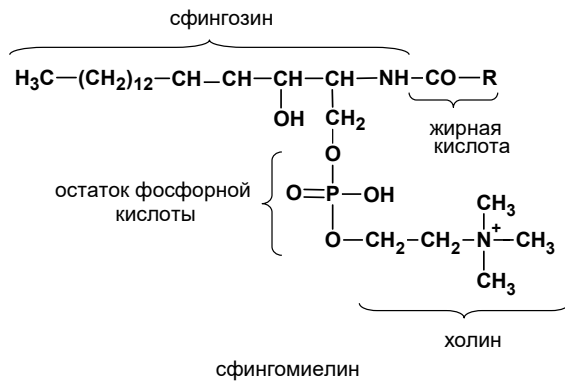
фосфатидилинозитол



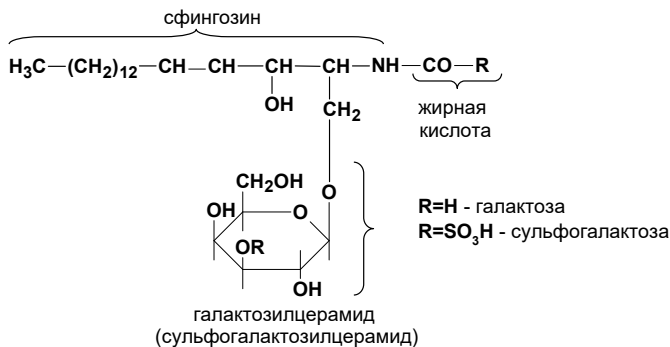
X = серин,
этаноламин,
холин

общая формула плазмалогенов

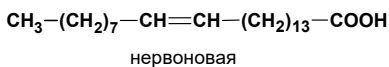
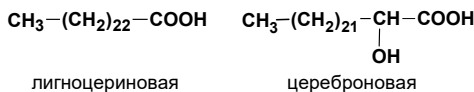
б) сфингофосфолипиды



Гликолипиды

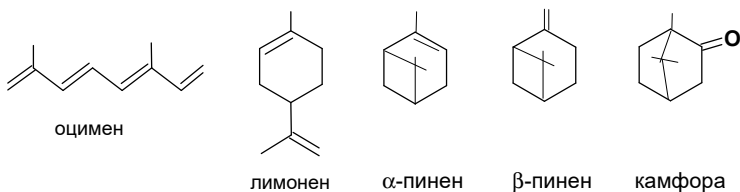


Жирные кислоты, входящие в состав гликолипидов (C-24)

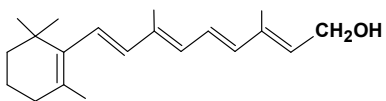


Терпены

Монотерпены

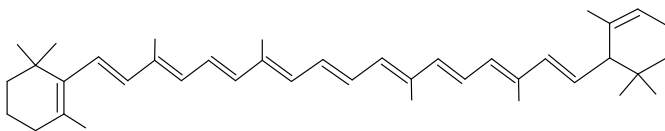


Дитерпены

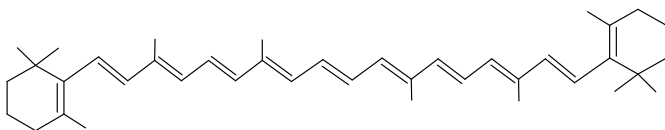


витамин А (ретинол)

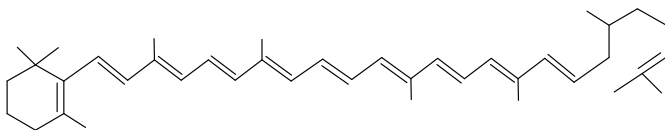
Тетратерпены



α -каротин



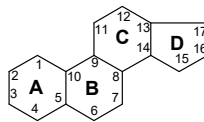
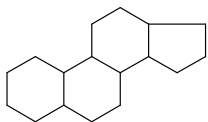
β-каротин



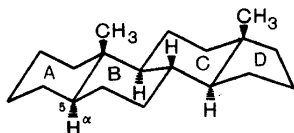
γ-каротин

Стероиды

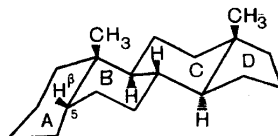
пергидрофенантрен цикlopентан



стеран
(циклопентанпергидрофенантрен)

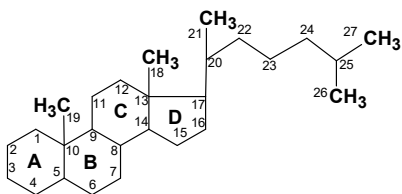


5-α-стеран

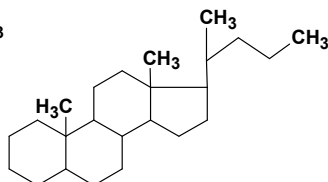


5-β-стеран

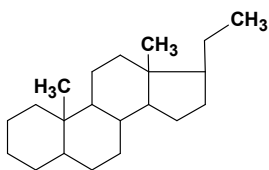
Номенклатура стероидов



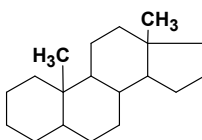
холестан



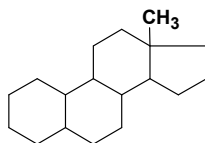
холан



прегнен

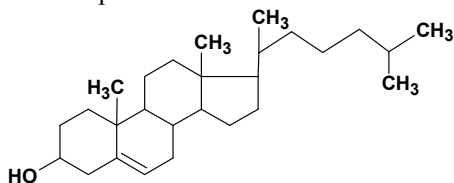


андростан



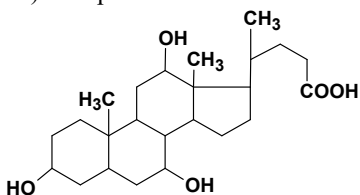
эстран

Холестерин

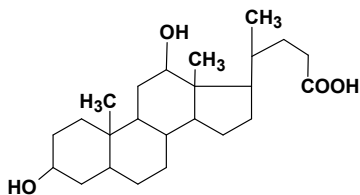


Желчные кислоты

а) непарные

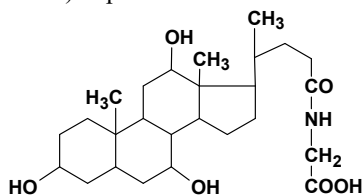


холевая кислота

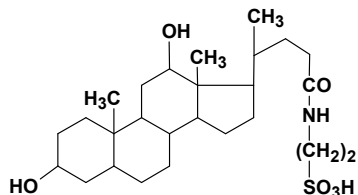


дезоксихолевая кислота

б) парные

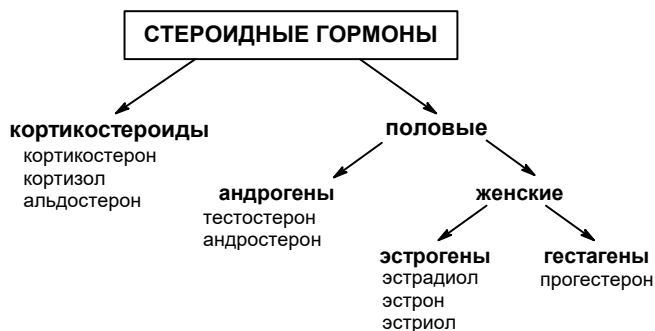


гликохолевая кислота

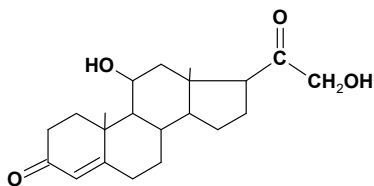


тауродезоксихолевая кислота

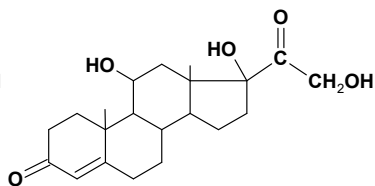
Схема 14. Классификация стероидных гормонов



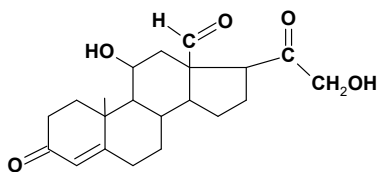
Кортикостероиды



кортикостерон

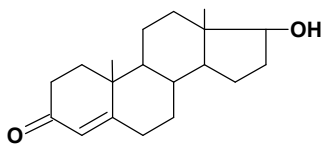


гидрокортизон (кортизол)

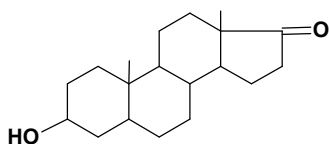


альдостерон

Андрогены



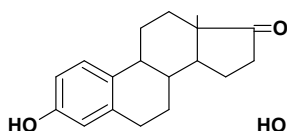
тестостерон



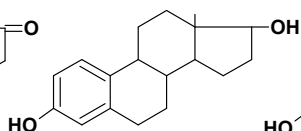
андростерон

Женские половые гормоны

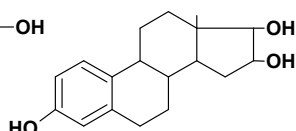
Эстрогены



эстрон (фолликулин)

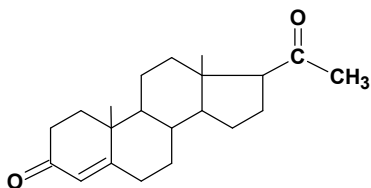


эстрадиол



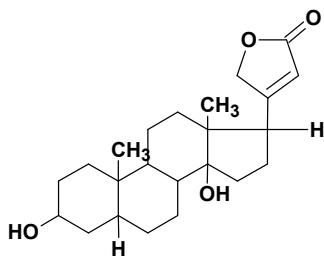
эстриол

Гестагены

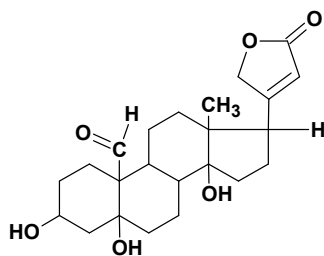


прогестерон

Генины сердечных гликозидов



дигитоксигенин



строфантин

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

РАЗДЕЛ I

Глава 1

1. Какие принципы положены в основу классификации органических соединений?

- а) Число атомов углерода в молекуле;
- б) строение углеродного скелета;
- в) характер гетероатомов в молекуле;
- г) наличие в молекуле функциональных групп.

2. По какому структурному фрагменту молекулы относят к определенному классу?

- а) Родоначальная структура;
- б) углеводородный радикал;
- в) функциональная группа;
- г) алифатическая цепь;
- д) бензольное кольцо.

Глава 2

1. Родоначальной структурой называют:

- а) самую длинную углеродную цепь;
- б) разветвленную углеродную цепь;
- в) цепь, содержащую кратные связи и различные заместители;
- г) углеродную цепь, содержащую старшую функциональную группу;
- д) цепь, содержащую наибольшее число кратных связей.

2. Какое название НЕ СООТВЕТСТВУЕТ названию углеводородного радикала?

- а) Бутил $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--}$;
- б) пропил $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--}$;
- в) изобутил $(\text{CH}_3)_2\text{--CH--CH}_2\text{--}$;
- г) вторичный бутил $\text{CH}_3\text{--CH--CH}_3$;

- д) третичный бутил $(\text{CH}_3)_3\text{--C--}$.

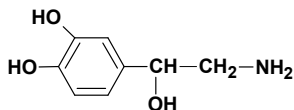
3. Какие из приведенных заместителей являются функциональной группой?

- а) $\text{CH}_3\text{—S—CH}_2\text{—}$;
- б) $\text{C}_6\text{H}_5\text{—}$;
- в) $(\text{CH}_3)_2\text{—CH—}$;
- г) CHO ;
- д) —CO— ;
- е) $\text{C}_6\text{H}_5\text{—O—}$.

4. Какие из приведенных функциональных групп, по правилам заместительной номенклатуры ИЮПАК, обозначаются только префиксами?

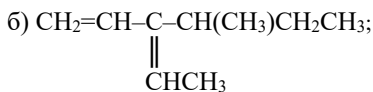
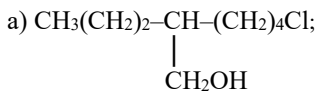
- а) HO— ;
- б) HS— ;
- в) Br— ;
- г) —NO_2 ;
- д) RO— .

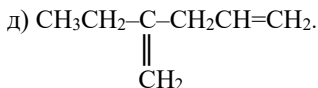
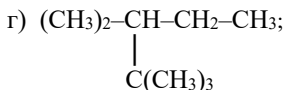
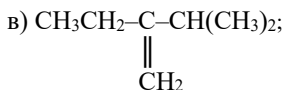
5. Какие утверждения СООТВЕТСТВУЮТ структуре норадреналина?



- а) Содержит только вторичные спиртовые группы;
- б) содержит только вторичные атомы углерода;
- в) является двухатомным спиртом;
- г) является аминоспиртом;
- д) содержит о-дигидроксифенильный фрагмент.

6. В каких из приведенных соединений главной углеродной цепью является пентан?





7. Какие из указанных соединений при разрыве С–Н-связи могут образовывать третичные алкильные радикалы?

- а) $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- б) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- д) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$.

Глава 3

1. σ -Связь образована атомами углерода в состоянии:

- а) sp^2 -гибридизации;
- б) sp^3 -гибридизации;
- в) sp -гибридизации;
- г) негибридизованными орбиталями;
- д) sp -гибридизованными и негибридизованными орбиталями.

2. Полярность связи определяется:

- а) энергией связи;
- б) длиной связи;
- в) электроотрицательностью связываемых элементов;
- г) электронным строением связи.

3. При осевом перекрывании электронов образуется связь:

- а) π ;
- б) σ ;
- в) полярная;
- г) координационная.

4. При боковом перекрывании электронов образуется связь:

- а) π ;
- б) σ ;
- в) полярная;
- г) координационная.

Глава 4

1. Сопряжение – это взаимодействие орбиталей:

- а) π -электронов;
- б) π - и p -электронов гетероатомов;
- в) π - и σ -электронов;
- г) σ - и p -электронов;
- д) σ -электронов.

2. Какие из систем являются сопряженными?

- а) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH-CH}_2\text{-CH}_3$;
- б) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}=\text{CH-CH}_3$;
- в) $\text{CH}_2=\text{CH-OH}$;
- г) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-Cl}$;
- д) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}=\text{CH-NH}_2$.

3. Какие из сопряженных систем являются наиболее стабильными?

- а) Бутадиен-1,3;
- б) бензол;
- в) фенол;
- г) бензойная кислота;
- д) пиррол.

4. Какое из высказываний о молекуле бутадиена-1,3 как сопряженной системе является НЕВЕРНЫМ?

- а) В цепи сопряжения содержатся только sp^2 -гибридизованные атомы углерода;
- б) все σ -связи лежат в одной плоскости;
- в) молекула является π, π -сопряженной системой;
- г) молекула обладает пониженной термодинамической стабильностью;
- д) в молекуле C-C связи выровнены по сравнению с несопряженной системой.

Глава 5

1. Какой из заместителей проявляет положительный индуктивный эффект в бензольном ядре?

- а) $\text{HO}-$;
- б) $-\text{COOH}$;
- в) $-\text{NH}_2$;
- г) $-\text{CH}_3$;
- д) $-\text{Br}$.

2. В молекулах каких соединений содержатся сильно полярные связи?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$;
- в) $\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- г) $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$;
- д) CH_3COCH_3 .

3. В каких из приведенных соединений функциональные группы проявляют мезомерный эффект?

- а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$;
- б) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$;
- в) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{Cl})\text{CH}=\text{CH}_2$;
- г) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{NO}_2$;
- д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

4. В каких из приведенных соединений группа $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-$ проявляет электроноакцепторные свойства?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$;
- б) $\text{CH}_2=\text{CHOC}_2\text{H}_5$;
- в) $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- г) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OC}_2\text{H}_5$;
- д) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2-\text{OC}_2\text{H}_5$.

5. В каких из указанных соединений электронная плотность в ароматическом ядре будет меньше, чем в бензоле?

- а) Фенол;
- б) бензойная кислота;

- в) мета-динитрофенол;
- г) бензальдегид;
- д) аминобензол.

6. Какое из высказываний о феноле НЕВЕРНО?

- а) Гидроксильная группа является электронодонором;
- б) все атомы углерода находятся в состоянии sp^2 -гибридизации;
- в) в молекуле имеет место π, π - и π, π -сопряжения;
- г) единая сопряженная система содержит шесть π -электронов;
- д) все атомы углерода лежат в одной плоскости.

7. Какие из указанных ароматических систем являются π -недостаточными?

- а) Пиррол;
- б) тропилий-катион;
- в) пиридиний;
- г) фуран;
- д) азулен.

8. В каких из соединений все заместители являются электронодонорами?

- а) Метилнитробензол;
- б) этилхлоробензол;
- в) аминифенол;
- г) сульфонитрофенол;
- д) орто-метиланилин.

9. В каких соединениях все заместители являются электроноакцепторами?

- а) Орто-метилбензойная кислота;
- б) парааминобензойная кислота;
- в) нитробензойная кислота;
- г) метабромбензойная кислота;
- д) 1-бром-2-фторбензол.

10. Какие высказывания НЕВЕРНЫ по отношению к мезомерному эффекту?

- а) Имеет место не только в сопряженных системах;
- б) передается на всю систему;
- в) имеет место в p, π -сопряженных системах;
- г) имеет место только в π, π -сопряженных системах;
- д) передается на 2–3 углеродных атома.

11. Какие из высказываний об индуктивном эффекте НЕВЕРНЫ?

- а) Передается по системе σ -связей;
- б) имеет универсальный характер;
- в) передается на всю молекулу;
- г) является затухающим (передается на 2–3 атома углерода);
- д) передается по σ - и π -связям.

Глава 6

1. Стереизомеры, возникающие в результате вращения вокруг одинарной связи, называются:

- а) трансизомеры;
- б) цисизомеры;
- в) конформеры;
- г) эпимеры.

2. Конформеры изображают с помощью проекционных формул:

- а) Фишера;
- б) Хеуорса;
- в) Ньюмена;
- г) Кекуле;
- д) «кресло» и «ванна».

3. Какие из утверждений НЕВЕРНЫ для мезовинной кислоты?

- а) Содержит два асимметрических атома углерода;
- б) обладает оптической активностью;
- в) является рацематом винных кислот;
- г) содержит плоскость симметрии;
- д) существует в виде пары энантиомеров D- и L-ряда.

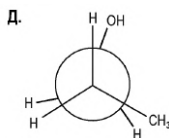
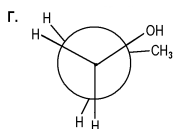
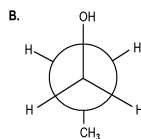
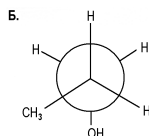
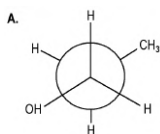
4. Какие из утверждений характерны только для энантиомеров?

- а) Молекулы хиральны;
- б) молекулы имеют плоскость симметрии;
- в) обладают одинаковыми физическими свойствами, за исключением знака вращения плоскости поляризованного луча;
- г) обладают одинаковыми химическими свойствами;
- д) не являются зеркальным отражением друг друга.

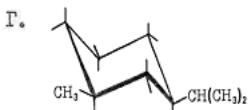
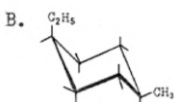
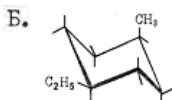
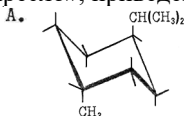
5. Какие утверждения НЕВЕРНЫ по отношению к винной кислоте?

- а) Не имеет плоскости симметрии;
- б) не является диастереомером мезовинной кислоты;
- в) существует в виде пары энантиомеров D- и L-ряда;
- г) не обладает оптической активностью;
- д) имеет ось симметрии.

6. Какая из приведенных проекционных формул Ньюмена соответствует скошенной конформации пропанола-1?



7. В каком порядке увеличивается потенциальная энергия конформаций «кресло», приведенных ниже производных циклогексана?



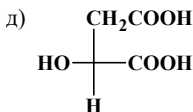
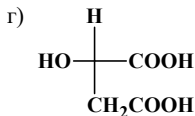
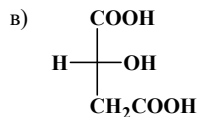
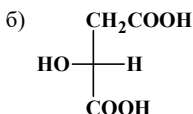
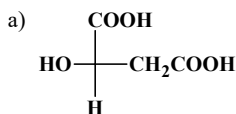
8. Какое из указанных соединений не имеет асимметрического атома углерода?

- а) $\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$;
- б) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$;
- г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$;
- д) $\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$.

9. Какие из представленных соединений могут существовать в виде энантиомеров?

- а) $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$;
- б) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})\text{COOH}$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$;
- г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$;
- д) $\text{HOOCOCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$.

10. Какая из приведенных проекционных формул Фишера НЕ СО-ОТВЕТСТВУЕТ D-яблочной кислоте?



Глава 7

1. Реакции расщепления вещества с присоединением воды называются:

- а) гетеролизом;
- б) элиминированием;

- в) гидролизом;
- г) гомолизом;
- д) этерификацией.

2. Механизм химических реакций определяется:

- а) условиями;
- б) способом разрыва связи;
- в) конечными продуктами;
- г) электронным строением связи.

3. Для полярных связей характерны реакции:

- а) электрофильного замещения;
- б) нуклеофильного замещения;
- в) элиминирования;
- г) нуклеофильного присоединения.

4. Для неполярных связей характерны реакции:

- а) электрофильного замещения;
- б) электрофильного отщепления;
- в) радикального замещения;
- г) нуклеофильного замещения.

5. По механизму разрыва связей реакции могут быть:

- а) экзотермическими;
- б) гомолитическими;
- в) гетеролитическими;
- г) эндотермическими.

6. По направленности процесса реакции могут быть:

- а) замещения;
- б) электрофильного присоединения;
- в) гомолитическими;
- г) гетеролитическими.

7. Какие типы реакций характерны для гомолитического способа разрыва связей?

- а) Радикального присоединения;
- б) элиминирования;

- в) нуклеофильного замещения;
- г) радикального замещения;
- д) электрофильного замещения.

8. Какие типы реакций характерны для гетеролитического способа разрыва связей?

- а) Радикального замещения;
- б) электрофильного замещения;
- в) нуклеофильного замещения;
- г) нуклеофильного присоединения;
- д) радикального присоединения.

9. Какие из приведенных частиц являются нуклеофилами?

- а) H^- ;
- б) SO_3 ;
- в) ROH ;
- г) NO_2 ;
- д) RNH_2 .

10. Какие из приведенных частиц являются электрофилами?

- а) Карбокатион;
- б) FeBr_3 ;
- в) RSH ;
- г) AlCl_3 ;
- д) NH_3 .

11. В каких из приведенных соединений имеет место гетеролитический разрыв связей?

- а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- в) $(\text{CH}_3)_2\text{CCl}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$;
- г) $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$;
- д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$.

12. Для каких из указанных соединений характерен только гомолитический способ разрыва связей?

- а) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$;
- б) $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{CH}_3$;

- в) $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$;
- г) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$;
- д) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CH}_3$.

РАЗДЕЛ II

Глава 1

1. К какому типу реакций относится взаимодействие циклогексана с хлором при облучении УФ-светом?

- а) Радикальное присоединение;
- б) радикальное замещение;
- в) нуклеофильное замещение;
- г) электрофильное замещение;
- д) нуклеофильное присоединение.

2. По какому типу реакций протекает взаимодействие бутадиена-1,3 с водой?

- а) Нуклеофильное присоединение;
- б) радикальное присоединение;
- в) электрофильное присоединение;
- г) электрофильное замещение;
- д) радикальное замещение.

3. Какой из продуктов преимущественно образуется при монобромировании 2-метилпентана при УФО?

- а) $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- б) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CHBrCH}_3$;
- в) $\text{CH}_2\text{BrCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- г) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHBrCH}_2\text{CH}_3$;
- д) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$.

4. К какому типу реакций относится взаимодействие метилбензола с хлором при УФО?

- а) S_E ;
- б) S_N ;
- в) A_E ;
- г) A_R ;
- д) S_R .

5. К какому типу реакций относится взаимодействие фенола с бромом в присутствии кислоты Льюиса?

- а) Электрофильное присоединение;
- б) электрофильное замещение;
- в) нуклеофильное замещение;
- г) нуклеофильное присоединение;
- д) радикальное замещение.

6. К какому типу реакций относится взаимодействие циклогексана с бромом при УФО?

- а) S_R ;
- б) S_E ;
- в) S_N ;
- г) A_N ;
- д) A_R .

7. К какому типу реакций относится взаимодействие метилбензола с бромом в присутствии $FeBr_3$?

- а) A_E ;
- б) S_E ;
- в) A_R ;
- г) S_R ;
- д) S_N .

8. Какой продукт образуется при полной гидратации 5-метил-гексадиен-2,5-ола-1 в кислой среде?

- а) $(CH_3)_2C(OH)CH_2CH_2CH(OH)CH_2OH$;
- б) $CH_2(OH)CH(CH_3)CH_2CH_2CH(OH)CH_2OH$;
- в) $(CH_3)_2C=CHCH_2CH(OH)CH_2CH_2OH$;
- г) $CH_2(OH)CH(CH_3)CH_2CH=CHCH_2OH$;
- д) $(CH_3)_2C(OH)CH_2CH=CHCH_2OH$.

9. Какие из перечисленных алкенов при взаимодействии с хлороводородом образуют 3-метил-3-хлоргексан?

- а) $CH_3CH_2CH(CH_3)CH=CHCH_3$;
- б) $CH_3CH_2C(CH_3)=CHCH_2CH_3$;
- в) $CH_3CH=C(CH_3)CH_2CH_2CH_3$;

- г) $\text{CH}_2=\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2\text{CH}_3$.

10. Какой из указанных диеновых углеводородов при взаимодействии с одним молем брома образует 2,5-дибромгексен-3?

- а) $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$;
б) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$;
в) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$;
г) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCH}_3$;
д) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$.

11. Какие продукты образуются при взаимодействии изопрена с одним молем хлороводорода?

- а) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{Cl}$;
б) $(\text{CH}_3)_2\text{CClCH}=\text{CH}_2$;
в) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CHClCH}_3$;
г) $\text{CH}_2(\text{Cl})\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$;
д) $\text{CH}_2(\text{Cl})\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_3$.

12. Какие продукты образуются при сульфировании пиридина?

- а) о-Сульфопиридин;
б) м-сульфопиридин;
в) п-сульфопиридин;
г) о- и п-сульфопиридин;
д) м- и п-сульфопиридин.

13. Расположите в ряд по уменьшению способности вступать в реакции Se следующие соединения:

- 1) пурин;
2) бензол;
3) пиридин;
4) фенол;
5) пиррол;
а) $4 > 5 > 2 > 3 > 1$; б) $5 > 4 > 3 > 2 > 1$;
в) $4 > 2 > 3 > 5 > 1$; г) $4 > 3 > 2 > 1 > 5$;
д) $5 > 4 > 2 > 3 > 1$.

Глава 2

1. Какие из указанных ионов и нейтральных молекул являются нуклеофильными реагентами?

- а) H^- ;
- б) H_2O ;
- в) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$;
- г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
- д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_2^+$.

2. Какие из указанных соединений будут вступать в реакции $\text{S}_{\text{N}}-1$?

- а) $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$;
- б) $\text{CH}_3\text{CCl}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$;
- в) $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$;
- г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
- д) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$.

3. Какие из указанных соединений будут вступать в реакции $\text{S}_{\text{N}}-2$?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$;
- в) $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{Cl})\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- г) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3$;
- д) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$.

4. Какие из указанных реакций протекают по механизму элиминирования?

- а) Окисление альдегидов;
- б) окисление спиртов;
- в) превращение ацеталей в полуацетали;
- г) образование иминов;
- д) образование фумаровой кислоты из яблочной.

5. Какой из указанных продуктов образуется в результате мягкого окисления этантиола?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$;
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SO}_3\text{H}$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{S}$;
- г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{S}-\text{SCH}_2\text{CH}_3$;
- д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SCH}_2\text{CH}_3$.

6. В каких из приведенных окислительно-восстановительных реакций продукты реакции указаны НЕВЕРНО?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHONCH}_3$;
- б) $\text{C}_2\text{H}_5\text{S}-\text{SC}_2\text{H}_5 + 2\text{H} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O} + \text{H}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{CHONCH}_3$;
- г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COC}_2\text{H}_5 + \text{H}^- \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{CHONC}_2\text{H}_5$;
- д) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$.

Глава 3

1. Какие органические вещества и в каком соотношении необходимы для получения полуацеталей?

- а) Спирты и фенолы 1:3;
- б) кислоты и альдегиды 1:2;
- в) углеводы и амины 1:3;
- г) спирты и альдегиды 1:1;
- д) альдегиды и спирты 1:3.

2. Какие органические вещества и в каком соотношении необходимы для получения ацеталей?

- а) Кислоты и основания 1:1;
- б) альдегиды и кетоны 1:3;
- в) углеводы и амины 1:2;
- г) альдегиды и спирты 1:2;
- д) альдегиды и спирты 1:3.

3. При взаимодействии каких веществ образуются имины?

- а) Спирты и альдегиды;
- б) альдегиды и амиды;
- в) спирты и амины;
- г) альдегиды и амины;
- д) фенолы и амины.

4. Какие цветные реакции характерны для альдегидов?

- а) Реакция с FeCl_3 ;
- б) реакция с бромом;
- в) реакция Троммера;
- г) реакция Либена;
- д) реакция Фелинга.

5. При гидролизе каких из указанных соединений образуется пропаналь?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OC}_3\text{H}_7)_2$;
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{NHC}_3\text{H}_7$;
- г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OC}_2\text{H}_5$;
- д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{SC}_2\text{H}_5)_2$.

6. Какой из полученных продуктов НЕ СООТВЕТСТВУЕТ указанной реакции?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \text{HCN} \rightarrow$ оксинитрил;
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 \rightarrow$ основание Шиффа;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$ альдегидалкоколь;
- г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O} + \text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2 \rightarrow$ гидразон;
- д) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ гем-диол.

7. Какое из указанных соединений является продуктом реакции альдольной конденсации?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{O}$;
- б) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}=\text{O}$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{OH})\text{CH}=\text{O}$;
- г) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{O}$;
- д) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}=\text{O}$.

8. В каких из указанных сочетаний соединения можно различить иодоформной пробой?

- а) CH_3COOH и CH_3COCH_3 ;
- б) CH_3COCH_3 и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$;
- в) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ и $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$;
- г) CH_3COOH и $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$;
- д) CH_3COCOOH и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$.

9. При взаимодействии какой из пар соединений образуется 1-метоксипропанол-1?

- а) $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;
- б) CH_3OH и $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$ и $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{OH}$;

- г) CH_3OH и $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{O}$;
д) CH_3COCH_3 и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.

Глава 4

1. В результате каких из указанных реакций можно получить сложный эфир?

- а) $\text{CH}_3\text{COCl} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$;
б) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$;
в) $\text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$;
г) $\text{CH}_3\text{COCl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$;
д) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_2=\text{CH}_2$.

2. Какие из продуктов не будут образовываться в указанных реакциях?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl} + \text{CH}_3\text{SH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COSCH}_3$;
б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + (\text{CH}_3)_3\text{C-OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOC}(\text{CH}_3)_3$;
в) $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO})_2\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OK} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$;
г) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_6\text{H}_5$;
д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl} + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHC}_2\text{H}_5$.

3. Какие из приведенных соединений будут вступать в реакцию с янтарной кислотой?

- а) Аминоэтанол;
б) хлорангидрид уксусной кислоты;
в) этилбромид;
г) глицерин;
д) пропиониламид.

4. Какие из указанных соединений не будут взаимодействовать с глицерином?

- а) Хлорангидрид уксусной кислоты;
б) пропаналь;
в) ангидрид уксусной кислоты;
г) ацетамид;
д) этилацетат.

5. При взаимодействии каких из указанных соединений образуется этилпропионат?

- а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COCl} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$;
- б) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{H}^+ \rightarrow$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}^+ \rightarrow$;
- г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} + \text{H}^+ \rightarrow$;
- д) $\text{C}_3\text{H}_7\text{CONH}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow$.

6. В результате каких из приведенных реакций можно получить пропиламид?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl} + \text{NH}_3 \rightarrow$;
- б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O} + \text{NH}_3 \rightarrow$;
- г) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{NH}_2\text{--NH}_2 \rightarrow$;
- д) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NH}_3$ (комнатная температура) \rightarrow .

7. Какая из указанных пар соединений образуется при гидролизе бутилацетата?

- а) $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
- б) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$;
- г) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$;
- д) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{O} + \text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$.

8. В какой последовательности уменьшается ацилирующая способность бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (1) и ее функциональных производных $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCl}$ (2), $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CO})_2\text{O}$ (3), $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$ (4), $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5$ (5)?

- а) $2 > 3 > 1 > 4 > 5$;
- б) $1 > 2 > 5 > 3 > 4$;
- в) $2 > 3 > 1 > 5 > 4$;
- г) $3 > 2 > 5 > 4 > 1$;
- д) $3 > 2 > 1 > 5 > 4$.

9. Какие высказывания об амидах карбоновых кислот НЕВЕРНЫ?

- а) Образуются при взаимодействии хлорангидрида карбоновой кислоты с аммиаком;

- б) самые неустойчивые к гидролизу функциональные производные карбоновых кислот;
- в) являются кристаллическими веществами с относительно высокими температурами плавления;
- г) не вступают в реакции ацилирования;
- д) обладают слабыми кислотно-основными свойствами.

Глава 5

1. Какие из соединений являются гетерофункциональными?

- а) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$;
- б) $\text{HOOC}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{COOH}$;
- в) $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$;
- г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$;
- д) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$.

2. Из каких приведенных кислот могут образоваться лактиды?

- а) 2-гидроксипропановая;
- б) 3-гидроксипропановая;
- в) 2-кетопропановая;
- г) 4-амино-2-гидроксипропановая;
- д) 2-аминопропановая.

3. Какие из приведенных соединений могут образовать дикетопиперазины?

- а) 3-аминопропановая;
- б) 2-аминоэтанол-1;
- в) 2-аминопропановая кислота;
- г) ацетамид;
- д) 2-амино-3-оксипропановая кислота.

4. Какие соединения могут образовывать лактоны?

- а) β -кетомасляная кислота;
- б) γ -гидроксимасляная кислота;
- в) ацетоуксусная кислота;
- г) δ -оксипентановая кислота;
- д) γ -аминомасляная кислота.

5. Какие из приведенных кислот легче подвергаются декарбоксилированию?

- а) $\text{CH}_3\text{--COOH}$;
- б) HOOC--COOH ;
- в) O=CH--COOH ;
- г) $\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_2\text{--COOH}$;
- д) $\text{HOOC--(CH}_2\text{)}_4\text{--COOH}$.

6. Какие из приведенных соединений будут образовывать хелатные комплексы с гидроксидом меди (II)?

- а) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$;
- б) $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{OH}$;
- в) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$;
- г) $\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$;
- д) $\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$.

7. Какие из названий НЕ СООТВЕТСТВУЮТ приведенным структурным формулам соединений?

- | | |
|---|-----------------------------|
| а) $\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$ | янтарная кислота; |
| б) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOH}$ | ацетоуксусная кислота; |
| в) $\text{HOOCCH}_2\text{COCOON}$ | пировиноградная кислота; |
| г) HOOCCOCOON | ацетондикарбоновая кислота; |
| д) $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$ | малоновая кислота. |

8. Какие из гетерофункциональных соединений вступают в реакцию элиминирования?

- а) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{COOH}$;
- б) HOOCCOCOON ;
- в) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$;
- г) $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$;
- д) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$.

9. Какая из химических реакций НЕ ВЕРНА?

- а) $\text{HOOCCOCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{НОН} + \text{H}^+ \rightarrow \text{HOOCCOCH}_2\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
- б) $\text{HOOCCOCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{HOOCCOCH}_2\text{CONH}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;

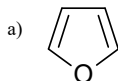
- в) $\text{HOCCOCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 \rightarrow \text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{CO}_2$;
 г) $\text{HOCCOCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 \leftrightarrow \text{HOCC}(\text{OH})=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$;
 д) $\text{HOCCOCH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{LiAlH}_4 \rightarrow$
 $\text{HOCSH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$.

Глава 6

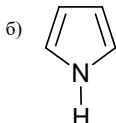
1. Какие из перечисленных соединений проявляют основные свойства?

- а) Фуран;
 б) тиофен;
 в) тиазол;
 г) пиррол;
 д) пиразол.

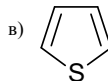
2. В каком из приведенных сочетаний НЕТ СООТВЕТСТВИЯ между структурной формулой и названием гетероцикла?



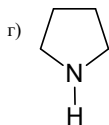
фуран



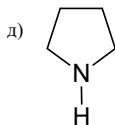
пиррол



тиофен



пиридин

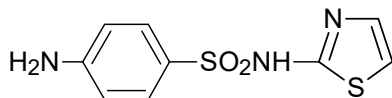


тетрагидрофуран

3. Какие из указанных гетероциклов проявляют ацидофобный характер?

- а) Пиридин;
 б) бензол;
 в) пиррол;
 г) фуран;
 д) тиофен.

4. Какой из указанных гетероциклов входит в состав сульфаниламидного препарата норсульфазола?



- а) Пиридин;
- б) тиазол;
- в) тиофен;
- г) имидазол;
- д) пиразол.

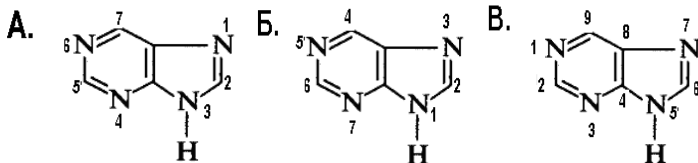
5. Для сульфирования какого из указанных соединений нельзя использовать серную кислоту?

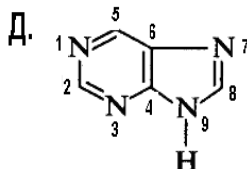
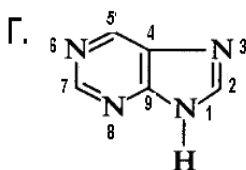
- а) Пиридин;
- б) хиолин;
- в) имидазол;
- г) тиазол;
- д) пиррол.

6. Какие из утверждений НЕ СООТВЕТСТВУЮТ тиофену?

- а) Содержит пятичленный гетероцикл;
- б) ацидофобен;
- в) является ароматическим соединением;
- г) не обладает основными свойствами из-за низкой электроотрицательности атома серы;
- д) входит в состав витамина B₁.

7. Какой из приведенных вариантов нумерации ядра пурина СООТВЕТСТВУЕТ правилам ИЮПАК?

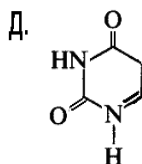
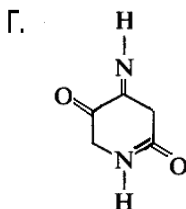
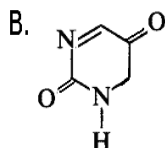
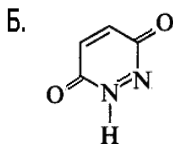
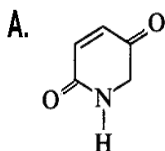




8. Какие утверждения НЕ СООТВЕТСТВУЮТ свойствам мочевой кислоты?

- а) Может образовывать кислые и средние соли;
- б) средние соли плохо растворимы;
- в) кислые соли (кроме солей лития) хорошо растворимы;
- г) соли мочевой кислоты называют уратами;
- д) для мочевой кислоты характерна цикло-цепная таутомерия.

9. Какая из приведенных формул соответствует 2,5-дикето-пиперазину?



10. Какие из указанных гетероциклов содержатся в молекуле витамина В₁?

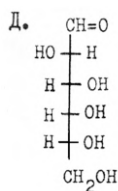
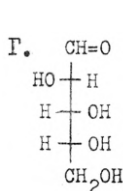
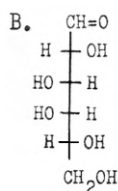
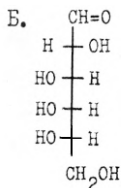
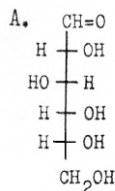
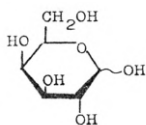
- а) Тиофен;
- б) тиазол;
- в) пиразол;
- г) пиридин;
- д) пиримидин.

Глава 7

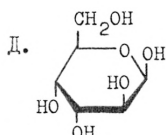
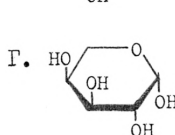
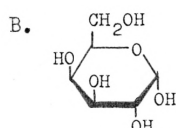
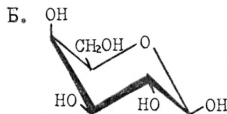
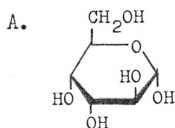
1. Какие утверждения ПРАВИЛЬНЫ по отношению к процессу кольчато-цепной таутомерии моносахаридов?

- а) В основе лежит способность моносахаридов к образованию 5- и 6-членных циклических полуацеталей;
- б) в основе лежит способность к образованию простых эфиров;
- в) в основе лежит способность моносахаридов к эпимеризации в слабощелочной среде;
- г) способность моносахаридов к реакции внутримолекулярного нуклеофильного замещения;
- д) способность моносахаридов к реакции внутримолекулярного нуклеофильного присоединения.

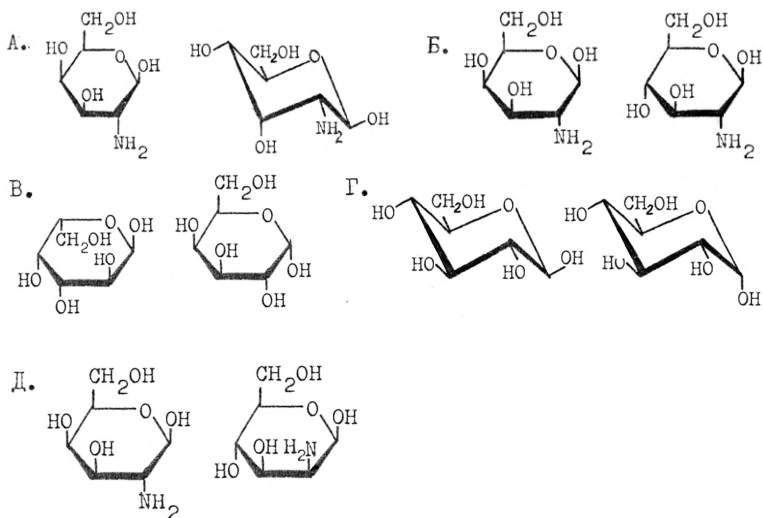
2. Какому моносахариду в цепной форме соответствует структура в циклической форме?



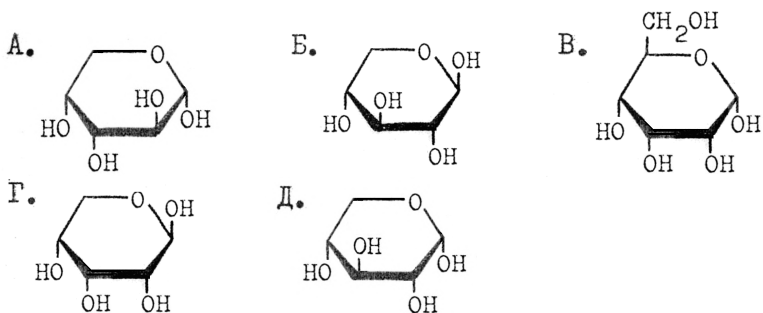
3. Какие стереоизомеры соответствуют D-галактопиранозе?



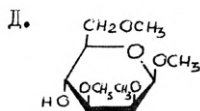
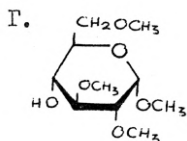
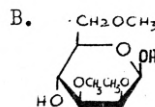
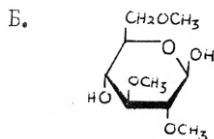
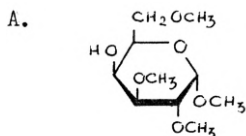
4. Какие из приведенных пар стереоизомеров являются 1) эпимерами; 2) аномерами?



5. Какое из приведенных соединений является аномером α -D-рибопиранозы?



6. Какое из приведенных соединений соответствует 1) 2,3,6-три-О-метил-β-D-маннопиранозе; 2) метил-2,3,6-три-О-метил-α-D-глюкопиранозиду?



7. Какими реакциями можно обнаружить глюкозу?

- а) Селиванова;
- б) Фелинга;
- в) Троммера;
- г) Фоля;
- д) Люголя.

8. Какими реакциями можно обнаружить фруктозу?

- а) Фелинга;
- б) Троммера;
- в) Селиванова;
- г) Либена;
- д) Люголя.

9. Какие из сахаридов являются восстанавливающими?

- а) Мальтоза;
- б) амилоза;
- в) лактоза;
- г) целлюлоза;
- д) целлобиоза.

10. Какое из названий соответствует сахарозе?

- а) β -D-галактопиранозил-(1-4)- α -D-глюкопираноза;
- б) α -D-глюкопиранозил-(1-2)- β -D-фруктофуранозид;
- в) β -D-глюкопиранозил-(1-4)- β -D-фруктопираноза;
- г) α -D-глюкопиранозил-(1-4)- β -D-глюкопиранозид;
- д) α -D-фруктопиранозил-(1-2)- β -D-галактопиранозид.

11. Какие таутомеры образуются при гидролизе O-метил- α -D-маннопиранозида?

- а) D-манноза (оксоформа);
- б) α -D-маннопираноза и α -D-маннофураноза;
- в) метил- α -D-маннопиранозид;
- г) метил- β -D-маннопиранозид;
- д) β -D-маннопираноза и β -D-маннофураноза.

12. Какое название соответствует лактозе?

- а) β -D-глюкопиранозил-1-4- β -D-глюкопираноза;
- б) β -D-галактопиранозил-1-4- β -D-глюкопираноза;
- в) α -D-галактопиранозил-1-4- β -D-глюкопираноза;
- г) β -D-галактопиранозил-1-4- β -D-глюкопиранозид;
- д) β -D-глюкопиранозил-1-4- α -D-глюкопиранозид.

13. Какие полисахариды являются гликозаминогликанами?

- а) Гиалурионовая кислота;
- б) амилопектин;
- в) гепарин;
- г) целлюлоза;
- д) кератансульфаты.

14. Какие из указанных углеводов являются дисахаридами?

- а) Эритроза;
- б) сахароза;
- в) лактоза;
- г) амилоза;
- д) седогептулоза.

15. Какие из указанных углеводов НЕ ОБЛАДАЮТ восстанавливающими свойствами?

- а) Амилопектин;
- б) мальтоза;
- в) сахароза;
- г) целлюлоза;
- д) ксилит.

16. Какие из приведенных утверждений НЕ СООТВЕТСТВУЮТ сахарозе?

- а) Содержит β -D-фруктофуранозу;
- б) обладает восстанавливающими свойствами;
- в) содержит ози́до-ози́дную связь;
- г) обладает способностью к оксо-цикло-таутомерии;
- д) может образовывать простые и сложные эфиры.

17. Какие из приведенных утверждений НЕ СООТВЕТСТВУЮТ целлобиозе?

- а) Содержит остатки β -D-глюкозы;
- б) содержит остатки α -D-глюкозы;
- в) содержит ози́до-ози́дную связь;
- г) является биозным фрагментом амилозы;
- д) обладает восстанавливающими свойствами.

18. Какие из приведенных гликанов являются гомополисахаридами?

- а) Гиалурионовая кислота;
- б) гликоген;
- в) гепарин;
- г) крахмал;
- д) клетчатка.

19. Какие из утверждений соответствуют кератансульфатам?

- а) Содержат галактозамин;
- б) имеют кислый характер;
- в) содержат глюкуроновую кислоту;
- г) содержат фукозу;
- д) имеют нейтральный характер.

20. Биозный фрагмент какого из указанных гликозаминогликанов содержит L-глюкуроновую кислоту?

- а) Кератансульфат-1;
- б) дерматансульфат;
- в) гиалуроновая кислота;
- г) хондроитин-4-сульфат;
- д) хондроитин-6-сульфат.

21. Декстрины образуются при гидролизе:

- а) гликогена;
- б) декстранов;
- в) крахмала;
- г) амилопектина;
- д) мурамина.

Глава 8

1. Какие из приведенных аминокислот являются незаменимыми?

- а) Тирозин;
- б) фенилаланин;
- в) триптофан;
- г) пролин;
- д) гистидин.

2. Какие из приведенных аминокислот имеют кислый характер?

- а) Аланин;
- б) глутаминовая;
- в) цистеин;
- г) аспарагиновая;
- д) аспарагин.

3. Какие из приведенных аминокислот имеют основной характер?

- а) Лейцин;
- б) лизин;
- в) глутамин;
- г) аргинин;
- д) пролин.

4. Какие из приведенных аминокислот являются ароматическими?

- а) Пролин;
- б) гистидин;
- в) глицин;
- г) тирозин;
- д) триптофан.

5. В результате какой реакции образуется ПВК?

- а) Внутримолекулярного дезаминирования аланина;
- б) гидролитического дезаминирования аланина;
- в) восстановительного дезаминирования аланина;
- г) окислительного дезаминирования аспарагиновой кислоты;
- д) переаминирования аланина с ЦУК.

6. Серотонин образуется при:

- а) декарбоксилировании треонина;
- б) декарбоксилировании 5-окситриптофана;
- в) окислительном дезаминировании триптофана;
- г) декарбоксилировании триптофана;
- д) окислительном декарбоксилировании гистидина.

7. Какая α -кетокислота образуется при реакции трансаминирования α -аланина?

- а) $\text{HOOC-CO-(CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$;
- б) $\text{HOOC-CO-CH}_2\text{-C}_6\text{H}_5$;
- в) HOOC-CO-CH_3 ;
- г) $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH=O}$;
- д) $\text{HOOC-CH}_2\text{-CO-CH}_3$.

8. В каких приведенных ниже случаях НЕТ СООТВЕТСТВИЯ между структурной формулой и названием аминокислоты?

- а) Аспарагиновая кислота $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$;
- б) метионин $\text{HS-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$;
- в) триптофан $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH(NH}_2\text{)-COOH}$;
- г) треонин $\text{CH}_2\text{(OH)-CH(NH}_2\text{)-COOH}$;
- д) валин $\text{(CH}_3\text{)}_2\text{-CH-CH(NH}_2\text{)-COOH}$.

9. Какая из приведенных форм аспарагиновой кислоты будет преобладать при pH 12?

- а) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$;
- б) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COO}^-$;
- в) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COO}^-$;
- г) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_3^+)-\text{COOH}$;
- д) $^-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COO}^-$.

Глава 9

1. Какие из приведенных пептидов имеют кислый характер?

- а) Асп-Лиз-Гли;
- б) Асп-Фен-Тир;
- в) Лиз-Асп-Глу;
- г) Арг-Глу-Фен;
- д) Сер-Цис-Асп.

2. Какие из приведенных пептидов имеют нейтральный характер?

- а) Ала-Вал-Мет;
- б) Гли-Цис-Асп;
- в) Три-Тре-Глу;
- г) Про-Мет-Лиз;
- д) Арг-Глу-Сер.

3. Какие из приведенных пептидов имеют основной характер?

- а) Гли-Сер-Мет;
- б) Вал-Лиз-Глу;
- в) Три-Тре-Арг;
- г) Глн-Вал-Лиз;
- д) Про-Тир-Асп.

4. Какими цветными реакциями можно обнаружить пептид цис-про-тре?

- а) Биуретовой;
- б) нингидриновой;
- в) Миллона;
- г) ксантопротеиновой;
- д) Фоля.

5. Какими цветными реакциями можно обнаружить пептид фен-мет-асп?

- а) Биуретовой;
- б) нингидриновой;
- в) Миллона;
- г) ксантопротеиновой;
- д) Фоля.

Глава 10

1. Какие из утверждений НЕВЕРНЫ для первичной структуры белков?

- а) Основной ковалентной связью является дисульфидная;
- б) определяет последовательность соединения аминокислот;
- в) определяет биологическую активность белка;
- г) можно определить методом Сенгера;
- д) можно определить методом Серенсена.

2. Какие из утверждений НЕВЕРНЫ для вторичной структуры белков?

- а) Формируется в результате стабилизации первичной структуры;
- б) отвечает за видовую специфичность белка;
- в) может быть в виде α -спирали;
- г) может быть в виде «кленового листа»;
- д) может быть в виде складчатого листа (β -структуры).

3. Какие из утверждений НЕВЕРНЫ для третичной структуры белка?

- а) Определяет биологическую активность белка;
- б) в ее образовании принимают участие ковалентные, водородные связи;
- в) двухмерна;
- г) изучается методом Эдмана;
- д) изменение ее называют денатурацией.

4. Какими методами изучается первичная структура белка?

- а) Гидролиз;
- б) Эдмана;
- в) дансильный;

- г) рентгеноструктурный;
- д) Либена.

5. Какие белки являются сложными?

- а) Альбумины;
- б) гемоглобин;
- в) инсулин;
- г) гликопротеины;
- д) глобулины.

Глава 11

1. Пуриновыми основаниями нуклеиновых кислот являются:

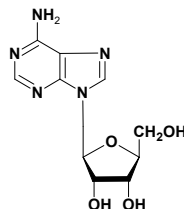
- а) аденин;
- б) гуанин;
- в) 6-меркаптопурин;
- г) N-6-метиламинопурин;
- д) 6-гидроксипурин.

2. Пиримидиновыми основаниями нуклеиновых кислот являются:

- а) 5-фторурацил;
- б) урацил;
- в) 5-оксиметилцитозин;
- г) тимин;
- д) цитозин.

3. Какое из названий СООТВЕТСТВУЕТ приведенному нуклеозиду?

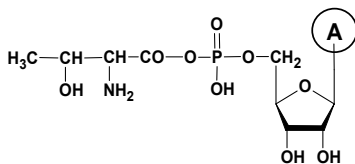
- а) Гуанозин;
- б) тимидин;
- в) аденозин;
- г) гипоксантин;
- д) цитозин.



4. Из какой пары соединений образуется приведенный продукт?

- а) АМФ и 1-аминопропанол-2;
- б) АТФ и серин;

- в) АДФ и треонин;
- г) АТФ и тирозин;
- д) АТФ и треонин.



5. Какие из нуклеотидов входят в состав ДНК?

- а) Аденозин-5-фосфат;
- б) гуанозин-3-фосфат;
- в) тимидиловая кислота;
- г) цитидиловая кислота;
- д) уридин-5-фосфат.

6. Какие из нуклеотидов входят в состав РНК?

- а) Уридиловая кислота;
- б) тимидин-5-фосфат;
- в) аденозин-3-фосфат;
- г) гуаниловая кислота;
- д) цитидиловая кислота.

7. Какое из высказываний о ЦДФ-холине НЕВЕРНО?

- а) Является пиримидиновым динуклеотидом;
- б) содержит метилированный этаноламин;
- в) содержит макроэргическую и две сложноэфирные связи;
- г) участвует в синтезе фосфатидилэтаноламина;
- д) содержит N-гликозидную связь.

8. В состав нуклеотидных фрагментов ДНК входят:

- а) пурин;
- б) тимидин;
- в) гуанин;
- г) гипоксантин;
- д) дезоксирибоза.

9. В состав нуклеотидных фрагментов РНК входят:

- а) уридин;
- б) дезоксирибоза;

- в) тимидин;
- г) цитидин;
- д) 5-оксиметилцитозин.

10. Какие из утверждений о строении ДНК НЕВЕРНЫ?

- а) Нуклеотиды соединены в полинуклеотидную цепь фосфодиэфирной связью;
- б) азотистые основания включаются в лактимной форме;
- в) этерефикация возможна как по С-5, так и по С-3;
- г) комплементарные основания удерживаются водородными связями;
- д) сумма $A+T = G+Ц$.

11. Какие из высказываний о ФАФС являются НЕВЕРНЫМИ?

- а) Является пиридиновым нуклеотидом;
- б) содержит N-гликозидную связь;
- в) содержит два остатка фосфорной кислоты;
- г) участвует в синтезе хондроитинсульфатов;
- д) участвует в обезвреживании токсических веществ.

12. Какие из высказываний о ц-3,5-АМФ НЕВЕРНЫ?

- а) Является пуриновым нуклеотидом;
- б) содержит макроэргическую связь;
- в) содержит N-гликозидную и сложноэфирную связь;
- г) содержит четыре цикла;
- д) является нейромедиатором.

Глава 12

1. Какая из ненасыщенных жирных кислот является ω -3 кислотой?

- а) Олеиновая;
- б) линолевая;
- в) арахидоновая;
- г) линоленовая;
- д) пальмитоолеиновая.

2. Триолеин превращается в тристеарин в результате реакции:

- а) омыления;
- б) гидролиза;

- в) окисления;
- г) гидрогенизации;
- д) гидроксилирования.

3. Какое из указанных веществ не входит в состав фосфолипидов?

- а) Холин;
- б) этаноламин;
- в) глицин;
- г) серин;
- д) фосфорная кислота.

4. Какое из указанных веществ не входит в состав гликолипидов?

- а) Глюкоза;
- б) галактоза;
- в) цереброновая кислота;
- г) пальмитиновая кислота;
- д) сфингозин.

5. Какое из утверждений НЕВЕРНО по отношению к холестерину?

- а) Является непредельным циклически спиртом;
- б) синтезируется только в организме человека;
- в) в основе лежит циклопентанпергидрофенантрен;
- г) является предшественником витамина D;
- д) является вторичным спиртом.

6. Какое из утверждений НЕВЕРНО по отношению к витамину А?

- а) Является полиненасыщенным соединением;
- б) содержит β -иононовое кольцо;
- в) является дитерпеном;
- г) при недостатке в организме развивается рахит;
- д) предшественником витамина являются каротины.

7. Какое из утверждений НЕВЕРНО по отношению к хелевой кислоте?

- а) В основе лежит ядро холана;
- б) содержит три оксигруппы в положениях 3, 7, 12;
- в) способствует перевариванию гликогена;

- г) ее предшественником является холестерин;
- д) активирует липазы.

8. Какое из утверждений НЕВЕРНО по отношению к прогестерону?

- а) Является стероидным гормоном;
- б) в основе лежит ядро прегнана;
- в) содержит у С-3 кетогруппу;
- г) влияет на созревание сперматозоидов;
- д) является непредельным соединением.

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Раздел I			
Глава 1	Глава 2	Глава 3	Глава 4
1. б, г	1. г	1. б	1. а, б
2. в	2. г	2. в	2. б, в, д
	3. г, д	3. б	3. в, д
	4. в, г, д	4. а	4. г
	5. а, г, д		
	6. а, б, г, д		
	7. б, д		
Глава 5	Глава 6	Глава 7	
1. г	1. в	1. в	
2. а, г, д	2. в, д	2. б	
3. б, в, г	3. б, в	3. б	
4. а, в, д	4. а, в, г	4. в	
5. б, в, г	5. б, г, д	5. б, в	
6. г	6. б	6. а, б	
7. б, в, д	7. г, б, в, а	7. г	
8. в, д	8. а	8. б, в	
9. в, г	9. б, в, г	9. а, в, д	
10. а, г, д	10. а	10. а, б, г	
11. в, д		11. а, в, д	
		12. б, г	
Раздел II			
Глава 1	Глава 2	Глава 3	Глава 4
1. б	1. а, б, в, г	1. г	1. г, д
2. б	2. а, б, д	2. г	2. б, д
3. в	3. а, б, г	3. г	3. в, д
4. а	4. б, д	4. в, д	4. б, г, д
5. д	5. г	5. б, в, д	5. а, г
6. а	6. а, в	6. в	6. а, б
7. б		7. а	7. г
8. а		8. б, в, д	8. в
9. б, в		9. г	9. б, г
10. г			
11. а, д			
12. б			
13. д			

Глава 5	Глава 6	Глава 7	
1. б, в	1. в, д	1. а, д	11. б, д
2. а, г	2. г	2. в	12. б
3. в, д	3. в, г	3. б, в	13. а, в, д
4. б, г	4. б	4. 1-б, 2-г	14. б, в
5. б, в	5. д	5. в	15. а, в, г, д
6. а, в, д	6. б	6. 1-в, 2-г	16. б, г
7. а, в, г	7. д	7. б, в	17. б, в, г
8. а, б, г	8. б, в, д	8. а, б, в	18. б, г, д
9. в	9. г	9. а, в, д	19. а, г, д
	10. б, д	10. б	20. б
			21. а, в, г
Глава 8	Глава 9	Глава 10	Глава 11
1. б, в, д	1. б, в	1. а, в, д	1. а, б, д
2. б, г	2. а, б, д	2. б, г	2. б, в, г, д
3. б, г	3. в, г	3. в, г	3. в
4. б, г, д	4. а, б, д	4. а, б, в	4. д
5. д	5. а, б, г	5. б, г	5. а, в, г
6. б			6. а, г, д
7. в			7. а, г
8. б, в, г			8. б, в, д
9. д			9. а, г, д
			10. б, в, д
			11. а, г
			12. б, д
Глава 12			
1. г			
2. г			
3. в			
4. г			
5. б			
6. г			
7. в			
8. г			

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 416 с.
2. Слесарев, В. И. Химия. Основы химии живого : учебник. – 7-е изд., испр. – СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. – 784 с.

Дополнительная:

1. Осипова, О. В. Биоорганическая химия. Курс лекций / О. В. Осипова, А. В. Шустов. – М. : Научная книга, 2017. – 252 с.
2. Березов, Т. Т. Биологическая химия : учебник / Т. Т. Березов, Б. Ф. Коровкин. – 4-е изд., стер. – М. : Медицина, 2016. – 704 с. – (Учеб. лит. для студ. мед. вузов).
3. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. – 5-е изд., испр. и доп. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 768 с.
4. Овчинников, Ю. А. Биоорганическая химия. – М. : Просвещение, 1987. – 815 с.
5. Мочульская, Н. Н. Основы биоорганической химии : учеб. пособие / Н. Н. Мочульская, Н. Е. Максимова, В. В. Емельянов ; науч. ред. В. Н. Чарушин ; Мин-во образования и науки РФ, Урал. федер. ун-т. – 2-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 108 с.
6. Органическая химия. Кн. 1 : Основной курс : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. «Фармация» / под ред. Н. А. Тюкавкиной. – 4-е изд. – М. : ДРОФА, 2008. – 639 с. – (ВО Современный учебник).
7. Органическая химия. Кн. 2 : Специальный курс : учебник для студ., обуч. по спец. «Фармация» / под ред. Н. А. Тюкавкиной. – 2-е изд. – М. : ДРОФА, 2009. – 591 с. – (ВО Современный учебник).

*Людмила Васильевна СУЩИНСКАЯ,
Елена Евгеньевна БРЕЩЕНКО*
БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ В ФОРМУЛАХ И СХЕМАХ
Учебное пособие
Издание второе, исправленное

Зав. редакцией
медицинской литературы *В. Л. Михалева*
Ответственный редактор *С. В. Макаров*
Корректор *Т. В. Иванкова*
Выпускающий *С. Ю. Гаганов*

ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028
от 14.04.2016 г., выдан ЦГСЭН в СПб
Издательство «ЛАНЬ»
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com;
196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, 1, лит. А.
Тел.: (812) 412-92-72, 336-25-09.
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

Подписано в печать 21.02.19.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 84×108^{1/32}.
Печать офсетная. Усл. п. л. 8,61. Тираж 100 экз.
Заказ № 191-19.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета
в АО «Т8 Издательские технологии».
109316, г. Москва, Волгоградский пр., д. 42, к. 5.